



ГОРНОЕ и ЗАВОДСКОЕ ДѢЛО.

НАДШАХТНЫЯ СООРУЖЕНІЯ.

А. ЭЙХЕНАУЕРА ¹⁾

ВВЕДЕНІЕ.

До начала пятидесятихъ годовъ почти всѣ рудники Европы были незначительной глубины и добыча ихъ не можетъ даже идти въ сравненіе съ добычею позднѣйшаго времени. Надшахтныя сооруженія (Seilscheiben-Gerüste—шківные станки) того времени дѣлались болѣе легкой конструкціи, такъ какъ машины были гораздо слабѣе, канаты тоньше и легче и поднимаемый грузъ меньше. Потомъ съ каждымъ годомъ производительная способность рудниковъ постепенно увеличивалась, шахты все болѣе и болѣе углублялись, и условія для постройки шківныхъ станковъ измѣнялись. Въ старыхъ шахтахъ, гдѣ уже невозможно было измѣнять поперечныхъ размѣровъ, съ увеличеніемъ добычи прибавляли къ одноэтажной клѣти еще одинъ или два этажа, вслѣдствіе чего увеличивалось число поднимаемыхъ за разъ вагоновъ. При углубленіи новыхъ шахтъ имъ придавали размѣры соотвѣтственно числу поднимаемыхъ за разъ вагоновъ. При этомъ слѣдуетъ замѣтить, что только въ очень рѣдкихъ случаяхъ поднимаютъ за разъ болѣе двухъ вагоновъ, стоящихъ рядомъ или одинъ за другимъ, потому что, при большемъ числѣ вагоновъ, поперечное сѣченіе шахты вышло-бы очень большимъ. При этомъ углубленіе, крѣпленіе и отдѣлка шахты стоили-бы очень дорого, погребовалось-бы очень много времени на эти работы и срокъ службы шахты, въ большинствѣ случаевъ, врядъ-ли былъ-бы продолжительный. Принимая все это во вниманіе, во всѣхъ новыхъ рудникахъ, при большой добычѣ, употребляютъ въ большинствѣ случаевъ такъ называемыя этажныя клѣти, въ кото-

¹⁾ Изъ А. *Eichenauer*. „Die Seilscheiben-Gerüste der Bergwerke.—Leipzig, 1877, Извлечено горн. инж. Б. Файвишевичемъ.

рыхъ вагоны стоятъ одинъ надъ другимъ. Обыкновенно примѣняются клѣти въ два, три, или четыре этажа; вагоны на каждомъ этажѣ помѣщаются по два рядомъ или одинъ за другимъ, при чемъ болѣе всего употребительны двухъ-этажныя клѣти, т.-е. поднимающія за разъ четыре вагона. При употребленіи этажныхъ клѣтей, поднимающихъ за разъ отъ четырехъ до восьми вагоновъ, поднимаемый грузъ сталъ значительно больше, почему и канаты потребовались болѣе крѣпкіе и болѣе тяжелые, а, вслѣдствіе большей глубины шахтъ,—и болѣе длинные. Такимъ образомъ, при теперешнихъ условіяхъ добычи, поднимаемый грузъ бываетъ обыкновенно настолько великъ, что шкивные станки приходится дѣлать весьма солидной конструкціи.

Общія замѣчанія.

Въ прежнее время шкивные станки дѣлались почти всегда изъ дерева, и, обыкновенно, представляли собою рядъ балокъ, лежащихъ одна на другой и опирающихся на стѣны надшахтнаго зданія. Иногда эти балки вдѣланы въ стѣны, иногда прикрѣплены сверхъ нихъ.—Недостатокъ такого устройства состоитъ въ томъ, что сотрясенія при подъемѣ передаются всему зданію и вслѣдствіе этого стѣны зданій должны быть очень крѣпкія. Не смотря на постоянный и внимательный присмотръ, балки съ теченіемъ времени разшатываются въ своихъ гнѣздахъ, и это бываетъ особенно замѣтно во время подъема.

Для новыхъ рудниковъ такое устройство уже не годится, потому что, вслѣдствіе большого вѣса поднимаемаго груза и высокаго положенія шкивовъ надъ рудничнымъ дворомъ, горизонтальное боковое давленіе бываетъ настолько велико, что стѣнамъ пришлось-бы придавать, при прежнемъ устройствѣ (когда все давленіе передается стѣнамъ зданія), несоразмѣрную толщину. Разшатываніе балокъ лучше всего видно на тѣхъ рудникахъ, гдѣ, при углубленныхъ шахтахъ и устройствѣ этажныхъ клѣтей, еще сохранилось старое устройство. Не смотря на подпорки и другія укрѣпленія шкивного станка, движенія балокъ часто настолько велики, что бываетъ опасно находиться на шкивномъ помостѣ.—Для достиженія болѣе устойчивой конструкціи шкивныхъ станковъ, на новыхъ рудникахъ болѣе и болѣе удаляются отъ стараго типа,—такъ называемой балочной системы,—и шкивные станки дѣлаютъ совершенно независимыми отъ надшахтнаго зданія, т.-е. по типу надшахтныхъ копровъ. Тамъ-же, гдѣ употребляется еще балочная система, стѣны каменныхъ зданій снабжаются контрфорсами, такъ что горизонтальное боковое давленіе передается не только перпендикулярно на стѣны, но и на контрфорсы. Въ послѣднее время, при укрѣпленіи балокъ на стѣнахъ, боковое давленіе передается помощью діагональныхъ связей на боковыя стѣны; послѣднія въ этомъ случаѣ замѣняютъ собою контрфорсы, а стѣны, на которыхъ укрѣплены балки, испытываютъ только вертикальное давленіе.—

Вслѣдствіе большаго вѣса каната и значительныхъ размѣровъ барабана въ новыхъ подъемныхъ машинахъ, приходится располагать шкивы гораздо выше прежняго для безопасности при подъемѣ и спускѣ людей. Соответственно этому и шкивные станки и самыя надшахтныя зданія дѣлаются гораздо выше, почему и стоятъ много дороже. Впрочемъ, въ этихъ случаяхъ выгоднѣе строить шкивные станки по типу надшахтныхъ копровъ и покрывать ихъ снаружи деревомъ, цинкомъ или жестью, а шкивы предохранять навѣсомъ отъ дождя и снѣга. Эти расходы окупаются лучшимъ сохраненіемъ шкивного станка отъ вліяній непогоды. Во всякомъ случаѣ крыша должна быть хотя надъ шкивами.

Срокъ службы деревянныхъ шкивныхъ станковъ безъ обшивки, по Hauer'у, ¹⁾ въ умѣренномъ климатѣ Англій—отъ 15 до 18 лѣтъ, на континентѣ-же онъ еще менѣе, напр. для шкивного станка изъ мягкаго дерева 6 лѣтъ, изъ дуба—10 лѣтъ. Для деревянныхъ шкивныхъ станковъ лучше всего употреблять бревна, которыя противостоятъ лучше атмосфернымъ вліяніямъ, чѣмъ брусья (отесанныя бревна). Хорошо также при этомъ смазывать лѣсъ дегтемъ.

Шкивные станки, болѣе чѣмъ другія деревянные постройки, портятся отъ сыраго и теплаго рудничнаго воздуха, способствующаго быстрому гніенію дерева; кромѣ того послѣ пожаровъ приходится на долго останавливать работы для возобновленія шахты,—поэтому въ послѣднее время начинаютъ часто дѣлать всю постройку изъ желѣза, не исключая даже и рудничнаго двора) Желѣзные шкивные станки съ ихъ обшивкой должны быть всегда хорошо выкрашены масляной краской, для предохраненія отъ ржавчины. Срокъ службы желѣзныхъ шкивныхъ станковъ обыкновенно очень продолжительный.

Выборъ той или другой конструкціи шкивного станка находится въ зависимости отъ мѣстныхъ условій и цѣны на употребляемые при этомъ матеріалы. Вообще на практикѣ главное вниманіе должно быть обращено на слѣдующія обстоятельства: 1) прочность зданія, 2) положеніе шкивовъ, 3) свободное пространство на рудничномъ дворѣ, 4) форму шкивного станка и 5) матеріалъ для постройки шкивного станка.

1. *Прочность зданія.* Размѣры шкивныхъ станковъ должны быть всегда рассчитаны такъ, чтобы всѣ ихъ части представляли достаточное прочное оувъ противленіе разрывающей нагрузкѣ одного каната, сложенному съ наибольшею дѣйствительно возможною нагрузкою на другой канатъ. Эту наибольшую нагрузку легко найти, допустивъ, что опускающаяся клѣть нагружена, напр. кирпичемъ, а поднимающаяся зацѣпилась за что-нибудь въ шахтѣ.

2. *Положеніе шкивовъ.* Шкивы должны быть помѣщены на такой высотѣ отъ рудничнаго двора, чтобы, при слишкомъ быстромъ подъемѣ клѣти,

¹⁾ Die Fördermaschinen der Bergwerke—стр. 60.

машинистъ имѣлъ-бы еще время дать обратный ходъ и опустить клѣтъ, не допуская ее удариться о шкивы. Этого однако никогда нельзя достигъ.

При прежнихъ маленькихъ машинахъ, съ однимъ паровымъ цилиндромъ и маховымъ колесомъ, шкивы помѣщались надъ рудничнымъ дворомъ на высотѣ 9—12 м., что равнялось $1\frac{1}{2}$ —2 раза взятому ободу барабана, при діаметрѣ послѣдняго въ $1\frac{1}{2}$ —2 м. При употребляемыхъ же нынѣ барабанахъ съ большимъ діаметромъ, въ особенности при спиральныхъ барабанахъ съ діаметромъ до 10 м., стало уже невозможно придерживаться прежняго правила. Напр. при діаметрѣ барабана въ 10 м., $1\frac{1}{2}$ обода составятъ уже 47 м.; при этажныхъ клѣтяхъ надо прибавить еще 8 м. на разстояніе отъ нижней разгрузочной площадки до рельсовъ желѣзной дороги (высоту вагона, сортировочнаго прохода и опрокидывателя), затѣмъ прибавить 4 м. на высоту самой клѣти, 1 м.—на подшипники и 5 м.—на разстояніе отъ оси шкивовъ до блока (для установки и перемѣны шкивовъ), такъ что вся высота зданія будетъ $47+8+1+5+4=65$ м.

При новѣйшихъ подъемныхъ машинахъ съ двумя цилиндрами, при которыхъ легко дать машинѣ задній ходъ, нѣтъ надобности придавать зданіямъ высоту равную $1\frac{1}{2}$ —2 раза взятому ободу барабана. Въ Вестфалии положено закономъ, въ виду устранения несчастныхъ случаевъ съ рабочими, разстояніе отъ верхней части клѣти до оси шкивовъ дѣлать равнымъ по крайней мѣрѣ половинѣ окружности наибольшаго сѣченія спиральнаго барабана. Такимъ образомъ, при діаметрѣ послѣдняго въ 10 м., высота надшахтной башни должна быть $\frac{10 \cdot 3,14}{2} + 8 + 1 + 5 + 4 = 33,7$ м. При такой высотѣ зданіе будетъ все-таки дорогое, если его дѣлать все каменнымъ.

Когда на красоту фасада обращаютъ меньше вниманія, чѣмъ на дешевизну сооруженія, то, при дорогомъ камнѣ и дешевомъ лѣсѣ, каменные стѣны возводятся только до высоты нижняго рудничнаго двора, остальную-же часть дѣлаютъ изъ дерева, съ досчатой или цинковой обшивкой для защиты шкивнаго станка и работающихъ на рудничномъ дворѣ людей отъ вліяній непогоды. Если-же хотятъ обезопасить зданіе и противъ пожара, то каменные стѣны выводятъ до горизонта верхняго рудничнаго двора, а затѣмъ крышу на колонахъ и помостъ рудничнаго двора дѣлаютъ желѣзными.

3. *Свободное пространство на рудничномъ дворѣ.* Если балки шкивнаго станка должны упираться внизу въ помостъ рудничнаго двора, то онѣ должны быть расположены около шахты такъ, чтобы оставалось всегда свободное мѣсто, потому что сѣщеніе мѣста помѣшало-бы свободному подъему и кромѣ того, даже при большомъ количествѣ рабочихъ и при усиленныхъ расходахъ на подъемъ, недостаточно пространный дворъ никогда не дастъ возможности достигнуть такого-же успѣха въ добычѣ, какой достигается какъ при свободномъ рудничномъ дворѣ.

4. *Форма шкивнаго станка.* При старыхъ рудникахъ, съ одною или

даже многими подъемными шахтами, гдѣ есть время на свободѣ подготовить новую шахту, обращается вниманіе только на прочность и на сравнительную дешевизну матеріаловъ. При устройствѣ новыхъ шахтъ и преимущественно тамъ, гдѣ желаютъ начать какъ можно скорѣе добычу, при выборѣ конструкціи станка обращаютъ главное вниманіе на то, что-бы капитальное устройство могло быть вполнѣ, или большею частью, закончено, не мѣшая временному устройству, предназначенному исключительно для проходки шахты. По окончаніи капитальнаго устройства, уничтожаютъ временное, накидываютъ канатъ и приступаютъ къ работѣ. Обыкновенно, если всѣ части приготовлены какъ слѣдуетъ, то приходится дѣлать остановку только на 8—14 дней, чтобы приступить затѣмъ уже къ эксплуатаціи рудника.

5. *Матеріалъ для шкивнаго станка.* Выборъ матеріала для шкивнаго станка въ большинствѣ случаевъ зависитъ отъ мѣстонахожденія рудника. Деревянные зданія примѣняются съ выгодой въ тѣхъ мѣстностяхъ, гдѣ можно достать сравнительно дешево хорошей строевой лѣсъ требуемой длины и гдѣ рудникъ имѣетъ болѣе одной подъемной шахты, чтобы, при замѣнѣ одного шкивнаго станка (сдѣлавшагося негоднымъ) другимъ, не происходило слишкомъ большой остановки въ добычѣ.

Если же лѣсъ дорогъ и рудникъ только съ одной подъемной шахтой, то отдается преимущество желѣзнымъ шкивнымъ станкамъ или же смѣшаннымъ—изъ желѣза и камня.

Остановка въ добычѣ при замѣнѣ одного шкивнаго станка другимъ уже причиняетъ значительные убытки. При пожарѣ же теряется такъ много времени на уборку, ремонтровку и устройство новаго шкивнаго станка, что получаемые при этомъ убытки значительно превышаютъ ту сумму, на которую желѣзные шкивные станки дороже деревянныхъ.

При рудникахъ только съ одной шахтой необходимо дѣлать желѣзные шкивные станки, потому что только въ такомъ случаѣ, при пожарѣ надшахтнаго зданія, бываетъ еще возможность поднять весь народъ на верхъ. Такой случай былъ въ 1872 году на шахтѣ «Вагиллон» въ Вестфалии (у Герне), гдѣ во время пожара, когда вся деревянная обшивка желѣзнаго шкивнаго станка была объята пламенемъ, всѣ люди снизу были подняты на верхъ, что, конечно, было-бы совершенно невозможно при деревянныхъ шкивныхъ станкахъ.

Описанія различныхъ формъ устройства шкивныхъ станковъ.

Шкивные станки въ отношеніи конструкціи дѣлятся на три системы: *балочную, копровую и смѣшанную балочно-копровую.*

І. Балочная система.

Балочная система вообще представляетъ собой двѣ, три или четыре, соединенныя между собою балки, на которыхъ помѣщаются подшипники

шкивовъ; балки эти только своими концами лежатъ на стѣнахъ надшахтной башни, середина-же ихъ свободная.

Если подъемныя отдѣленія расположены одно возлѣ другаго, то употребляютъ или четыре балки рядомъ и на каждой изъ нихъ помѣщаютъ по подшипнику, или же только три балки рядомъ, и въ этомъ случаѣ помѣщаютъ на средней балкѣ два подшипника, а на крайнихъ по одному. Если-же подъемныя отдѣленія расположены одно позади другаго, тогда нужны только двѣ балки рядомъ съ двумя подшипниками на каждой.

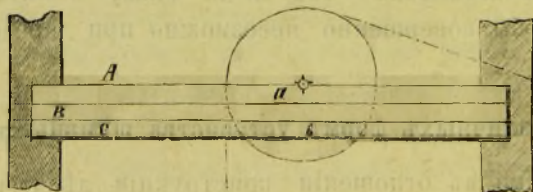
Многіе утверждаютъ, что при постройкѣ шкивныхъ станковъ слѣдуетъ придавать балкамъ пружинность и что преимущества такого устройства слѣдующія:

- 1) *уменьшеніе сотрясеній клѣти и отсюда безопасность подъема;*
- 2) *сохраненіе подъемнаго каната вслѣдствіе того, что канатъ не испытываетъ сильныхъ толчковъ;*
- 3) *постепенная передача давленія поднимаемаго груза на шкивной станокъ.*

Первое изъ вышеупомянутыхъ преимуществъ только кажущееся, потому что какъ-бы ни была велика пружинность балокъ, она все-таки не уменьшитъ сотрясеній клѣти, потому что пружинность эта исчезаетъ вслѣдствіе большаго разстоянія между клѣтью (внизу шахты) и шкивомъ. Къ тому-же канатъ, вслѣдствіе своей конструкціи, уже самъ пружинится и при подъемѣ клѣти, натягиваясь, удлиняется. Хотя плоскіе канаты обладаютъ этимъ свойствомъ въ меньшей степени, чѣмъ круглые, но и въ нихъ оно еще на столько велико, что пружинность балокъ не приноситъ никакой пользы.

На томъ-же основаніи не выдерживаетъ критики и второе кажущееся преимущество.

Тоже самое слѣдуетъ сказать и о третьемъ преимуществѣ; если его разсмотрѣть, какъ слѣдуетъ, то мы увидимъ, что имъ достигается какъ разъ противоположное тому, что намъ нужно. И на самомъ дѣлѣ: чтобы придать балкамъ пружинность, оставляютъ между ними промежутокъ (подъ подшипниками), какъ это видно на фиг. 1-й, въ точкахъ *a* и *b*. Допустимъ, что



фиг. 1.

балки плохо пригнаны одна къ другой или, что нарочно оставленъ между ними промежутокъ; тогда при натяженіи каната сгибается верхняя балка А, такъ какъ она одна не въ состояніи выдержатъ весь грузъ, и давитъ на балку В, затѣмъ обѣ вмѣстѣ давятъ на третью балку С и т. д. Вслѣдствіе

этого ударъ будетъ передаваться отъ одной балки къ другой, по не постепенно, какъ это предполагалось, а толчками, и ось со шкивомъ, вмѣсто одного толчка получить нѣсколько и до тѣхъ поръ будетъ колебаться, пока всѣ балки ни прилягутъ прочно одна къ другой. При этомъ балки скоро портятся, оси легко ломаются и канаты даже рвутся, что особенно опасно при подъемѣ и спускѣ рабочихъ.

Другой недостатокъ пружинистыхъ балокъ состоитъ въ томъ, что для достиженія прочности, равной обыкновеннымъ балкамъ, необходимо пружинистыя балки дѣлать гораздо толще обыкновенныхъ. Если балки не соприкасаются плотно одна къ другой, но между ними остается промежутокъ, то *прочное сопротивленіе* (Tragkraft) составной балки будетъ меньше прочнаго сопротивленія обыкновенной балки такой-же толщины, такъ какъ для опредѣленія прочнаго сопротивленія составной балки берется сумма прочныхъ сопротивленій составляющихъ ее балокъ. Отсюда слѣдуетъ, что составная пружинистая балка слабѣе обыкновенной, одинаковой толщины, во столько разъ сколько балокъ ее составляютъ. Напр. если взять балку, состоящую изъ четырехъ лежащихъ одинъ на другомъ брусевъ, размѣромъ въ 0.3 м. × 0.3 м.,

то моментъ сопротивленія пружинистой балки будетъ $= 4 \left(\frac{30 \cdot 30^2}{6} \right) = 18\,000$;

обыкновенной-же балки $= 1 \left(\frac{30 \cdot 120^2}{6} \right) = 72\,000$. Такъ какъ этотъ расчетъ

въ дѣйствительности не вѣренъ для пружинистыхъ балокъ съ промежутками, то, для полученія болѣе точнаго средняго значенія прочнаго сопротивленія пружинистой балки, складываютъ моменты сопротивленія и сумму моментовъ раздѣляютъ на ихъ число. Такъ для этого примѣра мы имѣемъ:

для верхней балки $1 \left(\frac{30 \times 30^2}{6} \right) \dots \dots \dots = 4500$

для первой и второй балокъ $1 \left(\frac{30 \times 60^2}{6} \right) \dots \dots \dots = 18000$

для первой, второй и третьей балокъ $1 \left(\frac{30 \times 90^2}{6} \right) \dots \dots \dots = 40500$

для первой, второй, третьей и четвертой балокъ $1 \left(\frac{30 \cdot 120^2}{6} \right) \dots \dots \dots = 72000$

Сумма четырехъ моментовъ = 135000

и средній моментъ сопротивленія = $\frac{135000}{4} = 33750$, т. е. почти половинѣ

момента сопротивленія обыкновенной балки одинаковой толщины. Кромѣ того извѣстно, что отъ постоянного сгибанія и разгибанія отдѣльныхъ балокъ страдаетъ прочность матеріала и потому, для надлежащей безопасности, подобныя пружинистыя балки надо дѣлать вдвое толще обыкновенныхъ. Хотя на пружинистыя балки и идетъ матеріала вдвое больше противъ обыкновен-

ныхъ и стоять онѣ вдвое дороже, однако, не смотря на это, онѣ не только не достигаютъ цѣли, но даже усиливаютъ недостатокъ.

Изъ вышесказаннаго слѣдуетъ, что вредно устраивать такіе шкивные станки, въ которыхъ отдѣльныя части сгибаются постепенно одна за другой.— Теперь разсмотримъ такіе шкивные станки, въ которыхъ всѣ части сгибаются сразу.

Если хотять построить таковой шкивной станокъ, то, для достиженія пружинности, надо дѣлать его такой прочности, чтобы онъ прогибался понемногу при каждомъ подъемѣ даже обыкновеннаго (подымаемаго) груза и затѣмъ опять приходилъ-бы въ свое первоначальное положеніе.

Величина наиболѣе допускаемаго сгибанія зависитъ отъ матеріала; величину эту не слѣдуетъ переходить, иначе можетъ произойти изломъ. Подъемный канатъ рассчитывается по крайней мѣрѣ на пятикратную прочность для обыкновеннаго груза, шкивной-же станокъ, для достиженія пружинности, дѣлается на столько слабымъ, что сгибается уже при обыкновенномъ грузѣ, при необыкновенныхъ-же обстоятельствахъ, напр. при застряваніи въ шахтѣ подымаемой клѣти, когда канатъ подвергается разрывающей нагрузкѣ, сгибаніе шкивнаго станка будетъ уже настолько велико, что легко можетъ перейти величину наиболѣе допускаемаго сгибанія матеріала. Въ виду этого слѣдуетъ избѣгать пружинистыхъ шкивныхъ станковъ.—Чтобы ослабить при подъемѣ толчки на шкивной станокъ, прибѣгаютъ также къ слѣдующему: помѣщаютъ пружину между подшипникомъ и шкивной балкой, или въ самомъ подшипникѣ, или-же наконецъ въ гнѣздахъ подъ шкивными балками. На практикѣ однако всѣ такіе опыты, на сколько извѣстно автору, не привели ни къ какимъ удовлетворительнымъ результатамъ. При постоянномъ употребленіи, пружины скоро ослабѣваютъ, и самое худшее бываетъ тогда, когда пружины съ одной стороны ослабѣваютъ и садятся, съ другой же еще функционируютъ. Шкивы съ осями тогда перекашиваются и легко можетъ произойти поломка осей, соскакиваніе каната со шкива и даже разрывъ каната. Этотъ недостатокъ тѣмъ болѣе опасенъ, что не можетъ быть обнаруженъ сейчасъ-же, потому что шкивы расположены высоко, доступъ къ нимъ часто весьма затруднителенъ и осматриваются они втеченія дня одинъ и много два раза.

Если сопоставить все вышесказанное, то, очевидно, можно прійти къ тому заключенію, что пружинистые шкивные станки не представляютъ никакихъ существенныхъ преимуществъ, а, напротивъ, даже довольно опасны, особенно при подъемѣ людей по канату. Здѣсь, какъ и во многихъ другихъ случаяхъ, самая простая конструкція—безъ всякихъ затѣй—самая лучшая и безопаснѣйшая. Надо строить шкивной станокъ вполнѣ надлежащей прочности и тогда вовсе не нужно пружинности для ослабленія толчковъ. При двуцилиндровыхъ подъемныхъ машинахъ, входящихъ все болѣе и болѣе въ употребленіе, эти толчки равны почти нулю.

Устройство деревяннаго шкивнаго станка балочной системы, для расположенныхъ рядомъ подъемныхъ отдѣленій, представлено на фиг. 1 и 2 табл. IX. Оно состоитъ изъ четырехъ составныхъ балокъ, на которыхъ помѣщаются подшипники. Концы этихъ балокъ лежатъ на брусьяхъ *d*, вдѣланныхъ на глухо въ стѣны, съ которыми они соединяются еще болтами *f*. Брусья, составляющіе каждую балку, соединены между собою желѣзными шпонками *b* и стянуты болтами *a*. Всѣ четыре составныя балки связаны поперечинами *c* въ одно цѣлое, при чемъ эти поперечины противостоятъ боковому сдвиганію балокъ.—Круглыя желѣзныя шпонки слѣдуетъ предпочитать деревяннымъ, потому что послѣднія при высыханіи ослабѣваютъ. При желѣзныхъ шпонкахъ, какъ только замѣтятъ ослабѣніе, шпонку вынимаютъ, подтягиваютъ на крѣпко натяжные болты, затѣмъ съизнова загоняютъ шпонку, достигая такимъ образомъ первоначальной прочности. При деревянныхъ же шпонкахъ это невозможно, потому что онѣ высыхаютъ, какъ и балки, и дѣлаются слишкомъ тонки для отверстій. Когда хотятъ сдѣлать даже новыя деревянные шпонки, то и тогда трудно ихъ подогнуть какъ разъ къ отверстіямъ, круглыя-же желѣзныя шпонки всегда хорошо подходятъ.

На фиг. 3 и 4 табл. IX представленъ такой-же желѣзный шкивной станокъ. Четыре балки *a* соединены поперечинами *b* въ одно цѣлое и лежатъ своими концами на желѣзныхъ или чугуновыхъ доскахъ *d*, вдѣланныхъ въ стѣны надшахтной башни и кромѣ того соединенныхъ со стѣнами болтами *f*.

Фиг. 5 и 6 табл. IX также представляютъ желѣзный шкивной станокъ для двухъ рядомъ расположенныхъ подъемныхъ отдѣленій. На четырехъ балкахъ *a* лежатъ подшипники; балки *a* соединены между собою и съ обѣими балками *b* болтами. Балки *b* вдѣланы въ стѣны надшахтной башни, съ которыми онѣ соединены болтами *f*, и служатъ поддержками для балокъ *a*.—Фиг. 7 и 8 табл. IX представляютъ деревянный шкивной станокъ съ подкосами для рядомъ расположенныхъ подъемныхъ отдѣленій. Балки *a*, на которыхъ лежатъ подшипники, поддерживаются балками *c* помощью подкосовъ *b*; балки *c* лежатъ на брусьяхъ *d*, задѣланныхъ въ стѣну, и связаны съ послѣднею болтами *f*. Балки *a* притянуты крѣпкими натяжными болтами къ балкамъ *c*, такъ что уничтожаютъ въ послѣднихъ прогибъ. Отдѣльныя балки соединены болтами *i* и шпонками *k* въ одно цѣлое; всѣ четыре балки соединены на болтахъ съ поперечинами *h*, предупреждающими боковое сдвиганіе.

При рядомъ расположенныхъ подъемныхъ отдѣленіяхъ употребляютъ для клѣтѣй также деревянные шкивные станки, устройство которыхъ представляетъ сочетаніе подвѣсной и подкосной системъ и представлено на фиг. 9 и 10 табл. IX. Балки *a*, на которыхъ лежатъ подшипники, поддерживаются во многихъ мѣстахъ подпорами, опирающимися на балки *b*; послѣднія соединены съ балками *a* натяжными винтами *c*. Расположеніе и соединеніе частей здѣсь такое-же, какъ и у только что описанной подкосной системы.

Такой-же, шкивной станокъ устраивается желѣзный и представленъ на фиг. 11 и 12 табл. IX. Здѣсь балки рѣшетчатая, также задѣланы въ стѣны и соединены болтами *f*. Всѣ четыре балки соединены между собою крестообразно приклепаннымъ угловымъ желѣзомъ *c*.

Во всѣхъ до сихъ поръ описанныхъ шкивныхъ станкахъ подъемная сила машины перпендикулярна къ длинѣ стѣнъ, въ которыхъ задѣланы балки. Отсюда слѣдуетъ, что когда не хотять придавать стѣнамъ очень большую толщину, то нужно укрѣплять ихъ со стороны машины крѣпкими контрфорсами *S*, чтобы противустоять боковому давленію.

На фиг. и 13 и 14 табл. IX представленъ желѣзный шкивной станокъ съ подкосами; балки *a* лежатъ тутъ свободно на чугунныхъ доскахъ *b* и *c*, не связанныхъ болтами со стѣнами *h*. Чтобы боковое усиліе не сдвинуло все сооруженіе, чугунная доска *c* соединена помощью діагональныхъ связей *d* съ бабмаками *g*, обхватывающими углы стѣнъ. Такимъ образомъ боковое усиліе передается по направленію стрѣлокъ на стѣны *f*; служація въ данномъ случаѣ контрфорсами, а стѣны *h* подвержены только вертикальному усилію и потому контрфорсы здѣсь совершенно не нужны. Четыре балки *a* соединены между собою крестообразно приклепаннымъ угловымъ желѣзомъ *k*.

Во всѣхъ шкивныхъ станкахъ съ рядомъ расположенными отдѣленіями для клѣтей, какъ на фиг. 15 табл. IX, четыре балки *a* располагаются одна возлѣ другой на одномъ горизонтѣ; оси *b* шкивовъ перпендикулярны къ длинѣ балокъ и параллельны оси *c* барабана, находящагося въ машинномъ отдѣленіи.—Въ шкивныхъ станкахъ съ подъемными отдѣленіями, расположенными одно позади другаго, какъ на фиг. 16 и 17 табл. IX, не всѣ четыре балки лежатъ на одномъ горизонтѣ, а по двѣ вмѣстѣ, и одна пара настолько выше другой, что канатъ, идущій отъ верхняго шкива *a* къ барабану *b*, не соприкасается съ нижнимъ шкивомъ *c*. Шкивы расходятся со средней линіей барабана *b*; балки *dd* и *ff* расположены параллельно соответственнымъ шкивамъ. Конструкція, расположеніе и соединеніе каждой пары балокъ такое-же, какъ только что описанное для рядомъ расположенныхъ клѣтей.

Преимущества и недостатки балочной системы слѣдующія:

1). Шкивные станки требуютъ массивной и прочной постройки башни. На постройку такихъ зданій нужно много времени.

2). Шкивной станокъ весьма простаго устройства, его легко устанавливать и, если не считать каменныхъ стѣнъ, то онъ самый дешевый.

3). Въ отношеніи симметріи фасада и виѣшней красоты всего устройства, балочная система со своими каменными башнями имѣетъ преимущество предъ надшахтными копрами.

4). Шкивной станокъ тутъ одинаково удобенъ какъ для рядомъ лежащихъ шкивовъ, такъ и для расположенныхъ одинъ за другимъ.

5) Рудничный дворъ ничѣмъ не стѣсненъ. Все пространство отъ рудничнаго двора до шкивовъ въ этихъ зданіяхъ совершенно свободно.

6) Шкивной станокъ одинаково удобно можно дѣлать и деревяннымъ, и желѣзнымъ. Въ зависимости отъ мѣстныхъ условій и продолжительности добычи дѣлаютъ шкивной станокъ такимъ или другимъ, смотря по тому, что будетъ выгоднѣе и дешевле.

7) При этой системѣ можно капитальную постройку вести до самаго конца, не разрушая временнаго устройства, и какъ только стѣны башни подняты немного выше временнаго устройства, расположеннаго внутри, то настилаютъ крѣпкій предохранительный полокъ для защиты внизу работающихъ людей; затѣмъ уже заканчиваютъ вполнѣ свободно верхнюю часть безъ малѣйшихъ остановокъ въ работахъ.

Въ виду многихъ выгодъ, представляемыхъ балочной системой, можно сказать, что система эта получить распространеніе въ особенности тамъ, гдѣ матеріалъ для стѣнъ дешевле сравнительно съ деревомъ и желѣзомъ. Какъ испытанное уже на практикѣ и особенно хорошее можно рекомендовать устройство изображенное на фиг. 13 и 14 табл. IX.

II. Копровая система.

Надшахтные копры бываютъ двуножные, трехножные и четырехножные; каждая изъ этихъ въ свою очередь бываютъ разнообразной конструкціи.

1. Двуножные и трехножные копры.

Копры эти состоятъ изъ двухъ или трехъ ногъ (наклонныхъ балокъ), установленныхъ по направленію равнодѣйствующей силъ, дѣйствующихъ на обоихъ подъемныхъ канатахъ.

На фиг. 18 и 19 табл. IX представлень желѣзный двуножный коперъ съ рядомъ расположенными отдѣленіями для клѣтей. Обѣ ноги *a* слегка овальной формы, своими нижними концами упираются въ чугунные башмаки *b*, связанные болтами съ каменнымъ фундаментомъ. Ноги расположены по направленію равнодѣйствующей *cd* силъ *ce* и *cf*, на верху онѣ сближены и соединены между собою шкивными балками *d* и крестовинами *h*. Тяжесть копра ложится на стойки *k*, служащія одновременно и направляющими для клѣтей. Шкивы лежатъ на трехъ балкахъ *g*, изъ которыхъ наружныя поддерживаются прямо ногами *a*, а внутреннія — поперечными связями.

На фиг. 20 и 21 табл. IX. представлень тоже двуножный желѣзный коперъ съ рядомъ расположенными клѣтями, но уже другой конструкціи. Нижнія части ногъ *a* сдѣланы здѣсь въ видѣ пятниковъ и упираются въ чугунные башмаки *b*, соединенные съ каменнымъ фундаментомъ болтами. Обѣ ноги *a* соединены между собою и удерживаются со стороны подъемной машины тремя прочными тягами *c*, на которыхъ и покоится вѣсъ всего сооруженія. Тяги эти со стороны машины проектируются вертикально; сдѣланы онѣ изъ толстаго полосоваго желѣза и связаны между собою и ногами *a*. Для устойчивости сооруженія по направленію равнодѣйствующей *fg* силъ *eh* и *fi* служатъ двѣ крѣпкія тяги *k*, расположенныя съ боковъ и связанныя

съ фундаментомъ. Тяги эти предупреждаютъ боковое движеніе всего сооруженія. Ноги a сближены на верху и соединяются между собою связями и крестовинами l ; наружные подшипники стоятъ прямо на верхнемъ концѣ ногъ, а два внутренніе поддерживаются стойкой, связанной у шкивовъ особыми скрѣпленіями съ ногами a .

На фиг. 1 и 2 табл. X представленъ деревянный коперъ такъ называемой англійской конструкціи, для 2-хъ рядомъ расположенныхъ отдѣленій для клѣтѣй. Здѣсь обѣ ноги a упираются въ чугунные башмаки b , соединенные болтами съ каменнымъ фундаментомъ; ноги a на верху сближены и кромѣ того связаны крестовиною h и установлены по направленію равнодѣйствующей cd силъ cf и ce .

Вѣсъ копра передается на двѣ стойки g , вертикальныя въ профилѣ и сближенные на верху; между собою онѣ соединены поперечиной l и брусомъ m , а съ ногой a —наклонными ригелями i и чугунными башмаками r . Подшипники помѣщаются на четырехъ балкахъ o , расположенныхъ въ плоскости ногъ a ; балки эти поддерживаются подкосами n между ногами a .

Если къ двуножному копру прибавить еще третью ногу для поддержки внутреннѣхъ подшипниковъ, то получится треножный коперъ.

Подобный деревянный треножный коперъ представленъ на фиг. 3 и 4 табл. X и соответствуетъ двуножному желѣзному копру на фиг. 18 и 19 табл. IX. По направленію равнодѣйствующей ac силъ ab и ad расположены три ноги, упирающіяся своими нижними концами на чугунные башмаки e , связанные болтами съ каменнымъ фундаментомъ; обѣ наружныя ноги ff на верху сближены, третья нога проектируется спереди вертикально. Всѣ три ноги соединены поперечинами h и крестовинами i въ одно цѣлое. Вѣсъ всего копра со шкивами передается на направляющія R , обѣ переднія стойки которыхъ соединены крѣпкими чугунными башмаками l съ ногами и съ горизонтальными балками m , на которыхъ лежатъ подшипники.

Необходимое условіе для двуножныхъ и треножныхъ копровъ то, чтобъ клѣтки расположены были рядомъ, и, при большой производительности рудника и одинаково равной высотѣ шкивовъ надъ рудничнымъ дворомъ, слѣдуетъ отдавать преимущество устройству, представленному на фиг. 18 и 19 табл. IX, предъ представленнымъ на фиг. 3 и 4 табл. X, потому что первое прочнѣе послѣдняго.

2. Четырехножные копры.

На фиг. 5 и 6 табл. X представлено обыкновенное устройство желѣзнаго четырехножнаго копра съ рядомъ расположенными отдѣленіями для клѣтѣй. Четыре крѣпкія угловыя стойки a соединены между собою и образуютъ какъ бы усѣченную пирамиду; стойки упираются своими нижними концами на чугунные башмаки b , связанные болтами съ каменнымъ фундаментомъ; на верху эти стойки соединены балочнымъ четырехугольникомъ c , на которомъ

расположены шкивные балки *d*. Угловые стойки *a* связаны кромѣ того между собою крестовинами *f* и связями *e*.

На фиг. 7 и 8 табл. X представленъ такой же деревянный коперъ, гдѣ отдѣльныя части имѣютъ тѣже обозначенія, какъ и на фиг. 5 и 6.

При отдѣленіяхъ для клѣтей, расположенныхъ одно позади другаго, усѣченная пирамида болѣе и болѣе удаляется отъ квадратнаго сѣченія и становится прямоугольной. Четыре угловые стойки *a* на фиг. 9 и 10 табл. X соединены двумя балочными четырехугольниками *c* на двухъ горизонтахъ; на каждомъ изъ этихъ четырехугольниковъ находятся по двѣ шкивные балки *d*; разстояніе между этими балочными четырехугольниками немного болѣе діаметра шкива. Остальное устройство и обозначеніе частей такое-же, какъ на фиг. 5, 6, 7 и 8 табл. X, гдѣ представлены копры съ рядомъ расположенными отдѣленіями для клетей.

На фиг. 11 и 12 табл. X представлено устройство четырехножнаго копра, въ которомъ двѣ ноги *a* расположены по направленію равнодѣйствующей *cd* силъ *ce* и *cb* канатовъ и несутъ на себѣ всю подымаемую тяжесть. Обѣ другія ноги *f*, на которыя передается вѣсъ сооруженія со шкивами и пр., поставлены такъ, что пересѣкаютъ въ точкѣ *b* параллелограмъ силъ *cedb*. Сообразно съ этимъ, ноги *a* сдѣланы крѣпче (толще) ногъ *f*. Каждая пара ногъ связана на верху поперечной балкой *g*, съ четырьмя чугунными башмаками *h*, на которыхъ сидятъ подшипники. Всѣ четыре ноги упираются своими нижними концами въ чугунные башмаки *i*, связанные болтами съ каменнымъ фундаментомъ; на верху ноги сближены и соединены между собою поперечинами и крестовинами въ одно цѣлое. Это устройство можно разсматривать какъ переходную форму отъ двуножнаго къ четырехножному копру.

Преимущества и недостатки копровой системы слѣдующіе:

1) Для надшахтныхъ копровъ башня не нужна, а только навѣсъ надъ шкивами и крыша надъ рудничнымъ дворомъ для защиты работающихъ тамъ людей; при четырехножныхъ копрахъ и крыша эта не нужна.

2) Шкивной станокъ можно установить здѣсь гораздо скорѣе, чѣмъ при балочной системѣ съ ея массивными башнями.

3) Въ новыхъ рудникахъ, гдѣ шкивы помѣщаются очень высоко, слѣдуетъ отдать преимущество копрамъ предъ балочными шкивными станками, потому что послѣдніе дороже первыхъ.

4) Копры болѣе удобны для клѣтей, расположенныхъ рядомъ, чѣмъ одна позади другой.

5) Рудничный дворъ при копрахъ можетъ быть также свободенъ, какъ и при балочной системѣ, но только при копрахъ уже затруднительно доставлять для водоотливной шахты балки и пр. массивныя вещи.

6) Въ отношеніи выбора матеріала для постройки обѣ системы одинаковы.

7) При устройствѣ копра происходитъ больній перерывъ во временныхъ работахъ въ шахтѣ, чѣмъ при балочной системѣ.

Если сравнить двуножные и трехножные копры съ четырехножными, то окажется, что послѣдніе представляютъ то преимущество, что въ нихъ можно устроить полъ рудничнаго двора внутри безъ особенныхъ сооружений, между тѣмъ какъ при первыхъ надо балки рудничнаго двора укрѣпить на особыхъ каменныхъ стѣнахъ или деревянныхъ сваяхъ и кромѣ того покрыть рудничный дворъ крышей. Четырехножные копры за то неудобны тѣмъ, что при нихъ трудно устанавливать водоотливныя машины. Во всякомъ случаѣ четыре угловыя стойки должны быть широко разставлены, такъ что удобнѣе вывести каменную стѣну до горизонта рудничнаго двора, въ стѣнѣ этой укрѣпить балки, на нихъ настлатъ полъ (рудничнаго двора) и уже потомъ установить коперъ на каменныхъ стѣнахъ. Но чрезъ это теряется вышеупомянутое преимущество четырехножныхъ копровъ. Далѣе, если принять въ соображеніе, что, при высокомъ положеніи шкивовъ, угловыя стойки должны быть весьма прочныя, чтобы противостоятъ боковому давленію, то выходитъ, что четырехножный коперъ вообще не легче и не дешевле двуножнаго, у котораго сила направлена по длинной оси.

На этомъ основаніи въ большинствѣ случаевъ слѣдуетъ отдавать преимущество двуножнымъ и треножнымъ копрамъ, и въ отношеніи устойчивости рекомендуются устройства, представленныя на фиг. 18 и 19 табл. IX и 3 и 4 табл. X съ рядомъ расположенными отдѣленіями для клѣтей.

III. Смѣшанная балочно-копровая система.

При этой системѣ шкивныя балки укрѣплены прочно въ массивныхъ каменныхъ стѣнахъ надшахтной башни, а снизу подпираются стойками или ногами, такъ что получается смѣшанная балочно-копровая система.

Система эта представляетъ большое число разнообразныхъ формъ надшахтныхъ зданій, всѣ они однако-жъ стремятся передать боковое давленіе сверху внизъ на контрфорсы надшахтной башни или же на особые фундаменты.

Наиболѣе часто встрѣчается такое устройство, что шкивныя балки подпираются снизу четырьмя ногами, соединенными между собою. Внизу эти ноги скрѣплены съ контрфорсами или при помощи особыхъ балокъ, или же прямо помощью чугунныхъ балмаковъ. При такомъ устройствѣ получается соединеніе пирамидальнаго копра съ балочной системой. Такъ какъ при этомъ ноги не расположены по направленію равнодѣйствующей силъ канатовъ, то боковое давленіе только частью передается внизъ, вслѣдствіе чего является надобность возводить контрфорсы, хотя и меньшей толщины, до высоты балокъ. Такимъ же образомъ передается часть вертикальнаго давленія ногамъ, а остальное стѣнамъ, почему послѣднія можно дѣлать

менѣе массивными; шкивные балки также можно дѣлать тоньше, потому что вслѣдствіе поддержки ногъ онѣ становятся сильнѣе.

Важный недостатокъ этого устройства состоитъ въ томъ, что ноги стѣсняють рудничный дворъ и часто затрудняютъ этимъ добычу. Если къ надшахтной башнѣ примыкають своими стѣнами другія постройки со стороны подъемной машины, то шкивные балки могутъ быть подперты къ этимъ стѣнамъ нѣгами, по направленію равнодѣйствующей силъ канатовъ, причемъ эти стѣны служатъ контрфорсами. Въ этомъ случаѣ очень удобно сочетаніе двужоннаго копра съ балочной системой, при чемъ все боковое давленіе и большая часть вертикальнаго передаются помощью ногъ на прилегающія стѣны; поэтому балки и стѣны башни могутъ быть сдѣланы тоньше; весь рудничный дворъ въ этомъ случаѣ остается свободнымъ.

Разсмотрѣвъ преимущества и недостатки каждой изъ трехъ описанныхъ системъ, не трудно будетъ, при извѣстныхъ данныхъ, выбрать подходящую конструкцію.

Разсчеты сооруженій.

Для опредѣленія нагрузки отдѣльныхъ частей шкивного станка нужно обстоятельно разсмотрѣть дѣйствующія на нихъ силы. Примемъ вообще слѣдующія обозначенія.

- 1) Высота шкивовъ надъ устьемъ шахты $=h$,
- 2) Величина разрывающей нагрузки каната, т. е. усиліе, дѣйствующее на канатъ во время его разрыва, $=B$ и
- 3) Уголъ, образуемый между восходящею (отъ машины къ шкиву) и нисходящею (отъ шкива въ шахту) частями каната $=\alpha$.

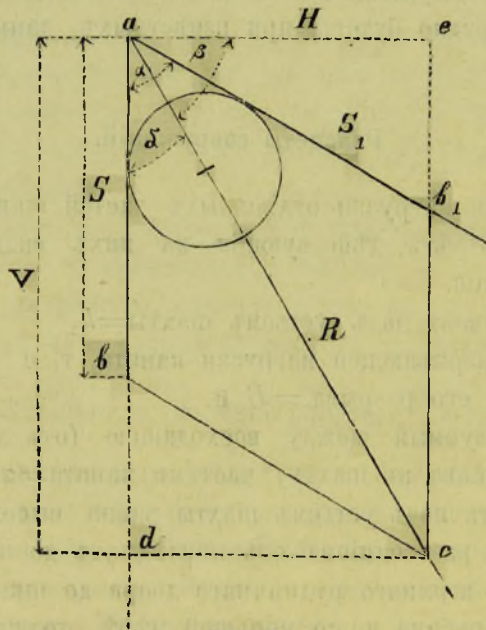
Высота шкивовъ надъ устьемъ шахты равна высотѣ рудничныхъ дворовъ, сложенной съ разстояніемъ отъ послѣднихъ до шкивовъ. Это послѣднее разстояніе (отъ верхняго рудничнаго двора до шкива) зависитъ отъ величины діаметра барабана n , по меньшей мѣрѣ, должно быть равно половинѣ наибольшей окружности барабана.

Разрывающая нагрузка каната зависитъ отъ вѣса нагруженной клѣтки а вѣса каната отъ шкива до самаго низа. Канатъ долженъ, не разрываясь, выдержать тотъ и другой вѣсъ вмѣстѣ. Само собою понятно, что канатъ можетъ быть или одинаковой толщины по всей длинѣ или къ низу тоньше, лишь бы онъ былъ въ состояніи въ каждомъ сѣченіи вынести, не разрываясь вѣсъ нижевисящаго каната съ нагруженной клѣткою. Во всѣхъ нижеприведенныхъ разчетахъ канатъ будетъ рассчитанъ для безопасности на пятикратную прочность, какъ это большею частью и практикуется.

Уголъ α между обоими направленіями каната зависитъ отъ положенія оси барабана къ шкиву, и величину его въ большей части случаевъ принимаютъ для верхняго каната, въ высшемъ его положеніи, въ 65° , а для нижняго, въ низшемъ его положеніи—въ 50° .

Напряженіе подъемнаго каната уменьшается по мѣрѣ подыманія кльѣти, такъ какъ канатъ становится короче, а слѣдовательно и легче; при опусканіи же кльѣти происходитъ обратное. Такимъ образомъ наибольшее напряженіе каната бываетъ, при подымающейся кльѣти, въ началѣ подъема, а при опускающейся кльѣти—въ концѣ спуска; это и слѣдуетъ принимать въ расчетъ при вычисленіяхъ.

При цилиндрическихъ барабанахъ уголъ α между обоими направленіями каната постоянный, однако не одинаковый для обоихъ шкивовъ, потому что канаты навиваются и свиваются съ барабана по противоположнымъ направленіямъ. При коническихъ и спиральныхъ барабанахъ и при барабанахъ съ плоскимъ канатомъ уголъ α еще кромѣ того измѣняется при каждомъ оборотѣ.



фиг. 2.

Ниже будетъ показано, что отъ величины угла α зависятъ горизонтальное и вертикальное давленія. Чѣмъ болѣе уголъ α приближается къ прямому углу, тѣмъ менѣе становится вертикальное давленіе и болѣе горизонтальное, и на оборотъ, чѣмъ острѣе уголъ α , тѣмъ болѣе становится вертикальное давленіе и менѣе горизонтальное.

При проектированіи шкивныхъ станковъ слѣдуетъ брать въ расчетъ для горизонтальнаго давленія самое высокое положеніе восходящаго каната (отъ машины къ шкиву), а для вертикальнаго давленія самое низкое его положеніе.

При расчетѣ шкивныхъ станковъ нужно знать силу, дѣйствующую на оба каната. На фиг. 2 ab означать канатъ, идущій въ шахту, и ac , канатъ, идущій къ барабану. Соответствующія напряженія канатовъ обозна-

чимъ чрезъ $S=ab$ и $S_1=ab_1$, а уголь bab_1 чрезъ α . Въ параллелограмѣ силъ $ac=R$ есть равнодѣйствующая обѣихъ составляющихъ S и S_1 .

Изъ параллелограма силъ мы имѣемъ:

$$R = \sqrt{S^2 + S_1^2 + 2SS_1 \cos. \alpha} \quad (1)$$

гдѣ R и есть сила, дѣйствующая на оба каната.

Если разложить равнодѣйствующую R на горизонтальную силу $ae=H$ и вертикальную $ad=V$ съ угломъ $\delta + \beta$ между ними, равнымъ 90° , то изъ параллелограма силъ получатся значенія для обѣихъ составляющихъ:

$$H = R \sin \delta \text{ или также } H = R \cos \beta \quad (2)$$

$$\text{и } V = R \sin \beta \text{ или также } V = R \cos \delta \quad (3)$$

Уголь α данный и дѣлится равнодѣйствующей ac пополамъ, такъ что $\delta = \frac{\alpha}{2}$ и $\beta = 90^\circ - \delta$.

Примѣръ. Разрывающая нагрузка B подъемнаго каната равна 45000 клгр.; уголь α между обоими направленіями каната для верхняго въ его высшемъ положеніи равенъ 65° и для нижняго въ его низшемъ положеніи равенъ 50° . Требуется опредѣлить равнодѣйствующую силу и вертикальное и горизонтальное давленія при разрывающей нагрузкѣ каната.

Такъ какъ напряженіе въ обоихъ канатахъ одинаковое S и S_1 и каждое равно разрывающей нагрузкѣ каната $B=45000$ клгр., то для высшаго положенія каната сила равнодѣйствующей по формулѣ (1):

$$\begin{aligned} R &= \sqrt{45000^2 + 45000^2 + 2 \cdot 45000 \cdot 45000 \cdot \cos 65^\circ} \\ &= \sqrt{4050'000000 + 4050'000000 \cdot 0,4226} \\ &= \sqrt{5761'000000} = 75904 \text{ или круглымъ числомъ } 75900 \text{ клгр.} \end{aligned}$$

Уголь α для высшаго положенія каната $= 65^\circ$, откуда уголь $\delta = \frac{65^\circ}{2} = 32,5^\circ$, а уголь $\beta = 90^\circ - 32,5^\circ = 57,5^\circ$, поэтому горизонтальное давленіе

$H = R \sin. \delta = 75900 \cdot \sin. 32,5^\circ = 75900 \cdot 0,5373 = 40781,07$ или круглымъ числомъ 40800 клгр.; или также

$H = R \cos. \beta = 75900 \cdot \cos. 57,5^\circ = 75900 \cdot 0,5373 = 40781,07$ или круглымъ числомъ 40800 клгр.

Для низшаго положенія каната по той же формулѣ (1).

$$\begin{aligned} R &= \sqrt{45000^2 + 45000^2 + 2 \cdot 45000 \cdot 45000 \cdot \cos 50^\circ} \\ &= \sqrt{4050'000000 + 4050'000000 \cdot 0,6428} \\ &= \sqrt{4050'000000 + 2603'340000} = 81568 \text{ клгр.} \end{aligned}$$

Для этого случая уголь $\alpha = 50^\circ$, $\delta = \frac{50^\circ}{2} = 25$ и $\beta = 90^\circ - 25^\circ = 65$ и вертикальное давленіе

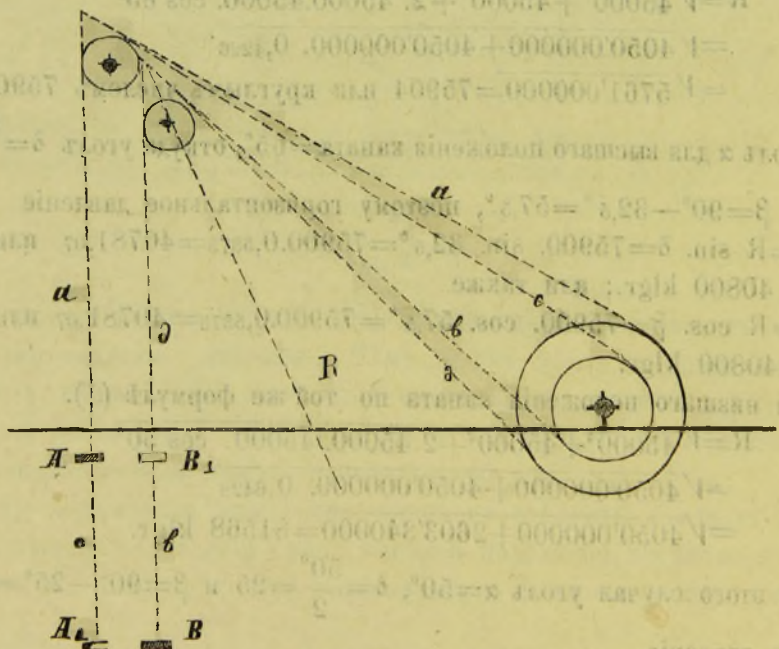
$V = R \sin. \beta = 81568 \cdot \sin 65^\circ = 81568 \cdot 0,9063 = 73925,08$ или круглымъ числомъ 74000 клгр.; или также

$V=R \cos. \delta=81568 \cos. 25^{\circ}=81568. 0,9063=73925,08$ или круглымъ числомъ 74000 kgr.

Силы эти могутъ быть также найдены не вычисленіемъ, а построеніемъ параллелограмма. Такъ, въ данномъ случаѣ, если нанести уголъ α (фиг. 2) и стороны его S и S_1 сдѣлать соответственно равными напряженію канатовъ, напр. чтобы каждый миллиметръ соответствовалъ 100 kgr., и затѣмъ изъ точекъ b и b_1 провести линіи, параллельныя S и S_1 , получится параллелограмъ $abcb_1$ съ равнодѣйствующей $ac=R$, длина которой, выраженная также въ миллиметрахъ, будучи помножена на 100, дастъ требуемое выраженіе для R . Точно также построеніемъ параллелограмма $adce$ опредѣлится горизонтальное давленіе H и вертикальное V .

Въ каждомъ шкивномъ станкѣ имѣется всегда два различныхъ напряженія каната, для каждаго каната особое и измѣняющееся съ каждыиъ движеніемъ клѣти вверхъ и внизъ. Наибольшее одновременное напряженіе канатовъ получится тогда, когда поднимающаяся клѣтъ застрянетъ близъ устья шахты и канатъ подвергнется въ этомъ случаѣ разрывающей нагрузкѣ B , а другая клѣтъ дойдетъ почти до низу, при чемъ напряженіе этого каната, при пятикратной его прочности, будетъ равно $\frac{B}{5}$.

Кромѣ того есть еще два случая, при которыхъ шкивной станокъ подвергается наибольшему напряженію. Оба эти случая изображены на фиг. 3.



фиг. 3.

Въ первомъ случаѣ клѣтъ A верхняго каната a поднята на рудничный дворъ а клѣтъ B нижняго каната b на низу, при чемъ оба каната a и b занима-

ютъ свое верхнее положеніе. Во второмъ случаѣ клѣть B_1 нижняго каната d поднята на рудничный дворъ, а клѣть A_1 верхняго каната c находится на низу, при чемъ оба каната занимаютъ свое низшее положеніе. Отсюда вытекаетъ.

1) Наибольшее вертикальное давленіе V и наименьшее горизонтальное H будутъ тогда, когда нижній канатъ подвергается разрывающей нагрузкѣ B , а верхній одновременно безопасной нагрузкѣ $\frac{B}{5}$, т. е. тогда, когда оба каната находятся въ ихъ низшемъ положеніи.

2) Наибольшее горизонтальное давленіе H и наименьшее вертикальное давленіе V будетъ тогда, когда верхній канатъ подвергается разрывающей нагрузкѣ B , а нижній одновременно безопасной нагрузкѣ $\frac{B}{5}$, т. е. тогда, когда оба каната находятся въ ихъ высшемъ положеніи.

3) Наибольшая равнодѣйствующая R_1 получается, когда нижній канатъ при низшемъ положеніи подвергается разрывающей нагрузкѣ B , а наибольшая сумма равнодѣйствующихъ $R_1 + R_2$ обоихъ канатовъ будетъ при ихъ низшемъ положеніи, при чемъ нижній канатъ подвергается разрывающей нагрузкѣ B , а верхній безопасной нагрузкѣ $\frac{B}{5}$.

При всѣхъ конструкціяхъ шкивныхъ станковъ берутся максимальныя значенія для силъ, и въ слѣдствіе этого шкивной станокъ обладаетъ вполне достаточной прочностью.

Для желѣзныхъ шкивныхъ станковъ достаточна 3—5 кратная прочность, для деревянныхъ же, сильно подверженныхъ вліянію атмосферы, нужна 6—10 кратная прочность.

Дѣйствія силъ на отдѣльныя части шкивныхъ станковъ будутъ ниже разсмотрѣны отдѣльно для каждой системы и пояснены примѣрами. Ниже вездѣ будутъ приняты слѣдующія обозначенія: при *разрывающей нагрузкѣ* (Bruchbelastung) каната равнодѣйствующая будетъ R_1 , горизонтальное давленіе H_1 и вертикальное V_1 , а при *безопасной нагрузкѣ* (Zugbelastung) каната равнодѣйствующая будетъ R_2 , горизонтальное давленіе H_2 и вертикальное V_2 .

І. Балочная система.

І. Шкивные балки.

При шкивныхъ станкахъ съ рядомъ расположенными клѣтевыми отдѣленіями (съ четырьмя шкивными балками) или съ отдѣленіями одно позади другаго, нагрузка каждой шкивной балки состоитъ изъ:

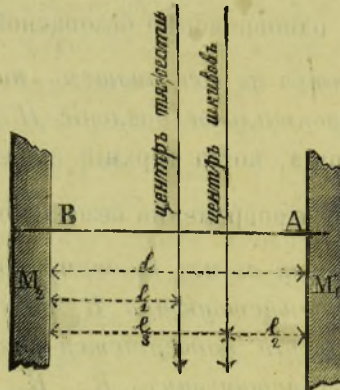
а) половины давленія наибольшей равнодѣйствующей (по вышеприведенному пункту 3) = $0,5 R_1$,

б) половины вѣса шкива съ осью и подшипниками = $0,5 G$ и

с) вѣса самой балки = E .

Двѣ первыя нагрузки дѣйствуютъ на балку въ центрѣ шкива, а послѣдняя распределяется равномерно по всей длинѣ балки.

Если обозначить (фиг. 4) всю длину балки между точками опоры



фиг. 4.

A и B через l , разстояніе отъ центра тяжести балки до точки опоры B через l_1 , разстояніе отъ центра шкивовъ до точки опоры B через l_2 и до точки опоры A через l_3 , тогда нагрузка балки для плеча рычага l_2 будетъ

$$P = \frac{El_2 + \left(\frac{R_1 + G}{2} l_3 \right)}{l} \dots \dots \dots (4)$$

При шкивныхъ станкахъ съ рядомъ расположенными клѣтевыми отдѣленіями и съ тремя только шкивными балками, наибольшая нагрузка каждой изъ крайнихъ балокъ такая же, какъ и въ формулѣ (4).

Нагрузка же средней балки съ двумя подшипниками состоитъ изъ:

а) половины давленія наибольшей суммы равнодѣйствующихъ обоихъ канатовъ (по пункту 3 предыдущей страницы) = $\frac{R_1 + R_2}{2}$

б) вѣса шкива съ осью и подшипниками = G и

с) вѣса балки = E .

Обѣ первыя нагрузки дѣйствуютъ на балку въ центрѣ шкивовъ, а послѣдняя распределяется равномерно по всей ея длинѣ.

Сохраняя обозначенія одинаковыя, какъ и на фиг. 4, нагрузка средней балки для плеча рычага l_2 будетъ:

$$P = \frac{E_2 l_2 + \left(\frac{R_1 + R_2}{2} + Gl_3 \right)}{l} \dots \dots \dots (5)$$

Если обозначить далѣе моментъ сопротивленія балки чрезъ W , коэффициентъ относительной прочности чрезъ K , тогда моментъ сопротивленія балки будетъ:

$$W = \frac{Pl_2}{k} \dots \dots \dots (6)$$

а ея прочное сопротивление:

$$Q = \frac{WK}{l_2} \dots \dots \dots (7)$$

Нагрузка стѣны зданія.—Если обозначить (фиг. 4) M_1 стѣну башни со стороны подъема, M_2 —противоположную стѣну, E_1 —сумму вѣсовъ балокъ, G —вѣсъ шкива съ осью и подшипниками и $R_1 + R_2$ —наибольшую сумму равнодѣйствующихъ обоихъ канатовъ (по стр. 375 пункту 3), то нагрузка на стѣну M_1 со стороны подъема будетъ:

$$P = \frac{l_2(R_1 + R_2 + 2G)}{l} + \frac{E_1}{2} \dots \dots \dots (8)$$

а на противоположную стѣну M_2 нагрузка эта будетъ:

$$P = \frac{l_2(R_1 + R_2 + 2G)}{l} + \frac{E_1}{2} \dots \dots \dots (9)$$

Примѣчаніе. Если отдѣленія для клѣтей расположены одно позади другаго, то разстояніе обоихъ центровъ шкивовъ отъ точекъ опоръ шкивныхъ балокъ различное, почему для вычисленія нагрузки стѣны должно производить отдѣльныя вычисленія для каждой пары подшипниковъ и уже затѣмъ складывать оба результата; кромѣ того слѣдуетъ въ формулахъ (8) и (9) ввести G вмѣсто $2G$, такъ какъ на каждый шкивъ имѣется своя пара подшипниковъ.

Наибольшее горизонтальное давленіе. Горизонтальное давленіе высчитывается (по стр. 375 пункту 2) изъ равнодѣйствующихъ $R_1 + R_2$ обоихъ канатовъ въ ихъ высшемъ положеніи и составляетъ

для верхняго каната $H_1 = R_1 \cos. \beta$ и
 для нижняго каната $H_2 = R_2 \cos. \beta$

а наибольшее горизонтальное давленіе

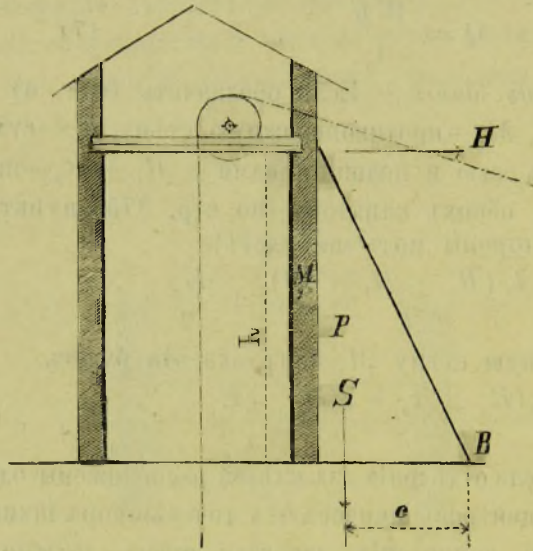
$$H = H_1 + H_2 \dots \dots \dots (10)$$

Наибольшее горизонтальное давленіе H (фиг. 5) дѣйствуетъ на опоры шкивныхъ балокъ по направленію отъ шахты къ машинѣ. Плечо рычага, которымъ дѣйствуетъ горизонтальное давленіе, равно поэтому разстоянію отъ устья шахты до опоръ шкивныхъ балокъ $= h$, а моментъ силы горизонтальнаго давленія:

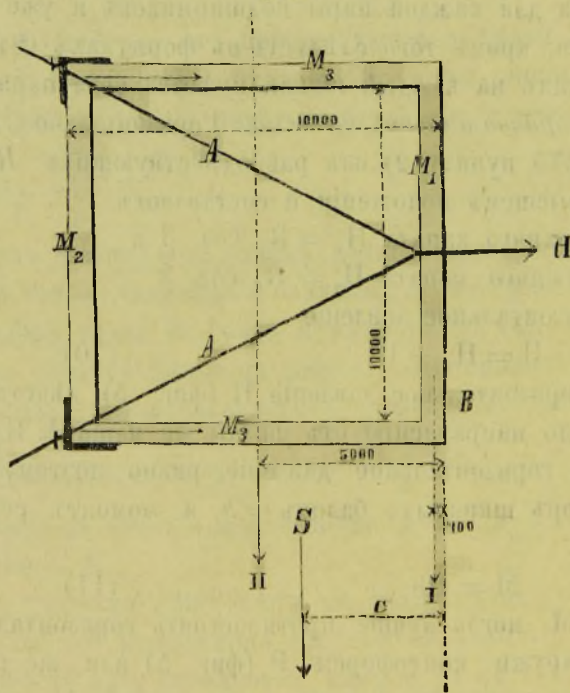
$$M = Hh \dots \dots \dots (11)$$

Чтобы стѣна M_1 могла лучше противостоять горизонтальному давленію H , устраиваютъ спаружи контрфорсы P (фиг. 5) или же передаютъ горизонтальное давленіе помощью діагональныхъ связей A шкивнаго станка (фиг. 6) на боковыя стѣны M_2 зданія по направленію стрѣлокъ; стѣны M_2 замѣняютъ въ этомъ случаѣ контрфорсы. Въ первомъ случаѣ наружный край контрфорсовъ B и во второмъ случаѣ наружный край стѣны B представляютъ собою точки вращенія, около которыхъ должно бы произойти опрокидываніе стѣны M_1 .

Если обозначить общій центръ тяжести стѣны M_1 съ нагрузкой P и контрфорсомъ P (фиг. 5) или общій центръ тяжести стѣны $M_1 + 2M_3$ съ нагрузкой P черезъ S , разстояніе центра тяжести S отъ точки вращенія B



фиг. 5



фиг. 6

чрезъ e и вѣсъ, дѣйствующій въ центрѣ тяжести S , чрезъ G , то моментъ сопротивленія стѣны M_1 относительно опрокидыванія будетъ:

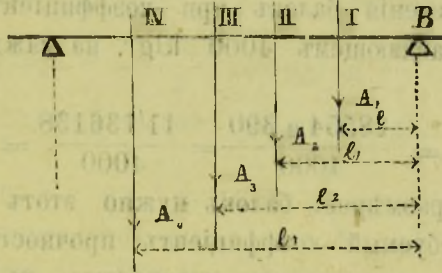
$$W = Gc \dots \dots \dots (12)$$

Стѣны башни и контрфорсы не дѣлаются одинаковой толщины снизу до верху, а утоняются кверху постепенно, или уступами.

Если обозначить разстояніе отъ каждаго уступа до шкивныхъ балокъ чрезъ $h_1, h_2, h_3, h_4 \dots h_x$, то моменты силъ горизонтальнаго давленія для соответствующихъ уступовъ стѣнь будутъ $Ph_1, Ph_2, Ph_3, Ph_4 \dots Ph_x$.

Далѣе, если обозначить разстоянія общаго центра тяжести отъ точки вращенія для отдѣльныхъ горизонтовъ чрезъ $c_1, c_2, c_3, c_4 \dots c_x$, а вѣса, дѣйствующіе въ центрахъ тяжести, чрезъ $G_1, G_2, G_3, G_4 \dots G_x$, то моменты сопротивленій для этихъ горизонтовъ будутъ $G_1c_1, G_2c_2, G_3c_3, G_4c_4 \dots G_xc_x$.

Если обозначить (фиг. 7) отдѣльные центры тяжести на одномъ гори-



фиг. 7

зонтѣ чрезъ I, II, III, IV... x, вѣса, дѣйствующіе на нихъ чрезъ $A_1, A_2, A_3, A_4 \dots A_x$ и разстоянія отъ этихъ вѣсовъ до точки вращенія В чрезъ $l_1, l_2, l_3 \dots l_x$, тогда сумма вѣсовъ во всѣхъ центрахъ тяжести $A = A_1 + A_2 + A_3 + A_4 + \dots + A_x$ и разстояніе общаго центра тяжести до точки вращенія В:

$$c = \frac{A_1 l_1 + A_2 l_2 + A_3 l_3 + A_4 l_4 + \dots + A_x l_x}{A} \dots \dots \dots (13)$$

Примръ. Разрывающая нагрузка каната $B = 45000$ klgr.; безопасная нагрузка $= \frac{B}{5} = 9000$ klgr.

Уголъ α : для верхняго каната:

въ его высшемъ положеніи $= 65^\circ$,

въ его низшемъ положеніи $= 62^\circ$,

и для нижняго каната:

въ его высшемъ положеніи $= 53^\circ$,

въ его низшемъ положеніи $= 50^\circ$.

Вѣсъ шкива съ осью и подшипниками $= G = 2000$ klgr.

Вѣсъ каждой изъ четырехъ шкивныхъ балокъ $= E = 700$ klgr.

Длина шкивной балки $= l = 1200$ см.

Разстояніе центра шкива отъ точки опоры со стороны подъема $= l_2 = 390$ см., а отъ другой точки опоры $= l_3 = 810$ см.

1. *Нагрузка шкивныхъ балокъ.*

Равнодѣйствующая R_1 нижняго каната въ его низшемъ положеніи при разрывающей нагрузкѣ будетъ по формулѣ (1):

$$\begin{aligned}
 R_1 &= \sqrt{45000^2 + 45000^2 + 2 \cdot 45000 \cdot 45000 \cos. 50^\circ} \\
 &= \sqrt{4050'000000 + 4050'000000 \cdot 0,6428} \\
 &= \sqrt{4050'000000 + 2603'340000} = 81568 \text{ klgr.}
 \end{aligned}$$

Нагрузка каждой шкивной балки для плеча рычага въ 390 см. по формулѣ (4).

$$\begin{aligned}
 P &= \frac{700 \frac{1200}{2} + \left(\frac{81568 + 2000}{2} \cdot 810 \right)}{1200} = \frac{420000 + 33'845040}{1200} = \\
 &= 28554,2 \text{ klgr.}
 \end{aligned}$$

Моментъ сопротивленія балокъ при коэффициентѣ К относительной прочности желѣза, составляющемъ 4000 klgr. на каждый □ см., по формулѣ (6):

$$W = \frac{28554,2 \cdot 390}{4000} = \frac{11'136138}{4000} = 2784.$$

Для опредѣленія размѣровъ балокъ нужно этотъ моментъ сопротивленія помножить на требуемый коэффициентъ прочности, такъ напр., когда балки должны обладать трехкратною прочностью, то размѣръ ихъ будетъ $2784 \cdot 3 = 8352$.

2. Нагрузка стѣны.

Вѣсъ E_1 четырехъ балокъ будетъ $4 \times 700 = 2800$ klgr.

Равнодѣйствующая R_2 верхняго каната въ его нижнемъ положеніи, при безопасной нагрузкѣ, будетъ, по формулѣ (1):

$$\begin{aligned}
 R_2 &= \sqrt{9000^2 + 9000^2 + 2 \cdot 9000 \cdot 9000 \cos. 62^\circ} \\
 &= \sqrt{162'000000 + 162'000000 \cdot 0,4695} \\
 &= \sqrt{162'000000 + 76'059000} = 15429 \text{ klgr.}
 \end{aligned}$$

Слѣдовательно, нагрузка стѣны M_1 со стороны машины будетъ, по формулѣ (8):

$$\begin{aligned}
 P &= \frac{810}{1200} (81568 + 15429 + 2 \cdot 2000) + \frac{2800}{2} \left(\frac{27}{40} \cdot 100997 \right) + 1400 = \\
 &= 69573 \text{ klgr.}
 \end{aligned}$$

Нагрузка противоположной стѣны M_2 по формулѣ (9):

$$\begin{aligned}
 P &= \frac{390}{1209} (81568 + 15429 + 2 \cdot 2000) + \frac{2800}{2} = \left(\frac{13}{40} \cdot 100997 \right) + 1400 = \\
 &= 34224 \text{ klgr.}
 \end{aligned}$$

3. Наибольшее горизонтальное давленіе.

Равнодѣйствующая R_1 верхняго каната въ его высшемъ положеніи при разрывающей нагрузкѣ будетъ по формулѣ (1):

$$\begin{aligned}
 R_1 &= \sqrt{45000^2 + 45000^2 + 2 \cdot 45000 \cdot 45000 \cos. 65^\circ} \\
 &= \sqrt{4050'000000 + 4050'000000 \cdot 0,4226} \\
 &= \sqrt{4050'000000 + 1711'530} = 75905 \text{ klgr.}
 \end{aligned}$$

Уголь $\alpha = 65^\circ$, уголь $\delta = \frac{65^\circ}{2} = 32,5^\circ$ и уголь $\beta = 90^\circ - 32,5^\circ = 57,5^\circ$.

Слѣдовательно,, горизонтальное давленіе верхняго каната по формулѣ (2).

$$H_1 = 75905 \cdot \cos. 57,5^\circ = 75905 \cdot 0,5373 = 40784 \text{ klgr.}$$

Равнодѣйствующая R_2 нижняго каната, въ его высшемъ положеніи, при безопасной нагрузкѣ будетъ, по формулѣ (1):

$$\begin{aligned} R_2 &= \sqrt{9000^2 + 9000^2 + 2 \cdot 9000 \cdot 9000 \cdot \cos. 53^\circ} \\ &= \sqrt{162'000000 + 162'000000 \cdot 0,6018} \\ &= \sqrt{162'000000 + 97'491600} = 16109 \text{ klgr.} \end{aligned}$$

Уголь $\alpha = 53^\circ$, уголь $\delta = \frac{53^\circ}{2} = 26,5^\circ$ и уголь $\beta = 90^\circ - 26,5^\circ = 63,5^\circ$

Слѣдовательно, горизонтальное давленіе нижняго каната, по формулѣ (2):

$$H_2 = 16109 \cdot \cos. 63,5^\circ = 16109 \cdot 0,4462 = 7188 \text{ klgr.}$$

Наибольшее горизонтальное давленіе по формулѣ (10):

$$H = 40784 + 7188 = 47972 \text{ или круглымъ числомъ } 48000 \text{ klgr.}$$

Предположимъ, что стѣна M_1 укрѣплена двумя контрфорсами и размѣры ея въ миллиметрахъ обозначены на фиг. 8, тогда моментъ силы горизонтальнаго давленія по формулѣ (11).

1) Для горизонта GL:

$$M = Hh = 48000 \cdot 30000 = 1440'000000.$$

2) Для горизонта EF:

$$M = Hh_1 = 48000 \cdot 20000 = 960'000000.$$

3) Для горизонта CD:

$$M = Hh_2 = 48000 \cdot 5000 = 240'000000.$$

Считая удѣльный вѣсъ матеріала стѣны въ 1,5, вѣсъ, дѣйствующій въ отдѣльныхъ центрахъ тяжести, будетъ:

1) Для горизонта GI:

Въ центрѣ тяжести I стѣны M_1 :

$$\begin{aligned} \text{для } M_1 &= (5 \cdot 0,65 + 20 \cdot 0,8 + 10 \cdot 0,95) 10 = 287,5 \text{ куб. метр.,} \\ \text{или } 287,5 \cdot 1000 \cdot 1,5 &= \dots \dots \dots 431250 \text{ klgr.} \end{aligned}$$

$$\text{Прибавивъ сюда нагрузку стѣны (по стр. 380 P} = 69573 \text{ „}$$

$$\text{получимъ сумму} = 500823 \text{ klgr.}$$

Въ центрѣ тяжести II части контрфорса P_1 :

$$= (2 \cdot 2 \cdot 30 \cdot 2) 240 \text{ куб. м. или } 240 \cdot 1000 \cdot 1,5 = 360000 \text{ klgr.}$$

Въ центрѣ тяжести III части контрфорса P_2 :

$$= 1,5 \cdot 2 \cdot 25 \cdot 2 = 150 \text{ куб.м. или } 150 \cdot 1000 \cdot 1,5 = 225000 \text{ „}$$

Въ центрѣ тяжести IV части контрфорса P_3 :

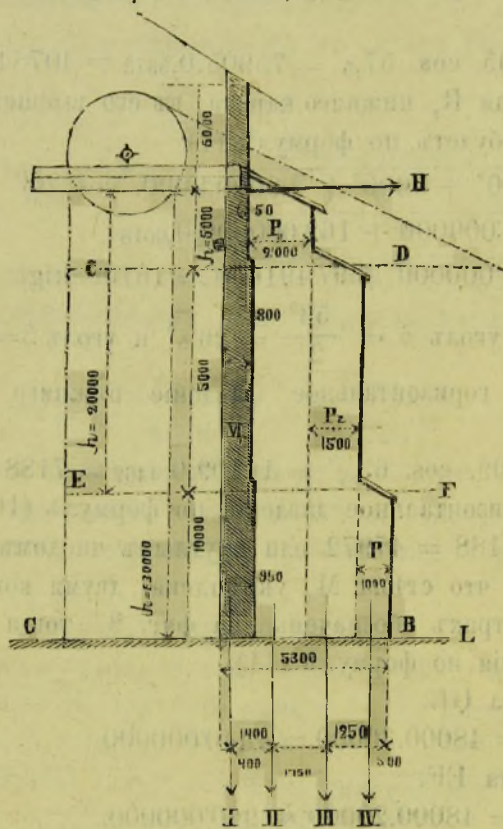
$$= 1 \cdot 10 \cdot 2 \cdot 2 = 40 \text{ куб. м. или } 40 \cdot 1000 \cdot 1,5 = 6000 \text{ „}$$

$$\text{Всего.} \dots \dots 1'145823 \text{ klgr.}$$

2) Для горизонта EF:

Въ центрѣ тяжести I стѣны M_1 :

для $M_1 = (0,65 \cdot 5 + 20 \cdot 0,8) \cdot 10 = 192,5$ куб. м.



фиг. 8

или $192,5 \cdot 1000 \cdot 1,5 = \dots \dots \dots 288750 \text{ klgr.}$

Прибавивъ сюда нагрузку

стѣны (по стр. 380) $P = \dots \dots \dots 69573 \text{ „}$

получимъ сумму = $\dots \dots \dots 358323 \text{ klgr.}$

Въ центрѣ тяжести II части контрфорса P_1 :

= $2 \cdot 20 \cdot 2 \cdot 2 = 160$ куб. м. или $160 \cdot 1000 \cdot 1,5 = \dots 240000 \text{ klgr.}$

Въ центрѣ тяжести III части контрфорса P_2 :

= $1,5 \cdot 15 \cdot 2 \cdot 2 = 90$ куб. м. или $90 \cdot 1000 \cdot 1,5 = \dots 135000 \text{ „}$

Всего $\dots \dots \dots 733323 \text{ klgr.}$

3) Для горизонта CD:

Въ центрѣ тяжести I стѣны M_1 :

для $M_1 = (5 \cdot 0,65 + 5 \cdot 0,8) \cdot 10 = 72,5$ куб. м.

или $72,5 \cdot 1000 \cdot 1,5 = \dots \dots \dots 108750 \text{ klgr.}$

Прибавивъ сюда нагрузку стѣ-

ны (по стр. 380) $P = \dots \dots \dots 69573 \text{ „}$

получимъ сумму $\dots \dots \dots 178323 \text{ klgr.}$

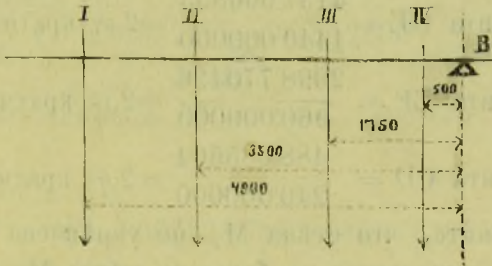
Въ центрѣ тяжести II части контрфорса P_1 :

$$= 5.2.2.2 = 40 \text{ куб. м. или } 40.1000.1,5 = \dots 60000 \text{ „}$$

Всего . . 238323 kgr.

Разстояніе s общаго центра тяжести S отъ точки вращенія B будетъ, по формулѣ (13):

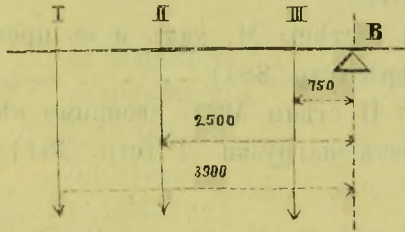
1) Для горизонта GL по фиг. 9



фиг. 9

$$s = \frac{(500.60000) + (1750.225000) + (3500.360000) + (4900.500823)}{1145823} = 3611 \text{ mm.}$$

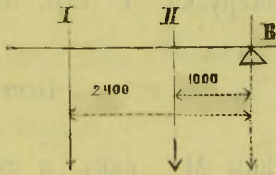
2) Для горизонта EF по фиг. 10



фиг. 10

$$s = \frac{750.135000 + 2500.240000 + 3900.358323}{733323} = 2862 \text{ mm.}$$

3) Для горизонта CD по фиг. 11



фиг. 11

$$s = \frac{1000.60000 + 2400.178.323}{238323} = 2048 \text{ mm.}$$

Моментъ сопротивленія стѣны M_1 относительно горизонтальнаго давленія будетъ, по формулѣ (12):

1) Для горизонта GL

$$W = 1145823.3611 = 4137566853.$$

2) Для горизонта EF

$$W = 733323.2862 = 2098'770426.$$

3) Для горизонта CD

$$W = 238323.2048 = 488'085504.$$

Прочность стѣны M_1 относительно опрокидыванія вслѣдствіе горизонтальнаго давленія будетъ:

$$\text{для горизонта GL} = \frac{4137'566853}{1440'000000} = 2,87 \text{ кратная,}$$

$$\text{для горизонта EF} = \frac{2098'770426}{960'000000} = 2,18 \text{ кратная.}$$

$$\text{для горизонта CD} = \frac{488'085504}{240'000000} = 2,03 \text{ кратная.}$$

Если же предположить, что стѣна M_1 не укрѣплена контрфорсами, а горизонтальное давленіе передается на боковыя стѣны M_2 (фиг. 6) помощью діагональныхъ связей; далѣе, что всѣ три стѣны M_1 , M_2 и M_3 одинаковой толщины и съ одинаковыми уступами, какъ M_1 на фиг. 8, то моменты силъ M горизонтальнаго давленія будутъ тѣ-же, какъ и раньше разсчитанные, а вѣсъ, дѣйствующій въ отдѣльныхъ центрахъ тяжести, будетъ:

1) Для горизонта GL:

Въ центрѣ тяжести I стѣны M_1 , какъ и въ предыдущемъ примѣрѣ (стр. 381). 500823 klgr.

Въ центрѣ тяжести II стѣны M_2 = двойному вѣсу стѣны M_1 безъ нагрузки P (стр. 381) =
= 2.431250 862500 „

Всего . . 1'363323 klgr.

2) Для горизонта EF:

Въ центрѣ тяжести I стѣны M_1 , какъ и въ предыдущемъ примѣрѣ (стр. 382) 358323 klgr.

Въ центрѣ тяжести II стѣны M_2 = двойному вѣсу стѣны M_1 безъ нагрузки P (стр. 382) =
= 2.288750 577500 „

Всего . . 935823 klgr.

3) Для горизонта CD:

Въ центрѣ тяжести I стѣны M_1 , какъ и въ предыдущемъ примѣрѣ (стр. 382) 178323 klgr.

Въ центрѣ тяжести II стѣны M_2 = двойному вѣсу стѣны M_1 безъ нагрузки P (стр. 382) =
= 2.108750 217500 „

Всего . . 395823 klgr.

Разстояніе s общаго центра тяжести S отъ точки вращенія B будетъ, по формулѣ (13) и фиг. 6:

1) Для горизонта GL:

$$c = \frac{(400.500823) + (5000.862500)}{1'363323} = 3310 \text{ mm.}$$

2) Для горизонта EF:

$$c = \frac{(400.358323) + (5000.577500)}{935823} = 3238 \text{ mm.}$$

3) Для горизонта CD:

$$c = \frac{(400.178323) + 5000.217500}{395823} = 2927 \text{ mm.}$$

Моментъ сопротивленія W противъ боковаго давленія, по формулѣ (12), будетъ:

1) для горизонта GL:

$$W = 1'363323.3310 = 4512'599130$$

3) для горизонта EF:

$$W = 935823.3238 = 3030'194874$$

3) для горизонта CD:

$$W = 395823.2927 = 1158'573921$$

И такъ прочность стѣнъ M_1 , M_2 , M_3 , соединенныхъ діагональными связями, противъ опрокидыванія вслѣдствіе наибольшаго горизонтальнаго давленія будетъ:

$$1) \text{ для горизонта GL} = \frac{4512'599130}{1440'000000} = 3,13 \text{ кратная,}$$

$$2) \text{ для горизонта EF} = \frac{3030'194874}{960'000000} = 3,15 \text{ кратная,}$$

$$3) \text{ для горизонта CD} = \frac{1158'573921}{240'000000} = 4,82 \text{ кратная.}$$

Примѣчаніе. Изъ вышеприведенныхъ расчетовъ слѣдуетъ:

1) при діагональныхъ связяхъ можно дѣлать стѣну, со стороны, противоположной подъему, безъ ущерба прочности надшахтной башни, слабѣе, чѣмъ остальные три стѣны, и при этомъ можно обойтись совсѣмъ безъ контрфорсовъ;

2) при балочной системѣ со стѣнами, укрѣпленными со стороны подъема контрфорсами, остальные три стѣны башни могутъ быть сдѣланы слабѣе первой, не вредя прочности.

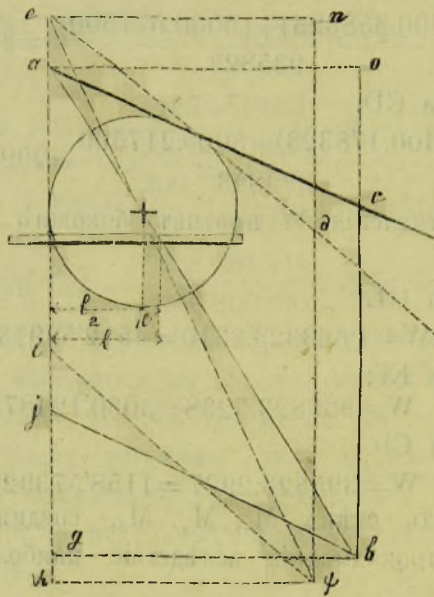
П. Копровая система.

А. Двуножные и треножные копры.

НАПРАВЛЕНІЕ НОГЪ.

Ноги располагаются по направленію равнодѣйствующей горизонтальнаго давленія H и вертикальнаго V на оба каната. Этого однако не всегда возможно достигнуть при разныхъ положеніяхъ каната. Если обозначить канатъ, идущій въ шахту, чрезъ ei (фиг. 12) и чрезъ ed низшее положеніе

нижняго каната и построить на нихъ параллелограмъ силъ $edfi$. то ef будетъ равнодѣйствующая сила, въ параллелограмѣ же силъ $hfne$, построенномъ на линіи ef . $en=fn$ будетъ обозначать горизонтальное давленіе и $eh=nf$



фиг. 12

вертикальное для каната въ положеніи ed . Также, если обозначить чрезъ aj канатъ, идущій въ шахту и чрезъ ac высшее положеніе верхняго каната, и построить параллелограмъ $acbj$, то его равнодѣйствующая будетъ ab , а въ построенномъ на ab параллелограммѣ силъ $aobg$ $ao=gb$ будетъ обозначать горизонтальное давленіе и $ag=ob$ — вертикальное для каната въ положеніи ac .

Если сравнить горизонтальное давленіе ao и en , то сразу видно, что ao больше en , слѣдовательно, горизонтальное давленіе бываетъ наибольшее при верхнемъ положеніи каната ac . Сравнивая далѣе вертикальное давленіе ag и eh , мы увидимъ, что eh больше ag , т.е. что вертикальное давленіе бываетъ наибольшее при нижнемъ положеніи каната ed .

Отсюда слѣдуетъ, что, въ зависимости отъ устройства шкивнаго станка, ноги его устанавливаются или по направленію равнодѣйствующей ab , или ef , смотря по тому, хотять-ли, чтобы ноги противостояли наибольшему горизонтальному, или наибольшему вертикальному давленіямъ.

Если зданіе со стороны шахты имѣетъ крѣпкія подпоры, то, чтобы онѣ могли противостоять наибольшему вертикальному давленію, ноги устанавливаются по направленію равнодѣйствующей наибольшаго горизонтальнаго давленія.

Если-же зданіе безъ подпоръ, а скрѣплено натяжными штангами, то лучше всего расположить ноги по направленію равнодѣйствующей наибольшаго вертикальнаго давленія; натяжныя штанги при этомъ со стороны шахты

разсчитываются только на разрывъ, со стороны же подъема онѣ подвергаются самымъ незначительнымъ *напряженіямъ на разрывъ* (*Zugsprannung*).

Изъ вышесказаннаго слѣдуетъ:

1) При шкивномъ станкѣ съ подпорами лучше всего располагать ноги по направленію *ab* равнодѣйствующей наибольшаго горизонтальнаго давленія *a₀*, какъ показано на фиг. 18 и 19 табл. IX,

2) При шкивномъ станкѣ безъ подпоръ лучше всего располагать ноги по направленію *ef* равнодѣйствующей наибольшаго вертикальнаго давленія *eh*, какъ показано на фиг. 20 и 21 табл. IX.

При опредѣленіи напряженій отдѣльныхъ частей слѣдуетъ различать копры съ подпорами и копры съ натяжными штангами (безъ подпоръ).

а. Копры съ подпорами.

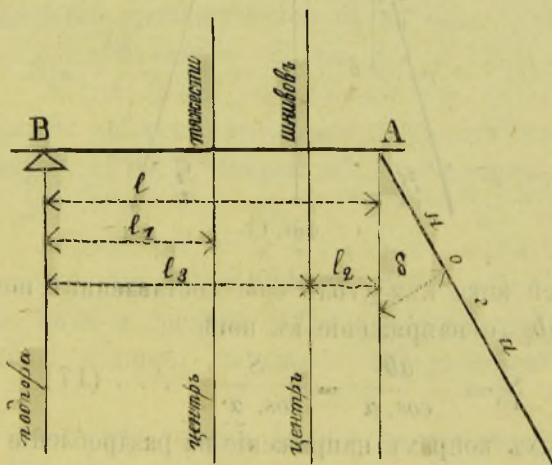
Ноги здѣсь расположены по направленію равнодѣйствующей для верхняго положенія верхняго каната.

1. Шкивные балки.

Нагрузка, требуемый моментъ сопротивленія и прочное сопротивленіе балокъ разсчитываются, какъ и при балочной системѣ, по формуламъ 4—7.

2. Ноги со стороны подъема.

Если обозначимъ вѣсъ шкива съ осью и подшипниками чрезъ *G*, вѣсъ каждой шкивной балки, при станкахъ съ четырьмя балками, чрезъ *E*, или,



Фиг. 13.

если взять станокъ съ тремя балками и обозначить вѣсъ каждой крайней балки чрезъ *E*, а средней чрезъ *E₂*, тогда вертикальная нагрузка ноги въ точкѣ опоры *A* (фиг. 13) будетъ, при станкѣ съ четырьмя балками, для каждой балочной подпоры:

$$V_3 = \frac{l_3}{l} \left(\frac{R_1 + G}{2} \right) + \frac{E}{2} \dots \dots \dots (14)$$

при станкѣ же съ тремя балками, вертикальная нагрузка для обѣихъ крайнихъ балочныхъ подпоръ будетъ тоже:

$$V_3 = \frac{l_3}{l} \left(\frac{R_1 + G}{2} \right) + \frac{E}{2} \dots \dots \dots (14)$$

а для средней балочной подпоры

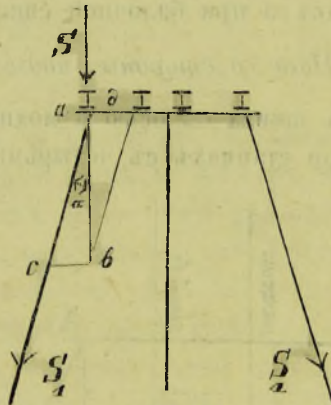
$$V_3 = \frac{l_3}{l} \left(\frac{R_1 + R_2}{2} + G \right) + \frac{E_2}{2} \dots \dots \dots (15)$$

Если δ обозначаетъ уголъ, составленный ногой съ вертикальной линіей, то давленіе по направленію ноги

$$S = \frac{V_3}{\cos. \delta} \dots \dots \dots (16)$$

Сила S дѣйствуетъ по направленію ноги параллельно шкивамъ; ноги къ низу обыкновенно расходятся и это положеніе ногъ имѣетъ извѣстное значеніе.

Если ab (фиг. 14) обозначаетъ давленіе S по направленію ноги, ac —



Фиг. 14

направленіе крайней ноги и α уголъ cab , составленный ногою ac и направлениемъ давленія ab , то напряженіе въ ногѣ

$$S_1 = \frac{ab}{\cos. \alpha} = \frac{S}{\cos. \alpha} \dots \dots \dots (17)$$

При треножныхъ копрахъ напряженіе на раздробленіе обѣихъ крайнихъ ногъ опредѣляется по формулѣ (17), а средней — по формулѣ (16).

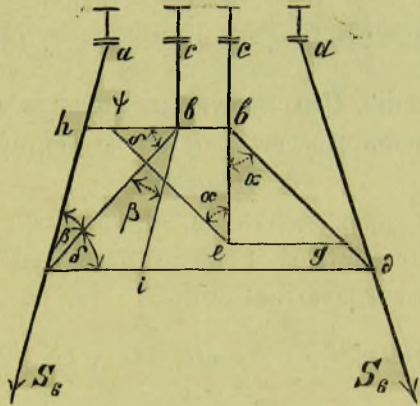
При двуножныхъ копрахъ подпоры обѣихъ среднихъ шкивныхъ балокъ соединяются съ ногами посредствомъ промежуточной балки и откосовъ.

Если при этомъ обѣ среднія шкивные балки не имѣютъ общей подпоры, но каждая балка имѣетъ отдѣльную cb , какъ на фиг. 15, то напряженіе на сжатіе для подпоръ cb опредѣляется по формуламъ (14) и (16).

Если удлиннить cb на величину $be = cb$ и построить параллелограмъ силъ

$bgef$, гдѣ ef и bg параллельны съ откосомъ bd , а bf и eg горизонтальны, тогда напряженіе на сжатіе для откоса bd будетъ:

$$S_2 = \frac{be}{\cos. \alpha} = \frac{cb}{\cos. \alpha} = \frac{S}{\cos. \alpha} \dots (18)$$



фиг. 15

и для промежуточной балки bb :

$$S_3 = be. \tan \alpha = cb. \tan \alpha = S. \tan \alpha \dots (19)$$

Если построить на db параллелограмъ $bidh$, гдѣ bi и hd параллельны ногѣ ad , а bh и di горизонтальны, тогда давленіе hd по направленію ноги ad будетъ:

$$S_4 = \frac{bd. \sin. \delta}{\sin (\beta + \delta)} = \frac{S_2 \sin. \delta}{\sin (\beta + \delta)} \dots (20)$$

а натяженіе на разрывъ промежуточной балки dd :

$$S_5 = \frac{bd. \sin \beta}{\sin (\beta + \delta)} = \frac{S_2. \sin. \beta}{\sin (\beta + \delta)} \dots (21)$$

Напряженіе на сжатіе обѣихъ наружныхъ верхнихъ частей ногъ ad опредѣляется по формулѣ (17), а напряженіе на раздробленіе ногъ ниже d будетъ:

$$S_6 = S_1 + S_4 \dots \dots \dots (22)$$

Если обѣ среднія шкивные балки имѣютъ общую подпору, то нагрузка послѣдней такая же, какъ и средней балки при станкахъ съ тремя шкивными балками; напряженіе подпоры на сжатіе опредѣляется по формуламъ (15) и (16).

Напряженіе на сжатіе откоса bd и промежуточной балки bb опредѣляется тогда по формуламъ (18) и (19), при чемъ вмѣсто S ставится половинное его значеніе, т. е.

$$S_2 = \frac{0,5. S}{\cos. \alpha} \dots \dots \dots (23)$$

$$\text{и } S_3 = 0,5. S \tan \alpha \dots \dots \dots (24)$$

Если обозначить коэффициентъ сопротивленія разрыву и сжатію чрезъ K ,
горн. журн т. IV. №. 12. 1885 г.

площадь сѣченія ноги чрезъ F , то нагрузка соответственной части на разрывъ и сжатіе будетъ:

$$P = F K \dots \dots \dots (25)$$

и требуемая площадь сѣченія для груза P :

$$F = \frac{P}{K} \dots \dots \dots (26)$$

Прочное сопротивленіе P и требуемый моментъ инерціи T_1 при сопротивленіи раздробленію ногъ разсчитываются по формуламъ табл. II.

3. Подпоры.

Давленіе, которое производятъ шкивные балки на точку опоры B (фиг. 13), при станкахъ съ четырьмя шкивными балками, будетъ при канатѣ, разсчитанномъ на разрывающую нагрузку:

$$V_4 = \frac{l_2}{l} (R_1 + G) + \frac{2E}{2} = \frac{l_2}{l} (R_1 + G) + E \dots (27)$$

и при канатѣ, разсчитанномъ на безопасную нагрузку:

$$V_5 = \frac{l_2}{l} (R_2 + G) + E \dots \dots \dots (28)$$

При шкивномъ станкѣ съ тремя шкивными балками, вѣсъ средней балки меньше $2E$; обозначивъ его чрезъ E_2 , получимъ по формулѣ (27):

$$V_4 = \frac{l_2}{l} (R_1 + G) + \frac{E + E_2}{2} \dots (29)$$

и по формулѣ (28):

$$V_5 = \frac{l_2}{l} (R_2 + G) + \frac{E + E_2}{2} \dots (30)$$

Сумма нагрузки въ точкѣ опоры B :

$$V = V_4 + V_5 \dots \dots \dots (31)$$

Прочность и напряженіе отдѣльныхъ частей зависятъ отъ устройства подпоръ. Если подпоры на верхнемъ концѣ не имѣютъ поперечной балки (для поддержки шкивныхъ балокъ), а стоятъ вертикально, въ видѣ двуножнаго копра, то напряженіе отдѣльныхъ подпорныхъ частей разсчитывается по формуламъ (17)—(24), при чемъ иногда вмѣсто

$$S = \frac{l_2}{l} \left(\frac{R_1 + G_2}{2} \right) + \frac{E}{2} \dots \dots (32)$$

беруть

$$S = \frac{l_2}{l} \left(\frac{R_1 + R_2}{2} + G \right) + \frac{E_2}{2} \dots (33)$$

Если же подпоры имѣютъ на верхнемъ концѣ поперечную балку (для поддержки шкивныхъ балокъ), то нагрузка ея въ каждой точкѣ соприкосновенія со шкивной балкой равна половинѣ V_4 и V_5 по формуламъ (27) и (28) и иногда (29) и (30), полныя же значенія для V_4 и V_5 получаютъ по срединѣ между двумя шкивными балками, т. е. въ центрѣ шкивовъ.

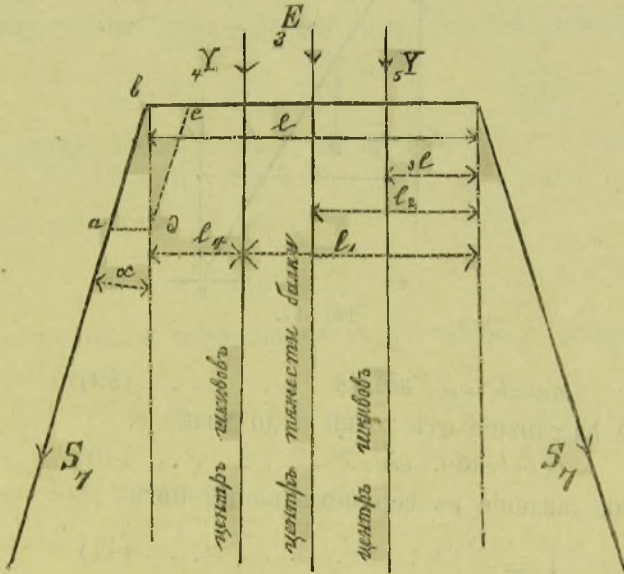
Если обозначимъ вѣсъ поперечины чрезъ E_3 , то изъ фиг. 16 напряженіе ея (при относительной прочности) для плеча рычага l_4 будетъ:

$$P = \frac{V_4 l_1 + E_3 l_2 + V_5 l_3}{l} \dots (34)$$

Наибольшее вертикальное давление на подпоры будет при этомъ:

$$V = bd = P \dots (35)$$

и если α —уголъ, образуемый подпорой съ вертикальной линіей, то давление по направленію подпоры, или же напряжение послѣдней на раздробленіе будетъ:



Фиг. 16.

$$S_7 = ab = \frac{bd}{\cos \alpha} = \frac{V}{\cos \alpha} \dots (36)$$

Требуемый момент сопротивленія и прочное сопротивленіе поперечины опредѣляются по формуламъ (6) и (7); требуемый момент инерціи подпоръ и ихъ сопротивленіе опредѣляются по формуламъ табл. II.

4. Наибольшее горизонтальное давленіе.

Наибольшее горизонтальное давленіе опредѣляется по формулѣ (10).

Если обозначимъ сумму вѣсовъ трехъ или четырехъ шквинныхъ балокъ (фиг. 13) черезъ E_1 , то вертикальное давленіе этихъ балокъ на ноги будетъ, при наибольшемъ горизонтальномъ давленіи:

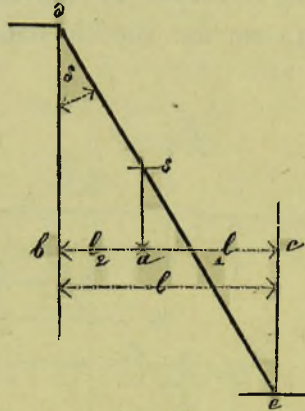
$$V_6 = \frac{l_2}{l} (R_1 + R_2 + 2G) + \frac{E_1}{2} \dots (37)$$

Напряжение ноги по ея длинѣ, соответствующее этому вертикальному давленію, будетъ:

$$S_8 = \frac{V_6}{\cos \delta} \dots (38)$$

Если s (фиг. 17) обозначаетъ центръ тяжести ноги, $E_4 = sa$ —вѣсъ ея; db —вертикальную линію, проходящую чрезъ верхнюю часть ноги, и ce —верти-

кальную линию, проходящую чрезъ нижнюю часть ноги; bc -горизонтальное разстояніе между этими двумя линиями, se разстояніе центра тяжести отъ нижняго конца ноги, de -всю длину ноги, δ -уголь между направлениемъ ноги и вертикальной линіей db , тогда горизонтальное разстояніе центра тяжести отъ вертикальной линіи se будетъ:



Фиг. 17.

$$ac=l_1=se. \sin. \delta \dots \dots \dots (39)$$

а горизонтальное разстояніе отъ точки d до точки e :

$$bc=l=de. \sin. \delta \dots \dots \dots (40)$$

Вертикальное давленіе въ верхнемъ концѣ ноги

$$V_7 = \frac{E_4 l_1}{l} \dots \dots \dots (41)$$

Если центръ тяжести лежитъ по срединѣ ноги, тогда $ds=se$ и горизонтальныя разстоянія центра тяжести отъ концовъ ноги тоже равны между собою, слѣдовательно $ab=ac$ или $l_2=l_1$. Но такъ какъ $l=l_1+l_2$, то $l_1=0,5l$. Если ввести это значеніе въ формулу (41), то получимъ:

$$V_7 = \frac{E_4 0,5l}{l} = 0,5 E_4 \dots \dots \dots (42)$$

Напряженіе ноги по ея длинѣ, соответствующее этому вертикальному давленію, будетъ:

$$S_9 = \frac{V_7}{\cos. \delta} \dots \dots \dots (43)$$

Сумма напряженій по длинѣ ноги

$$S_{10} = S_8 + S_9 \dots \dots \dots (44)$$

а горизонтальное давленіе ноги на верхнемъ ея концѣ

$$H_3 = S_{10} \sin. \delta \dots \dots \dots (45)$$

Это горизонтальное давленіе ноги дѣйствуетъ по направленію, противоположному наибольшему горизонтальному давленію, такимъ образомъ на верхнемъ концѣ ноги остается горизонтальное давленіе

$$H_4 = H - H_3 \dots \dots \dots (46)$$

дѣйствующее по направленію наибольшаго горизонтальнаго давленія. Если h

обозначаетъ вертикальное разстояніе отъ низа ноги до верха, то моментъ силы дѣйствующаго горизонтальнаго давленія на верху ноги будетъ:

$$M = H_4 h \dots \dots \dots (47)$$

Сохранивъ значеніе E_1 для суммы вѣсовъ шкивныхъ балокъ (фиг. 13), получимъ для вертикальнаго давленія шкивныхъ балокъ на подпоры

$$V_8 = \frac{l_2}{l} (R_1 + R_2 + 2G) + \frac{E_1}{2} \dots (48)$$

Если G будетъ обозначать вѣсъ подпоры и c разстояніе центра тяжести подпоры отъ наружнаго края—точки вращенія—то моментъ устойчивости подпоры будетъ

$$W = (V_8 + G_1) c \dots \dots \dots (49)$$

и остается излишній моментъ силы на верхнемъ концѣ подпоры

$$M_1 = M - W \dots \dots \dots (50)$$

соотвѣтствующій двигательной силѣ

$$H_5 = \frac{M_1}{h} \text{ klg.}$$

Если E обозначаетъ коэффициентъ упругости и T моментъ инерціи, то прогибъ подпоры будетъ:

$$f = \frac{1}{3} \cdot \frac{H_5}{E} \cdot \frac{h^3}{T} \dots \dots \dots (51)$$

и требуемый моментъ инерціи:

$$T = \frac{1}{3} \cdot \frac{H_5}{E} \cdot \frac{h^3}{f} \dots \dots \dots (52)$$

5. *Безопасная нагрузка подпоръ.*

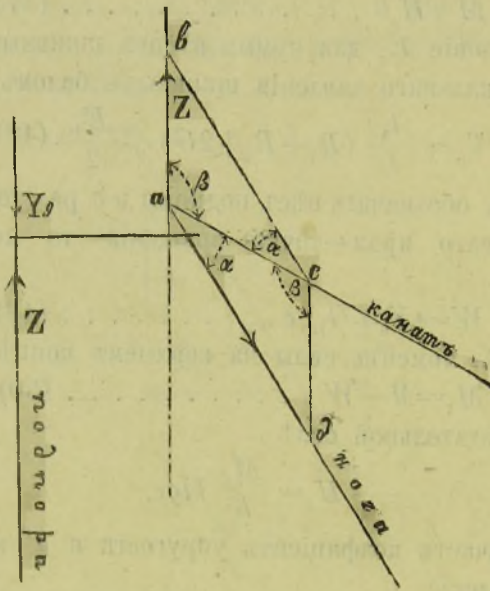
Въ то время, когда верхняя клѣтъ, будучи приподнята слишкомъ высоко, застрянетъ у шкивовъ, нижняя клѣтъ въ это время будетъ находиться на самомъ низу шахты и шкивъ этой клѣтки будетъ нагруженъ только вѣсомъ каната. Канатъ слишкомъ высоко приподнятой клѣтки подвергается разрыву и сила эта дѣйствуетъ по длинѣ каната. Разложимъ эту силу $ac = B$ (фиг. 18) при помощи параллелограмма $abcd$, въ которомъ bc и ad параллельны ногѣ, а ab и cd параллельны подпорѣ; далѣе обозначимъ уголь cad между канатомъ и ногой черезъ α , уголь acd между канатомъ и линіей, параллельной подпорѣ, чрезъ β , тогда сила ab по направленію подпоры будетъ:

$$Z_1 = \frac{ac \cdot \sin \alpha}{\sin (\alpha + \beta)} = \frac{B \cdot \sin \alpha}{\sin (\alpha + \beta)} \dots (53)$$

Если обозначить равнодѣйствующую каната находящейся внизу клѣтки чрезъ R_3 , то нагрузка подпоры (отъ шкивныхъ балокъ) будетъ:

$$V_9 = \frac{l_2}{l} (R_3 + 2G) + \frac{E_1}{2} \dots \dots (54)$$

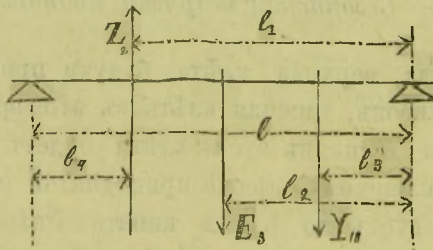
Силы Z_1 и V_9 дѣйствуютъ въ противоположныхъ направленіяхъ, а потому натяженіе подпоры на разрывѣ будетъ:



Фиг. 18.

$$Z = Z_1 - V_9 \dots \dots \dots (55)$$

Если на верху подпоры имѣется поперечина, на которой лежатъ шкивные балки, то по серединѣ одного шкива обнаруживается (по фиг. 19) си-



Фиг. 19.

ла дѣйствующая вверхъ:

$$Z_2 = Z_1 - \left(\frac{l_2}{l} G + \frac{E_1}{2} \right) \dots \dots (56)$$

а по серединѣ другаго шкива сила, дѣйствующая внизъ:

$$V_{10} = \frac{l_2}{l} (R_2 + G) + \frac{E_1}{2} \dots \dots (57)$$

и наконецъ въ центрѣ тяжести поперечины вѣсъ E_3 , дѣйствующій также внизъ.

Напряженіе поперечины (при относительной прочности) для плеча рычага l_4 :

$$P = \frac{Z_2 l_1 - (E_3 l_2 + V_{10} l_3)}{l} \dots \dots (58)$$

Если подпора (фиг. 16) образуетъ съ вертикальной линіей уголъ α , то напряженіе каждой изъ нихъ на изломъ будетъ:

$$Z_3 = \frac{P}{\cos. \alpha} \dots \dots \dots (59)$$

Требуемый моментъ сопротивленія и прочное сопротивленіе балки опредѣляются по формуламъ (6) и (7), а поперечное сѣченіе подпоры и ея сопротивленіе излому подпоры—по формуламъ (25) и (26).

6. Устойчивость станка при ненагруженныхъ шкивахъ.

При ненагруженныхъ шкивахъ, т. е. при снятыхъ подъемныхъ канатахъ, вертикальная нагрузка ноги (отъ шкивныхъ балокъ) со стороны подъема будетъ по (фиг. 13):

$$V_{11} = \frac{l_3}{l} 2G + \frac{E_1}{2} \dots \dots \dots (60)$$

и вертикальное давленіе (отъ вѣса ноги) по формулѣ (41) = V_7 .

Если δ обозначаетъ уголъ наклоненія ноги къ вертикальной линіи, то напряженіе ноги будетъ:

$$S_{11} = \frac{V_{11} + V_7}{\cos. \delta} \dots \dots \dots (61)$$

и соотвѣтствующее горизонтальное давленіе на верхнемъ концѣ ноги

$$H_6 = S_{11} \sin. \delta \dots \dots \dots (62)$$

откуда моментъ силы горизонтальнаго давленія

$$M = H_6 h \dots \dots \dots 63$$

Нагрузка подпоры (отъ шкивныхъ балокъ) по фиг. 13.

$$V_{12} = \frac{l_2}{l} 2G + \frac{E_1}{2} \dots \dots \dots (64)$$

и затѣмъ устойчивость сооруженія разсчитывается по формуламъ (49)—(52), при чемъ слѣдуетъ въ формулахъ вмѣсто V_8 вводить значеніе V_{12} .

в. Копры безъ подпоръ.

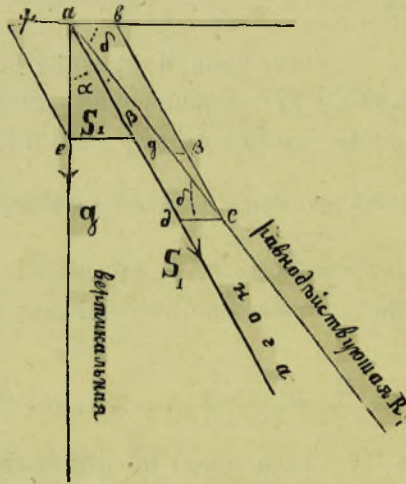
Подпоры замѣнены здѣсь натяжными штангами (связями) и анкерными связями; ноги расположены по направленію равнодѣйствующей для пизнаго положенія нижняго каната.

1. Ноги.

Шкивные балки расположены прямо на верхнемъ концѣ копра, который

можетъ быть въ данномъ случаѣ двуножнымъ или треножнымъ. При двуножныхъ копрахъ подпоры для обѣихъ среднихъ шкивныхъ балокъ или общія, или же для каждой особыя, и въ обоихъ случаяхъ онѣ упираются откосами въ ноги. При треножныхъ копрахъ подпоры обѣихъ среднихъ шкивныхъ балокъ проходятъ до самаго нижняго конца ногъ. Обѣ наружныя шкивные балки при двуножныхъ и треножныхъ копрахъ упираются непосредственно на верхніе концы ногъ.

Если R_1 (фиг. 20) обозначаетъ наибольшую равнодѣйствующую ac ка-



фиг. 20.

натовъ; G —вѣсъ шкива съ осью и подшипниками, α —уголъ dae между ногою ad и вертикальною линією ae , проходящею чрезъ средину шкива, β —уголъ cad между равнодѣйствующею ac и направлениемъ ноги ad , δ —уголъ между равнодѣйствующею ac и горизонтальною линією ab ,—тогда изъ параллелограмма силъ $abcd$, построеннаго на равнодѣйствующею, гдѣ ad и bc параллельны ногѣ, а ab и dc горизонтальны, мы имѣемъ, что давленіе равнодѣйствующею по направленію ноги будетъ:

$$S_1 = ad = \frac{ac \cdot \sin \delta}{\sin (\beta + \delta)} = \frac{R_1 \sin \delta}{\sin (\beta + \delta)} \dots (65)$$

Если $ae = G$ и если построимъ параллелограмъ силъ $agef$, гдѣ fe и ag параллельны ногѣ, а af и eg горизонтальны, то давленіе шкивовъ на ноги

$$S_1 = ag = \frac{ae}{\cos \alpha} = \frac{G}{\cos \alpha} \dots (66)$$

При шкивныхъ станкахъ, гдѣ каждая шкивная балка подперта особою ногой, наибольшее напряженіе каждой (верхней части) ноги на сжатіе будетъ:

$$S_1 = \frac{S_1 + S_2}{2} \dots (67)$$

Эта формула примѣнима для обѣихъ наружныхъ ногъ съ общей под-

порой для двухъ среднихъ шкивныхъ балокъ. Если ввести въ формулѣ (65) вмѣсто равнодѣйствующей R_1 при разрывающей нагрузкѣ каната равнодѣйствующую R_2 , соотвѣтствующую безопасной нагрузкѣ каната, тогда давление равнодѣйствующей R_2 по направленію ноги будетъ:

$$S_3 = \frac{R_2 \sin \delta}{\sin (\beta + \delta)} \dots \dots \dots (68)$$

и напряженіе общей подпоры двухъ среднихъ шкивныхъ балокъ на сжатіе будетъ:

$$S_5 = \frac{S_1 + S_3}{2} + S_2 \dots \dots \dots (69)$$

Дальнѣйшій расчетъ частей ноги производится одинаково, какъ и при станкахъ съ прочными подпорами по формулѣ (17)—(26).

Ихъ прочное сопротивленіе и требуемый моментъ инерціи высчитываются по формуламъ табл. II.

2. Наивольшее горизонтальное давленіе.

Наивольшее горизонтальное давленіе рассчитывается по формулѣ (10) и равно H .

Вертикальное давленіе на ноги, соотвѣтствующее наивольшему горизонтальному давленію, рассчитывается по формулѣ (3) и для верхняго каната оно $= V_1 = R_1 \cos. \delta$, и для нижняго каната $= V_2 = R_2 \cos \delta$, а вертикальное давленіе всего каната:

$$V_3 = V_1 + V_2 \dots \dots \dots (70)$$

Вертикальное давленіе шкивовъ на ноги:

$$V_5 = 2G \dots \dots \dots (71)$$

Вертикальное давленіе вѣса ногъ по формуламъ (41) и (42) $= V_7$.

Такимъ образомъ вертикальная нагрузка ногъ при наивольшемъ горизонтальномъ давленіи:

$$V = V_3 + V_5 + V_7 \dots \dots \dots (72)$$

Такъ какъ ноги наклонены къ вертикальной линіи подъ угломъ α , то горизонтальное давленіе, передаваемое на ноги будетъ:

$$H_1 = V \tan \alpha \dots \dots \dots (73)$$

Такимъ образомъ со стороны подъема остается горизонтальное давленіе:

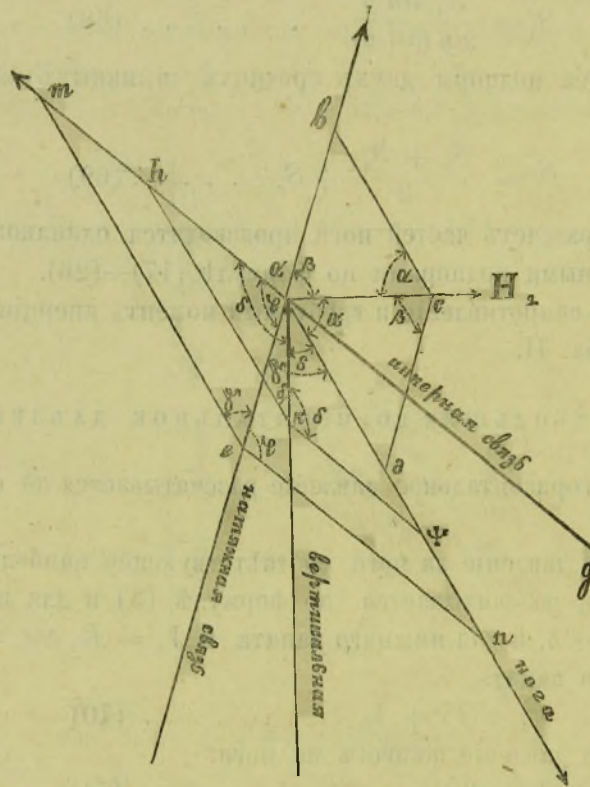
$$H_2 = H - H_1 \dots \dots \dots (74)$$

Если af (фиг. 21) обозначаетъ ногу, ae —натяжную связь, ag —анкерную связь со стороны подъема, ac —горизонтальное давленіе H_2 и если построить на ac параллелограмъ силъ $abcd$, въ которомъ ab и dc параллельны натяжной связи ae , а bc и ad параллельны ногѣ, тогда натяженіе натяжной штанги ae на разрывъ будетъ:

$$Z = ab \frac{ac \sin. \alpha}{\sin. (\beta + \alpha)} = \frac{H_2 \sin. \alpha}{\sin (\beta + \alpha)} \quad (75)$$

3. Устойчивость стана при ненагруженных шкивахъ.

При ненагруженныхъ шкивахъ, т. е. при снятыхъ подъемныхъ канатахъ, вертикальная нагрузка ноги (отъ шкивовъ) по формулѣ (71) = V_5 и



(фиг. 21).

вертикальное давленіе (отъ вѣса ноги) по формуламъ (41) и (42) = V_7 .

Сумма вертикальныхъ давленій:

$$V = V_5 + V_7 \dots \dots \dots (76)$$

Если построить на вертикальномъ давленіи $V = ak$ (фиг. 21) параллелограммъ силъ $ahkf$, въ которомъ ah и kf параллельны анкерной связи ag , а af и hk параллельны ногѣ af , то натяженіе анкерной связи ag (отъ мертвого груза) на разрывъ будетъ:

$$Z_1 = ah = \frac{ak \cdot \sin. \delta}{\sin. (\delta + \sigma)} = \frac{V \cdot \sin. \delta}{\sin. (\delta + \sigma)} \dots \dots \dots (77)$$

Натяжная штанга ae по формулѣ (75) натянута силою Z , дѣйствующею на верху ногѣ сверху внизъ. Если $ae = L$ (фиг. 21) и на этой линіи построены параллелограммъ силъ $amen$, въ которомъ ma и en параллельны анкерной связи ag , а me и an параллельны ногѣ, то натяженіе анкерной связи ag (отъ натяжной штанги ae) на разрывъ будетъ:

$$Z_2 = ah = \frac{Z \cdot \sin. \vartheta}{\sin. (\vartheta + \varphi)} \dots \dots \dots (78)$$

Такимъ образомъ все натяженіе анкерной связи ga на разрывъ будетъ:

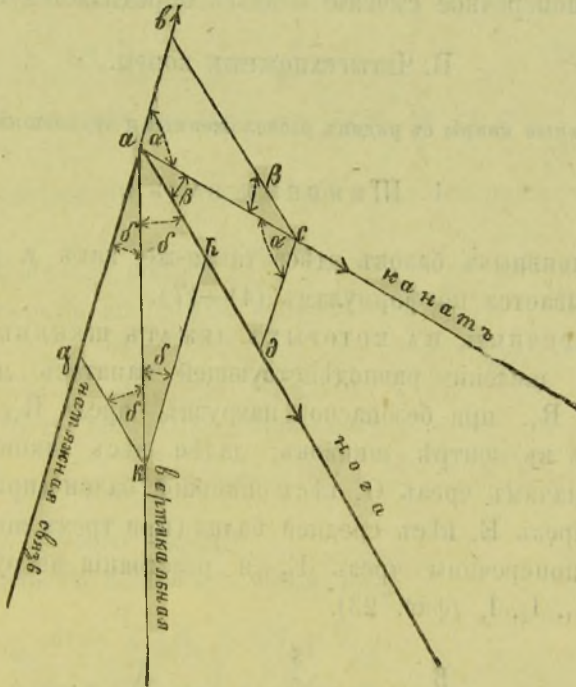
$$Z_3 = Z_1 + Z_2 \dots \dots \dots (79)$$

Требуемое поперечное сѣченіе опредѣляется по формуль (26).

4. Застряваніе клѣти подъ шкивами.

Когда клѣтъ приподнята слишкомъ высоко, до самыхъ шкивовъ, машина въ силу инерціи тянетъ клѣтъ дальше и натягиваетъ ее канатъ до разрывающей нагрузки, въ это время вторая клѣтъ находится внизу шахты и на шкивъ ее дѣйствуетъ только вѣсъ каната.

Если ac (фиг. 22) обозначаетъ направленіе каната, подверженнаго раз-



Фиг. 22.

рывающей нагрузкѣ $B=ac$, ad —обозначаетъ ногу, ag —натяжную штангу и $abcd$ —параллелограмъ силъ на ac , въ которомъ ab и dc параллельны натяжной штангѣ ag , а bc и ad параллельны ногѣ ad , тогда натяженіе натяжной штанги ag (отъ каната ac) на разрывъ будетъ:

$$Z_1 = \frac{ac \cdot \sin. \beta}{\sin(\alpha + \beta)} = \frac{B \cdot \sin. \beta}{\sin(\alpha + \beta)} \dots \dots (80)$$

Если ac обозначаетъ равнодѣйствующую R_3 каната отъ клѣти, расположенной внизу шахты, то напряженіе натяжной штанги ag будетъ:

$$Z_2 = \frac{R_3 \cdot \sin. \beta}{\sin(\alpha + \beta)} \dots \dots \dots (81)$$

Вертикальная нагрузка ноги отъ ея вѣса по формуламъ (41) и (42) = V_7 , нагрузка отъ шкива по формуль (71) = V_5 .

Все вертикальное давленіе ноги отъ мертваго груза:

$$V = V_7 + V_5 \dots \dots \dots (82)$$

Если на вертикальной линіи $ak = V$ построенъ параллелограмъ силъ $ahkg$, въ которомъ ag и hk параллельны натяжной штангѣ ag , а ah и gk параллельны ногѣ, то давленіе на натяжную штангу ag будетъ:

$$D = ag = \frac{ak \cdot \sin. \delta}{\sin. (\delta + \sigma)} = \frac{V \cdot \sin. \delta}{\sin. (\delta + \sigma)}. \quad (83)$$

Силы $Z_1 + Z_2$ дѣйствуютъ по направленію, противоположному силѣ D , поэтому натяженіе натяжной штанги ag на разрывъ будетъ:

$$Z = Z_1 + Z_2 - D \dots \dots \dots (84)$$

Требуемое поперечное сѣченіе и здѣсь опредѣляется по формулѣ (26).

В. ЧЕТЫРЕХНОЖНЫЕ КОПРЫ.

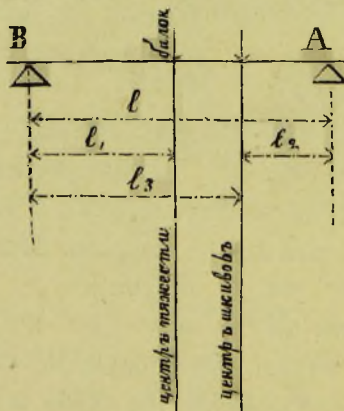
а. Пирамидальные копры съ рядомъ расположенными отдѣленіями для кѣтей.

1. ШКИВНЫЯ БАЛКИ.

Нагрузка шкивныхъ балокъ здѣсь такая-же, какъ и при балочной системѣ, и высчитывается по формуламъ (4)—(7).

2. Поперечины, на которыхъ лежатъ шкивные балки.

Обозначимъ давленіе равнодѣйствующей канатовъ при разрывающей нагрузкѣ черезъ R_1 , при безопасной нагрузкѣ—черезъ R_2 , и пусть обѣ эти силы дѣйствуютъ въ центрѣ шкивовъ; далѣе вѣсъ шкива съ осью и подшипниками обозначимъ черезъ G , вѣсъ шкивной балки (при четырехъ шкивныхъ балкахъ) черезъ E , вѣсъ средней балки (при трехъ шкивныхъ балкахъ) черезъ E_2 , вѣсъ поперечины черезъ E_3 и разстоянія нагрузокъ отъ точекъ опоръ черезъ l, l_1, l_2, l_3 (фиг. 23).



Фиг. 23.

Нагрузка поперечины А, находящейся со стороны подъема:

1) въ центрѣ одного шкива:

при четырехъ шкивныхъ балкахъ=

$$P = \frac{l_3}{l}(R_1 + G) + \frac{2E}{2} = \frac{l_3}{l}(R_1 + G) + E. \quad (85)$$

и при трехъ шкивныхъ балкахъ=

$$P = \frac{l_3}{l}(R_1 + G) + \frac{E}{2} + \frac{E_2}{4} \dots \dots \dots (86)$$

2) въ центрѣ другаго шкива:

при четырехъ шкивныхъ балкахъ=

$$P_1 = \frac{l_3}{l}(R_2 + G) + E. \dots \dots \dots (87)$$

и при трехъ шкивныхъ балкахъ=

$$P_1 = \frac{l_3}{l}(R_2 + G) + \frac{E}{2} + \frac{E_2}{4} \dots \dots \dots (88)$$

3) въ центрѣ тяжести поперечины, т. е. въ ея серединѣ

$$= E_3 \dots \dots \dots (89)$$

Нагрузка поперечины В, находящейся со стороны противоположной подъему:

1) въ центрѣ одного шкива:

при четырехъ шкивныхъ балкахъ=

$$P = \frac{l_2}{l}(R_1 + G) + E \dots \dots \dots (90)$$

и при трехъ шкивныхъ балкахъ=

$$P = \frac{l_2}{l}(R_1 + G) + \frac{E}{2} + \frac{E_2}{4} \dots \dots (91)$$

2) въ центрѣ другаго шкива:

при четырехъ шкивныхъ балкахъ=

$$P_1 = \frac{l_2}{l}(R_2 + G) + E \dots \dots \dots (92)$$

и при трехъ шкивныхъ балкахъ=

$$R_1 = \frac{l_2}{l}(R_2 + G) + \frac{E}{2} + \frac{E_2}{4} \dots \dots (93)$$

3) въ центрѣ тяжести поперечины, т. е. въ ея серединѣ =

$$E_3 \dots \dots \dots (94)$$

Пусть l_1, l_2, l_3 и l_4 (фиг. 24) обозначаютъ разстоянія нагрузокъ отъ точекъ опоръ, l —разстояніе между обѣими точками опоръ, тогда напряженіе (при относительной прочности) для плеча рычага l_4 будетъ:

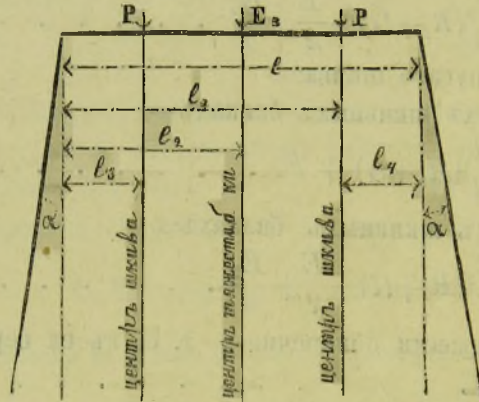
$$P_2 = \frac{Pl_1 + E_3l_2 + P_1l_3}{l} \dots \dots \dots (95)$$

гдѣ P, P_1 и E_3 величины уже извѣстныя изъ предыдущихъ формулъ.

Требуемый моментъ сопротивленія и прочное сопротивленіе балокъ рассчитываются по формуламъ (6) и (7).

3. Угловыя стойки (ноги).

Вертикальное давленіе на каждую угловую стойку одинаково съ P_2 (формула 95); при этомъ обѣ угловыя стойки, которыя лежатъ близъ центра



Фиг. 24

шкивовъ, сильнѣе нагружены, чѣмъ противоположныя.

Пусть α (фиг. 24) обозначаетъ уголъ наклоненія угловыхъ стоекъ къ вертикальной линіи, тогда напряженіе угловыхъ стоекъ на раздробленіе будетъ:

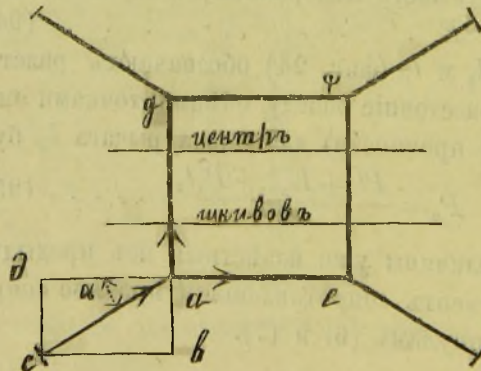
$$P_3 = \frac{P_2}{\cos. \alpha} \dots \dots \dots (96)$$

Требуемый моментъ инерціи угловыхъ стоекъ и ихъ сопротивленіе раздробленію высчитываются по формуламъ таблицы II.

4. Связь угловыхъ стоекъ (на верху пирамиды).

Пирамидальный коперъ связывается на верху вообще помощью большаго четырехугольника, двѣ стороны котораго составляютъ поперечины, на которыхъ лежатъ шкивные балки, а другія двѣ стороны параллельны этимъ балкамъ.

Обозначимъ верхнюю часть пирамиды чрезъ $agfe$ (фиг. 25) стороны че-



Фиг. 25

треугольника, параллельны шкивнымъ балкамъ, чрезъ ae и gf , максимальное значеніе для P_3 по формулѣ (96) чрезъ ac и уголъ cad между угловою стойкою ac и поперечинами ag и ef чрезъ α , тогда напряженіе связей ae и gf на сжатіе будетъ:

$$D = ac \cdot \cos. \alpha = P_3 \cdot \cos. \alpha \dots (97)$$

5. Наибольшее горизонтальное давленіе.

Наибольшее горизонтальное давленіе H разсчитывается по формулѣ (10).

Обозначимъ равнодѣйствующія канатовъ при наибольшемъ горизонтальномъ давленіи чрезъ R_1 и R_2 , сумму вѣсовъ шкивныхъ балокъ чрезъ E_1 и вѣсъ поперечины чрезъ E_3 , тогда вертикальная нагрузка обѣихъ угловыхъ стоекъ со стороны подъема (фиг. 23) будетъ:

$$P_4 = \frac{l_3}{l} (R_1 + R_2 + 2G) + \frac{E_1}{2} + E_3 \dots (98)$$

и вертикальная нагрузка остальныхъ двухъ стоекъ съ противоположной стороны:

$$P_5 = \frac{l_2}{l} (R_1 + R_2 + 2G) + \frac{E_1}{2} + E_3 \dots (99)$$

Угловые стойки наклонены къ вертикальной линіи подъ угломъ α , почему горизонтальное давленіе обѣихъ угловыхъ стоекъ со стороны подъема будетъ:

$$H_3 = P_4 \cdot \text{tang. } \alpha \dots (100)$$

и горизонтальное давленіе остальныхъ двухъ стоекъ съ противоположной стороны:

$$H_4 = P_5 \cdot \text{tang. } \alpha \dots (101)$$

Сила H_4 дѣйствуетъ по направленію наибольшаго горизонтальнаго давленія H , а H_3 —по противоположному направленію, почему все горизонтальное давленіе на горизонтѣ шкивовъ будетъ:

$$H_5 = H + H_4 - H_3 \dots (102)$$

Горизонтальное давленіе дѣйствуетъ плечомъ рычага h (высота пирамиды) и моментъ силы этого горизонтальнаго давленія будетъ:

$$M = H_5 h \dots (103)$$

Вертикальное давленіе, дѣйствующее при наибольшемъ горизонтальномъ давленіи въ центрѣ шкивовъ, разсчитывается по равнодѣйствующимъ R_1 и R_2 канатовъ (соотвѣтствующимъ наибольшему горизонтальному давленію) и по формулѣ (3)

для верхняго каната оно $= V_1 = R_1 \cos. \delta$

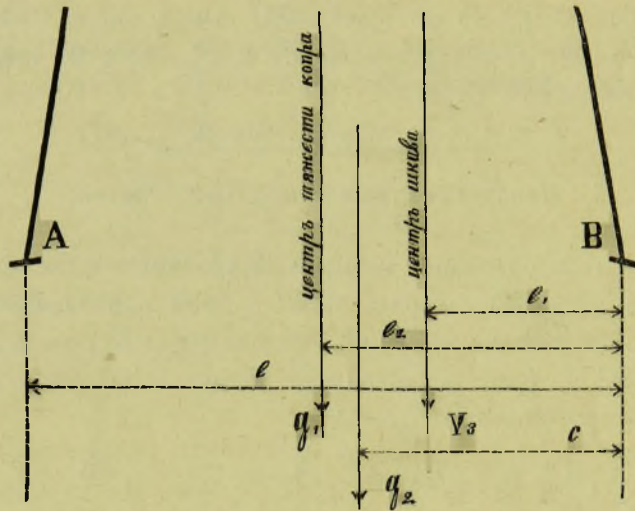
и для нижняго $= V_2 = R_2 \cos. \delta$

а сумма ихъ $V = V_1 + V_2 \dots (104)$

Если G вѣсъ шкива съ осью и подшипниками, то вертикальная нагрузка въ центрѣ шкивовъ будетъ:

$$V_3 = V + 2G \dots (105)$$

Далѣ, если G_1 (фиг. 26) обозначаетъ вѣсъ всего станка, кромѣ шки-



Фиг. 26

вовъ, l_1 —разстояніе нижней части угловыхъ стоекъ отъ центра шкива и l_2 это же разстояніе отъ центра тяжести кофра, тогда разстояніе (дѣйствующаго въ общемъ центрѣ тяжести) вѣса $G_2 = G_1 + V_3$ до точки вращенія В будетъ:

$$c = \frac{V_3 l_1 + G_1 l_2}{G_2} \dots \dots \dots (106)$$

и моментъ сопротивленія станка противъ опрокидыванія будетъ:

$$W = G_2 c \dots \dots \dots (107)$$

Остается еще моментъ силы:

$$M_1 = M - W \dots \dots \dots (108)$$

который и уравнивается при помощи анкерныхъ связей, связывающихъ нижнюю часть угловыхъ стоекъ А со стороны подъема съ угловыми стойками со стороны противоположной подъему.

Моменту силы M_1 соотвѣтствуетъ натяженіе на горизонтѣ шкивныхъ балокъ:

$$Z = \frac{M_1}{h} \dots \dots \dots (109)$$

Эта сила дѣйствуетъ на анкерныя связи нижнихъ частей угловыхъ стоекъ А на подобіе углового рычага, дѣйствующее плечо котораго имѣетъ длину h , а нагруженное l ; послѣдняя длина равна разстоянію между нижними частями ногъ А и В. Натяженіе анкерной связи (при А) на разрывъ:

$$Z_1 = \frac{Zh}{l} \dots \dots \dots (110)$$

По формулѣ (26) опредѣляютъ поперечное сѣченіе.

Примѣчаніе. Такъ какъ въ шкивныхъ станкахъ центръ шкивовъ ле-

жить ближе къ угловымъ стойкамъ со стороны подъема, чѣмъ къ стойкамъ съ противоположной стороны, то угловыя стойки и поперечины подъ шкивными балками должны быть толще со стороны подъема, чѣмъ съ противоположной стороны. На практикѣ же дѣлають ихъ съ обѣихъ сторонъ одинаковой толщины, почему можно работать съ вспомогательной подъемной машиной съ противоположной стороны; для этого стоитъ только передвинуть шкивы на надлежащее мѣсто.

в. Пирамидальные копры съ клѣтовыми отдѣленіями, расположенными одно позади другаго.

Разсчетъ нагрузки и прочности отдѣльныхъ частей станка здѣсь такой-же, какъ и при пирамидальныхъ копрахъ съ рядомъ расположенными клѣтовыми отдѣленіями. Такъ какъ шкивные балки не лежатъ здѣсь рядомъ, а по двѣ вмѣстѣ и однѣ надъ другими, то центры шкивовъ не лежатъ въ одной вертикальной плоскости, и поэтому нагрузка и прочность должны быть разсчитаны особо для каждой пары шкивныхъ балокъ съ ихъ поперечинами и уже затѣмъ сумма обѣихъ результатовъ должна приниматься во вниманіе при разсчетѣ копра.

Примѣръ. Пусть разрывающая нагрузка подъемнаго каната $B = 45000$ klgr а безопасная нагрузка $\frac{B}{5} = 9000$ klgr.

Уголъ α между обоими направленіями каната:

для верхняго каната въ его высшемъ положеніи 65°

для верхняго каната въ его низшемъ положеніи 62°

для нижняго каната въ его высшемъ положеніи 53°

для нижняго каната въ его низшемъ положеніи 50°

Вѣсъ шкива съ осью и подшипниками $= G = 2000$ klgr.; вѣсъ шкивной балки $= E = 500$ klgr. Изъ фиг. 23 или 24 имѣемъ для верхней пары шкивныхъ балокъ:

l —длина шкивной балки $= 800$ см.

l_1 —разстояніе центра тяжести балки отъ точки опоры $A = 400$ см.,

l_2 —разстояніе центра шкива отъ точки опоры $B = 500$ см.,

l_3 —разстояніе центра шкива отъ точки опоры $A = 300$ см.,

и для нижней пары шкивныхъ балокъ:

$l = 970$ см., $l_1 = 535$ см., $l_2 = 335$ см., и $l_3 = 635$ см.

1. Шкивные балки.

а. Верхняя пара балокъ.

Равнодѣйствующая верхняго каната при разрывающей нагрузкѣ и его низшемъ положеніи, по формулѣ (1), будетъ:

$$R_1 = \sqrt{45000^2 + 45000^2 + 2.45000.45000 \cos 62^\circ}$$

$$= \sqrt{4050'000000 + 4050'000000.0,4695}$$

$$= \sqrt{4050'000000 + 1901'475000} = 77145 \text{ klgr.}$$

Нагрузка каждой шкивной балки для плеча рычага $l_2 = 500$ см. рассчитывается по формулѣ (4) и =

$$P = \frac{500.400 + \frac{77145 + 2000}{2} \cdot 300}{800} = \frac{200000 + 11'873250}{800} = 15092 \text{ klgr.}$$

Если шкивной станокъ желѣзный, то коэффициентъ относительной прочности $K = 4000$ klgr. на \square см. и моментъ сопротивленія балокъ, по формулѣ (6):

$$W = \frac{15092.500}{4000} = 1887$$

При опредѣленіи размѣровъ балокъ нужно W помножить на коэффициентъ прочности. Такъ, при шестикратной прочности:

$$W = 6.1887 = 11322$$

по этой величѣ и опредѣляются размѣры балокъ.

b. Нижняя пара балокъ.

Равнодѣйствующая нижняго каната при разрывающей нагрузкѣ и его низшемъ положеніи по формулѣ (1) будетъ:

$$R_1 = \sqrt{45000^2 + 45000^2 + 2.45000.45000. \cos 50^\circ}$$

$$= \sqrt{4050'000000 + 4050'000000.0,6428}$$

$$= \sqrt{4050'000000 + 2603'340000} = 81568 \text{ klgr.}$$

Нагрузка каждой шкивной балки для плеча рычага $l_2 = 335$ см. рассчитывается по формулѣ (4) и =

$$P = \frac{500.535 + \frac{81568 + 2000}{2} \cdot 635}{970} = \frac{267500 + 26'532840}{970} = 27629 \text{ klgr.}$$

Требуемый моментъ сопротивленія желѣзныхъ балокъ, при коэффициентѣ K относительной прочности = 4000 klgr. на \square см., по формулѣ (6), будетъ:

$$W = \frac{27629.335}{4000} = 2314$$

а при шестикратной прочности балокъ:

$$W = 6.2314 = 13884$$

2. Поперечины.

Поперечины должны соответствовать наибольшей нагрузкѣ шкивныхъ балокъ. Каждая поперечина нагружена только одной парой балокъ, поэтому, при расчетѣ этой нагрузки, всегда вводится равнодѣйствующая R_1 канатовъ при разрывающей нагрузкѣ. Нагрузка поперечинъ въ центрѣ шкива со стороны подъема по формулѣ (85) будетъ:

для верхней поперечины:

$$P = \frac{300}{800} (77145 + 2000) + 500 = 30680 \text{ klgr.}$$

и для нижней поперечины:

$$P = \frac{635}{970} (81568 + 2000) + 500 = 55706 \text{ klgr.}$$

Нагрузка поперечинъ въ центрѣ шкива со стороны, противоположной подъему, по формулѣ (90) будетъ:

для верхней поперечины:

$$P = \frac{500}{800} (77145 + 2000) + 500 = 50472 \text{ klgr.}$$

и для нижней поперечины:

$$P = \frac{335}{970} (81568 + 2000) + 500 = 29860 \text{ klgr.}$$

Такъ какъ центръ шкивовъ находится по серединѣ поперечинъ, т.е. въ центрѣ тяжести послѣднихъ, то нагрузка P и вѣсъ E_2 балки совпадаютъ, при чемъ формула (95) принимаетъ слѣдующій видъ:

$$P_2 = \frac{(P + E_2) l_1}{l} \dots \dots \dots (111)$$

и такъ какъ $l_1 = \frac{l}{2}$ то для плеча рычага $\frac{l}{2}$:

$$P_2 = \frac{P + E_2}{2} \dots \dots \dots (112)$$

Если l длина верхней поперечины = 300 см. и нижней = 400 см., вѣсъ E_2 верхней поперечины = 300 klgr. и нижней = 400 klgr., тогда нагрузка верхнихъ поперечинъ для плеча рычага $\frac{l}{2} = \frac{300}{2} = 150$ см., по формулѣ (112), будетъ:

для поперечины со стороны подъема:

$$P_2 = \frac{30680 + 300}{2} = 15640 \text{ klgr.}$$

и для поперечины со стороны противоположной подъему:

$$P_2 = \frac{50472 + 300}{2} = 25536 \text{ klgr.}$$

Нагрузка нижнихъ поперечинъ для плеча рычага $\frac{l}{2} = \frac{400}{2} = 200$ см, по

формулѣ (112), будетъ:

для поперечины со стороны подъема:

$$P_2 = \frac{55706 + 400}{2} = 28254 \text{ klgr.}$$

и для поперечины со стороны противоположной подъему:

$$P_2 = \frac{29860 + 400}{2} = 15330 \text{ klgr.}$$

Требуемый момент сопротивления поперечинъ опредѣляется по формулѣ (6); при коэффициентѣ K относительной прочности = 400 klgr. на \square см. и шестикратной прочности поперечинъ, — моментъ сопротивления поперечинъ со стороны подъема будетъ:

для верхней поперечины:

$$W = \frac{15640.150}{4000} \cdot 6 = 3520$$

и для нижней поперечины:

$$W = \frac{28254.200}{4000} \cdot 6 = 8476$$

Моментъ сопротивленія поперечинъ со стороны противоположной подъему будетъ:

для верхней поперечины:

$$W = \frac{25536.150}{4000} \cdot 6 = 5746$$

и для нижней поперечины:

$$W = \frac{15330.200}{4000} \cdot 6 = 4600$$

3. Угловыя стойки.

Вертикальное давленіе на угловыя стойки составляется изъ одновременнаго давленія верхнихъ и нижнихъ поперечинъ съ ихъ нагрузками. При разрывающей нагрузкѣ канатовъ это давленіе уже опредѣлено (стр. 407), теперь остается опредѣлить это давленіе при безопасной нагрузкѣ канатовъ.

Равнодѣйствующая верхняго каната въ его низшемъ положеніи при безопасной нагрузкѣ по формулѣ (1) будетъ:

$$\begin{aligned} R_2 &= \sqrt{9000^2 + 9000^2 + 2 \cdot 9000 \cdot 9000 \cdot \cos. 62^\circ} \\ &= \sqrt{162'000000 + 162'000000 \cdot 0,4695} \\ &= \sqrt{162'000000 + 76'059000} = 15429 \text{ klgr.} \end{aligned}$$

Равнодѣйствующая нижняго каната въ его высшемъ положеніи при безопасной нагрузкѣ по формулѣ (1) будетъ:

$$\begin{aligned} R_2 &= \sqrt{9000^2 + 9000^2 + 2 \cdot 9000 \cdot 9000 \cdot \cos. 53^\circ} \\ &= \sqrt{162'000000 + 162'000000 \cdot 0,6018} \\ &= \sqrt{162'000000 + 97'491600} = 16109 \text{ klgr.} \end{aligned}$$

Нагрузка поперечинъ въ центрѣ шкива со стороны подъема, по формулѣ (85), будетъ:

для верхей поперечины:

$$P = \frac{300}{800} (15429 + 2000) + 500 = 7536 \text{ klgr.}$$

и для нижней поперечины:

$$P = \frac{635}{970} (16109 + 2000) + 500 = 11854 \text{ klgr.}$$

Нагрузка поперечинъ въ центрѣ шкива со стороны противоположной подъему, по формулѣ (90), будетъ:
для верхней поперечины.

$$P = \frac{500}{800} (15429 + 2000) + 500 = 11894 \text{ klgr.}$$

и для нижней поперечины:

$$P = \frac{335}{970} (16109 + 2000) + 500 = 7254 \text{ klgr.}$$

Нагрузка поперечинъ въ ихъ центрѣ тяжести, по формулѣ (112), будетъ.

1) для верхней поперечины:

со стороны подъема—

$$P_2 = \frac{7536 + 300}{2} = 4068 \text{ klgr.}$$

со стороны противоположной подъему—

$$P_2 = \frac{11894 + 300}{2} = 6248 \text{ klgr.}$$

2) для нижней поперечины:

со стороны подъема—

$$P_2 = \frac{11854 + 400}{2} = 6328 \text{ klgr.}$$

со стороны противоположной подъему—

$$P_2 = \frac{7254 + 400}{2} = 4028 \text{ klgr.}$$

Нагрузка угловыхъ стоекъ одинакова съ нагрузкой поперечинъ въ ихъ серединѣ и = P_2 . Такимъ образомъ вертикальное давленіе каждой угловой стойки при низшихъ положеніяхъ обоихъ канатовъ (наибольшее вертикальное давленіе) будетъ:

со стороны подъема:

для нижней поперечины при разрывающей нагрузкѣ $P_2 = 28254 \text{ klgr.}$

для верхней поперечины при безопасной нагрузкѣ $P_2 = 6328 \text{ „}$
сумма 34582 klgr.

со стороны противоположной подъему:

для нижней поперечины при разрывающей нагрузкѣ $P_2 = 15330 \text{ klgr.}$

для верхней поперечины при безопасной нагрузкѣ $P_2 = 4028 \text{ „}$
сумма 19358 klgr.

Вертикальное давленіе каждой угловой стойки при высшихъ положеніяхъ обоихъ канатовъ (наибольшее горизонтальное давленіе) будетъ:

со стороны подъема:

для верхней поперечины при разрывающей нагрузкѣ $P_2 = 15640 \text{ klgr.}$

для нижней поперечины при безопасной нагрузкѣ $P_2 = 6328 \text{ „}$
сумма 21968 klgr.

со стороны противоположной подъему:

для верхней поперечины при разрывающей нагрузкѣ $P_2 = 25536$ klgr.

для нижней поперечины при безопасной нагрузкѣ $P_2 = 4028$ „
сумма 29564 klgr.

Наибольшее вертикальное давленіе на обѣ угловыя стойки со стороны подъема бываетъ при низшихъ положеніяхъ обоихъ канатовъ (наибольшее вертикальное давленіе) и для каждой угловой стойки = 34582 klgr.

Наибольшее вертикальное давленіе на обѣ угловыя стойки со стороны противоположной подъему, бываетъ при высшихъ положеніяхъ обоихъ канатовъ (наибольшее горизонтальное давленіе) и для каждой угловой стойки = 29564 klgr.

Пусть угловыя стойки наклонены къ вертикальной линіи подъ угломъ въ 11° и длина ихъ = 2037 см., тогда напряженіе угловыхъ стоекъ со стороны подъема, по формулѣ (96), будетъ:

$$P_3 = \frac{34582}{\cos 11^\circ} = \frac{34582}{0.9816} = 35230 \text{ klgr.}$$

и со стороны противоположной подъему:

$$P_3 = \frac{29564}{\cos. 11^\circ} = \frac{29564}{0.9816} = 30118 \text{ klgr.}$$

Если четыре угловыя стойки связаны между собою на подобіе рѣшетки, то, при коэффициентѣ упругости E , равномъ для желѣза 2'000000 klgr. на \square см., требуемый моментъ инерціи (по № 4 табл. II) для угловыхъ стоекъ со стороны подъема будетъ:

$$T_1 = \frac{35230.2037^2}{29,61.2'000000} = 2468.$$

и для угловыхъ стоекъ со стороны противоположной подъему:

$$T_1 = \frac{30118.2037^2}{29,61.2'000000} = 2110.$$

При шестикратной прочности надо моментъ инерціи помножить на 6, такъ что для угловыхъ стоекъ со стороны подъема имѣемъ:

$$T_1 = 2468.6 = 14808$$

и для угловыхъ стоекъ со стороны противоположной подъему:

$$T_1 = 2110.6 = 12660.$$

4. СВЯЗЬ УГЛОВЫХЪ СТОЕКЪ

(на верху пирамиды).

Пусть уголъ α , образуемый угловыми стойками съ поперечинами = 7° , тогда напряженіе связей, параллельныхъ скивнымъ балкамъ (при наибольшемъ значеніи для $P_3 = 35230$ klgr.), на сжатіе, по формулѣ (97), будетъ:

$$D = 35230. \cos. 7^\circ = 35230.0,9925 = 34966 \text{ klgr.}$$

Коэффициентъ K сопротивленія сжатію для желѣза = 4000 klgr. на

□ см., слѣдовательно, поперечное сѣченіе связей, при шестикратной прочности, по формулѣ (26), для каждой стороны пирамиды будетъ:

$$F = \frac{34966}{4000} \cdot 6 = 52,4 \text{ □ см.}$$

5. Наибольшее горизонтальное давленіе.

Равнодѣйствующая R_1 верхняго каната въ его высшемъ положеніи при разрывающей нагрузкѣ, будетъ по формулѣ (1):

$$\begin{aligned} R_1 &= \sqrt{45000^2 + 45000^2 + 2 \cdot 45000 \cdot 45000 \cdot \cos. 65^\circ} \\ &= \sqrt{4050'000000 + 4050'000000 \cdot 0,4226} \\ &= \sqrt{4050'000000 + 1711'530000} = 75905 \text{ klgr.} \end{aligned}$$

Уголь α между обоими направленіями каната равенъ при этомъ 65° , слѣдовательно уголь $\delta = \frac{65^\circ}{2} = 32,5^\circ$, и горизонтальное давленіе, по формулѣ (2), будетъ:

$$H_1 = 75905 \cdot \sin. 32,5^\circ = 75905 \cdot 0,5373 = 40784 \text{ klgr.}$$

Равнодѣйствующая R_2 нижняго каната въ его высшемъ положеніи при безопасной нагрузкѣ (по стр. 408) будетъ:

$$R_2 = 16109 \text{ klgr.}$$

Уголь α между обоими направленіями каната равенъ при этомъ 53° , по этому уголь $\delta = \frac{53}{2} = 26,5^\circ$, и горизонтальное давленіе, по формулѣ (2), будетъ:

$$H_2 = 16109 \cdot \sin. 26,5^\circ = 16109 \cdot 0,4462 = 7188 \text{ klgr.}$$

Вертикальное разстояніе отъ низа пирамиды до горизонта верхняго шкива $h = 2000$ см., это же разстояніе до горизонта нижняго шкива $h_1 = 1600$ см.

Тогда горизонтальное давленіе вверху пирамиды:

$$H = 40784 + \frac{7188 \cdot 1600}{2000} = 46534 \text{ klgr.}$$

Въ шкивныхъ станкахъ съ вѣтвевыми отдѣленіями, расположенными одно позади другаго, шкивные балки лежатъ по двѣ и одна пара надъ другой, почему формула (98) для вертикальной нагрузки угловыхъ стоекъ со стороны подъема приметъ слѣдующій видъ:

$$P_4 = \frac{1_3}{1} (R + G) + E + E_3 \quad . \quad . \quad . \quad (113)$$

и для вертикальной нагрузки угловыхъ стоекъ со стороны противоположной подъему:

$$P_5 = \frac{1_2}{1} (R + G) + E + E_3 \quad . \quad . \quad . \quad (114)$$

Если ввести въ эти формулы значенія R_1 и R_2 равнодѣйствующихъ

наибольшаго горизонтальнаго давленія, то вертикальная нагрузка угловыхъ стоекъ будетъ:

со стороны подъема:

для верхняго каната:

$$P_4 = \frac{300}{800} (75905 + 2000) + 500 + 300 = 30014 \text{ klgr.}$$

для нижняго каната:

$$P_4 = \frac{635}{970} (16109 + 2000) + 500 + 400. = 12754 \text{ „}$$

для обоихъ канатовъ $P_4 = 42768 \text{ klgr.}$

со стороны противоположной подъему:

для верхняго каната:

$$P_5 = \frac{600}{800} (75905 + 2000) + 500 + 300. = 49491 \text{ klgr.}$$

для нижняго каната:

$$P_5 = \frac{335}{970} (16109 + 2000) + 500 + 400. = 7154 \text{ „}$$

для обоихъ канатовъ $P_5 = 56645 \text{ klgr.}$

Горизонтальное давленіе этихъ нагрузокъ будетъ:

со стороны подъема, по формулѣ (100):

$$H_3 = 42768. \text{ tang. } 11^\circ = 42768.0,1944 = 8314 \text{ klgr.}$$

со стороны противоположной подъему, по формулѣ (101):

$$H_4 = 56645 \text{ tang. } 11^\circ = 56645.0,1944 = 11011 \text{ klgr.}$$

Горизонтальное давленіе на горизонтѣ верхнихъ шкивныхъ балокъ будетъ, по формулѣ (102):

$$H_5 = 46534 + 11011 - 8314 = 49231 \text{ klgr.}$$

и дѣйствуетъ, по формулѣ (103), моментомъ силъ:

$$M = 49231.2000 = 98'462000.$$

Вертикальное давленіе, дѣйствующее въ центрахъ шкивовъ при наибольшемъ горизонтальномъ давленіи, рассчитывается по равнодѣйствующимъ R_1 и R_2 высшихъ положеній канатовъ и, по формулѣ (3), будетъ:

для верхняго каната:

$$V_1 = 75905. \text{ cos. } 32,5^\circ = 75905.0,8434 = 64018 \text{ klgr.}$$

для нижняго каната:

$$V_2 = 16109. \text{ cos. } 26,5^\circ = 16109.0,8949 = 14416 \text{ klgr.}$$

Вертикальное давленіе по формулѣ (105) будетъ:

въ центрѣ одного шкива:

$$V_3 = 64018 + 2000 = 66018 \text{ klgr.}$$

въ центрѣ другаго шкива:

$$V_4 = 14416 + 2000 = 16416 \text{ klgr.}$$

Формула (105) превращается здѣсь въ слѣдующую формулу:

$$V_3 = V + G \text{ (115)}$$

такъ какъ $2G$ распредѣляется по ровну на два шкива. Предположимъ, что вѣсъ шкивного станка (безъ шкивовъ съ осями и подшипниками) $G_1 = 45000$ klgr., разстояніе внизу между угловыми стойками со стороны подъема $l = 1400$ см., разстояніе центра тяжести G_1 отъ точки вращенія B (фиг. 26) $l_2 = 700$ см., разстояніе центра нижняго шкива съ нагрузкою въ 16416 klgr отъ точки вращенія $B = l_1 = 635$ см., а разстояніе центра верхняго шкива съ нагрузкою въ 66018 klgr. отъ точки вращенія $B = l_3 = 800$ см., тогда вѣсъ въ общемъ центрѣ тяжести $= 45000 + 16416 + 66018 = 127534$ klgr. и разстояніе общаго центра тяжести отъ точки вращенія B , по формулѣ (106), будетъ:

$$c = \frac{(16416 \cdot 635) + (45000 \cdot 700) + (66018 \cdot 800)}{126604} = \frac{10'424160 + 31'500000 + 52'814400}{126604} = 748,2 \text{ см.}$$

Моментъ сопротивленія станка противъ горизонтальнаго давленія, по формулѣ (107), будетъ:

$$W = 126604 \cdot 748,2 = 94'725113$$

Такимъ образомъ, по формулѣ (108), остается еще моментъ силы:

$$M_1 = 98'462000 - 94'725113 = 3'636887$$

который и уравнивается анкерными связями. Этому моменту силъ соотвѣтствуетъ, по формулѣ (109), натяженіе на горизонтѣ верхнихъ шкивныхъ балокъ:

$$Z = \frac{3'636887}{2000} = 1818 \text{ klgr.}$$

Натяженіе на разрывъ анкерныхъ связей между нижними концами угловыхъ стоекъ со стороны, противоположной подъему, будетъ по формулѣ (110).

$$Z_1 = \frac{1818 \cdot 2000}{1400} = 2597 \text{ klgr.}$$

Требуемое для этого поперечное сѣченіе, по формулѣ (26), и при шестикратной прочности будетъ:

$$F = \frac{2597}{4000} \cdot 6 = 3,89 \text{ □ см.}$$

что соотвѣтствуетъ приблизительно двумъ анкернымъ связямъ въ 16 мм каждая.

с. Неирамидальные копры.

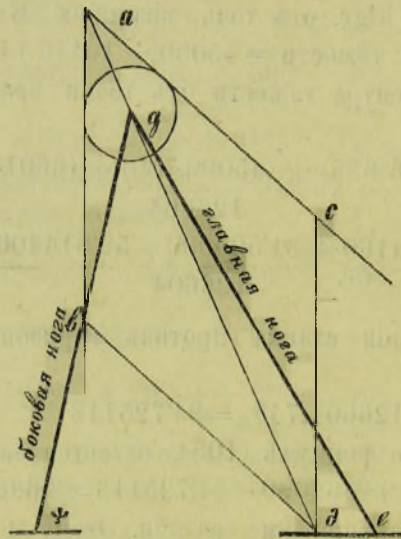
1. Направленіе главныхъ ногъ.

Ноги эти находятся со стороны подъема и расположены (по пункту 1 стр. 387) по направленію равнодѣйствующей, соотвѣтствующей наибольшему горизонтальному давленію, т. е. равнодѣйствующей верхняго каната въ его высшемъ положеніи.

2. НАПРАВЛЕНІЕ БОКОВЫХЪ НОГЪ.

Ноги эти служатъ подпорами для шкивного станка и находятся со стороны шахты.

Пусть ae (фиг. 27) будетъ направленіе главныхъ ногъ по равнодѣй-



Фиг. 27.

ствующей верхняго каната въ его высшемъ положеніи, ac и ab — направленіе обоихъ канатовъ въ низшемъ положеніи (соотвѣтствующемъ наибольшему вертикальному давленію); продолжимъ равнодѣйствующую ad канатовъ ac и ab до горизонта низа ноги e и построимъ на ad параллелограмъ силъ $acdb$, тогда b будетъ точка пересѣченія боковой ноги съ вертикальной линіей ab .

3. НАГРУЗКА ЧАСТЕЙ ШКИВНАГО СТАНКА.

Напряженіе здѣсь бываетъ троякое:

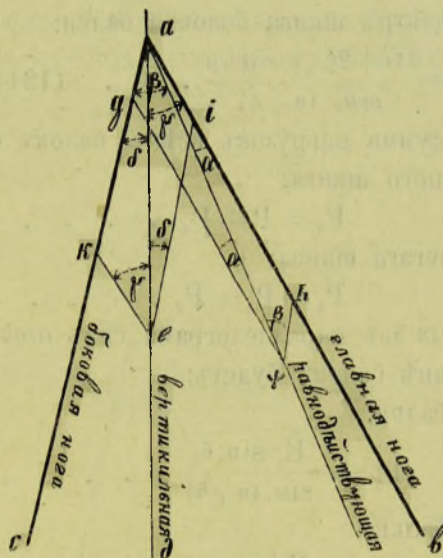
- при наибольшемъ вертикальномъ давленіи,
- при наибольшемъ горизонтальномъ давленіи и
- при застрѣваніи клѣты подъ поперечинами шкивного станка.

Въ послѣднемъ случаѣ боковыя ноги подвергаются напряженію на изломъ и это напряженіе находится въ прямой зависимости отъ горизонтальнаго давленія и будетъ наибольшее при высшемъ положеніи верхняго каната.

4. П О П Е Р Е Ч И Н Ы.

Обозначимъ равнодѣйствующую каната при разрывающей нагрузкѣ чрезъ R_1 и при безопасной нагрузкѣ чрезъ R_2 , вѣсъ шкива съ осью и подшипниками чрезъ G , вѣсъ шкивной балки чрезъ G_1 , вѣсъ обоихъ попере-

чинъ, на которыхъ расположены шкивные балки, со связями, чрезъ E_1 , главныя ноги (фиг. 28) чрезъ ab , боковыя чрезъ ac , вертикальную линію, про-



Фиг. 28.

ходящую чрезъ центръ шкивовъ, чрезъ ad и соотвѣтствующую равнодѣйствующую R_1 или R_2 чрезъ af и построимъ на послѣдней параллелограмъ силъ $ahfg$, въ которомъ ah и gf параллельны главной ногѣ ab , а ag и fh параллельны боковой ногѣ ac ,—тогда нагрузка (отъ равнодѣйствующей) на поперечину главной ноги будетъ:

въ центрѣ одного шкива:

$$P = \frac{R_1 \sin. \beta}{\sin. (\beta + \alpha)} \dots \dots \dots (116)$$

въ центрѣ другаго шкива:

$$P_1 = \frac{R_2 \sin. \beta}{\sin. (\beta + \alpha)} \dots \dots \dots (117)$$

Нагрузка (отъ равнодѣйствующей) на поперечину боковой ноги будетъ

въ центрѣ одного шкива:

$$P = \frac{R_1 \sin. \alpha}{\sin. (\alpha + \beta)} \dots \dots \dots (118)$$

въ центрѣ другаго шкива:

$$P_1 = \frac{R_2 \sin. \alpha}{\sin. (\alpha + \beta)} \dots \dots \dots (119)$$

Пусть вертикальная $ae = G + 2G_1$ (фиг. 28) и построенъ на ней параллелограмъ силъ $aick$, въ которомъ ai и ke параллельны главной ногѣ, а ak и ie параллельны боковой ногѣ, тогда давленіе (отъ шкива и шкивныхъ балокъ) будетъ:

въ каждомъ центрѣ шкива главной балки:

$$P_2 = \frac{(G + 2G_1) \sin. \delta}{\sin. (\vartheta + \delta)} \dots \dots \dots (120)$$

въ каждомъ центрѣ шкива боковой балки:

$$P_2 = \frac{(G + 2G_1) \sin. \vartheta}{\sin. (\vartheta + \delta)} \dots \dots \dots (121)$$

Такимъ образомъ сумма нагрузокъ всѣхъ балокъ будетъ:

въ центрѣ одного шкива:

$$P_3 = P + P_2 \dots \dots \dots (122)$$

въ центрѣ другого шкива;

$$P_3 = P_1 + P_2 \dots \dots \dots (123)$$

Пусть $ae = E_1$, тогда изъ параллелограмма силъ *aiek* имѣемъ, что давленіе (отъ вѣса) въ срединѣ балокъ будетъ:

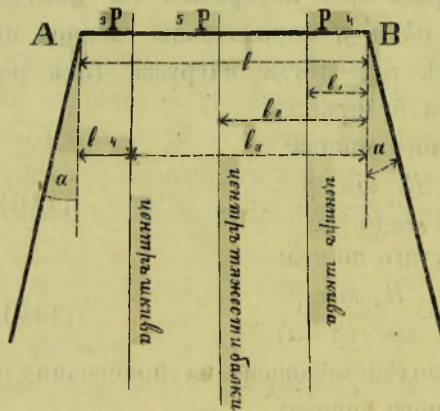
для главной балки:

$$P_5 = \frac{E_1 \sin. \delta}{\sin. (\vartheta + \delta)} \dots \dots \dots (124)$$

для боковой балки:

$$P_5 = \frac{E_1 \sin. \vartheta}{\sin. (\vartheta + \delta)} \dots \dots \dots (125)$$

Если l_1, l_2, l_3 и l_4 (фиг. 29) обозначаютъ разстоянія нагрузокъ P_3, P_4



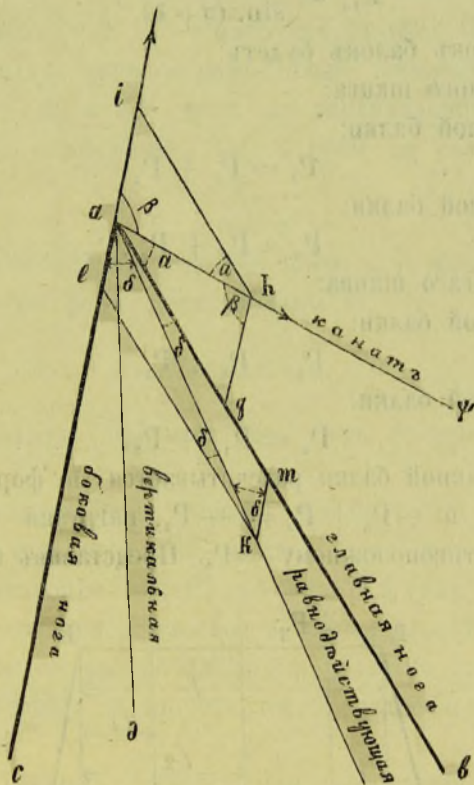
фиг. 29.

и P_5 отъ точекъ опоръ, l —разстояніе между обѣими точками опоры A и B, то напряженіе балокъ при относительной прочности для плеча рычага l_1 будетъ:

$$P_6 = \frac{P_3 l_2 + P_5 l_2 + P_4 l_1}{l} \dots \dots \dots (126)$$

При застряваніи одной клѣти подъ поперечинами (при поздней остановкѣ машины), другая клѣть въ это время находится на самомъ низу шахты, и на шкивъ этой послѣдней дѣйствуетъ только вѣсъ каната; канатъ находится при этомъ въ низшемъ положеніи. Пусть его равнодѣйствующая бу-

деть R_3 ; канатъ застрявшей клѣти подвергается разрывающей нагрузкѣ B . Далѣе, пусть ac (фиг. 30) будетъ боковая нога, af канатъ съ разрывающей нагрузкой $B = ah$, ab —главная нога, $aihq$ —параллелограмъ силъ, построенный на ah , въ которомъ ai и qh параллельны боковой ногѣ, а aq и ih параллельны главной ногѣ; тогда нагрузка отъ каната $ah = B$ будетъ:



фиг. 30,

1) въ центрѣ одного шкива:

для главной балки:

$$P_7 = \frac{B \sin. \beta}{\sin. (\beta + \alpha)} \dots \dots \dots (127)$$

для боковой балки:

$$P_8 = \frac{B \sin. \alpha}{\sin. (\beta + \alpha)} \dots \dots \dots (128)$$

Сила P_8 отрицательная, потому что дѣйствуетъ по направленію, противоположному давленію на балки.

Построимъ на равнодѣйствующей (фиг. 30) $R_3 = ak$ параллелограммъ силъ $alkt$, въ которомъ al и kt параллельны боковой ногѣ, а lk и at параллельны главной ногѣ, тогда нагрузка отъ равнодѣйствующей $ak = R_3$ будетъ:

2) въ центрѣ другаго шкива:

для главной балки:

$$P_9 = \frac{R_3 \cdot \sin. \delta}{\sin. (\sigma + \delta)} \dots \dots \dots (129)$$

для боковой балки:

$$P_{10} = \frac{R_3 \sin. \sigma}{\sin. (\sigma + \delta)} \dots \dots \dots (130)$$

Сумма нагрузокъ балокъ будетъ:

въ центрѣ одного шкива:

для главной балки:

$$P_8 = P_7 + P_2 \dots \dots \dots (131)$$

для боковой балки:

$$P_3 = P_8 + P_2 \dots \dots \dots (132)$$

въ центрѣ другаго шкива:

для главной балки:

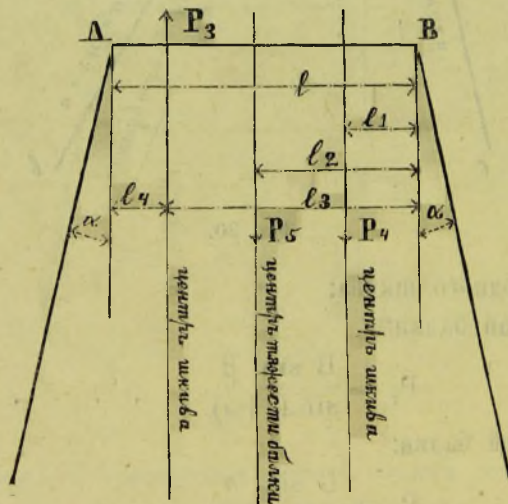
$$P_4 = P_9 + P_2 \dots \dots \dots (133)$$

для боковой балки:

$$P_5 = P_{10} + P_2 \dots \dots \dots (134)$$

Напряженіе главной балки рассчитывается по формулѣ (126).

При $-P_8 > P_2$ и $-P_8 + P_2 = -P_3$, нагрузки P_4 и P_5 дѣйствуютъ по направленію противоположному $-P_3$. Представивъ эти силы на фиг. 31,



фиг. 31.

получимъ, что напряженіе балки, при относительной прочности, для плеча рычага l_4 будетъ:

$$P_6 = \frac{-P_3 l_3 + (P_5 l_2 + P_4 l_1)}{l} \dots \dots \dots (135)$$

Наибольшее значеніе для P_6 бываетъ при равнодѣйствующихъ R_1 и R_2 ,

обоихъ канатовъ въ ихъ высшемъ или низшемъ положеніи, или же при равнодѣйствующей R_3 и канатѣ В; при этомъ также бываетъ и наибольшее напряженіе балокъ (при относительной прочности). Моментъ сопротивленія и прочное сопротивленіе балокъ опредѣляются по формуламъ (6) и (7).

5. Главныя ноги.

Наибольшее значеніе для P_c — нагрузки главной балки — дѣйствуетъ по направленію главныхъ ногъ и параллельно шкивамъ. Пусть α будетъ уголъ наклоненія (фиг. 29 и 31) ногъ къ вертикальной плоскости, параллельной шкивамъ, тогда напряженіе каждой ноги на раздробленіе будетъ:

$$P_{11} = \frac{P_c}{\cos. \alpha} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (136)$$

Требуемый моментъ инерціи главной ноги и ея сопротивленіе раздробленію рассчитываются по формуламъ таблицы II.

6. Боковыя ноги.

Боковыя ноги должны противостоятъ какъ разрыву, такъ и раздробленію.

Напряженіе на раздробленіе бываетъ при нагрузкѣ равнодѣйствующими R_1 и R_2 , дѣйствуетъ оно по длинѣ каждой ноги параллельно шкивамъ и равно наибольшему значенію для P_c по формулѣ (126). Если α уголъ наклоненія ногъ къ вертикальной плоскости, параллельной шкивамъ, тогда напряженіе каждой ноги на раздробленіе опредѣляется по формулѣ (136), а требуемый моментъ инерціи и сопротивленіе раздробленію опредѣляются по формуламъ таблицы II.

Напряженіе на разрывъ бываетъ при застряваніи клѣти подѣ поперечинами, дѣйствуетъ по длинѣ каждой ноги параллельно шкивамъ и равно наибольшему значенію для P_c по формулѣ (135). Если α уголъ наклоненія ногъ къ вертикальной плоскости, параллельной шкивамъ, тогда напряженіе каждой ноги на разрывъ опредѣляется по формулѣ (136), а требуемое поперечное сѣченіе ногъ и ихъ абсолютная прочность опредѣляются по формуламъ (25) и (26). Анкерныя связи рассчитываются на такое же сопротивленіе разрыву, какъ и ноги.

7. Наибольшее горизонтальное давленіе.

Наибольшее горизонтальное давленіе опредѣляется по формулѣ (10) и = Н.

Обозначимъ вертикальное разстояніе отъ верхняго края шкива, на который дѣйствуетъ горизонтальное давленіе, до низа станка чрезъ h , тогда моментъ силы горизонтальнаго давленія будетъ:

$$M = Nh \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (137)$$

Нагрузка ногъ по ихъ длинѣ опредѣляется по формуламъ (116)—(125), введя въ нихъ равнодѣйствующія R_1 и R_2 для высшихъ положеній канатовъ, соответствующихъ наибольшему горизонтальному давленію. Пусть сумма нагрузокъ для главныхъ ногъ по ихъ длинѣ будетъ D и для боковыхъ ногъ — D_1 , уголъ наклоненія главныхъ ногъ къ вертикальной линіи, проходящей черезъ центръ шкива, — α , уголъ наклоненія боковыхъ ногъ къ той же линіи — β , — тогда горизонтальное давленіе (въ верхней части ногъ) будетъ:

отъ главныхъ ногъ:

$$H_1 = D \sin. \alpha (138)$$

отъ боковыхъ ногъ:

$$H_2 = D_1 \sin. \beta (139)$$

при чемъ H_2 дѣйствуетъ по направленію наибольшаго горизонтальнаго давленія, а H_1 по противоположному направленію.

Вертикальное давленіе (въ верхней части ногъ) отъ вѣса рассчитывается по формуламъ (41) и (42). Если это давленіе будетъ для главныхъ ногъ D_3 , а для боковыхъ — D_4 и α и β — углы наклоненія ногъ, тогда горизонтальное давленіе (въ верхней части ногъ) отъ вѣса ногъ будетъ:

отъ главныхъ ногъ:

$$H_3 = D_3 \tan g. \alpha (140)$$

отъ боковыхъ ногъ:

$$H_4 = D_4 \tan g. \beta (141)$$

при чемъ H_4 дѣйствуетъ по направленію наибольшаго горизонтальнаго давленія, а H_3 по противоположному направленію.

Обозначивъ вертикальное разстояніе отъ верха ногъ до низа черезъ h_1 , получимъ, что моментъ силы, соответствующій наибольшему горизонтальному давленію, на верху ногъ будетъ:

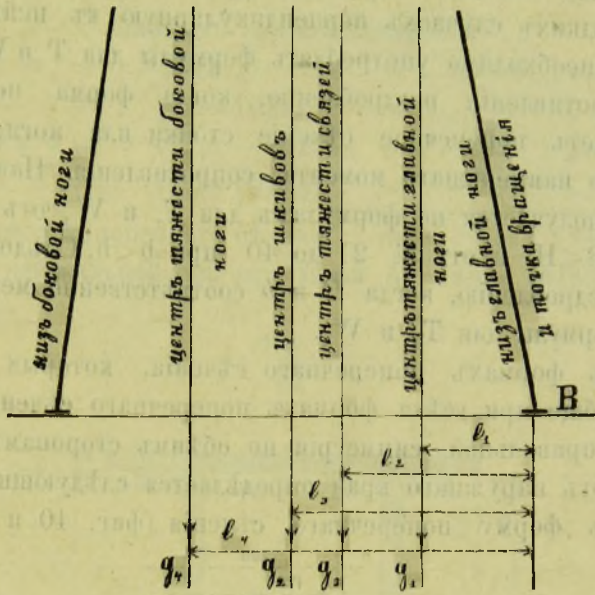
$$M_1 = [(H_1 + H_3) - (H_2 + H_4)]h_1 (142)$$

и въ дѣйствительности остается моментъ силъ для наибольшаго горизонтальнаго давленія:

$$M_2 = M - M_1 (143)$$

Вертикальная нагрузка въ центрѣ шкивовъ, соответствующая наибольшему горизонтальному давленію, опредѣляется изъ равнодѣйствующихъ R_1 и R_2 для высшихъ положеній канатовъ и по формулѣ (3) равно V_1 и $V_2 = V$.

Если вѣсъ главныхъ ногъ будетъ G_1 , вѣсъ обоихъ шкивовъ съ осями, подшипниками, шкивными балками, поперечинами и вертикальною нагрузкою обозначимъ черезъ G_2 , вѣсъ связей черезъ G_3 , вѣсъ боковыхъ ногъ черезъ G_4 и сумму вѣсовъ $G_1 + G_2 + G_3 + G_4$ черезъ G , горизонтальныя разстоянія центровъ тяжестей этихъ вѣсовъ отъ низа ноги B (какъ точки вращенія для опрокидыванія копра отъ горизонтальнаго давленія) черезъ l_1, l_2, l_3 и l_4 (фиг. 32), — тогда разстояніе общаго центра тяжести G отъ точки вращенія B будетъ:



фиг. 32.

$$c = \frac{G_1 l_1 + G_3 l_2 + G_2 l_3 + G_4 l_4}{G} \dots \dots \dots (144)$$

и моментъ сопротивленія станка противъ опрокидыванія будетъ:

$$W = Gc \dots \dots \dots (145)$$

III. Смѣшанная балочно-копровая система.

Въ зависимости отъ разнообразныхъ устройствъ этой системы находятся напряженія и прочность отдѣльныхъ частей шкивного станка и величины эти опредѣляются по вышеприведеннымъ формуламъ для балочной и копровой системъ.

ТАБЛИЦА I.

Формулы для опредѣленія моментовъ инерціи, моментовъ сопротивленія, площадей и разстояній нейтральныхъ осей отъ соответственныхъ наружныхъ краевъ, формулы, применимыя для различныхъ сѣченій, встречающихся при конструкціяхъ шкивныхъ станковъ.

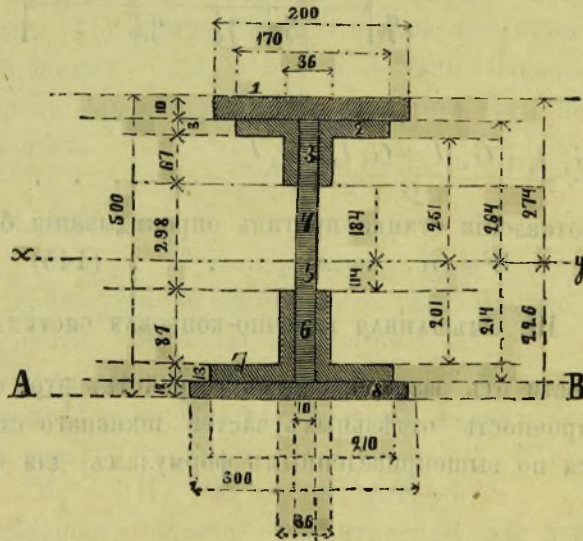
Въ нижеслѣдующей таблицѣ (для даннаго поперечнаго сѣченія) моментъ инерціи T и моментъ сопротивленія W относятся къ нейтральной оси xu ; моментъ же инерціи T_1 и моментъ сопротивленія W_1 относятся къ нейтральной оси wz , т. е. формулы для T и W слѣдуетъ употреблять тогда, когда сила дѣйствуетъ перпендикулярно къ нейтральной оси xu , а формулы для T_1 и W_1 слѣдуетъ применять тогда, когда сила дѣйствуетъ перпендикулярно къ нейтральной оси wz .—При относительной прочности, когда форма поперечнаго сѣченія представляетъ собою поперечное сѣченіе балки, послѣд-

няя выдерживает вообще силу перпендикулярную къ нейтральной оси xu и только въ рѣдкихъ случаяхъ перпендикулярную къ нейтральной оси wz ; поэтому здѣсь необходимо употреблять формулы для T и W .

При сопротивленіи раздробленію, когда форма поперечнаго сѣченія представляетъ поперечное сѣченіе стойки или ноги, сила дѣйствуетъ по направленію наименьшаго момента сопротивленія. Наименьшій моментъ сопротивленія получается по формуламъ для T_1 и W_1 отъ № 1 до 21 (этой таблицы) при $B < H$, и отъ № 21 до 40 при $b < h$. Слѣдовательно, при сопротивленіи раздробленію, когда B и b соответственно меньше H и h , надо употреблять формулы для T_1 и W_1 .

При тѣхъ формахъ поперечнаго сѣченія, которыя не находятся въ таблицѣ, и вообще при всѣхъ формахъ поперечнаго сѣченія, не представляющихъ собою правильной симметріи по обѣимъ сторонамъ, разстояніе нейтральной оси отъ наружнаго края опредѣляется слѣдующимъ образомъ:

Раздѣлимъ форму поперечнаго сѣченія (фиг. 40 и 41) пунктирными



фиг. 40.

линіями на рядъ прямоугольниковъ, параллельныхъ нейтральной оси xu затѣмъ опредѣлимъ площадь сѣченія cadaго изъ нихъ:

на фиг. 40

площадь прямоугольниковъ.

1	=	20.1	=	20	□ cm.
2	=	17.1,3	=	22,10	"
3	=	3,6 6,7	=	24,12	"
4 и 5	=	1.29,8	=	29,80	"
6	=	3,6 8,7	=	31,32	"
7	=	21. 1,3	=	27,30	"
8	=	30. 1,2	=	36,00	"

Площадь всего поперечнаго сѣченія = 190,64 □ cm.

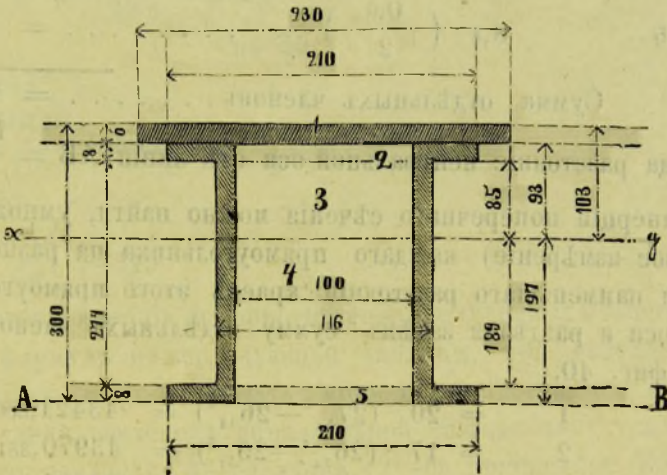
на фиг. 41

площадь прямоугольниковъ:

1	=	23.1	=	23.00	□ см.
2	=	(21—10)0,8	=	8,80	»
3 и 4	=	(11,6 —10)27,4	=	43,84	»
5	=	(21—10)0,8	=	8,80	»

Площадь всего поперечнаго сѣченія = 84,44 □ см.

Разстояніе нейтральной оси отъ линіи АВ (края балки) найдется, если



фиг. 41.

разстояніе середины каждаго прямоугольника отъ АВ умножить на площадь сѣченія этого прямоугольника, затѣмъ сумму отдѣльныхъ членовъ раздѣлить на площадь всего поперечнаго сѣченія. Такимъ образомъ имѣемъ:

для фиг. 40:

1	=	20	$\left(50 - \frac{1}{2}\right)$	.....	=	990,00
2	=	22,1	$\left(1,2 + 1,3 + 8,7 + 29,8 + 6,7 + \frac{1,3}{2}\right)$	...	=	1197,82
3	=	24,12	$\left(1,2 + 1,3 + 8,7 + 29,8 + \frac{6,7}{2}\right)$	.....	=	1059,72
4 и 5	=	29,8	$\left(1,2 + 1,3 + 8,7 + \frac{29,8}{2}\right)$	.....	=	777,78
6	=	31,32	$\left(1,2 + 1,3 + \frac{8,7}{2}\right)$	.....	=	214,54
7	=	27,3	$\left(1,2 + \frac{1,3}{2}\right)$	.....	=	50,51
8	=	36	$\frac{1,2}{2}$	.....	=	21,60

Сумма отдѣльныхъ членовъ = 4311,97

Отсюда расстояние нейтральной оси отъ линіи АВ = $\frac{4311,97}{190,64} = 226\text{мм.}$

для фиг. 41:

$$1 = 23 \left(30 - \frac{1}{2} \right) \dots\dots\dots = 678,50$$

$$2 = 8,8 \left(0,8 + 27,4 + \frac{0,8}{2} \right) \dots\dots\dots = 311,68$$

$$3 \text{ и } 4 = 43,84 \left(0,8 + \frac{27,4}{2} \right) \dots\dots\dots = 635,68$$

$$5 = 8,8 \left(\frac{0,8}{2} \right) \dots\dots\dots = 35,20$$

$$\text{Сумма отдѣльныхъ членовъ} \dots\dots\dots = 1661,06$$

Отсюда расстояние нейтральной оси отъ линіи АВ = $\frac{1661,06}{84,44} = 197\text{ мм.}$

Моментъ инерціи поперечнаго сѣченія можно найти, умножая ширину (горизонтальное измѣреніе) каждаго прямоугольника на разность кубовъ наибольшаго и наименьшаго расстояній краевъ этого прямоугольника отъ нейтральной оси и раздѣляя затѣмъ сумму отдѣльныхъ членовъ на три. Такъ напр. для фиг. 40:

$$1 = 20 (27,4^3 - 26,4^3) = 43421,600$$

$$2 = 17 (26,4^3 - 25,4^3) = 43970,381$$

$$3 = 3,6 (25,4^3 - 18,4^3) = 34501,489$$

$$4 = 1 (18,4^3 - 0^3) = 6229,504$$

$$5 = 1 (11,4^3 - 0^3) = 1481,544$$

$$6 = 3,6 (20,4^3 - 11,4^3) = 23900,605$$

$$7 = 21 (21,4^3 - 20,4^3) = 35274,603$$

$$8 = 30 (22,4^3 - 21,4^3) = 52284,960$$

$$\text{Сумма отдѣльныхъ членовъ} = 241064,686$$

и моментъ инерціи

$$T = \frac{241064,686}{3} = 80355$$

для фиг. 41:

$$1 = 23 (10,7^3 - 9,7^3) = 6633,510$$

$$2 = (21 - 10) (9,8^3 - 8,7^3) = 2202,552$$

$$3 = (11,6 - 10) (8,5^3 - 0^3) = 966,600$$

$$4 = (11,6 - 10) (18,9^3 - 0^3) = 10802,030$$

$$5 = (21 - 10) (19,7^3 - 18,9^3) = 9385,144$$

$$\text{Сумма отдѣльныхъ членовъ} = 30438,836$$

и моментъ инерціи

$$T = \frac{30438,836}{3} = 10146$$

Моментъ сопротивленія поперечнаго сѣченія находятъ, раздѣляя моментъ инерціи на разстояніе нейтральной оси отъ наружнаго края поперечнаго сѣченія. Такъ напр.:

на фиг. 40:

для верхней части:

$$W = \frac{80355}{27,4} = 2933$$

для нижней части:

$$W = \frac{80355}{22,6} = 3556$$

на фиг. 41:

для верхней части:

$$W = \frac{10146}{10,3} = 985$$

для нижней части:

$$W = \frac{10146}{19,7} = 515$$

Изъ моментовъ инерціи и сопротивленія, полученныхъ вышеописаннымъ путемъ, и изъ формулъ нижеслѣдующей таблицы, при склепанныхъ поперечныхъ сѣченіяхъ надо исключать моментъ сопротивленія заклепочныхъ дыръ, полагая длину заклепокъ параллельной сжимающему усилию (сжатію). Если d —діаметръ заклепки, h —ея длина, f —ея поперечное сѣченіе и e_1 —разстояніе центра тяжести заклепки отъ нейтральной оси поперечнаго сѣченія балки, то моментъ инерціи заклепочныхъ дыръ (или поперечнаго сѣченія заклепокъ) опредѣляется по слѣдующей формулѣ:

$$t = \frac{1}{12} dh^3 + e_1^2 f \dots \dots (149)$$

а моментъ сопротивленія—по слѣдующей формулѣ:

$$w = \frac{t}{a} \text{ иногда же } \frac{t}{e} \dots (150)$$

при чемъ значенія для a и e_1 берутся изъ нижеслѣдующей таблицы.

Выраженіе $\frac{1}{12} dh^3$ обыкновенно столь мало сравнительно съ $e_1^2 f$, что его обыкновенно не принимаютъ во вниманіе.

№	Форма поперечнаго сѣченія.	Моментъ инерціи T относительно нейтральной оси xy .	Разстояніе e отъ нейтральной оси xy .	Моментъ сопротивленія W относительно нейтральной оси xy .	Моментъ сопротивленія W относительно нейтральной оси wz .	Моментъ инерціи T , относительно нейтральной оси wz .	Разстояніе a отъ нейтральной оси wz .	Площадь поперечнаго сѣченія f .
1		$\frac{BH^3}{12}$	$\frac{H}{2}$	$\frac{BH^2}{6}$	$\frac{HB^2}{6}$	$\frac{HB^3}{12}$	$\frac{B}{2}$	BH
2		$\frac{B(H^3-h^3)}{12}$	$\frac{H}{2}$	$\frac{B(H^3-h^3)}{6H}$	$\frac{(H-h)B^3}{6B}$	$\frac{(H-h)B^3}{12}$	$\frac{B}{2}$	$B(H-h)$
3		$\frac{B^4}{12}$	$\frac{B}{2}$	$\frac{B^3}{6}$	$\frac{B^3}{6}$	$\frac{B^4}{12}$	$\frac{B}{2}$	B^2
4		$\frac{B^4}{12}$	$\frac{B}{\sqrt{2}}$	$\frac{\sqrt{2}}{12} B^3 = 0,118 B^3$	$\frac{\sqrt{2}}{2} B^3 = 0,118 B^3$	$\frac{B^4}{12}$	$\frac{B}{\sqrt{2}}$	B^2
5		$\frac{\pi}{64} D^4 = 0,10491 D^4$	$\frac{D}{2}$	$\frac{\pi}{32} D^3$	$\frac{\pi}{32} D^3$	$\frac{\pi}{64} D^4 = 0,10491 D^4$	$\frac{D}{2}$	$\frac{\pi}{4} D^2$

№	Форма поперечнаго сѣченія	Моментъ инерціи T относительно нейтральной оси xy .	Разстояніе e отъ нейтральной оси xy .	Моментъ сопротивленія W относительно нейтральной оси xy .	Моментъ сопротивленія W_1 относительно нейтральной оси wz .	Моментъ инерціи T , относительно нейтральной оси wz .	Разстояніе a отъ нейтральной оси wz .	Площадь поперечнаго сѣченія f .
6		$\frac{\pi}{64} (D^4 - d^4) = 0,10491 (D^4 - d^4)$	$\frac{D}{2}$	$\frac{D^4 - d^4}{32 D}$	$\frac{\pi}{32} \frac{D^4 - d^4}{D}$	$\frac{\pi}{64} (D^4 - d^4) = 0,10491 (D^4 - d^4)$	$\frac{D}{2}$	$\frac{\pi}{4} (D^2 - d^2)$
7		$\frac{(BH^3 - bh^3) - 4BbHh(H-h)^2}{12(BH - bh)}$	$e = \frac{BH^2 - bh^2}{2(BH - bh)}$ $e_1 = H - e$	для стороны $e = \frac{T}{e}$ для стороны $e_1 = \frac{T}{e_1}$	для стороны $a = \frac{T_1}{a}$ для стороны $a_1 = \frac{T_1}{a_1}$	$\frac{(HB^3 - hb^3) - 4HhBb(B-b)^2}{12(HB - hb)}$	$a = \frac{HB^2 - hb^2}{2(HB - hb)}$ $a_1 = B - a$	$BH - bh$
8		$\frac{BH^3 - b(H^3 - h^3)}{12}$	$\frac{H}{2}$	$\frac{BH^3 - b(H^3 - h^3)}{6H}$	для стороны $a = \frac{T_1}{a}$ для стороны $a_1 = \frac{T_1}{a_1}$	$\frac{(HB^3 - hb^3) - 4HhBb(B-b)^2}{12(HB - hb)}$	$a = \frac{HB^2 - hb^2}{2(HB - hb)}$ $a_1 = B - a$	$BH - bh$
9		$\frac{BH^3 - 2b(H^3 - h^3)}{12}$	$\frac{H}{2}$	$\frac{BH^3 - 2b(H^3 - h^3)}{6H}$	$\frac{HB^3 - 2hb(B^3 - b^3)}{6B}$	$\frac{HB^3 - 2hb(B^3 - b^3)}{12}$	$\frac{B}{2}$	$BH - 2b(H - h_1)$
10		$\frac{BH^3 - bh^3}{12}$	$\frac{H}{2}$	$\frac{BH^3 - bh^3}{6H}$	для стороны $a = \frac{T_1}{a}$ для стороны $a_1 = \frac{T_1}{a_1}$	$\frac{(HB^3 - hb^3) - 4HhBb(B-b)^2}{12(HB - hb)}$	$a = \frac{HB^2 - hb^2}{2(HB - hb)}$ $a_1 = B - a$	$BH - bh$

№	Форма поперечного сечения.	Момент инерции T относительно нейтральной оси xy .	Расстояние e от нейтральной оси xy .	Момент сопротивления W относительно нейтральной оси xy .	Момент сопротивления w относительно h_1 нейтральной оси wz .	Момент инерции T_1 относительно нейтральной оси wz .	Расстояние a от нейтральной оси wz .	Площадь поперечного сечения f .
11		$\frac{BH^3 - (bh_2^3 + b_2h_1^3)}{12}$	$\frac{H}{2}$	$\frac{BH^3 - (bh_2^3 + b_2h_1^3)}{6H}$	<p>для стороны $a = \frac{T_1}{a}$ для стороны $a_1 = \frac{T_1}{a_1}$</p>	$\frac{4 (HB^3 - hb^3 - h_1b_1^3) (HB - hb - h_1b_1) - 3 (HB^2 - hb^2 - h_1b_1^2)^2}{12 (HB - hb - h_1b_1)}$	$a = \frac{1}{2} \frac{HB^2 - hb^2 - h_1b_1^2}{HB - hb - h_1b_1}$ $a_1 = B - a$	$BH - bh - b_1h_1$
12		$\frac{BH^3 - (bh_2^3 + b_2h_1^3)}{12}$	$\frac{H}{2}$	$\frac{BH^3 - (bh_2^3 + b_2h_1^3)}{6H}$	<p>для стороны $a = \frac{T_1}{a}$ для стороны $a_1 = \frac{T_1}{a_1}$</p>	$\frac{4 (HB^3 - hb^3 - h_1b_1^3) (HB - hb - h_1b_1) - 3 (HB^2 - hb^2 - h_1b_1^2)^2}{12 (HB - hb - h_1b_1)}$	$a = \frac{1}{2} \frac{HB^2 - hb^2 - h_1b_1^2}{HB - hb - h_1b_1}$ $a_1 = B - a$	$BH - bh - b_1h_1$
13		$\frac{BH^3 - [b(H^3 - h_2^3) + b_1h_1^3]}{12}$	$\frac{H}{2}$	$\frac{BH^3 - [b(H^3 - h_2^3) + b_1h_1^3]}{6H}$	<p>для стороны $a = \frac{T_1}{a}$ для стороны $a_1 = \frac{T_1}{a_1}$</p>	$\frac{4 (HB^3 - hb^3 - h_1b_1^3) (HB - hb - h_1b_1) - 3 (HB^2 - hb^2 - h_1b_1^2)^2}{12 (HB - hb - h_1b_1)}$	$a = \frac{1}{2} \frac{HB^2 - hb^2 - h_1b_1^2}{HB - hb - h_1b_1}$ $a_1 = B - a$	$BH - bh - b_1h_1$
14		$\frac{BH^3 [b_1(H^3 - h_2^3) + b(h_2^3 - h_3^3) + b_1h_4^3]}{12}$	$\frac{H}{2}$	$\frac{BH^3 - [b_1(H^3 - h_2^3) + b(h_2^3 - h_3^3) + b_1h_4^3]}{6H}$	<p>для стороны $a = \frac{T_1}{a}$ для стороны $a_1 = \frac{T_1}{a_1}$</p>	$\frac{4 (HB^3 - hb^3 - h_1b_1^3) (HB - hb - h_1b_1) - 3 (HB^2 - hb^2 - h_1b_1^2)^2}{12 (HB - hb - h_1b_1)}$	$a = \frac{1}{2} \frac{HB^2 - hb^2 - h_1b_1^2}{HB - hb - h_1b_1}$ $a_1 = B - a$	$BH - bh - b_1h_1$
15		$\frac{BH^3 - (b_2h_2^3 + b_3h_4^3 + b_1h_1^3)}{12}$	$\frac{H}{2}$	$\frac{BH^3 - (b_2h_2^3 + b_3h_4^3 + b_1h_1^3)}{6H}$	<p>для стороны $a = \frac{T_1}{a}$ для стороны $a_1 = \frac{T_1}{a_1}$</p>	$\frac{4 (HB^3 - hb^3 - h_1b_1^3 - h_2b_2^3) (HB - hb - h_1b_1 - h_2b_2) - 3 (HB^2 - hb^2 - h_1b_1^2 - h_2b_2^2)^2}{12 (HB - hb - h_1b_1 - h_2b_2)}$	$a = \frac{1}{2} \frac{HB^2 - hb^2 - h_1b_1^2 - h_2b_2^2}{HB - hb - h_1b_1 - h_2b_2}$ $a_1 = B - a$	$BH - bh - b_1h_1 - b_2h_2$

№	Форма поперечного сечения.	Момент инерции T относительно нейтральной оси xy .	Расстояние e от нейтральной оси xy .	Момент сопротивления W относительно нейтральной оси xy .	Момент сопротивления W относительно нейтральной оси wz .	Момент инерции T относительно нейтральной оси wz .	Расстояние a от нейтральной оси wz .	Площадь поперечного сечения f .
16		$\frac{BH^3 - (B-b)h^3}{12}$	$\frac{H}{2}$	$\frac{BH^3 - (B-b)h^3}{6H}$	$\frac{HB^3 - h(B^3 - b^3)}{6B}$	$\frac{BH^3 - h(B^3 - b^3)}{12}$	$\frac{B}{2}$	$BH - h(B-b)$
17		$\frac{BH^3 - [h^3(B-b) + bh_1^3]}{12}$	$\frac{H}{2}$	$\frac{BH^3 - [h^3(B-b) + bh_1^3]}{6H}$	$\frac{HB^3 - [h(B^3 - b^3) + h_1b_1^3]}{6B}$	$\frac{HB^3 - [h(B^3 - b^3) + h_1b_1^3]}{12}$	$\frac{B}{2}$	$HB - [h(B-b) + bh_1]$
18		$\frac{BH^3 - (2bh^3 + b_1h_1^3)}{12}$	$\frac{H}{2}$	$\frac{BH^3 - (2bh^3 + b_1h_1^3)}{6H}$	$\frac{B^3 - [h(B^3 - b_1^3) + h_1b_1^3]}{6B}$	$\frac{HB^3 - [h(B^3 - b_1^3) + h_1b_1^3]}{12}$	$\frac{B}{2}$	$BH - (2bh + b_1h_1)$
19		$\frac{BH^3 - (2bh^3 + 2b_1h_1^3)}{12}$	$\frac{H}{2}$	$\frac{BH^3 - (2bh^3 + 2b_1h_1^3)}{6H}$	$\frac{B^3 - [hB^3 - b_1^3 + h_1(b_1^3 - b_2^3)]}{6B}$	$\frac{HB^3 - [h(B^3 - b_1^3 - b_2^3)]}{12}$	$\frac{B}{2}$	$BH - (2bh + 2b_1h_1)$
20		$\frac{BH^3 - (2bh^3 + 2b_1h_1^3 + b_2h_2^3)}{12}$	$\frac{H}{2}$	$\frac{BH^3 - (2bh^3 + 2b_1h_1^3 + b_2h_2^3)}{6H}$	$\frac{B^3 - [h(B^3 - b_1^3) + h_1(b_1^3 - b_2^3) - b_2^3] + h_2b_2^3}{6B}$	$\frac{HB^3 - [h(B^3 - b_1^3) + h_1(b_1^3 - b_2^3) + h_2b_2^3]}{12}$	$\frac{B}{2}$	$BH - (2bh + 2b_1h_1 + b_2h_2)$

№	Форма поперечнаго сѣченія.	Моментъ инерціи T относительно нейтральной оси xy .	Разстояніе e отъ нейтральной оси xy .	Моментъ сопротивленія относительно нейтральной оси xy .	Моментъ сопротивленія относительно нейтральной оси wz .	Моментъ инерціи T_1 относительно нейтральной оси wz .	Разстояніе a отъ нейтральной оси wz .	Площадь поперечнаго сѣченія f .
21		$\frac{BH^3 - (2bh^3 + 2b_1h_1^3 + 2b_2h_2^3)}{12}$	$\frac{H}{2}$	$\frac{BH^3 - (2bh^3 + 2b_1h_1^3 + 2b_2h_2^3)}{6H}$	$\frac{HB^3 - [h_1(B^3 - b_1^3) + h_2(B^3 - b_2^3) + h_3(B^3 - b_3^3)]}{6B}$	$\frac{HB^3 - [h_1(B^3 - b_1^3) + h_2(B^3 - b_2^3) + h_3(B^3 - b_3^3)]}{12}$	$\frac{B}{2}$	$BH - (2b_1h_1 + 2b_2h_2 + 2b_3h_3)$
22		$\frac{BH^3 - (2b_1h^3 + 2b_2h_1^3 + bH^3)}{12}$	$\frac{H}{2}$	$\frac{BH^3 - (2b_1h^3 + 2b_2h_1^3 + bH^3)}{6H}$	$\frac{HB^3 - [h(B^3 - b^3) + h_1(b_1^3 - b^3) + h_2(b_2^3 - b^3)]}{6B}$	$\frac{HB^3 - [h(B^3 - b^3) + h_1(b_1^3 - b^3) + h_2(b_2^3 - b^3)]}{12}$	$\frac{B}{2}$	$BH - (2b_1h + 2b_2h_1 + bH)$
23		$\frac{BH^3 - (2b_1h^3 + bH^3)}{12}$	$\frac{H}{2}$	$\frac{BH^3 - (2b_1h^3 + bH^3)}{6H}$	$\frac{HB^3 - [h(B^3 - b^3) + H(b_1^3 - b^3)]}{6B}$	$\frac{HB^3 - [h(B^3 - b^3) + H(b_1^3 - b^3)]}{12}$	$\frac{B}{2}$	$BH - (2b_1h + bH)$
24		$\frac{BH^3 - (2b_1h^3 + 2b_2h_1^3 + bH^3)}{12}$	$\frac{H}{2}$	$\frac{BH^3 - (2b_1h^3 + 2b_2h_1^3 + bH^3)}{6H}$	$\frac{HB^3 - [h(B^3 - b^3) + h_1(b_1^3 - b^3) + h_2(b_2^3 - b^3)]}{6B}$	$\frac{HB^3 - [h(B^3 - b^3) + h_1(b_1^3 - b^3) + h_2(b_2^3 - b^3)]}{12}$	$\frac{B}{2}$	$BH - (2b_1h + 2b_2h_1 + bH)$
25		$\frac{BH^3 - (2b_1h^3 + bh_1^3)}{12}$	$\frac{H}{2}$	$\frac{BH^3 - (2b_1h^3 + bh_1^3)}{6H}$	$\frac{HB^3 - [h(B^3 - b^3) + h_1b_1^3]}{6B}$	$\frac{HB^3 - [h(B^3 - b^3) + h_1b_1^3]}{12}$	$\frac{B}{2}$	$BH - (2b_1h + bh_1)$

№	Форма поперечнаго сѣченія.	Моментъ инерціи T относительно нейтральной оси xy .	Расстояние e отъ нейтральной оси xy .	Моментъ сопротивления W относительно нейтральной оси xy .	Моментъ сопротивления W_1 относительно нейтральной оси yz .	Моментъ инерціи T_1 относительно нейтральной оси yz .	Расстояние a отъ нейтральной оси yz .	Площадь поперечнаго сѣченія f .
26		$\frac{BH^3 - [2b_1h^3 + (2b_2 + b)h_1^3]}{12}$	$\frac{H}{2}$	$\frac{BH^3 - [2b_1h^3 + (2b_2 + b)h_1^3]}{6H}$	$\frac{-[h_1(B^3 - b_2^3) + h(b_2^3 - b_3^3) + h_1h^3]}{6B}$	$\frac{HB^3 - [h_1(B^3 - b_2^3) + h(b_2^3 - b_3^3) + h_1h^3]}{12}$	$\frac{B}{2}$	$BH - [2b_1h + (b + 2b_2)h_1]$
27		$\frac{BH^3 - (2b_1h^3 + 2b_2h_2^3 + bh_1^3)}{12}$	$\frac{H}{2}$	$\frac{BH^3 - (2b_1h^3 + 2b_2h_2^3 + bh_1^3)}{6H}$	$\frac{-[h(B^3 - b_3^3) + h_2(b_3^3 - b^3) + h_1h^3]}{6B}$	$\frac{HB^3 - [h(B^3 - b_3^3) + h_2(b_3^3 - b^3) + h_1h^3]}{12}$	$\frac{B}{2}$	$BH - (2b_1h + 2b_2h_2 + bh_1)$
28		$\frac{BH^3 - [2b_1h^3 + (2b_2 + b)h_1^3 + 2b_2h_2^3]}{12}$	$\frac{H}{2}$	$\frac{BH^3 - [2b_1h^3 + (2b_2 + b)h_1^3 + 2b_2h_2^3]}{6H}$	$\frac{-[h_1(B^3 - b_2^3) + h(b_2^3 - b_3^3) + h_2(b_3^3 - b^3) + h_1h^3]}{6B}$	$\frac{HB^3 - [h_1(B^3 - b_2^3) + h(b_2^3 - b_3^3) + h_2(b_3^3 - b^3) + h_1h^3]}{12}$	$\frac{B}{2}$	$BH - [2b_1h + (2b_2 + b)h_1 + 2b_2h_2]$
29		$\frac{BH^3 - (2b_1h^3 + 2b_2h_2^3 + bh_1^3)}{12}$	$\frac{H}{2}$	$\frac{BH^3 - [2b_1h^3 + 2b_2h_2^3 + bh_1^3]}{6H}$	$\frac{-[h(B^3 - b_3^3) + h_2(b_2^3 - b_3^3) + h_1h^3]}{6B}$	$\frac{HB^3 - [h(B^3 - b_3^3) + h_2(b_2^3 - b_3^3) + h_1h^3]}{12}$	$\frac{B}{2}$	$BH - (2b_1h + 2b_2h_2 + bh_1)$
30		$\frac{BH^3 - [2b_1h^3 + (2b_2 + b)h_1^3 + 2b_2h_2^3]}{12}$	$\frac{H}{2}$	$\frac{BH^3 - [2b_1h^3 + (2b_2 + b)h_1^3 + 2b_2h_2^3]}{6H}$	$\frac{-[h_1(B^3 - b_3^3) + h(b_2^3 - b_3^3) + h_2(b_3^3 - b^3) + h_1h^3]}{6B}$	$\frac{HB^3 - [h_1(B^3 - b_3^3) + h(b_2^3 - b_3^3) + h_2(b_3^3 - b^3) + h_1h^3]}{12}$	$\frac{B}{2}$	$BH - [2b_1h + (b_2 + b)h_1 + 2b_2h_2]$

№	Форма поперечнаго сѣченія.	Моментъ инерціи T относительно нейтральной оси xy .	Расстояніе e отъ нейтральной оси xy .	Моментъ сопротивленія W относительно нейтральной оси xy .	Моментъ сопротивленія W относительно нейтральной оси wz .	Моментъ инерціи T относительно нейтральной оси wz .	Расстояніе a отъ нейтральной оси wz .	Площадь поперечнаго сѣченія f .
31		$\frac{BH^3 - (4b_1h^3 + bh_1^3)}{12}$	$\frac{H}{2}$	$\frac{BH^3 - (4b_1h^3 + bh_1^3)}{6H}$	$\frac{BH^3 - [h(B^3 - b_2^3) + h(b_3^3 - b_4^3) + h_1b_5^3]}{6B}$	$\frac{HB^3 - [h(B^3 - b_2^3) - h(b_3^3 - b_4^3) + h_1b_5^3]}{12}$	$\frac{B}{2}$	$BH - (4b_1h + bh_1)$
32		$\frac{BH^3 - [4b_1h^3 + (b_3 + 2b_2)h_1^3]}{12}$	$\frac{H}{2}$	$\frac{BH^3 - [4b_1h^3 + (b_3 + 2b_2)h_1^3]}{6H}$	$\frac{BH^3 - [h_1(B^3 - b_2^3) + h(b_3^3 - b_4^3) + h_1b_5^3]}{6B}$	$\frac{HB^3 - [h_1(B^3 - b_2^3) + h(b_3^3 - b_4^3) + h_1b_5^3]}{12}$	$\frac{B}{2}$	$BH - [4b_1h + (b_3 + 2b_2)h_1]$
33		$\frac{BH^3 - (2b_1h^3 + b_2H^3)}{12}$	$\frac{H}{2}$	$\frac{BH^3 - (2b_1h^3 + b_2H^3)}{6H}$	$\frac{BH^3 - [h(b^3 - b_2^3) + Hb_2^3]}{6B}$	$\frac{HB^3 - [h(b^3 - b_2^3) + Hb_2^3]}{12}$	$\frac{B}{2}$	$BH - (2b_1h + b_2H)$
34		$\frac{BH^3 - (2b_1h^3 + 2b_2h_1^3 + b_2H^3)}{12}$	$\frac{H}{2}$	$\frac{BH^3 - (2b_1h^3 + 2b_2h_1^3 + b_2H^3)}{6H}$	$\frac{BH^3 - [h_1(B^3 - b^3) + hb_2^3]}{6B}$	$\frac{BH^3 - [h_1(B^3 - b^3) + h(b^3 - b_2^3) + Hb_2^3]}{12}$	$\frac{B}{2}$	$BH - (2b_1h + 2b_2h_1 + b_2H)$
35		$\frac{BH^3 - (2b_1h^3 + 2b_2h_1^3 + b_2H^3)}{12}$	$\frac{H}{2}$	$\frac{BH^3 - (2b_1h^3 + 2b_2h_1^3 + b_2H^3)}{6H}$	$\frac{BH^3 - [h_1(b_2^3 - b^3) + h(b^3 - b_2^3) + Hb_2^3]}{6B}$	$\frac{HB^3 - [h_1(b_2^3 - b^3) + h(b^3 - b_2^3) + Hb_2^3]}{12}$	$\frac{B}{2}$	$BH - (2b_1h + 2b_2h_1 + b_2H)$

№	Форма поперечного сечения.	Момент инерции T относительно нейтральной оси xy.	Расстояние e от нейтральной оси xy.	Момент сопротивления W относительно нейтральной оси xy.
36		$\frac{BH^3 - bh^3}{12}$	$\frac{H}{2}$	$\frac{BH^3 - bh^3}{6H}$
37		$\frac{BH^3 - (2b_1h_1^3 + 2b_2h_2^3 + b_3h^3)}{12}$	$\frac{H}{2}$	$\frac{BH^3 - (2b_1h_1^3 + 2b_2h_2^3 + b_3h^3)}{6H}$
38		$\frac{BH^3 - (2b_1h_1^3 + b_2h^3)}{12}$	$\frac{H}{2}$	$\frac{BH^3 - (2b_1h_1^3 + b_2h^3)}{6H}$
39		$\frac{BH^3 - (2b_1h_1^3 + 2b_2h_2^3 + b_3h^3)}{12}$	$\frac{H}{2}$	$\frac{BH^3 - (2b_1h_1^3 + 2b_2h_2^3 + b_3h^3)}{6H}$
40		$\frac{BH^3 - (2b_1h_1^3 + 2b_2h_2^3 + 2b_3h_3^3 + b_4h^3)}{12}$	$\frac{H}{2}$	$\frac{BH^3 - (2b_1h_1^3 + 2b_2h_2^3 + 2b_3h_3^3 + b_4h^3)}{6H}$

Момент сопротивления W относительно нейтральной оси wz.	Момент инерции T относительно нейтральной оси wz.	Расстояние a от нейтральной оси wz.	Площадь поперечного сечения f.
$\frac{HB^3 - hb^3}{6B}$	$\frac{HB^3 - hb^3}{12}$	$\frac{B}{2}$	$BH - bh$
$\frac{HB^3 - [h_1(b_1^3 - b_2^3) + h_2(b_2^3 - b_3^3) + hb_3^3]}{6B}$	$\frac{HB^3 - [h_1(b_1^3 - b_2^3) + h_2(b_2^3 - b_3^3) + hb_3^3]}{12}$	$\frac{B}{2}$	$BH - (2b_1h_1 + 2b_2h_2 + b_3h)$
$\frac{HB^3 - [h_1(b_1^3 - b_2^3 + hb_2^3)]}{6B}$	$\frac{HB^3 - [h_1(b_1^3 - b_2^3 + hb_2^3)]}{12}$	$\frac{B}{2}$	$BH - (2b_1h_1 + b_2h)$
$\frac{HB^3 - [h_1(B^3 - b^3) + h_2(b^3 - b_1^3) + hb_1^3]}{6B}$	$\frac{HB^3 - [h_1(B^3 - b^3) + h_2(b^3 - b_1^3) + hb_1^3]}{12}$	$\frac{B}{2}$	$BH - (2b_1h_1 + 2b_2h_2 + b_3h)$
$\frac{HB^3 - [h_1(B^3 - b^3) + h_2(b^3 - b_1^3) - b_1^3 + h_3(b_1^3 - b_2^3) + hb_2^3]}{6B}$	$\frac{HB^3 - [h_1(B^3 - b^3) + h_2(b^3 - b_1^3) + h_3(b_1^3 - b_2^3) + hb_2^3]}{12}$	$\frac{B}{2}$	$BH - (2b_1h_1 + 2b_2h_2 + 2b_3h_3 + b_4h)$

ТАБЛИЦА II.

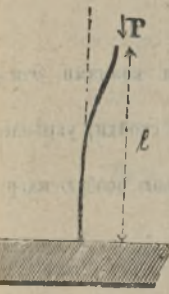
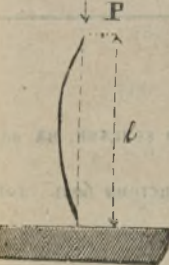
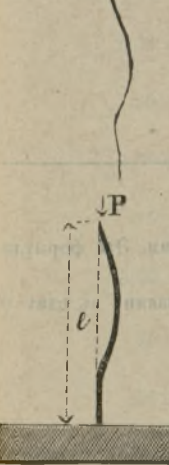
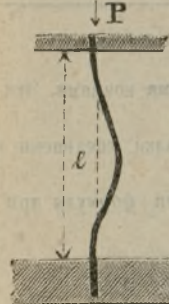
Формулы для опредѣленія прочнаго сопротивленія и требуемаго момента инерціи ногъ, стоекъ и т. п. при сопротивленіи раздробленію.

Въ формулахъ нижеслѣдующей таблицы, заимствованныхъ изъ „Constructeur Releaux“ и „Verwendung des Eisen beim Hochbau Jeerp'a“, P означаетъ нагрузку, l —длину нагруженной ноги, стойки и т. п., T_1 —моментъ инерціи поперечнаго сѣченія и E —коэффициентъ упругости при сопротивленіи сжатію. Чтобы стойки, ноги и т. п. обладали въ каждомъ поперечномъ сѣченіи своей длины одинаковою прочностью, нужно:

1) при утоняющихся къ верху стойкахъ, ногахъ и т. п. требуемый моментъ инерціи на верху считать $= \frac{3}{4} T_1$, внизу $= \frac{4}{3} T_1$, а въ серединѣ $= T_1$.

2) что при овальныхъ стойкахъ, ногахъ и т. п. площадь сѣченія на концахъ относилась къ геометрически подобной площади сѣченія по серединѣ, какъ 7:10 и соотвѣтственные пункты трехъ поперечныхъ сѣченій соединить слабо изогнутыми линиями. Такимъ образомъ, при опредѣленіи поперечнаго сѣченія на концахъ, надо въ формахъ поперечнаго сѣченія табл. I считать $B=0,7 B$ и $H=0,7 H$.

Въ обоихъ случаяхъ, однако, поперечное сѣченіе на верху стоекъ, ногъ и т. п. никогда не дѣлается слабѣе, какъ то предписываютъ правила при сопротивленіи сжатію; такимъ образомъ площадь поперечнаго сѣченія F должна по меньшей мѣрѣ быть $= \frac{P}{K}$, гдѣ P —нагрузка, а K —коэффициентъ сопротивленія сжатію.

Родъ нагрузки.	Прочное сопротивление P .	Требуемый момент инерции T_1 .	При расчетѣ на сопротивленіе раздробленію.		
			при кругломъ сѣченіи, съ діаметромъ $d = \frac{l}{a}$ больше, чѣмъ	при прямоугольн. сѣченіи съ наимен. сторон. $b, \frac{l}{b}$ бол. чѣмъ	для матеріала.
	$\frac{\pi^2}{4} \frac{T_1 E}{l^2} = 2,467 \frac{T_1 E}{l^2}$	$\frac{Pl^2}{2,467 E}$	5 12 6	$5^{3/4}$ 14 8	чугунъ, жельзо, дерево.
	$\pi^2 \frac{T_1 E}{l^2} = 9,869 \frac{T_1 E}{l^2}$	$\frac{Pl^2}{9,869 E}$	10 24 $11^{1/3}$	$11^{1/2}$ 28 $13^{1/3}$	чугунъ, жельзо, дерево.
	$2\pi^2 \frac{T_1 E}{l^2} = 19,739 \frac{T_1 E}{l^2}$	$\frac{Pl^2}{19,739 E}$	14 33 16	16 98 19	чугунъ, жельзо, дерево.
	$12 \left(\frac{\pi}{2}\right)^2 \frac{T_1 E}{l^2} = 29,61 \frac{T_1 E}{l^2}$	$\frac{Pl^2}{29,61 E}$	20 48 28	23 56 27	чугунъ, жельзо, дерево.

П Р И М ъ Ч А Н І Я

Ноги съ лежащей свободно нагрузкой и съ неподвижно укрѣпленными нижними концами. Эти формулы употребляются при шкивныхъ станкахъ во всѣхъ тѣхъ случаяхъ, когда ноги или стойки, укрѣпленные на низу болтами, можно разсматривать, какъ имѣющія каждая (нога или стойка) свою особую нагрузку.

Ноги съ лежащей свободно нагрузкой и съ подвижно укрѣпленными нижними концами, на подпятникахъ въ подпятникахъ. Эти формулы употребляются при станкахъ копровой системы безъ подпятниковъ.

Ноги съ нагрузкой вдоль ногъ и съ неподвижно укрѣпленными нижними концами. Эти формулы применимы для станковъ, въ которыхъ ноги, стойки и пр. связаны рѣшетчатыми связями въ одну общую систему, на которую и дѣйствуетъ грузъ.

Ноги съ прочно укрѣпленной нагрузкой и съ неподвижно укрѣпленными нижними концами. Эти формулы применимы для тѣхъ станковъ, въ которыхъ ноги, поддерживающія шкивныя балки, соединены между собою рѣшетчатою связью въ видѣ пирамидальнаго копра. Также употребляются эти формулы при расчетѣ отдѣльныхъ частей между горизонтальными связями и крестовинами.

Т А Б Л И Ц А Ш.

Длины тригонометрическихъ линий.

Градусы угла.	Sinus.	Cosinus.	Tangente.	Cotangente.	Град. угла.	Градусы угла.	Sinus.	Cosinus.	Tangente.	Cotangente.	Град. угла.
0,00	0,0000	1,0000	0,0000	∞	90,00	5,00	0,0872	0,9962	0,0875	11,4301	85,00
25	0,0044	1,0000	0,0044	229,1817	75	25	0,0915	0,9958	0,0919	10,8829	75
50	0,0087	1,0000	0,0087	114,5886	50	50	0,0958	0,9954	0,0963	10,3854	50
75	0,0131	0,9999	0,0131	76,3900	25	75	0,1002	0,9950	0,1007	9,9310	25
1,00	0,0175	0,9998	0,0175	27,2900	89,00	6,00	0,1045	0,9945	0,1051	9,5144	84,00
25	0,0218	0,9998	0,0218	45,8294	75	25	0,1089	0,9941	0,1095	9,1309	75
50	0,0262	0,9997	0,0262	38,1885	50	50	0,1132	0,9936	0,1139	8,7769	50
75	0,0305	0,9995	0,0305	32,7303	25	75	0,1175	0,9930	0,1184	8,4490	25
2,00	0,0349	0,9994	0,0349	28,6363	88,00	7,00	0,1219	0,9925	0,1228	8,1443	83,00
25	0,0393	0,9992	0,0393	25,4517	75	25	0,1262	0,9920	0,1272	7,8606	75
50	0,0436	0,9990	0,0437	23,9038	50	50	0,1305	0,9914	0,1317	7,5958	50
75	0,0480	0,9988	0,0480	20,8188	25	75	0,1349	0,9909	0,1361	7,3479	25
3,00	0,0523	0,9986	0,0524	19,0811	87,00	8,00	0,1392	0,9903	0,1405	7,1154	82,00
25	0,0567	0,9984	0,0568	17,6106	75	25	0,1435	0,9897	0,1450	6,8969	75
50	0,0610	0,9981	0,0612	16,3499	50	50	0,1478	0,9890	0,1495	6,6912	50
75	0,0654	0,9979	0,0655	15,2571	25	75	0,1521	0,9884	0,1539	6,4971	25
4,00	0,0698	0,9976	0,0699	14,3007	86,00	9,00	0,1564	0,9877	0,1584	6,3133	81,00
25	0,0741	0,9973	0,0743	13,4566	75	25	0,1608	0,9870	0,1629	6,1407	75
50	0,0785	0,9969	0,0787	12,7062	50	50	0,1650	0,9863	0,1673	5,9758	50
75	0,0828	0,9967	0,0831	12,0346	25	75	0,1699	0,9856	0,1718	5,8201	25
Градусы угла.	Cosinus.	Sinus.	Cotangente.	Tangente.	Град. угла.	Градусы угла.	Cosinus.	Sinus.	Cotangente.	Tangente.	Град. угла.

Градусы угла.	Sinus.	Cosinus.	Tangente.	Cotangente.	Градусы угла.	Градусы угла.	Sinus.	Cosinus.	Tangente.	Cotangente.	Градусы угла.
10,00	0,1736	0,9848	0,1763	5,6713	80,00	16,00	0,2756	0,9613	0,2867	3,4874	74,00
25	0,1779	0,9840	0,1808	5,5305	75	25	0,2798	0,9601	0,2915	3,4309	75
50	0,1822	0,9833	0,1853	5,3955	50	50	0,2840	0,9588	0,2962	3,3759	50
75	0,1866	0,9825	0,1899	5,2675	25	75	0,2882	0,9576	0,3010	3,3227	25
11,00	0,1908	0,9816	0,1944	5,1446	79,00	17,00	0,2924	0,9563	0,3057	3,2709	73,00
25	0,1951	0,9808	0,1989	5,0276	75	25	0,2965	0,9550	0,3105	3,2206	75
50	0,1994	0,9799	0,2035	4,9152	50	50	0,3007	0,9537	0,3153	3,1716	50
75	0,2037	0,9790	0,2080	4,8079	25	75	0,3048	0,9524	0,3201	3,1241	25
12,00	0,2079	0,9781	0,2126	4,7046	78,00	18,00	0,3090	0,9511	0,3249	3,0777	72,00
25	0,2122	0,9772	0,2171	4,6059	75	25	0,3132	0,9497	0,3298	3,0327	75
50	0,2164	0,9763	0,2217	4,5107	50	50	0,3173	0,9483	0,3346	2,9887	50
75	0,2207	0,9754	0,2263	4,4196	25	75	0,3215	0,9469	0,3395	2,9459	25
13,00	0,2250	0,9744	0,2309	4,3315	77,00	19,00	0,3256	0,9455	0,3443	2,9042	71,00
25	0,2292	0,9734	0,2355	4,2470	75	25	0,3297	0,9441	0,3492	2,8636	75
50	0,2334	0,9724	0,2401	4,1653	50	50	0,3338	0,9426	0,3541	2,8239	50
75	0,2377	0,9714	0,2447	4,0868	25	75	0,3379	0,9412	0,3590	2,7853	25
14,00	0,2419	0,9703	0,2493	4,0108	76,00	20,00	0,3420	0,9397	0,3640	2,7475	70,00
25	0,2462	0,9693	0,2539	3,9377	75	25	0,3462	0,9382	0,3689	2,7107	75
50	0,2504	0,9681	0,2586	3,8667	50	50	0,3502	0,9367	0,3739	2,6746	50
75	0,2546	0,9670	0,2633	3,7984	25	75	0,3543	0,9351	0,3788	2,6395	25
15,00	0,2588	0,9659	0,2679	3,7321	75,00	21,00	0,3584	0,9336	0,3839	2,6051	69,00
25	0,2630	0,9648	0,2727	3,6680	75	25	0,3625	0,9320	0,3889	2,5765	75
50	0,2672	0,9636	0,2773	3,6059	50	50	0,3665	0,9304	0,3939	2,5386	50
75	0,2714	0,9625	0,2821	3,5458	25	75	0,3756	0,9288	0,3989	2,5066	25
Градусы угла.	Cosinus.	Sinus.	Cotangente.	Tangente.	Градусы угла.	Градусы угла.	Cosinus.	Sinus.	Cotangente.	Tangente.	Градусы угла.

Градусы угла.	Sinus.	Cosinus.	Tan- gente.	Cotan- gente.	Градусы угла.	Градусы угла.	Sinus.	Cosinus.	Tan- gente.	Cotan- gente.	Градусы угла.
22,00	0,3746	0,9272	0,4040	2,4751	68,00	28,00	0,4695	0,8829	0,5317	1,8807	62,00
25	0,3787	0,9256	0,4091	2,4444	75	25	0,4733	0,8809	0,5373	1,8611	75
50	0,3827	0,9239	0,4142	2,4142	50	50	0,4772	0,8788	0,5430	1,8418	50
75	0,3867	0,9222	0,4193	2,3847	25	75	0,4860	0,8767	0,5486	1,8228	25
23,00	0,3907	0,9205	0,4245	2,3559	67,00	29,00	0,4848	0,8746	0,5543	1,8040	61,00
25	0,3948	0,9188	0,4296	2,3276	75	25	0,4886	0,8725	0,5600	1,7857	75
50	0,3987	0,9171	0,4348	2,2998	50	50	0,4924	0,8704	0,5658	1,7675	50
75	0,4027	0,9153	0,4400	2,2727	25	75	0,4963	0,8682	0,5716	1,7497	25
24,00	0,4067	0,9135	0,4452	2,2460	66,00	30,00	0,5000	0,8660	0,5774	1,7321	60,00
25	0,4107	0,9118	0,4505	2,2199	75	25	0,5038	0,8638	0,5832	1,7148	75
50	0,4147	0,9100	0,4557	2,1943	50	50	0,5075	0,8616	0,5890	1,6977	50
75	0,4186	0,9082	0,4610	2,1692	25	75	0,5113	0,8594	0,5949	1,6809	25
25,00	0,4226	0,9063	0,4663	2,1445	65,00	31,00	0,5150	0,8572	0,6009	1,6643	59,00
25	0,4266	0,9045	0,4717	2,1203	75	25	0,5188	0,8549	0,6068	1,6480	75
50	0,4305	0,9026	0,4770	2,0965	50	50	0,5225	0,8526	0,6128	1,6319	50
75	0,4345	0,9007	0,4824	2,0732	25	75	0,5263	0,8504	0,6188	1,6159	25
26,00	0,4384	0,8988	0,4877	2,0503	64,00	32,00	0,5299	0,8480	0,6249	1,6003	58,00
25	0,4423	0,8968	0,4932	2,0279	75	25	0,5336	0,8458	0,6305	1,5849	75
50	0,4462	0,8949	0,4986	2,0057	50	50	0,5373	0,8434	0,6371	1,5697	50
75	0,4501	0,8929	0,5041	1,9840	25	75	0,5410	0,8410	0,6433	1,5547	25
27,00	0,4540	0,8910	0,5095	1,9626	63,00	33,00	0,5446	0,8387	0,6494	1,5399	57,00
25	0,4579	0,8891	0,5150	1,9416	75	25	0,5483	0,8363	0,6556	1,5253	75
50	0,4617	0,8870	0,5206	1,9210	50	50	0,5519	0,8339	0,6619	1,5108	50
75	0,4606	0,8850	0,5262	1,9007	25	75	0,5556	0,8315	0,6682	1,4966	25
Градусы угла.	Cosinus.	Sinus.	Cotan- gente.	Tan- gente.	Градусы угла.	Градусы угла.	Cosinus.	Sinus.	Cotan- gente.	Tan- gente.	Градусы угла.

Градусы угла.	Sinus.	Cosinus.	Tan- gente.	Cotan- gente.	Градусы угла.	Градусы угла.	Sinus	Cosi- nus.	Tan- gente.	Cotan- gente.	Градусы угла.
34,00	0,5592	0,8290	0,6745	1,4826	56,00	40,00	0,6428	0,7660	0,8391	1,1918	50,00
25	0,5628	0,8266	0,6808	1,4687	75	25	0,6461	0,7633	0,8466	1,1813	75
50	0,5664	0,8241	0,6873	1,4550	50	50	0,6494	0,7604	0,8541	1,1708	50
75	0,5700	0,8217	0,6938	1,4415	25	75	0,6528	0,7576	0,8616	1,1605	25
35,00	0,5736	0,8192	0,7002	1,4281	55,00	41,00	0,6561	0,7547	0,8693	1,1504	49,00
25	0,5772	0,8167	0,7068	1,4149	75	25	0,6594	0,7519	0,8770	1,1403	75
50	0,5807	0,8141	0,7133	1,4019	50	50	0,6626	0,7490	0,8847	1,1303	50
75	0,5843	0,8115	0,7199	1,3891	25	75	0,6659	0,7461	0,8926	1,1204	25
36,00	0,5878	0,8090	0,7265	1,3764	54,00	42,00	0,6691	0,7431	0,9004	1,1106	48,00
25	0,5913	0,8065	0,7333	1,3638	75	25	0,6724	0,7402	0,9084	1,1009	75
50	0,5948	0,8039	0,7400	1,3514	50	50	0,6756	0,7373	0,9163	1,0913	50
75	0,5983	0,8013	0,7468	1,3391	25	75	0,6788	0,7343	0,9244	1,0818	25
37,00	0,6018	0,7986	0,7536	1,3270	53,00	43,00	0,6820	0,7314	0,9325	1,0724	47,00
25	0,6053	0,7960	0,7604	1,3150	75	25	0,6852	0,7284	0,9408	1,0630	75
50	0,6088	0,7934	0,7673	1,3032	50	50	0,6884	0,7254	0,9490	1,0538	50
75	0,6123	0,7907	0,7743	1,2915	25	75	0,6916	0,7224	0,9573	1,0447	25
38,00	0,6157	0,7880	0,7813	1,2799	52,00	44,00	0,6947	0,7193	0,9657	1,0355	46,00
25	0,6191	0,7853	0,7883	1,2685	75	25	0,6978	0,7163	0,9742	1,0265	75
50	0,6225	0,7826	0,7954	1,2572	50	50	0,7009	0,7133	0,9827	1,0176	50
75	0,6259	0,7799	0,8026	1,2460	25	75	0,7040	0,7102	0,9913	1,0088	25
39,00	0,6293	0,7771	0,8098	1,2349	51,00	45,00	0,7071	0,7071	1,0000	1,0000	45,00
25	0,6327	0,7744	0,8171	1,2239	75						
50	0,6361	0,7716	0,8243	1,2131	50						
75	0,6395	0,7689	0,8317	1,2024	25						
Градусы угла.	Cosinus.	Sinus.	Tan- gente.	Cotan- gente.	Градусы угла.	Градусы угла.	Cosinus.	Sinus.	Cotan- gente.	Tan- gente.	Градусы угла.

О СПОСОБѢ РАФИНИРОВАНІЯ ЧЕРНОЙ МЪДИ И ГААРКУПФЕРА ПОСРЕДСТВОМЪ ЭЛЕКТРОЛИЗА ¹⁾.

МАРТИНА КИЛИАНИ.

Способъ этотъ, какъ извѣстно, существенно состоитъ въ томъ, что листы черной мѣди, въ перемежку съ листами чистой мѣди, погружаютъ въ ванну, содержащую подкисленный растворъ мѣднаго купороса, и пропускаютъ электрической токъ въ направленіи отъ черной мѣди къ мѣди чистой. Электрической токъ, при соблюденіи нижеуказанныхъ условій, отдѣляетъ на катодѣ только одну чистую мѣдь, тогда какъ примѣси черной мѣди частью остаются на анодѣ въ видѣ легко стирающагося, или даже самимъ собою отпадающаго порошка, частью переходятъ въ растворъ. Процессъ этотъ, хотя и началъ играть важную роль въ промышленности только въ послѣдніе годы, по своей сущности былъ извѣстенъ уже давно.

Еще въ 1847 году *Максимиліанъ, Герцогъ Лейхтенбергскій* ²⁾ старался строго научнымъ путемъ выяснить существенныя особенности этого процесса и уже предвидѣлъ, что его изысканія будутъ имѣть большое значеніе, вслѣдствіе возможности, помощью электролиза, отдѣлять благородные металлы изъ золотистой и серебристой мѣди. „Этотъ способъ“, говорилъ онъ, „можетъ служить дополненіемъ къ способу отдѣленія золота отъ серебра и даетъ технику новое средство извлекать съ пользою сокровища, которыя природа, какъ бы для побужденія человѣка къ новымъ изслѣдованіямъ и для удовлетворенія его любознательности, разсыпала самыми ничтожными количествами въ различныхъ мѣсторожденіяхъ мѣдныхъ рудъ.“

Герцогъ Лейхтенбергскій, при своихъ занятіяхъ гальванопластикой, былъ пораженъ тѣмъ обстоятельствомъ, что анодъ, приготовленный изъ обыкновенной продажной мѣди, спустя нѣкоторое время послѣ начала дѣйствія тока, всегда давалъ черный порошокъ, сильно затруднявшій равномерный ходъ процесса. Сначала онъ считалъ этотъ осадокъ просто за окись мѣди, и мнѣніе это также раздѣлялъ Беккерель, кажется, еще въ 1864 г., какъ это видно изъ слѣдующаго мѣста, взятаго изъ его знаменитаго сочиненія „*Elements d'Electrochimie*“: „les experiences laissent à desirer en ce sens qu'au pôle positif il se détache des lamelles noirâtres provenant de la formation de sous-sel de cuivre ³⁾“.

¹⁾ Изъ Berg-und Hüttenmännische Zeitung. 1885, № 25, перевелъ студ. Горн. Инст. П. Покровский.

²⁾ Bull. de St. Petersb. VI et VII. Dingl. polyt. Journ. 104, 293; 106, 35.

³⁾ Если изъ сопоставленія съ предъидущимъ и можно заключить, что Беккерель здѣсь дѣйствительно имѣлъ дѣло съ окисью мѣди, такъ какъ онъ разсматривалъ осадокъ, полученный изъ нейтральнаго, а не изъ кислаго раствора, мы все таки въ правѣ думать, что Беккерель проглядѣлъ основное явленіе электролитическаго рафинирования мѣди, потому что онъ нигдѣ не указываетъ на это во всякомъ случаѣ замѣчательное и заслуживающее вниманіе явленіе.

При дальнѣйшихъ изслѣдованіяхъ Герцогъ Лейхтенбергскій не нашелъ, или почти не нашелъ мѣди въ осадкѣ, который оказался состоящимъ изъ сѣры, селена, мышьяка, цинка, золота, серебра и желѣза. Онъ изучалъ явленія подробно, и если нѣкоторые изъ его выводовъ нуждаются въ подтвержденіи, то за нимъ, все таки, во всей цѣлости остается первое открытіе факта и первое научное объясненіе его. Къ сожалѣнію, его тогдашнія открытія были едва замѣчены гальванопластиками, а для заводскихъ дѣятелей прошли совершенно безслѣдно. Они, по всей вѣроятности, оставались бы погребенными въ книгахъ и до настоящаго времени, если бы недавно одинъ электротехникъ ни взялся снова за дѣло, ни довелъ бы и то, что Герцогъ Лейхтенбергскій сдѣлалъ мимоходомъ и въ небольшомъ масштабѣ,— до самостоятельнаго способа, примѣняемаго теперь къ производству въ большихъ размѣрахъ.

Въ 1865 году Элкингтонъ ¹⁾ взялъ патентъ на способъ, въ которомъ онъ не ограничивался переработкой одной черной мѣди, но распространилъ его также и на купферштейны. Онъ обыкновеннымъ заводскимъ способомъ плавилъ руду и отливалъ полученную массу въ форму, куда погружалъ откованныя мѣдныя полосы, дававшія ему возможность съ большимъ удобствомъ вынимать отлитые листы послѣ охлажденія и соединять ихъ съ проводниками. Мѣдныя полосы покрывались воскомъ для защиты отъ растворяющаго дѣйствія тока и полученные листы подвѣшивались въ ящики въ перемежку съ листами чистой мѣди. Растворъ, наполнявшій ящики, получался отъ мѣднаго купороса, покупнаго или самимъ Элкингтономъ приготовленнаго изъ богатыхъ шлаковъ. Ящики имѣли дно изъ утрамбованной глины, снабженные продольными желобками, и соединялись между собою гуттаперчевыми трубками; вслѣдствіе этого было возможно равномерное переливаніе раствора изъ одного сосуда въ другой.

При пропусканіи тока, получавшагося отъ магнито-электрическихъ машинъ Вильда, всѣ посторонніе металлы осаждались на дно сосуда, тогда какъ катодъ покрывался чистою мѣдью, которую продавали непосредственно на прокатку и литье. Загрязненіе ванны Элкингтонъ приписывалъ просто желѣзу и поэтому обновлялъ растворъ тогда, когда послѣдній терялъ много мѣди и пріобрѣталъ много желѣзнаго купороса ²⁾. Такимъ образомъ, онъ вначалѣ получалъ, при содѣйствіи трехъ машинъ, сила которыхъ намъ неизвѣстна, въ 100 ящикахъ, въ 24 часа, отъ 200 до 250 килогр. мѣди, позднѣе (1878) его устройство давало еженедѣльно 6 тоннъ (6093 килогр.).

Какъ ни простъ по своей сущности этотъ процессъ, при примѣненіи его къ большому производству онъ представилъ практикамъ желавшимъ полу-

¹⁾ Propagation ind. 1871, 75. Dingl. pol. Journ. 201, 560. Polyt. Centr. Bl. 1871, 1888 Gen. civ. 1870, 388.—Berg—u. Hüttenm. Ztg. 1868 г. S. 60.

²⁾ Способъ, введенный въ настоящее время въ „Sesri Levahte“, въ существенныхъ чертахъ нисколько не отличается отъ Элкингтоновскаго (см. также В. и. Н. Ztg. 1884, S. 87; 1885, S. 223).

чать не только золото и серебро, но также и хорошую мѣдь, большія затрудненія, вызывавшіяся, главнѣйшимъ образомъ, присутствіемъ мышьяка, сурьмы и висмута и необходимостью строгаго соблюденія условій по отношенію къ силѣ тока, составу и циркуляціи раствора. Какъ видно, это суть именно тѣ условія, которыя Элкингтонъ не включилъ въ описаніе своего патента и которыя, вмѣстѣ съ недостаткомъ сильнаго производителя электричества, явились причиною того, что способъ этотъ до послѣднихъ лѣтъ ограничивался исключительно заведеніемъ Элкингтона. Въ настоящее время, послѣ блестящихъ открытій въ области электро-техники, когда физики, химики и заводскіе дѣятели взаимно подали другъ другу руки, чтобы изучить этотъ способъ во всѣхъ направленіяхъ и усовершенствовать его, онъ можетъ получить такое широкое распространеніе, которое доставитъ ему первое мѣсто между способами переработки черной мѣди, и даже существуютъ ясныя указанія на то, что электрометаллургія мѣди представляетъ собой только первую ступень нахождения совсѣмъ новой, способной къ могущественному развитію и многообѣщающей отрасли заводскаго дѣла.

Въ настоящее время электролитическій методъ уже получилъ примѣненіе въ учрежденной Грамомъ въ Парижѣ *Hamburger Affinerie* (В. и Н. Ztg. 1883 г., S. 366), гдѣ онъ ведется подъ непосредственнымъ наблюденіемъ юктора Волвиля, а также на заводѣ въ Окерѣ, гдѣ совершенствованіями своими онъ обязанъ директору Бреунингу и фирмѣ Сименсъ и Гальске. Къ сожалѣнію, до сихъ поръ, лица, постороннія заводу, имѣли возможность познакомиться только съ продуктами производства, которые вначалѣ, особенно на Парижской электрической выставкѣ 1881 г., возбуждали всеобщее любопытство; самый же способъ, напротивъ, сохраняется въ глубокой тайнѣ. Такая торгашеская тайна, заставляя многихъ думать, что способъ этотъ основанъ на неизвѣстныхъ до сихъ поръ началахъ, или что онъ представляетъ необыкновенныя затрудненія, сильно замедляетъ примѣненіе электролиза въ металлургіи. Если послѣдующія строки будутъ способствовать разсѣянію этихъ ложныхъ мнѣній и докажутъ, что этотъ способъ, за исключеніемъ нѣкоторыхъ неважныхъ пріемовъ, доступенъ каждому, кто только съ необходимыми элементарными свѣдѣніями изъ физики и химіи соединяетъ природное остроуміе, то мы будемъ считать цѣль нашу достигнутой.

Сущность способа состоитъ въ томъ, что электрической токъ, при извѣстныхъ условіяхъ, не одинаково растворяетъ металлы, составляющіе анодъ, и что изъ смѣси растворовъ многихъ металлическихъ солей онъ осаждаетъ металлы на катодѣ не одновременно, но что оба дѣйствія слѣдуютъ извѣстной постепенности, по которой одинъ металлъ растворяется или осаждается ранѣе другаго. Для такой постепенности желательно было бы дать достаточное научное объясненіе, но, къ сожалѣнію, въ настоящее время это нѣсколько преждевременно, такъ какъ вся область электрохиміи находится еще

въ младенчествѣ и матеріалъ для такого объясненія все еще не достаточенъ ¹⁾). Законы порядка, которому слѣдуетъ это выдѣленіе, найденные до сихъ поръ, касаются только серебра, мѣди, желѣза, цинка, свинца и, можетъ быть, сѣры и то по отношенію къ немногимъ электролитамъ, тогда какъ о свойствахъ такихъ элементовъ, какъ мышьякъ, сурьма, висмутъ, представляющихъ наибольшее затрудненіе при рафинированіи мѣди, въ литературѣ имѣются только весьма обще-выраженныя и часто невѣрныя мнѣнія. Здѣсь не мѣсто приводить физическія теоріи и гипотезы; напротивъ, намъ, для уразумѣнія физическихъ и химическихъ преимуществъ этого способа и успѣшнаго практическаго примѣненія его, будетъ вполне достаточно тѣхъ фактовъ, которые приведены уже въ порядоѣ.

При выдѣленіи и раствореніи различныхъ металловъ электрическимъ токомъ всегда слѣдуютъ правилу: *чтобы при этомъ развивалось по возможности больше энергіи и потреблялось ея по возможности меньше*. Вслѣдствіе этого, въ анодѣ, при нижеуказанныхъ условіяхъ, сначала растворяются тѣ металлы, которые, при переходѣ въ растворъ, развиваютъ наибольшее количество энергіи, а изъ смѣшаннаго раствора выдѣляются тѣ, которые требуютъ для этого наименьшей затраты энергіи (электро-возбудительной силы). Понятіе о количествѣ затрачиваемой энергіи намъ можетъ доставить количество теплоты, выдѣляющейся при образованіи солей и окисей металловъ. Хотя для сѣрнистыхъ соединений не имѣется всѣхъ требуемыхъ здѣсь чиселъ, но данныя, относящіяся къ гидратамъ и окисямъ, будутъ вполне достаточны для того, чтобы узнать послѣдовательность, съ которою растворяются и осаждаются металлы. Слѣдующая таблица представляетъ данныя, относящіяся къ такимъ количествамъ металловъ, которыя были соединены съ однимъ атомомъ освобождающагося на анодѣ кислорода; эквивалентные вѣса выражены въ граммахъ, а теплота въ граммовыхъ единицахъ.

Mn, O, H ₂ O	94770	Томсонъ
Zn, O, H ₂ O	82680	
Fe, O, H ₂ O	68280	
Sn, O, H ₂ O	68090	
Sn ¹ / ₂ , (Sn ¹ / ₂ , O, H ₂ O?)	67680	Эндриусъ.
Cd, O, H ₂ O	65680	Томсонъ
Fe ² / ₃ , O, H ₂ O	63710	
Co, O, H ₂ O	63400	
Ni O, H ₂ O?	60840	
Pb, O, (Pb, O, H ₂ O)	50300	

¹⁾ Въ „Lehre von der Elektrizität“ Видемана II Bd. S. 595 можно найти предложенныя Магнусомъ, Буффомъ и Гиторфомъ гипотезы.

As ² / ₃ , O, H ₂ O	49010	Томсонъ
As ² / ₅ , O, H ₂ O	45076	
[H ₂ , O.	42200]	
Bi ² / ₃ , O, H ₂ O	?	
Sb ² / ₃ , O, H ₂ O	?	
Cu ₂ , O, H ₂ O	40810	
Cu, O, H ₂ O	37520	
Ag ₂ , O, (Ag ₂ , O, H ₂ O)	5900	
Au ² / ₃ , O, H ₂ O	4397	

Эти числа даютъ возможность непосредственно предсказать, что металлы, помѣщенные въ таблицѣ выше мѣди, если только они не находятся въ анодѣ въ соединеніи съ металлоидами, подвергнутся дѣйствию тока ранѣе послѣдней, тогда какъ золото, серебро, платина перейдутъ въ растворъ послѣ нея или, въ томъ случаѣ, когда они находятся на лицо въ небольшомъ количествѣ, отпадутъ въ видѣ мелкаго порошка. Это теоретическое заключеніе дѣйствительно подтверждается на практикѣ опытами. Марганецъ, цинкъ, желѣзо, кадмій, олово, сурьма, мышьякъ, свинецъ и висмутъ при электрическомъ рафинированіи мѣди окисляются ранѣе послѣдней и переходятъ въ растворъ или шламъ, смотря потому образуютъ ли они растворимое или нерастворимое соединеніе. Золото, серебро и платина остаются въ видѣ металлическаго порошка. Разъ металлы перешли въ растворъ, то осажденіе ихъ на катодѣ происходитъ въ порядкѣ, обратномъ ихъ растворенію, т. е. начиная золотомъ и кончая марганцемъ. Впрочемъ справедливость подобнаго предположенія зависитъ отъ многихъ условій, между которыми главнѣйшія: сила тока, природа и концентрація электролита, входящіе въ составъ анода вещества, физическія и химическія свойства послѣдняго, особенно его плотность и связность. Если силу тока довести до извѣснаго maximum'a, то металлы будутъ переходить въ растворъ и осаждаться не одинъ послѣ другаго, но одновременно. Чѣмъ болѣе нейтрализованъ растворъ, или чѣмъ бѣднѣе онъ мѣдью, тѣмъ легче, говоря вообще, будутъ растворяться электроотрицательные металлы и осаждаться на катодѣ электроположительные. При употребленіи мѣди, содержащей много нечистотъ, эти послѣднія растворяются скорѣе, нежели при болѣе чистой. При менѣе плотномъ, хрупкомъ анодѣ процессъ идетъ удовлетворительнѣе, нежели при болѣе плотномъ, кованномъ; при отлитомъ и быстро охлажденномъ лучше, чѣмъ при прокатанномъ.

Всѣ эти соображенія должны быть приняты во вниманіе только въ такомъ случаѣ, когда нечистоты черной мѣди находятся въ металлическомъ видѣ. Если же приходится имѣть дѣло съ окисленными или сѣрнистыми соединеніями, то, очевидно, нужно принимать въ соображеніе ихъ электропроводность. Большая часть окисей, при обыкновенной температурѣ, разсматривается какъ непроводники, такъ что, вообще можно сказать, что на окиси токъ не оказываетъ никакого дѣйствія и онѣ уходятъ въ шламъ. Если онѣ иногда растворяются или

вообще измѣняются, то это будетъ *второстепенное*, чисто химическое дѣйствіе раствора, который, вслѣдствіе этого, очевидно, становится бѣднѣ кислотой. Сѣрнистые металлы, напротивъ, хорошо проводятъ электричество, хотя и далеко не въ такой степени, какъ металлическая мѣдь. Такимъ образомъ, никакого раздѣленія тока на анодѣ не происходитъ до тѣхъ поръ, пока содержаніе мѣди по отношенію къ сѣрѣ остается значительнымъ; весь токъ въ этомъ случаѣ направляется къ мѣди и оставляетъ сѣрнистые металлы, которые, какъ таковые, переходятъ въ шламъ или подвергаются вторичному дѣйствію раствора. При незначительномъ содержаніи мѣди по отношенію къ сѣрѣ, токъ, смотря по его силѣ, болѣе или менѣе раздѣляется и часть его идетъ на разьединеніе металловъ отъ сѣры.

Кромѣ упомянутой уже второстепенной реакціи, происходитъ еще рядъ другихъ, изъ которыхъ однѣ помогаютъ дѣйствію тока, другія, напротивъ, вредятъ ему. Сюда прежде всего относится та реакція, которая по своей сущности совпадаетъ съ понятіемъ объ „*электровозбудительномъ противодѣйствіи*“. Токъ въ электролитѣ стремится разьединить металлъ отъ кислоты, кислота же ванны, наоборотъ, старается снова растворить выдѣлившійся металлъ. Обѣ эти силы дѣйствуютъ прямо противоположно другъ другу и каждая изъ нихъ, при извѣстныхъ обстоятельствахъ, можетъ взять верхъ; второстепенное дѣйствіе, очевидно, тѣмъ легче, чѣмъ большимъ химическимъ сродствомъ обладаютъ составныя части электролита и чѣмъ слабѣе токъ. Если, при электрическомъ рафинированіи мѣди безъ доступа воздуха, второстепенная реакція, вслѣдствіе постоянства мѣди относительно дѣйствія разбавленной сѣрной кислоты, далеко не достигаетъ той силы, какая проявляется при цинкѣ или той же мѣди но въ азотно-кисломъ растворѣ, то все таки она становится замѣтной, когда токъ будетъ неизбежно ослабѣвать, а вліяніе воздуха усилится хорошей циркуляціей раствора. Во всякомъ случаѣ второстепенную реакцію можно совсѣмъ не принимать въ соображеніе, если она только уничтожаетъ закись мѣди, которая образуется на катодѣ, вслѣдствіе слабого тока.

Что касается *каждой примѣси черной мѣди въ отдѣльности*, то опыты, произведенные авторомъ въ химико-технической лабораторіи Мюнхенской высшей школы, при плотности тока въ $20 \frac{\text{Amp.}}{\text{qm.}}$ и нормальномъ растворѣ 150 гр. ¹⁾ мѣднаго купороса и 50 гр. концентрированной сѣрной кислоты на литръ, дали слѣдующіе результаты:

Закись мѣди, вслѣдствіе своей дурной электропроводности, остается нетронутой токомъ и идетъ въ шламъ, гдѣ однако, подъ вліяніемъ второстепеннаго дѣйствія кислоты, постепенно растворяется, очевидно тѣмъ менѣе, чѣмъ

¹⁾ Гдѣ не будетъ сдѣлано особенныхъ указаній на плотность тока и составъ раствора, тамъ нужно подразумѣвать вышесказанныя числа.

короче время, которое шламъ остается въ ваннѣ. Такимъ образомъ, содержаніе въ анодѣ закиси мѣди дѣлаетъ растворъ бѣднѣ кислотой и богаче мѣдью.

Сѣрнистая мѣдь (и селенистая мѣдь) идетъ въ шламъ, пока количество ея не превосходитъ количества, содержагося обыкновенно въ черной мѣди и, особенно, если она находится въ видѣ худопроводящей электричество полусѣрпистой мѣди. Сѣра изъ подобнаго шлама не извлекается сѣрнистымъ углеродомъ.

Серебро, платина и золото, при не очень значительномъ ихъ содержаніи и растворѣ, содержащемъ нормальныя количества мѣди и кислоты, идутъ вполне въ видѣ порошка въ шламъ. Если растворъ нейтрализованъ, то серебро растворяется и потомъ осаждается на катодѣ. Авторъ замѣтилъ, что при содержаніи въ анодѣ 3,8 проц. серебра большая часть послѣдняго переходитъ въ растворъ.

Висмутъ и окись висмута уходятъ частью въ видѣ основныхъ солей въ шламъ, частью въ растворъ, изъ котораго, при долгомъ стояніи, по большей части снова выдѣляются въ видѣ основныхъ солей. Содержаніе въ анодѣ висмута дѣлаетъ растворъ бѣднѣ мѣдью, а содержаніе окиси—бѣднѣ кислотой. Висмутъ въ катодныхъ осадкахъ ванны, изъ которой уже выдѣлилась масса основныхъ солей, не будетъ появляться до тѣхъ поръ, пока растворъ удовлетворяетъ нормальнымъ требованіямъ по отношенію къ содержанію мѣди и кислоты.

Олово, переходитъ въ растворъ, изъ котораго, при долгомъ стояніи, по большей части снова выдѣляется въ видѣ основныхъ солей. Если анодъ очень богатъ оловомъ, то оно по большей части остается на анодѣ въ видѣ основной сѣрнокислой соли. Такой анодный шламъ имѣетъ въ сыромъ состояніи грязный свѣтло-сѣрый цвѣтъ, который при высушиваніи становится бѣлымъ. Шламъ этотъ самъ по себѣ быстро увеличивается въ вѣсѣ, такъ что его долго нельзя взвѣшивать. Онъ, кромѣ сѣрной кислоты, содержитъ значительное количество α —окиси олова (оловянная кислота), растворимой въ соляной кислотѣ, тогда какъ нерастворимая въ послѣдней β —окись олова (метаоловянная кислота) находится въ весьма небольшомъ количествѣ. Олово, такимъ образомъ накопляясь въ значительномъ количествѣ въ растворѣ, дѣлаетъ ванны бѣднѣ мѣдью. Растворъ, вслѣдствіе выдѣленія основныхъ солей, становится богаче, хотя и незначительно, свободной кислотой. Олово, находящееся въ растворѣ, оказываетъ удивительно благопріятное вліяніе на самый осадокъ. Въ то время, какъ изъ химически чистаго *нейтральнаго* раствора мѣднаго купороса, при употребленіи тока вышеуказанной плотности, осадокъ получается крайне дурной, почковатый и хрупкій, изъ той же самой ванны, но при содержаніи въ анодѣ значительнаго количества олова, полученный осадокъ приобретаетъ хорошія качества, становится ковкимъ и не образуетъ почекъ. Въ этомъ случаѣ осадокъ можетъ, послѣ растворенія въ азотной кислотѣ, выпариванія и новаго ра-

створенія въ немного подкисленной водѣ, не обпаруживать никакихъ слѣдовъ остатка или мути, зависящихъ отъ содержанія олова. Вслѣдствіе этого прежніе гальванопластики прибавляли въ ванну соли олова. Напряженіе въ ваннѣ, при употребленіи анода съ значительнымъ содержаніемъ олова, весьма замѣтно понижается. Зависитъ ли это вліяніе олова оттого, что при выдѣленіи основныхъ оловянныхъ солей дѣлается свободной незначительное количество кислоты, или образующіяся соли закиси олова возстановляютъ осѣвшую на катодѣ закись мѣди, или, наконецъ, соли олова оказываютъ еще какое нибудь дѣйствіе,—все это вопросы, отвѣтъ на которые могутъ дать только новыя изысканія.

Металлическій мышьякъ, какъ въ кислотѣ такъ и въ нейтральномъ растворѣ, переходитъ въ растворъ въ видѣ мышьяковой кислоты; если же растворъ уже насыщенъ имъ, то онъ также идетъ въ шламъ. Когда мышьяковая кислота соединена съ окисью мѣди или другою окисью, то такъ какъ эти соединенія тока не проводятъ, то мышьякъ идетъ въ шламъ сполна въ нейтральномъ растворѣ, въ кислотѣ же онъ, при второстепенномъ дѣйствіи, постепенно переходитъ въ растворъ, и притомъ очевидно тѣмъ менѣе, чѣмъ чаще рекращаютъ дѣйствіе на него кислоты, т. е. чѣмъ чаще очищаютъ шламъ въ пваннѣ. Металлическій мышьякъ дѣлаетъ ванну бѣднѣе мѣдью, но богатъ кислотой, потому что мышьякъ, переходя въ растворъ, не соединяется съ кислотой, тогда какъ эквивалентное количество мѣди кислотой выдѣляется. Мышьяково-кислыя соединенія требуютъ продолжительной нейтрализаціи сѣрной кислоты. Мышьякъ не переходитъ въ катодный осадокъ до тѣхъ поръ, пока растворъ обладаетъ въ достаточной мѣрѣ нормальнымъ содержаніемъ мѣди и кислоты; въ нейтральномъ же растворѣ мышьякъ переходитъ въ осадокъ, также какъ и въ кислотѣ, если послѣдній бѣденъ мѣдью.

Металлическая сурьма относится къ дѣйствію тока также какъ и олово и какъ въ кислотѣ, такъ и въ нейтральномъ растворахъ, частью переходитъ въ растворъ, частью остается на анодѣ въ видѣ основной сѣрнокислой соли. Сурьма дѣлаетъ растворъ также бѣднымъ мѣдью. Токъ не дѣйствуетъ на сурьянокислыя соединенія и они идутъ непосредственно въ шламъ, гдѣ, однако, подъ вліяніемъ второстепеннаго дѣйствія кислоты ванны, разлагаются и требуютъ нейтрализаціи раствора, какъ и мышьяковокислыя соединенія и, очевидно, тѣмъ менѣе, чѣмъ чаще шламъ съ анода удаляется внѣ ванны. Сурьма, если растворъ насыщенъ и въ жидкости уже осѣли основныя соли, не переходитъ въ осадокъ до тѣхъ поръ, пока растворъ сохраняетъ вышеуказанный нормальный составъ по отношенію къ содержанію мѣди и кислоты; въ крайнемъ случаѣ на катодѣ можетъ механически осѣсть немного основной соли. Эта основная соль осаждается преимущественно въ томъ мѣстѣ, гдѣ происходитъ измѣненіе концентраціи раствора,—разжиженіе его,—т. е. вблизи катода. Выдѣляющійся бѣлый порошокъ ложится отчасти на катодъ въ видѣ полосъ, и на такихъ мѣстахъ образуются черныя наросты, содержащія мѣдь и сурьму. Если растворъ приблизительно или совсѣмъ нейтраленъ, то

кромѣ мѣди осаждается и сурьма, и осадокъ становится желтоватымъ и хрупкимъ, часто характеризуясь длинными иглообразными наростами, ограниченными прямолинейными плоскостями. Нормальное содержаніе кислоты въ томъ случаѣ, когда ванна значительно обѣднѣла мѣдью, не препятствуетъ олову переходить въ осадокъ.

Свинецъ, на который токъ дѣйствуетъ ранѣе, нежели на мѣдь, идетъ въ видѣ нерастворимой сѣрнокислой соли въ пламя; въ растворѣ онъ остается въ незначительномъ количествѣ и на катодъ не переходитъ. Присутствіе въ анодѣ свинца дѣлаетъ ванну бѣднѣе мѣдью.

Жельзо, цинкъ, никкель и кобальтъ при дѣйствіи тока растворяются скорѣе мѣди и дѣлаютъ, вслѣдствіе этого, растворъ бѣднѣе послѣдней. Но кромѣ того они, при токѣ незначительной плотности, какая обыкновенно примѣняется при рафинированіи мѣди, подвергаются вторичному дѣйствію кислоты ванны, такъ что въ анодѣ растворяется эквивалентно большее ихъ количество, нежели выдѣляется на катодѣ мѣди, вслѣдствіе чего ванна становится бѣднѣе кислотою, но вообще богаче металлами.

Металлическое жельзо при слабомъ токѣ, примѣняемомъ обыкновенно при рафинированіи мѣди, переходитъ въ растворъ въ видѣ соли закиси, которая вторичнымъ дѣйствіемъ раствора подъ усиленнымъ циркуляціею вліяніемъ воздуха переводится въ соль отъ окиси. При этомъ вторичномъ переходѣ, очевидно, нѣкоторое количество свободной кислоты становится связаннымъ. Соли окиси непосредственно на анодѣ образуются только при сильномъ, здѣсь не принимаемомъ въ соображеніе токѣ (около $1300 \frac{Amp.}{qm.}$), когда кромѣ ихъ наблюдается уже появленіе кислорода и свободной кислоты. Явленія, происходящія при употребленіи анода изъ сѣрнистаго жельза, были недавно разсмотрѣны *Бадіа* въ его описаніи электрической переработки купферштейновъ въ *Sestri Levante* ¹⁾, однако безъ указанія силы тока, съ которымъ онъ производилъ изысканія. Мнѣніе *Бадіа*, что при анодѣ изъ сѣрнистаго жельза образуются только соли окиси, казалось и автору справедливымъ для тѣхъ сѣрнистыхъ соединений, которыя соотвѣтствуютъ окиси; при односѣрнистомъ же жельзѣ онъ надѣялся встрѣтить явленія, аналогичныя происходящимъ при металлическомъ жельзѣ, т. е. указанное въ этомъ случаѣ *Бадіа* образованіе соли окиси, онъ приписывалъ единственно большей силѣ тока. Точныя изслѣдованія однако доказали ему противоположное, такъ что выводъ *Бадіа* въ настоящее время долженъ быть признанъ справедливымъ относительно всѣхъ сѣрнистыхъ соединений и для слабыхъ токовъ. При опытахъ, которые авторъ дѣлалъ съ мѣднымъ колчеданомъ и односѣрнистымъ жельзомъ, съ токомъ плотностью въ $20 \frac{Amp.}{qm.}$ онъ всегда получалъ, безъ

¹⁾ Lumière électrique, tom. 14, (1884, 4) p. 3.

доступа воздуха и въ нейтральномъ растворѣ, только соли окиси. Конечно явленія основныхъ солей и свободной кислоты, что Бадіа считаетъ непремѣннымъ, авторъ не могъ наблюдать. Мимоходомъ автору удалось подтвердить правило Бадіа относительно опредѣленнаго содержанія желѣза, именно, что осадокъ становится неудовлетворительнымъ, если только содержаніе мѣди превосходитъ 0,1 гр. на 100 кубическихъ сантим. раствора ¹⁾ Конечно, осадокъ, полученный изъ раствора, содержащаго болѣе 0,2 грам мѣди на 100 куб. сент., показываетъ уже въ самомъ началѣ повсемѣстное образованіе почекъ и отъ него нельзя требовать такихъ же хорошихъ качествъ, какъ отъ осадка, полученнаго изъ нормальнаго раствора. Но авторъ не соглашается съ Бадіа, который считаетъ *необходимымъ условіемъ*, для полученія этихъ относительно хорошихъ результатовъ, присутствіе соли желѣза отъ окиси. Бадіа объясняетъ это тѣмъ, что соль окиси желѣза дѣлаетъ невозможнымъ выдѣленіе на катодѣ свободного водорода, всегда оказывающаго неблагоприятное вліяніе на форму осадка, и, противопоставляя водороду свое собственное возстановленіе, прекращаетъ поляризацию. Такимъ образомъ Бадіа послѣдовательно приходитъ къ заключенію, что на возстановленіе солей окиси желѣза также затрачивается часть электрической силы. Отдѣльные случаи, на которыхъ Бадіа строитъ свои выводы, конечно, могутъ происходить, но только не нужно указывать на это, какъ на необходимое условіе полученія хорошихъ результатовъ; въ этомъ случаѣ справедливымъ оказывается только одно требованіе возможно лучшей циркуляціи раствора. Но Бадіа желаетъ имѣть послѣднюю только для подведенія къ катоду новыхъ количествъ соли окиси желѣза, тогда какъ авторъ старается располагать трубки, производящія циркуляцію, такимъ образомъ, чтобы получить возможность обдѣлывшія мѣдью части раствора и соли желѣза замѣнять около катода растворомъ, богатымъ мѣдью. При предположеніи, *что растворъ хорошо перемѣшивается* и при указанной выше плотности тока, никакого раздѣленія послѣдняго между сѣрнокислыми солями мѣди и желѣза не происходитъ, никакого водорода не выдѣляется, и соль окиси желѣза не возстановляется, а осаждается изъ раствора только одна чистая мѣдь. Автору удалось получить изъ раствора, который кромѣ нормальнаго количества кислоты содержалъ болѣе 0,2 гр. мѣди на 100 куб. сент. и эквивалентное недостатку до нормальнаго содержанія мѣди количество желѣзнаго купороса, то самое количество мѣди на катодѣ, которое указывалъ серебряный вольтаметръ, введенный въ ту-же цѣпь. Анодъ, при этихъ изслѣдованіяхъ, состоялъ изъ мѣди, и образованіе солей окиси во время самаго изслѣдованія было невозможно, потому что опыты дѣлались безъ всякаго доступа воздуха.

¹⁾ Въ новѣйшемъ сочиненіи Бадіа (Elektrotechn. Zeitschrift. S. 112) указано, что осадокъ сохраняетъ свои хорошія качества и при содержаніи мѣди, большемъ 0,1 гр. на 100 куб. сент., но при хорошей циркуляціи.

Движеніе раствора умѣрялось при этомъ настолько, чтобы осадокъ не получался порошковатымъ, чернымъ и содержащимъ сѣрнистую мѣдь. Если въ кислотѣ растворѣ находятся соли окиси желѣза, то осадокъ, полученный при доступѣ воздуха, не будетъ, конечно, удовлетворять теоретическому, по силѣ тока вычисленному количеству, хотя разница въ этомъ случаѣ немного превосходитъ ту, которая наблюдается въ осадкѣ, полученномъ при быстрой циркуляціи и изъ ванны, совсѣмъ не содержащей желѣза. Разница эта объясняется однажды уже упомянутымъ и происходящимъ при содѣйствіи воздуха вторичнымъ дѣйствіемъ раствора на первоначально выдѣлившуюся мѣдь и притомъ разница эта такъ ничтожна, что на практикѣ не представляетъ никакой важности. Растворъ, перемѣшиваемый не въ надлежащей степени, становится близъ катода настолько бѣднѣе мѣдью, что вызываетъ и при слабомъ токѣ раздѣленіе его между электролитами, такъ что соли желѣза въ этомъ случаѣ могутъ разлагаться. Соли желѣза, при токѣ той плотности, о которой здѣсь идетъ рѣчь, не даютъ на катодѣ въ нейтральномъ растворѣ металлическаго осадка, но только водородъ, и этотъ первоначально полученный водородъ можетъ, если случайно находятся соли окиси желѣза, вторично возстановлять ихъ. Но производству, которое дѣйствительно работаетъ съ такой реакціей, нужно сдѣлать упрекъ за бесполезную затрату работы, которую можно бы было употребить на выдѣленіе мѣди. Единственнымъ извиненіемъ такому способу можетъ служить только то обстоятельство, что издержки на увеличеніе циркуляціи раствора не окупаются прибылью, получаемой отъ мѣди.

Всѣ вышеуказанныя реакціи, смотря по составу сыраго матеріала, совершаются въ дѣйствительности болѣе или менѣе одновременно. Анодный шламъ можетъ содержать золото, платину, серебро (сѣрнистое), закись мѣди, сѣрнистую мѣдь, основныя сѣрнокислыя соли висмута, олова и сурьмы, сурьянокислую и мышьяковокислую окись мѣди, сурьянокислѣ и мышьяковокислѣ окиси другихъ металловъ, сѣрнокислый свинецъ и шлакообразныя составныя части, съ которыми могутъ перейти въ шламъ желѣзо, известь, магнезія и кремневая кислота. Кромѣ того всегда отпадаетъ въ видѣ порошка нѣсколько мѣди. Постепенное раствореніе анода происходитъ не такъ, что глубже лежащія части подвергаются дѣйствію тока только тогда, когда вполнѣ уничтожены частицы, лежащія на поверхности; напротивъ, растворяющее дѣйствіе тока проникаетъ далеко въ глубь листовъ, хотя на поверхности находится еще большое количество мѣди. Хрупкіе листы черной мѣди толщиной въ 2,5 мм. изъ 96 проц. мѣди послѣ десятидневнаго электролиза сдѣлались настолько мягкими, что, не ломаясь, легко скатывались въ свитки, какъ обыкновенная бумага. Листы, отлитые непосредственно изъ мѣднаго колчедана, показывали, послѣ многодневнаго электролиза, большія выбоины на сторонѣ, обращенной къ катоду.

Растворъ отъ присутствія въ анодѣ желѣза (цинка, никкеля, кобальта марганца), олова, мышьяка, сурьмы и висмута становится богаче металлами,

но бѣднѣ кислотой и мѣдью. Этотъ недостатокъ обусловливается нѣкоторымъ образомъ упомянутой уже второстепенной реакціей. Растворъ, при употребленіи относительно чистой сырой мѣди, настолько обогащается послѣдней, что одного испаренія становится уже недостаточно для объясненія этого явленія. Возстановительное дѣйствіе металлической мѣди на кислый растворъ мѣднаго купороса образуетъ нѣсколько сѣрнокислой закиси мѣди, которая потомъ подъ вліяніемъ воздуха, переходитъ въ соль окиси. Фактъ этотъ, на который недавно указалъ Рослеръ по поводу описанія своего способа пользованія выдѣляющимися газами ¹⁾, безъ сомнѣнія служилъ основаніемъ прежняго выщелачиванія сѣрною кислотой ²⁾ въ томъ видѣ, какъ оно примѣнялось въ Оверѣ прежде введенія электролиза (В. u. Н. Ztg. 1859, S. 362). Эта второстепенная реакція постоянно растворяетъ нѣкоторое количество мѣди, и именно тѣмъ большее, чѣмъ менѣе сила тока и чѣмъ быстрѣе циркуляція, т. е. чѣмъ чаще растворъ приходитъ въ соприкосновеніе съ воздухомъ. Присутствіе солей окиси желѣза усиливаетъ дѣйствіе соприкосновенія раствора. Оно, особенно близъ поверхности жидкости, часто достигаетъ такой силы, что тонкій катодный листъ, выдающійся изъ жидкости, уже послѣ восьми дней совсѣмъ переѣдается. Эта второстепенная реакція служитъ объясненіемъ того факта, что *уменьшеніе въ вѣсъ анода* (послѣ очищенія отъ шлама) всегда нѣсколько больше, а *увеличеніе катода* всегда нѣсколько меньше, чѣмъ это должно было бы быть на основаніи вычисленія по силѣ тока. Авторъ, при употребленіи нормальныхъ плотностей тока и состава раствора, не находившагося въ соприкосновеніи съ воздухомъ, получалъ разницу для анода до 3,5 проц., а для катода 2 проц. Вслѣдствіе такой реакціи ванна становится все бѣднѣе и бѣднѣе кислотой.

Нейтрализованіе раствора, происходящее отъ совокупнаго дѣйствія упомянутыхъ различныхъ реакцій, оказываетъ весьма дурное вліяніе на весь ходъ процесса. Нетолько растворъ вслѣдствіе этого дѣлается гораздо худшимъ проводникомъ, такъ что, при всѣхъ остальныхъ нормальныхъ условіяхъ, разность потенциаловъ въ ваннѣ возрастаетъ отъ 0,1 до 0,25 волта (удаленіе электродовъ 5 сент.), но и всѣ вышеупомянутыя нечистоты ванны идутъ въ осадокъ и дѣлаютъ его хрупкимъ и негоднымъ. Впрочемъ осадокъ, полученный въ нейтральномъ

¹⁾ Dingl. pol. Journ. 242, 286; В. u. Н. Ztg. 1881, S. 486; 1885 S. 139.

²⁾ Старое выщелачиваніе сѣрною кислотой можетъ быть разсматриваемо какъ электролитическое рафинированіе мѣди, въ которомъ энергія крайне слабого тока, при вышеуказанной реакціи дѣйствія сѣрной кислоты и воздуха на мѣдь, остается совсѣмъ въ тѣнѣ. Черная мѣдь и чистая мѣдь въ сѣрной кислотѣ или въ кислотѣ растворѣ мѣднаго купороса, сами даютъ токъ, причѣмъ черная мѣдь образуетъ анодъ а чистая мѣдь—катодъ. Анодный шламъ имѣетъ при выщелачиваніи, почти такой же составъ, какъ и при теперешнемъ электролитическомъ рафинированіи мѣди и все различіе между обоими способами состоитъ въ томъ, что при настоящемъ имѣетъ перевѣсъ первоначальная, а при прежнемъ—вторичная реакція. Сила тока, употребляемая въ настоящее время, болѣе прежней, но всетаки не настолько велика, чтобы можно не принимать въ соображеніе второстепенной реакціи, особенно при хорошей циркуляціи раствора.

растворѣ, если онъ даже химически чистъ, имѣетъ крайне дурныя качества и такъ хрупокъ, что легко растирается въ порошокъ въ ступкѣ. Это зависитъ отъ *содержанія закиси мѣди*. Энергія слабого тока не въ силахъ разложить сѣрнокислую соль на SO_4 и металлическую мѣдь, вслѣдствіе чего часть послѣдней выпадаетъ въ видѣ закиси, которая выдѣляется все въ меньшемъ и меньшемъ количествѣ, по мѣрѣ увеличенія плотности тока, до того предѣла, когда начинаетъ осаждаться одна чистая мѣдь. Присутствіе закиси мѣди можно узнать по характерному красному окрашиванію осадка и, особенно, по глубоко вѣзаннымъ штрихамъ, равномерно распространяющимся по всей поверхности анода красивыми волнами. Авторъ, при плотности тока въ $20 \frac{\text{amp.}}{\text{qm.}}$, получалъ даже ясно образованные кристаллики закиси мѣди, напоминающія извѣстныя кристаллическія разновидности натуральной мѣдной руды. Уже Беккерель ¹⁾ упоминаетъ, впрочемъ не указывая на силу тока, что осадки мѣди, полученные изъ нейтральнаго раствора, содержатъ окись мѣди, такъ какъ они послѣ нагрѣванія въ струѣ водорода нѣсколько теряютъ въ своемъ вѣсѣ. Соре ²⁾, Видеманъ ³⁾ и Фрѣлигъ ⁴⁾ говорятъ тоже объ мѣдномъ купоросѣ, а частью и о другихъ соляхъ. Авторъ, при вышеназванной силѣ тока и химически чистыхъ матеріалахъ, получалъ изъ нейтральнаго раствора сильно почковатые и хрупкіе осадки, возстановленіе которыхъ въ струѣ водорода (по правилу Гампе ⁵⁾) дало до 0,2 проц. кислорода. Осадки, которые передъ возстановленіемъ были испещрены рубиновокрасными штрихами, послѣ возстановленія получали характерный цвѣтъ мѣди и оказывались сильно покоробленными и изогнутыми. Измѣненіе въ вѣсѣ этого осадка оказалось значительнѣе, нежели теоретическое, вычисленное помощью серебрянаго вольтамметра, введеннаго въ ту-же цѣпь. Эта разница въ вышеназванномъ случаѣ достигаетъ 1,42 проц., а при плотности тока въ $50 \frac{\text{amp.}}{\text{qm.}}$ 11,86 проц. ⁶⁾.

¹⁾ Elements d'Electrochimie, p. 221,

²⁾ Ann. de Chem. et. de Phys. Ser. III. [1854], tom. 24, p. 257.

³⁾ Pogg. Ann. N. F. 6 (1879), 81.

⁴⁾ Electrot. Ztsh. 1884, 470.

⁵⁾ Preuss. Ztsch. 21, 218; В. u. Н. Ztg. 1874, s. 192.

⁶⁾ Если бы законъ Фарадея распространялся также и на окиси, т. е. если бы можно было сказать, что и при образованіи окисей однимъ и тѣмъ же токомъ разлагается эквивалентное количество электролита, то, такъ какъ 2 молекулы $Cu SO_4$ даютъ или одну молекулу металлической мѣди ($Cu_2, 2SO_4, O_2$), или одну молекулу закиси мѣди ($CuO_2, 2SO_4, O$), или двѣ молекулы окиси мѣди ($2CuO, 2SO_4$), увеличеніе въ вѣсѣ обоихъ послѣднихъ осадковъ должно было бы равняться вѣсу выдѣляющагося кислорода. Видеманъ, работавшій съ искусственной мѣдью, думаетъ что, если не принимать въ расчетъ образовавшейся вторично окиси мѣди, количество первоначально выдѣлившейся металлической мѣди вполнѣ соответствуетъ электролитическому закону, т. е. оно будетъ равняться количеству, которое олучалось бы изъ кислаго раствора мѣднаго купороса. Авторъ считаетъ такой взглядъ ошибочнымъ, да онъ и не оправдывается изысканіями Видемана. Законъ Фарадея можетъ быть распространенъ не на одни *послѣдніе* продукты разложенія электролита, но также и на *промежуточные*, которые не будутъ соответствовать эквивалентнымъ отношеніямъ. Конечно должны быть произведены строгіе опыты

Такимъ образомъ необходимо постоянно слѣдить за способностью къ электропроводности, повторяя время отъ времени помощью титрованія процентное содержаніе кислоты въ ваннѣ и постоянно пополняя недостающее ея количество. Содержаніе мѣди также не должно понижаться до полной негодности раствора, а напротивъ постепеннымъ добавленіемъ должно быть поддерживаемо приблизительно въ одинаковой степени. Мѣдный купоросъ изъ раствора, сдѣлавшагося невыгоднымъ къ обработкѣ, вслѣдствіе обогащеніе другими металлами, можетъ быть снова полученъ кристаллизаціей въ чистомъ состояніи и снова употребленъ въ дѣло. Если приходится перерабатывать черную мѣдь, содержащую большое количество нечистотъ, т. е. если приходится разсчитывать на частое измѣненіе раствора, то хорошо къ электролическому рафинированію присоединять переработку по Оверъ-Алтенаусскому ¹⁾ способу въ небольшомъ масштабѣ для приобрѣтенія мѣднаго купороса. При купферштейнахъ нужно примѣнять Фрейбергскій способъ ²⁾ обработки купферштейновъ, какъ это дѣйствительно и дѣлается въ Sestri Levante. Весь расходъ химическихъ веществъ ограничивается расходомъ сѣрной кислоты, которая вмѣстѣ съ окислами идетъ въ „дикую воду“, или можетъ быть снова получена въ видѣ купоросовъ.

Самое важное условіе для полученія хорошаго осадка заключается въ плотности тока. Еще гальванопластики замѣтили, что токъ слишкомъ большой плотности, даже при химически чистомъ растворѣ, даетъ почковатую и хрупкую мѣдь. Если же въ растворѣ находятся нечистоты, то съ повышеніемъ плотности тока все болѣе и болѣе будетъ происходить раздѣленіе послѣдняго между этими нечистотами и мѣднымъ купоросомъ и осадокъ получится не только физически негодный, но и химически не чистый. Кромѣ того, вслѣдствіе увеличиванія плотности тока увеличиваются и его внѣшнія сопротивленія. Съ другой стороны, если плотность очень мала, начинаетъ усиливаться дѣйствіе второстепенной реакціи и, по мѣрѣ ослабленія тока, осаждается все большее и большее количество закиси, а потомъ и окиси, которыя кислотою ванны снова переводятся въ растворъ. Такимъ образомъ токъ большей силы, но меньшей плотности, осаждаетъ столько же мѣди сколько токъ меньшей силы, но большей плотности. Каждый электролитъ для извѣстной степени разложенія (металль, закись, закись-окись, окись) требуетъ опредѣленнаго minimum'a плотности тока ⁽³⁾. Сравненіе минимальныхъ плотностей, требуемыхъ различными солями, показало, что плотности должны

чтобы показать въ какой мѣрѣ это происходитъ; въ настоящее же время одно только можно сказать, что природа и количество выдѣляющагося вещества зависятъ отъ плотности тока, разности потенциаловъ и природы электролита, и поэтому та часть закона Фарадея, которая вообще говорить, что одинаковый токъ разлагаетъ эквивалентное количество электролитовъ, оказывается невѣрною.

¹⁾ В. u. Н. Ztg. 1864, S. 252; 1872, s. 76, 83; Preuss. Ztsch. 1871, Bd. 19, Lief. 3.

²⁾ В. u. Н. Ztg. 1865, 451; 1872, s. 76; 1882 s 281.

³⁾ Сравня Bunsen, Pogg. Ann. 91,619.

возрастать по мѣрѣ увеличенія количествъ теплоты, выдѣляемой при образованіи этихъ солей, или химическаго средства составныхъ частей послѣднихъ. Для одной и той же соли эта плотность должна быть тѣмъ больше, чѣмъ разбавленнѣе растворъ.

Опыты показали, что для рафинирования мѣди наиболее выгодная плотность измѣняется отъ 20-30 $\frac{\text{атр}}{\text{qm}}$.

Хорошая циркуляція раствора вліяетъ на равномерный ходъ процесса столь-же энергично, какъ и плотность тока. Опыты уже давно показали, что растворъ при полномъ спокойствіи становится бѣднѣе около катода и богаче около анода; бѣдный мѣдью растворъ поднимается вверхъ и собирается въ высшихъ частяхъ жидкости. Велѣдствіе этого не только будетъ введенъ въ цѣль отрѣзокъ жидкости, имѣющій большее сопротивленіе, но можетъ произойти въ томъ мѣстѣ, гдѣ собрался обѣднѣвшій мѣдью растворъ, раздѣленіе тока между сѣрнокислою солью мѣди и примѣсями или кислотою ванны, и кромѣ мѣди будутъ выдѣляться другіе металлы или водородъ. Изъ нижеслѣдующей таблицы видно, что вліяніе движенія раствора прежде всего обнаруживается въ измѣненіи разности потенціаловъ.

Средняя разность потенціаловъ для различныхъ анодовъ и растворовъ, при движеніи раствора и безъ него (1):

Растворы.	Аноды	Напряженіе въ вольтахъ при движеніи безъ движенія раствора.	
<i>Кислый</i> растворъ мѣднаго купороса. 150 гр. $\text{CuSO}_4 + 5 \text{ aq}$, 50 гр. конц. H_2SO_4 въ литрѣ.	чистая мѣдь.	0,095	0,095
	черная мѣдь ²⁾	0,120	0,120
	мѣдн. колчеданъ	0,40	0,40
<i>Нейтральный</i> растворъ мѣднаго купороса. 150 гр. $\text{CuSO}_4 + 5 \text{ aq}$ въ литрѣ.	чистая мѣдь	0,24	0,243
	черная мѣдь	0,275	0,278
	мѣдн. колчеданъ	0,532	0,535
<i>Кислый</i> растворъ, содержащій много желѣза. 7,96 гр. $\text{CuSO}_4 + 5 \text{ aq}$ (2 гр. Cu), 158, 2 гр. $\text{FeSO}_4 + 7 \text{ aq}$., 50 гр. конц. H_2SO_4 въ литрѣ.	чистая мѣдь	0,22	0,75
	черная мѣдь	0,25	0,75
	мѣдн. колчеданъ	0,50	1,00
<i>Нейтральный</i> растворъ, содержащій много желѣза. 7,96 $\frac{1}{2}$ $\text{CuSO}_4 + 5 \text{ aq}$., 158,2 гр. $\text{FeSO}_4 + 7 \text{ aq}$. на одинъ литрѣ.	чистая мѣдь	0,30	1,10
	черная мѣдь	0,35	1,15
	мѣдн. колчеданъ	0,75	1,30

1) Движеніе раствора производилось посредствомъ вдуванія струи воздуха и было настолько сильно, что растворъ какъ бы кинѣлъ около электродовъ, лежавшихъ близь входа струи.

2) 96,6% Cu , 0,403% Ag , 0,011% Au , 1,23% As , 1,0% Fe , 0,54% S .

При нормальномъ растворѣ вліяніе движенія, какъ видно изъ этой таблицы, совсѣмъ становится незамѣтнымъ, если бы только оно не проявлялось въ свойствахъ осадка. Разность потенціаловъ, при увеличеніи количества примѣсей, вслѣдствіе отсутствія движенія можетъ увеличиться въ восемь разъ, какъ это напр. имѣетъ мѣсто для нейтрального раствора, содержащаго много желѣза, гдѣ разность потенціаловъ измѣняется отъ 0,3 до 1,10 вольта. *Чѣмъ живѣе движеніе, тѣмъ чище, тонкозернистѣе и кочче получается мѣдь*, даже въ совершенно чистомъ растворѣ и при прочихъ нормальныхъ условіяхъ.

Что касается работы, которая должна быть затрачена для полученія извѣстнаго количества мѣди, то, очевидно, она нужна только для преодоленія сопротивленія проводниковъ, а на разложеніе мѣднаго купороса никакой работы не затрачивается, такъ какъ количество энергіи, затрачиваемой на катодѣ, выдѣляется на анодѣ. Въ этомъ случаѣ, наоборотъ, нужно ожидать нѣкотораго излишка, потому что вмѣсто извѣстной части выдѣляющейся мѣди въ растворъ переходятъ электроположительные металлы, продукты окисленія которыхъ выдѣляютъ большее число тепловыхъ единицъ, нежели сѣрнокислая мѣдь. Сравнивая между прочимъ разность потенціаловъ ванны, въ которой оба электрода состоятъ изъ чистой мѣди, съ разностью потенціаловъ ванны, гдѣ мѣдь анода сплавлена съ нѣкоторыми примѣсями черной мѣди, нашли, что, при всѣхъ одинаковыхъ прочихъ условіяхъ, въ послѣднемъ случаѣ разность значительно понижается особенно вначалѣ, когда примѣси составляютъ большую часть анода. Въ этомъ случаѣ увеличеніе разности потенціаловъ, происходящее отъ растворенія электроположительныхъ примѣсей, уничтожаетъ и даже превосходитъ увеличеніе ея, имѣющее вторичное происхожденіе. Явленіе это совершается такъ-же быстро, какъ и при черной мѣди, гдѣ оно мгновенно пріобрѣтаетъ вліяніе. Вторичное повышеніе разности потенціаловъ объясняется такъ называемой „поляризацией“, а въ настоящемъ случаѣ тѣмъ, что между анодомъ и облегающимъ его шламомъ происходятъ мѣстные токи, направленіе которыхъ противоположно направленію главнаго, что анодъ покрывается худопроводящими окисями или сѣрой, что около электродовъ происходитъ измѣненіе концентраціи раствора и что, разъ примѣси перешли въ растворъ, около анода происходитъ разложеніе ихъ солей. Это разложеніе, если даже оно незначительно, но выдѣлившіеся продукты вновь растворяются, оказываетъ очень большое вліяніе на разность потенціаловъ. Уменьшеніе этой мѣстности вызванное раствореніемъ нечистотъ на анодѣ, очевидно, само собой уничтожится вслѣдствіе разложенія ихъ близъ катода. Но кромѣ того электролизъ примѣсей можетъ вызвать разложеніе воды и образованіе газовъ, которое, если даже оно незначительно и ускользаетъ отъ глазъ наблюдателя, весьма замѣтно усиливаетъ поляризацию.

Величина разности потенціаловъ пропорціональна вообще количеству примѣсей, содержащихся въ анодѣ и растворѣ. Если, примѣрно, въ ваннѣ,

съ электродами изъ чистой мѣди, при нормальныхъ условіяхъ и разстояніи электродовъ въ 5 сент., разность потенціаловъ будетъ 0,095 вольтъ, то въ такой же ваннѣ, но гдѣ анодъ изъ чистой мѣди замѣненъ анодомъ изъ черной мѣди вышеупомянутаго состава, она достигаетъ 0,12 вольтъ. Если снова взять оба электрода изъ чистой мѣди, но опустить ихъ въ такой растворъ, который содержитъ только 0,2 гр. на 100 куб. сент., а остатокъ до нормального дополненъ желѣзомъ, то разность потенціаловъ будетъ 0,22 и повышается до 0,25 и 0,5 вольта, если въ него опустятъ анодъ изъ черной мѣди или мѣднаго колчедана. Если кромѣ того растворъ будетъ нейтраленъ. то напряжение въ послѣднемъ случаѣ возвышается до 0,35 или 0,75 вольта. Вообще разность потенціаловъ ванны со времени погруженія новаго анода постепенно возрастаетъ до своего maximum'a, быстро падая, хотя и незначительно (при черной мѣди среднимъ числомъ на 0,01 вольта), при каждомъ очищеніи шлама ¹⁾).

Постепенная нейтрализація раствора, такъ же какъ и недостаточное движеніе его, можетъ имѣть вліяніе на разность потенціаловъ, потому что вслѣдствіе этого возрастаетъ сопротивленіе раствора.

Разность потенціаловъ есть та величина, съ которой приходится имѣть дѣло въ самомъ началѣ, если желаютъ вычислить возможный выходъ чистой мѣди при употребленіи опредѣленнаго сыраго матеріала и опредѣленной затратѣ работы. При изысканіяхъ въ маломъ видѣ, съ плотностью тока, признанною наиболѣе удовлетворительною и надлежащимъ разстояніемъ электродовъ измѣреніе разности потенціаловъ ванны лучше всего производить посредствомъ крутильнаго гальванометра Сименса и Гальске, что бы непосредственно получать въ частномъ, происходящемъ отъ раздѣленія господствующей на зажимныхъ винтахъ машины разности потенціаловъ на таковую же ванны приблизительное число ваннъ, могущихъ быть соединенными другъ съ другомъ. Положимъ напр., что полярное напряженіе машины составляетъ 15 вольтъ, а ванны—0,25, то самое большое число ваннъ, которое можно соединить, будетъ, если не принимать въ расчетъ сопротивленія проводниковъ $\frac{15}{0,25} = 60$. Это число на практикѣ однако никогда не примѣняется, а обыкновенно довольствуются въ этомъ случаѣ 40 ваннами. Если машина, при вышеназванномъ напряженіи, даетъ силу тока въ 240 амперъ ²⁾ (1 амперъ = 1,1817 гр. мѣди въ часъ) = 283,11 гр. мѣди въ часъ, то количество мѣди, полученной въ тоже время въ сорока взаимно соединенныхъ ваннахъ, = 11,344 килогр., или

¹⁾ Мнѣніе герцога Лейхтенбергскаго, что, при употребленіи обыкновенной продажной мѣди, ослабленіе силы тока во всей цѣпи зависитъ только отъ образованія на анодѣ худопроводящаго осадка и что мы, вслѣдствіе этого, можемъ съ чистымъ анодомъ получить въ два дня такое же количество мѣди, какъ съ неочищеннымъ въ три дня, едва ли справедливо: здѣсь могутъ существовать другія дурно вліяющія условія.

²⁾ С₁₈ Сименса и Гальске.

272,20 килогр. въ 24 часа. Работа, которую нужно затратить для полученія такого количества дѣйствія, зависитъ отъ произведенія изъ силы тока на разность потенціаловъ и можетъ быть вычислена на основаніи опыта, произведеннаго въ небольшомъ размѣрѣ. Произведеніе изъ силы тока на разность потенціаловъ, будучи раздѣлено на $736(76 \times 9,8)$, даетъ, какъ извѣстно, произведенную токомъ работу въ паровыхъ лошадяхъ. Такимъ образомъ, чтобы вычислить число лошадей, нужное для полученія вышеупомянутаго количества дѣйствія, мы должны умножить 240 на 15 и раздѣлить на 736.

Сдѣлавши это, мы найдемъ, что динамо-машина будетъ въ 4,89 лошадиныхъ силъ. Но число это нужно увеличить на 6, если мы вмѣсто разности потенціаловъ вставимъ электровозбудительную силу и примемъ въ расчетъ неизбѣжную потерю при передачѣ. Поверхность электродовъ для каждой отдѣльной ванны непосредственно получаютъ, раздѣляя силу тока на такъ называемую нормальную плотность его въ $20 \frac{amp}{qm}$. Если принять за норму, что разстояніе анода отъ ближайшаго катода должно равняться 5 сент., то можно будетъ вычислить также и кубическое содержаніе ванны.

Выборъ полярнаго напряженія и сила тока машины при данной работѣ всегда остаются въ полномъ распоряженіи машиностроителя.

Теоретически, какъ говоритъ Фрелигъ, все равно по отношенію къ количеству затрачиваемой работы, будетъ ли взята машина съ 30 вольтами полярнаго напряженія и силою тока въ 120 амперъ, или 15 вольтами и 240 амперами, лишь бы плотность тока въ обоихъ случаяхъ была одинакова, т. е. чрезъ опредѣленныя поверхности электродовъ проходилъ бы токъ одинаковой силы. Въ первомъ случаѣ нужно только взять вдвое больше вдвое меньшихъ ваннъ и соотвѣтственнымъ образомъ измѣнить намотку машины. На практикѣ, конечно, приходится подчиняться различнымъ измѣненіямъ, такъ какъ очень низкое напряженіе требуетъ слишкомъ толстыхъ и короткихъ проводниковъ и установка машины около самой ванны. Производство, при употребленіи большаго общаго напряженія ваннъ, также испытываетъ значительныя помѣхи. Первая установленная въ окерѣ машина С₁¹⁾, фирмы Сименсъ и Гальске, развивала въ 12 соединенныхъ другъ съ другомъ ваннахъ силу тока въ 1000 амперъ и имѣла $3\frac{1}{2}$ вольта полярнаго напряженія. По описанію Фрелига, поперечное сѣченіе мѣдныхъ проводниковъ было весьма значительно и они сильно нагрѣвались. Такъ какъ проводники эти требуютъ самой чистой мѣди и значительно возвышаютъ основной капиталъ, то въ настоящее время эта машина не употребляется, а замѣнена другою съ 15 вольтами и 240 амперами (или 30 вольтами и 120 амперами).

Въ новѣйшихъ сочиненіяхъ, основываясь на изысканіяхъ Грамма, весьма часто проводится взглядъ, что количество осадка можно произвольно увели-

¹⁾ Elektrot. Ztschr. 1881, 54; Dingl. pol. Journ. 240, 36.

чивать, не увеличивая при этомъ силы тока и полярнаго напряженія машины; въ этомъ случаѣ дескать достаточно увеличить вдвое размѣры ваннъ и взять вдвое большее ихъ число, чтобы съ одинаковымъ количествомъ лошадиныхъ силъ получить вдвое большій осадокъ. Фонтенъ ¹⁾ говоритъ: «Si l'on agissait sur des surfaces infiniment grandes, on pourrait déposer des quantités infinies de cuivre avec une force infiniment petite. C'est là un fait capital, que M. Gramme a eu l'honneur de mettre le premier en lumière et sur lequel nous ne saurions trop insister». Въ дѣйствительности слава изобрѣтателя этого *perpetuum mobile* не очень велика. Съ математической точки зрѣнія выводъ Грамма, конечно, оправдывается, но съ физико-химической и экономической — нѣтъ. Такое увеличеніе количества осадка, очевидно, постоянно уменьшаетъ силу тока. Каждый электролитъ, какъ уже было указано, требуетъ для определенной степени разложенія определенной-же плотности тока, и, при уменьшеніи этой плотности до извѣстнаго предѣла, начинаетъ отчасти вылѣяться продуктъ слѣдующей низшей степени разложенія. Такимъ образомъ, существованіе такого *minimum'a*, не принимая даже въ расчетъ, что расширеніе дѣла и увеличеніе основнаго капитала могутъ компенсировать большую прибыль отъ осадка, скоро полагаетъ предѣлъ расширенію производства.

Слѣдующая таблица (см. стр. 468) представляетъ данныя, относящіяся къ нѣкоторымъ наиболѣ замѣчательнымъ устройствамъ. Числа, показанныя для 1, 3, 4, 5, 6 взяты изъ цитированнаго выше сочиненія Фонтена, или вычислены на основаніи приведенныхъ тамъ же данныхъ. Вообще, числа округлены и нисколько не претендуютъ на абсолютную точность.

Сосуды обыкновенно готовятся изъ твердаго дерева, обшиваются по угламъ и выкладываются внутри свинцовыми листами. Приведеніе раствора совершается снизу, чрезъ многочисленныя продырявленныя трубы, а отведеніе — сверху, близъ поверхности жидкости.

Надъ ванной помѣщаются проводниковыя штанги для подвѣшиванія электродовъ. Аноды при отливкѣ получаютъ у верхнихъ угловъ ушки, посредствомъ которыхъ они прикрѣпляются къ анодной штангѣ. Если сырой матеріалъ, вслѣдствіе большаго количества примѣсей, будетъ очень хрупокъ, такъ что можно опасаться откалыванія ушковъ, то лучше при отливкѣ въ расплавленный еще матеріалъ помѣщать мѣдныя полосы, которыя послѣ охлажденія скрѣпятъ массу и впоследствии доставятъ превосходное соприкосновеніе. При электролизѣ небольшая часть листа должна находиться выше поверхности жидкости, какъ это дѣлаютъ въ *Sestri Levante*, или же мѣдныя полосы можно предохранять отъ развѣданія, покрывая ихъ, по способу Элкингтона, непроводящимъ веществомъ. Всѣ аноды вполне достаточны для надавливанія на штангу и образованія надлежащаго соприкосновенія. Чтобы

¹⁾ Fontaine. Electrolyse, Paris 1885, p. 259.

Номера.	Заводы.	Машины.	Сила въ паровыхъ лошадяхъ.	Полярное напряженіе машины въ вольтахъ.	Сила тока въ амперахъ.	Число соединенныхъ ваннъ.	Поверхность катодовъ въ квадрат. метр.	Плотность тока въ амперахъ на квадрат. метр.	Количество осадка въ 24 часа.	Количество рафиниров. мѣди на 1 часъ и 1 пар. лошади.
1.	<i>Elliot's Metal Comp. Limited Selly Vak Works, Birmingham.</i>	Вильда	?	?	240	48	3,4	701	324	?
2.	<i>Balbach's Worke, Newark, N. I.</i>	Гохгаузена.	15	?	?	?	?	?	350	0,97
3.	<i>Oeschger Masdach und Cie. Biache St. Waast, Pas-de-Calais.</i>	Грамма.	8	4	700	20	21,1	33,1	400	2,08
4.	<i>Hilorion Roux, Marseille.</i>	Тоже.	5	8	300	40	22,5	13,3	250	2,06
5. 4)	<i>Hamburger Affinerie.</i>	Тоже.	16	8	1500	(2x) 20	60 (:2)	25	800	2,08
6.	Тоже.	Тоже.	12	27	300	120	15	20	900	3,12
7.	<i>Oker, Kayser und Cie Moabit b. Berlin.</i>	Сименсъ и Гольске.	7—8	3,5	900—1000	10—12	35	25—30	250—300	1,5
8.	<i>Oker, Konigshütte, Sestri Levante, Wittkowitz, Stephanshütte.</i>	Тоже. C ₁ C ₁₈	6—7	a) 15 b) 30	a) 240 b) 120	a) 40 b) 80	a) 12 b) 6	20	280	1,8

того же достигнуть и при катодѣ, образующемъ вначалѣ тонкій и легкій листъ, лучше всего употреблять длинныя, широкія полосы мѣди и обматывать ими нѣсколько разъ проводящую штангу. Материаломъ для катода всегда слѣдуетъ употреблять вторично электролизованную мѣдь, потому что въ этомъ случаѣ, какъ показываетъ опытъ, происходитъ наилучшее обложенье. Разстояніе между электродами въ устройствахъ настоящаго времени по большей части равняется 5 сент. Толщина и длина проводниковъ, а также и разстояніе отъ ванны до машины зависятъ отъ полярнаго напряженія и силы тока послѣдней. Напримѣръ машина C₁ Сименса и Гальске, имѣющая 3,5 вольта полярнаго напряженія и 900—1000 амперовъ силы тока, требуетъ поперечнаго сѣченія проводниковъ въ 25 кв. сент. и по возможности ближайшаго установка около ванны. C₁₈, напротивъ, можетъ быть помѣщена въ 40—50 метр. отъ ванны при толщинѣ проводника въ 12 мм. Циркуляція

4) Данныя Фонтена не вполне согласны между собою и кажется нѣсколько преувеличены. При № 5 ежедневное количество осадка должно быть 850, при 6 нѣсколько болѣе 1000 килогр. Сила тока нѣсколько больше, а число лошадей нѣсколько меньше. Хотя Фонтень и даетъ для машины № 5 количество дѣйствія въ 732 килогр., что соотвѣтствуетъ приблизительно 1200 амперамъ, 1,9 килогр. на часъ и лошадь, и плотности тока въ 21 $\frac{\text{амп.}}{\text{см.}}$

2) Въ Sestri Levante, по даннымъ Бадіа, среднимъ числомъ на одну ванну въ одну секунду, при C₁₈ приходится 0,5 литра.

раствора должна быть возможно быстрая¹⁾). Лучшимъ матеріаломъ для насосовъ, производящихъ циркуляцію, нужно считать хрупкій свинець.

Необходимо постоянно слѣдить за равномернымъ ходомъ процесса посредствомъ электрическаго измѣренія. Съ этою цѣлью устанавливаютъ на опредѣленномъ мѣстѣ, въ которомъ сходятся проводники отъ каждой ванны и машины, гальванометръ Сименса и Гальске, и измѣряютъ возможно простымъ и скорымъ способомъ какъ разность потенціаловъ извѣстной части круговаго тока, такъ и силу тока. Для измѣренія разности потенціаловъ, инструментъ съ соотвѣствующимъ измѣряемому напряженію сопротивленіемъ ставятъ въ вѣтви, соединяющей концы измѣряемой части тока. Приборъ, съ одной стороны, обладаетъ такимъ сопротивленіемъ, что главный токъ не измѣняется вслѣдствіе введенія вѣтви, а съ другой—такою чувствительностью, что малѣйшее ослабленіе вѣтвепнаго тока оказываетъ весьма замѣтное вліяніе. Дѣленія прибора выражены въ вольтахъ, такъ что разность потенціаловъ можно прочитывать непосредственно, и обыкновенный работникъ можетъ слѣдить за общимъ ходомъ процесса и дѣлать краткое заключеніе о случайномъ увеличеніи сопротивленія. Сила тока вычисляется на основаніи закона Ома по сопротивленію и разности потенціаловъ. Съ этою цѣлью въ главномъ круговомъ токѣ помѣщаютъ разъ на всегда весьма незначительное сопротивление, неизмѣняющее замѣтно силы тока, и соединяютъ его концы вѣтвью съ гальванометромъ. Разность потенціаловъ, найденная такимъ образомъ въ вольтахъ, будучи раздѣлена на извѣстное, выраженное въ омахъ сопротивление, непосредственно даетъ силу тока въ амперахъ. Въ Окерѣ въ послѣднее время, по словамъ Фрѣлиха, поставлены для каждой отдѣльной машины гальваноскопы, указывающіе работнику издали силу тока въ амперахъ.

Мѣдь, полученная при вышеуказанныхъ условіяхъ, какъ показали изслѣдованія, весьма чиста и отличается большою гибкостью и вязкостью; она безъ всякой переплавки можетъ идти въ прокатку и тянуться въ проволоку.

Анодный шламъ не долженъ оставаться, какъ это бываетъ на нѣкоторыхъ заводахъ, очень долго въ ваннѣ, потому что нѣкоторыя трудно растворимыя примѣси черной мѣди будутъ, по мѣрѣ образованія кислоты въ ваннѣ, переходить въ растворъ. Анодъ также время отъ времени нужно вынимать изъ ванны и очищать щетками отъ шлама уже по одному тому, что увеличеніе слоя послѣдняго на анодѣ увеличиваетъ разность потенціаловъ. Очищеніе анода нужно дѣлать такимъ образомъ, чтобы шламъ не загрязнял ванны и не вредилъ качествамъ осадка; частицы шлама, попавши на катодъ, вызываютъ образованія почекъ и наростовъ, которые, вслѣдствіе измѣненія около нихъ сопротивленія ванны и плотности тока, дѣлаются все болѣе и болѣе. Полученный шламъ обыкновеннымъ способомъ перерабатывается на благородные металлы. Авторъ думаетъ, что, въ виду значительной неизбѣжной потери серебра при переработкѣ сухимъ путемъ, здѣсь слѣдуетъ предпочесть мокрый путь, а можетъ быть и дробный электролизъ.

Съ экономической точки зрѣнія способъ имѣеть нѣсколько недостатковъ. Сюда прежде всего относится большая стоимость ваннъ и машинъ и громадная затрата пространства и времени. Чтобы дать нѣкоторое понятіе о послѣднемъ обстоятельстве, укажемъ на устройство C_{18} , которое занимаетъ пространство въ 80 кв. метровъ и требуетъ, при плотности тока $20 \frac{amp}{qm}$, для осажденія куб. метра мѣди, нѣсколько больше 5 мѣсяцевъ. Приблизительно такое же время служить анодомъ листъ такой же толщины черной мѣди. Какъ та, такъ и другая мѣдь во все это время представляютъ мертвый капиталъ и не могутъ быть принимаемы въ расчетъ при вычисленіи прибыли. Но все таки, не смотря на эти недостатки, способъ электролиза заслуживаетъ предпочтенія передъ всѣми другими, какъ вслѣдствіе большей полноты полученія благородныхъ металловъ, такъ и вслѣдствіе большей чистоты мѣди, получаемой при небольшой сравнительно затратѣ силы. Эта чистота продукта настолько окупаетъ всѣ издержки, что драгоценные металлы, считавшіеся при прежнемъ выщелачиваніи главнымъ продуктомъ, составляютъ въ настоящее время побочный. Однако, не смотря на все это, надежды, возлагаемыя на этотъ способъ, не могутъ быть названы блестящими, такъ какъ только предполагается, что онъ рано или поздно будетъ примѣненъ къ черной мѣди, по крайней мѣрѣ въ тѣхъ странахъ, которыя при недостаткѣ горючаго обладаютъ большою водяною силою. —

ЭЛЕКТРОЛИЧЕСКІЙ СПОСОБЪ Е. МАРЧЕЗА ВЪ ШТОЛЬБЕРГѢ. ¹⁾

Способъ итальянскаго горнаго инженера Е. Марчеза сдѣлался извѣстнымъ со времени прошлогодней всемірной электрической выставки въ Туринѣ. За этотъ способъ, выставленный итальянскимъ обществомъ „Società Italiana di Miniere di Rame e di Elettrometallurgia“, на заводъ котораго, находящемся около Генуи, онъ введенъ, была присуждена премія въ 5000 франковъ. Премія присуждена на слѣдующихъ основаніяхъ: 1.) изъ аппаратовъ и продуктовъ Общества ясно слѣдуетъ, что посредствомъ этого способа можно извлекать чистую мѣдь большими количествами непосредственно изъ рудъ, богатыхъ желѣзомъ; 2.) вмѣстѣ съ тѣмъ доказано, что убогія руды могутъ служить для извлеченія мѣди электролитическимъ путемъ; 3.) опыты, производимые въ большомъ масштабѣ, заслуживаютъ ободренія.

Въ этомъ году способъ Марчеза былъ введенъ на заводахъ Штольберга и также найденъ наиболѣе удовлетворительнымъ.

¹⁾ Изъ Oesterreichische Zeitschrift für Berg- und Hüttenwesen, 1885 годъ, № 21, перевелъ студентъ Горнаго Института П. Покровский.

Здѣсь не будетъ лишнимъ сказать нѣсколько словъ о томъ, какъ этотъ способъ примѣняется на заводахъ вышеназваннаго итальянскаго общества, гдѣ онъ введенъ уже около двухъ лѣтъ.

Тамъ одну часть руды, переработанную на роштейнъ, съ 30% мѣди, 30% сѣры и 40% желѣза, расплавляютъ и отливаютъ въ тонкіе листы, которые служатъ анодами, причемъ, для введенія ихъ въ гальваническую цѣпь, въ нихъ вставляютъ мѣдныя полосы. Катодами служатъ тонкіе мѣдныя листы.

Другую часть руды обжигаютъ и выщелачиваютъ, причемъ, для перевода въ растворъ окиси мѣди, прибавляютъ нѣкоторое количество сѣрной кислоты. Растворъ, содержащій желѣзный и мѣдный купоросы, переводятъ въ резервуары. Здѣсь сѣрнокислая соль мѣди разлагается съ выдѣленіемъ чистой мѣди на катодѣ, между тѣмъ какъ анодъ мало по малу растворяется.

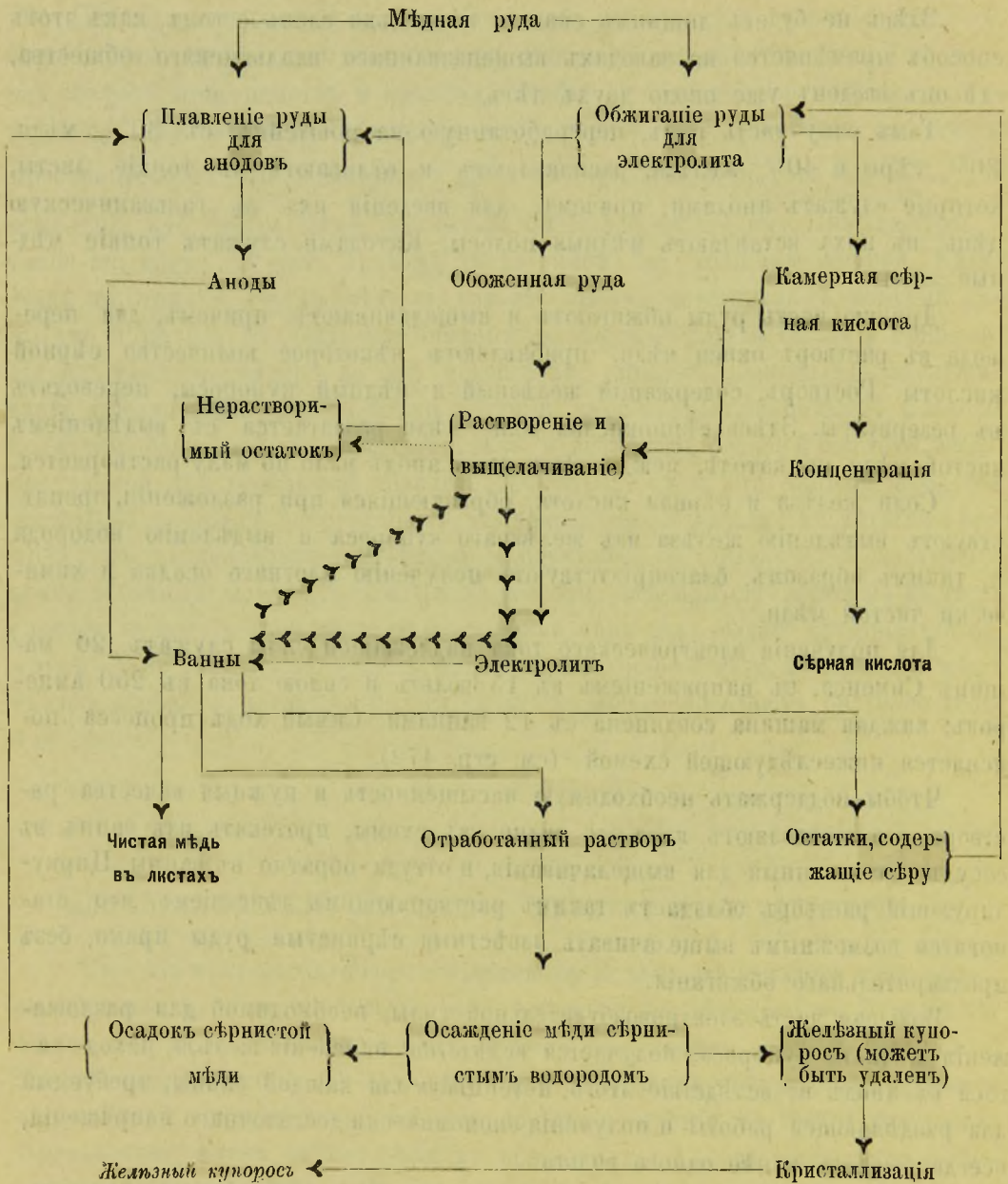
Соли желѣза и сѣрная кислота, образующіяся при разложеніи, препятствуютъ выдѣленію желѣза изъ желѣзнаго купороса и выдѣленію водорода и, такимъ образомъ, благопріятствуютъ полученію плотнаго осадка и химически чистой мѣди.

Для полученія электрическаго тока надлежащей силы служатъ 20 машинъ Сименса, съ напряженіемъ въ 15 вольтъ и силою тока въ 250 амперовъ; каждая машина соединена съ 12 ваннами. Самый ходъ процесса поясняется нижеслѣдующей схемой (см. стр. 472).

Чтобы поддержать необходимую насыщенность и нужныя качества раствора, его заставляютъ, какъ это видно изъ схемы, протекать изъ ваннъ въ сосудъ, назначенный для выщелачиванія, и оттуда обратно въ ванны. Циркулирующій растворъ обладаетъ такимъ растворяющимъ дѣйствіемъ, что становится возможнымъ выщелачивать извѣстныя сѣрнистыя руды прямо, безъ предварительнаго обжиганія.

Большая часть электровозбудительной силы, необходимой для разложенія мѣднаго купороса, получается вслѣдствіе окисленія желѣза, находящагося въ анодѣ и, вслѣдствіе этого, потенциалъ для каждой ванны, требуемый для раздѣляющей работы и полученія экономически достаточнаго напряженія, всегда бываетъ менѣе одного вольта.

Отработанные аноды перерабатываются на сѣру или сѣрную кислоту. Если растворъ слишкомъ обогатится желѣзомъ, то онъ удаляется изъ циркуляціи, причемъ всѣ слѣды мѣди осаждаются посредствомъ сѣрнистаго водорода, выдѣляющагося при дѣйствіи раствора на роштейнъ, чѣмъ въ тоже время достигается возстановленіе желѣзнаго купороса и нейтрализація свободной сѣрной кислоты. Желѣзный купоросъ, если онъ того заслуживаетъ, кристаллизуется, если же нѣтъ, то отбрасывается прочь. Наименьшая производительность, при цѣлесообразномъ составѣ ванны, надлежащемъ растворѣ и хорошо усвоенной циркуляціи, достигаетъ до 20 klgr. чистой мѣди на сутки



и лошадь. Предъидущее объясненіе даетъ ясное понятіе о способѣ Марчеза, который, какъ выше уже было упомянуто, введенъ на заводахъ Штольберга.

Штольбергскіе заводы получаютъ свинцовыя руды, которыя, кромѣ серебра, содержатъ мѣдь. Ихъ проплавляютъ на питейнѣ, заключающей, какъ продукты извлеченія, мѣдь, свинецъ и серебро. Серебро и свинецъ по возможности извлекаются дальнѣйшими заводскими процессами и окончательно получается черная мѣдь, которую до сихъ поръ продавали на другіе заводы.

Сложность операций и незначительная цѣна, выручаемая при продажѣ черной мѣди, заставили предпринять въ Штольбергѣ цѣлый рядъ опытовъ

со способомъ Марчеза, которые непрерывно продолжались отъ 9 февраля послѣдняго года до апрѣля.

Результаты, полученные при этихъ опытахъ, превзошли всѣ ожиданія; электролитическая мѣдь, добытая въ количествѣ почти 1 тонны, не показывала и слѣдовъ серебра и свинца, была вполне однородна и компактна и, по анализамъ, давала среднимъ числомъ 99,935 проц. *Cu*.

Въ Штольбергѣ получали, посредствомъ трехъ одинъ за другимъ слѣдовавшихъ процессовъ, три различныхъ сорта купферштейна, изъ которыхъ первый содержалъ отъ 7 до 8 проц. мѣди, второй отъ 15 до 20 и, наконецъ, третій около 60 проц. Опыты производили со вторымъ сортомъ, который по анализамъ, сдѣланнымъ въ Штольбергѣ и Генуѣ, имѣлъ слѣдующій составъ:

	Штольбергъ.	Генуя.
<i>Cu</i> . . .	17,20 . . .	24,78.
<i>Pb</i> . . .	23,70 . . .	12,74.
<i>S</i> . . .	21,03 . . .	27,94.
<i>SO</i> ₃ . . .	0,69 . . .	—
<i>Fe</i> . . .	29,18 . . .	34,23.
<i>SiO</i> ₂ . . .	0,88 . . .	—
<i>Ag</i> . . .	0,0628 . . .	0,056.

По Штольбергскимъ даннымъ купферштейнъ этой категоріи содержалъ среднимъ числомъ:

<i>Cu</i>	отъ 15 до 16°/о
<i>Pb</i>	” 14
<i>Fe</i>	” 41 до 42°/о
<i>S</i>	” 25
<i>Ag</i>	” 0,050

Изъ этого купферштейна были отлиты листы, которые въ числѣ 42 служили анодами. Хотя подобный штейнъ могъ бы служить и для приготовленія раствора, однако нашли болѣе удобнымъ, для сокращенія устройствъ, назначенныхъ для растворенія и выщелачиванія, оперировать съ богатымъ обожженнымъ купферштейномъ. Въ этомъ случаѣ оказался вполне достаточнымъ сосудъ, имѣвшій около 2 кв. м. поверхности.

Богатый штейнъ, назначенный для приготовленія раствора, имѣлъ, по даннымъ завода, до 60 проц. мѣди. Анализъ далъ слѣдующій составъ:

	Штольбергъ.	Генуя.
<i>Cu</i> . . .	52,96 . . .	56 52
<i>Pb</i> . . .	14,42 . . .	13,65.
<i>S</i> . . .	15,79 . . .	21,48.
<i>SO</i> ₃ . . .	0,17 . . .	—
<i>Fe</i> . . .	7,65 . . .	8,20.
<i>SiO</i> ₂ . . .	1,05 . . .	—
<i>Ag</i> . . .	0,056 . . .	0,035.

Машина, служившая при опытахъ, принадлежала типу *C*₆ системы Сименса и Гальске и оставалась въ Штольбергѣ еще отъ прежнихъ опытовъ. Она походила на ту, которая была выставлена изобрѣтателями въ Туринѣ

и которая обладала внѣшнимъ сопротивленіемъ въ 0,37 ома, силою тока въ 150 амперовъ и разностью потенциаловъ въ 5,55 вольта. Такъ какъ было вычислено, что химическое противодѣйствіе равно приблизительно $\frac{1}{2}$ вольта, то такая машина, еслибы она стала работать на основаніи электрохимическаго maximum'a, могла-бы служить для шести ваннъ.

Проводники состояли изъ мѣдныхъ стержней въ 1 сент. въ діаметрѣ.

Катоды состояли изъ обыкновенныхъ мѣдныхъ листовъ различной толщины, въ среднемъ около $\frac{1}{2}$ мм., и $0,50 \times 0,60$ м. поверхности.

Аноды ошибочно были отлиты вдвое толще, чѣмъ они были вычислены, именно 0,055 вмѣсто 0,03. Вслѣдствіе этого число электродовъ въ каждой ваннѣ было измѣнено и напряженіе, рассчитанное по поверхности, уменьшилось. Это, впрочемъ, не имѣло никакихъ другихъ послѣдствій, кромѣ того, что полученіе мѣди для каждой ванны сдѣлалось нѣсколько меньшимъ, противъ вычисленнаго. Поверхность анода 0,6 м. длиною и 0,62 до 0,64 высоты.

Всѣ шесть ваннъ были выложены свинцомъ и каждая имѣла 1 м. длины, 0,8 м. высоты и 0,68 м. ширины; внѣшнія измѣренія— $1,16 \times 0,92$ площади и 0,92 высоты.

Ванны располагались одна подлѣ другой по прямой линіи и образовали отдѣленія для тока. Въ каждой ваннѣ находилось по 7 анодовъ изъ купферштейна и по 8 мѣдныхъ катодовъ. Соединеніе съ главнымъ проводникомъ было устроено также какъ и на заводѣ Итальянскаго общества. ¹⁾

Растворъ, полученный при выщелачиваніи обожженнаго купферштейна, наполнял бассейнъ на 1 сент. ниже верхняго края анодовъ, чѣмъ и предохранялъ мѣдныя соединенія отъ разбѣданія. Если этотъ уровень возвышался, то жидкость стекала по свинцовой трубкѣ въ желоба и этимъ путемъ попадала снова въ сосудъ, назначенный для выщелачиванія. Изъ послѣдняго растворъ вливался въ небольшой освѣтительный аппаратъ, откуда онъ поднимался посредствомъ небольшого насоса въ желоба и переводился въ ванны; желоба укрѣплялись по длинной сторонѣ ванны и служили для распредѣленія раствора.

Такая циркуляція вообще предпочитается при незначительномъ числѣ ваннъ. При окончательномъ устройствѣ ванны будутъ расположены ступенеобразно, группами по 6 штукъ; такое устройство предпочтительнѣе при значительномъ числѣ ваннъ.

Содержаніе мѣди въ растворѣ измѣнялось между 3 и 4 проц.; содержаніе желѣза, какъ само собою разумѣется, постоянно увеличивалось, хотя въ 2 мѣсяца, во время которыхъ продолжались опыты, оно не могло достигнуть полнаго насыщенія. Динамо-машина начала работу съ 9 февраля и продолжала ее, съ едва минутными перерывами, до апрѣля; она дѣлала 1118 оборотовъ въ минуту.

Отъ 9 февраля до 15 марта, когда процессъ велъ механикъ, прислан-

¹⁾ Подробности о соединеніи электродовъ можно найти въ „La lumière électrique“ Bd. 14, N^o. 40—42. П. П.

ный Марчезомъ для устройства опытовъ, было сдѣлано 267 электрическихъ измѣреній, для чего служилъ гальванометръ Сименса и Гальске.

Если эти измѣренія и не имѣли математической точности, то они все-таки вполне удовлетворяли практическимъ требованіямъ. Нашли, что средняя разность потенциаловъ равнялась 5,65 вольта, средняя сила тока — 92 амперамъ и сопротивленіе около 0,033 ома.

Однако Марчезъ замѣчаетъ, что до 24 февраля, когда онъ въ первый разъ присутствовалъ при работѣ, производство шло неправильно, такъ какъ между двумя ваннами образовалось металлическое соприкосновеніе. Въ слѣдующіе 9 дней, когда измѣренія производились при немъ, разность потенциаловъ опредѣлена въ 5,65 вольта, а средняя сила тока въ 89 амперовъ.

Мѣдь, полученная во время этого восьмидневнаго наблюдательнаго періода, вѣсила 106,575 килогр., что среднимъ числомъ въ сутки даетъ 13,322 к. гр., или 450 гр. на 1 кв. м. катодной поверхности.

Осадокъ на каждую ванну въ 24 часа равенъ 2,261 килогр. Такъ какъ теоретически, при силѣ тока въ 89 амперовъ, количество осадка должно было бы равняться 2,5 килогр. круглымъ числомъ, то значить полезное дѣйствіе тока измѣняется отъ 85 до 90 проц. Та часть тока, которая остается недѣйствующей на осадокъ, потребляется на возстановленіе окиси желѣза въ закись, что, какъ извѣстно, уменьшаетъ образованіе водорода.

При этихъ опытахъ не производили измѣренія потреблявшейся механической работы. Техническая работа 89 амперовъ \times 5,65 вольта приблизительно равна 50 килогр. въ секунду или $\frac{2}{3}$ е. Такъ какъ теперь извѣстно, что хорошая динамо-машина даетъ около 90 проц. полезнаго дѣйствія, то при опытахъ значить было потребляемо менѣе 1 е. Марчезъ думаетъ, что, при его окончательномъ расположеніи приборовъ въ Штольбергѣ, издержки ограничатся 40—45 е. на тонну мѣди въ 24 часа.

Чтобы дать понятіе объ экономическихъ послѣдствіяхъ этого способа, Марчезъ приводитъ слѣдующее вычисленіе. Второй штольбергскій купферштейнъ содержитъ 15—16 проц. мѣди, 14 проц. свинца и 0,05 проц. серебра. Стоимость этихъ металловъ, въ количествѣ, приходящемся на тонну, въ концѣ февраля этого года было:

150 килогр. Cu, по 1,3 фр. = 195 франковъ.

140 килогр. Pb, „ 0,25 „ = 35 „

0,5 килогр. Ag, „ 180 „ = 90 „

всего 320 франковъ.

При продажѣ купферштейна во Фрейбергѣ, въ Штольбергѣ въ это время получали по 9 марокъ за 100 килогр. или 112,50 франковъ за тонну. Такимъ образомъ разница на тонну достигаетъ 207,50 франковъ или на тонну мѣди въ штейнѣ 1383,33 франковъ (!).

При этомъ нужно еще замѣтить, что мѣдь, полученная электролитическимъ способомъ, представляетъ цѣликомъ чистый металлъ и что серебро и свинецъ,

находящіеся въ анодахъ и нерастворимыхъ остаткахъ отъ выщелачиванія, претерпѣваютъ только такую потерю, какая обыкновенно бываетъ при заводскихъ процессахъ.

Штольбергское устройство рассчитано такимъ образомъ, чтобы получать изъ собственного или купленного купферштейна отъ 500 до 600 килогр. электролитической мѣди въ 24 часа.

Оно заключаетъ 58 ваннъ, изъ которыхъ въ каждой будетъ находиться по 20 анодовъ, поверхностью въ 20 кв. м. и такой же величины поверхность катодовъ. 20 анодовъ по 125 килогр. вѣсу дадутъ 2,5 тонны купферштейна на ванну или 145 тоннъ на всѣ 58 ваннъ.

Аноды могутъ быть приготовляемы изъ купферштейна № 1, содержащаго отъ 7 до 8 проц. мѣди. Но положимъ, что перерабатываютъ купферштейнъ № 2-й, продажная цѣна котораго въ Штольбергѣ среднимъ числомъ равна 100 франкамъ за тонну или 14,500 франковъ за всѣ 145 тоннъ. Но такъ какъ аноды отдають свою мѣдь постепенно, то можно допустить, что въ ваннахъ находится только половина этого вещества, цѣнностью по крайней мѣрѣ въ 8000 франковъ.

Въ 24 часа въ 58 ваннахъ должно быть получено 580 килогр. мѣди; если желаютъ, чтобы катоды достигли надлежащей толщины, употребляемой обыкновенно въ торговлѣ, то необходимо затратить около трехъ мѣсяцевъ. Такъ какъ толщина начинается отъ нуля, то черезъ 45 дней въ ваннахъ будетъ находится около $45 \cdot 580 = 26100$ килогр. мѣди или, по нынѣшнимъ цѣнамъ, 32000 франковъ.

Если не принимать въ соображеніе цѣнности мѣди, находящейся въ растворѣ, такъ какъ обожженный купферштейнъ отдаетъ свою мѣдь въ болѣе короткое время, и растворъ, проходящій черезъ ванны, вслѣдствіе образованія желѣза, весьма быстро электролизуется, то мертвый капиталъ, при ежегодномъ производствѣ въ 210 тоннъ мѣди, будетъ равенъ $8000 + 32000 = 40000$ франковъ. Очевидно, что въ сравненіи со стоимостью обыкновенныхъ заводскихъ процессовъ, съ ихъ часто годовыми, одно за другимъ слѣдующими обжиганіями и плавленіями, потеря прибыли съ подобнаго капитала не можетъ представить серьезнаго возраженія противъ введенія электролиза. Но если, противъ ожиданія, оно почему либо появится, то простое соображеніе, что электролитическая мѣдь цѣнится на 125—140 франковъ дороже самой лучшей англійской, — должно уничтожить его, такъ какъ при 210 тоннахъ годовой производительности электролизъ дастъ на 30000 франковъ больше, нежели обыкновенные заводскіе процессы. Такимъ образомъ 40000 франковъ мертваго капитала предохраняють отъ 30000 фр. потери.

Марчезъ справедливо замѣчаетъ, что, такъ какъ успѣхъ зависитъ отъ серьезнаго изученія достигнутыхъ уже результатовъ, то люди, занимающіеся тѣмъ же предметомъ, во всякомъ слѣчаѣ будутъ ему благодарны за его сообщенія.

ГЕОЛОГІЯ, ГЕОГНОЗІЯ И ПАЛЕОНТОЛОГІЯ.

МѢСТОРОЖДЕНІЯ ЗОЛОТА.

А Л о к к а.

Окончаніе ¹⁾.

Послѣ многолѣтнихъ тщательныхъ изслѣдованій главныхъ горныхъ округовъ различныхъ странъ, проф. Витти въ 1880 г. высказалъ твердое убѣжденіе въ томъ, что происхожденіе металлическихъ рудъ нужно отнести скорѣе къ поверхности, чѣмъ къ нѣдрамъ земли.

Условія, благопріятныя для образованія жилъ и жило-подобныхъ массъ, должны были находиться ближе къ поверхности земли, а не глубоко подъ нею. Такими условіями отчасти были: пониженіе температуры, уменьшеніе давленія и существованіе разщелинъ, гдѣ есть настоящія жилы. Исторія рудничныхъ работъ безспорно доказала, что на постоянство руды, встрѣчающейся въ видѣ цѣлыхъ выдѣленныхъ массъ, полагаться нельзя. Даже настоящія жилы (fissure veins), должны прекращаться на большой глубинѣ, хотя бы въслѣдствіе происходящей отъ сильнаго жара перемѣны характера въ заключающей жилу породѣ. Гдѣ температура выше точки плавленія, тамъ ни щели не могутъ существовать, ни матеріалъ, наполняющій щели, не можетъ удерживать опредѣленной формы. Слѣдовательно, какую бы теорію ни принимали для образованія минеральныхъ жилъ, придется признать, какъ общее правило, что жилы должны были образоваться вблизи поверхности земли, а не на большой глубинѣ. Тотъ фактъ, что въ нѣкоторыхъ горныхъ округахъ самая верхняя часть жилъ была превращена въ окислы и потомъ смыта водою, легко объясняется и не противорѣчитъ вышесказанному.

¹⁾ См. Горн. Журн. 1885, Томъ IV, стр. 249. Извлечено изъ сочиненія „Gold its occurrence and extraction“ С. И. Серебренниковымъ.

Двѣ самыя важныя и производительныя золотоносныя мѣстности въ свѣтѣ представляютъ въ тоже время мѣстности бывшей сильной вулканической дѣятельности. Богатый золотоносный детритусъ (продуктъ разрушенныхъ горныхъ породъ) какъ въ Австраліи, такъ и въ Калифорніи одинаково находится подъ массой лавы. Хотя эруптивныя породы въ этомъ случаѣ не представляютъ собою складочнаго мѣста для драгоцѣннаго металла, все-таки можно предпологать существованіе генетической связи между вулканическою дѣятельностію и обогащеніемъ сосѣднихъ пластовъ.

Цѣпи Андовъ и Сѣверо-Американскихъ Кордильеровъ, безъ сомнѣнія, превосходятъ своимъ металлическимъ богатствомъ всѣ другія страны въ свѣтѣ; въ теченіи нѣсколькихъ вѣковъ онѣ снабжаютъ человѣчество большею частью серебра и значительнымъ количествомъ золота. Богатство рудниковъ Перу давно вошло въ пословицу, а слово „бананца“ знакомо каждому, когда говорится о рудникахъ Западной Америки, напр. о Комстокъ-лодь и др. Въ третичный періодъ и вѣроятно въ болѣе древнія геологическія эпохи эти области были мѣстомъ самой сильной вулканической дѣятельности. Такимъ образомъ, въ виду всѣхъ этихъ фактовъ, невозможно допустить, чтобы не существовало какой-нибудь генетической связи между проявленіемъ огненныхъ силъ и пропитываніемъ (impregnation) породъ драгоцѣнными металлами и металлоносными рудами.

Химики и геологи предложили много теорій относительно геологическихъ эпохъ, во время которыхъ появились или были введены драгоцѣнные металлы въ тѣ формации, въ которыхъ мы ихъ нынѣ находимъ. Въ этомъ отношеніи особенно посчастливилось золоту. Теоретическіе взгляды Мурчисона относительно этого металла были очень распространены и всѣми приняты. Согласно Мурчисону, золото въ значительномъ количествѣ, достойномъ разработки, заключается только въ палеозойскихъ породахъ, въ которыя оно, однакожь, попало во время самой новѣйшей эпохи. Этотъ же геологъ любилъ повторять, что золотосодержація кварцевыя жилы представляютъ поверхностное явленіе; что золотые рудники на глубинѣ не могутъ быть такъ постоянны, какъ рудники, заключающіе другіе металлы. Открытія, сдѣланныя калифорнскими съемками относительно вѣка золотоносныхъ формаций Калифорніи, совершенно опровергли и всѣми принятую (до 1864 г.) теорію, по которой эти породы принадлежатъ исключительно палеозойскому періоду; хотя Мурчисонъ, въ его позднѣйшихъ произведеніяхъ, и не допускаетъ этого.

Нѣкоторые золотые рудники Калифорніи и Австраліи разрабатывались съ пользой на значительной глубинѣ, что находится въ связи со множествомъ другихъ фактовъ, замѣченныхъ въ различныхъ частяхъ свѣта, и даетъ намъ право утверждать, что золотосодержація кварцевыя жилы вообще такъ же постоянны, какъ и жилы, содержація другіе металлы. Что импрегнація (пропитываніе, пропитываніе) породъ золотомъ происходила въ по-

вѣйшую геологическую эпоху, по крайней мѣрѣ въ нѣкоторыхъ выдающихся и значительныхъ горныхъ мѣстностяхъ, — не можетъ подлежать сомнѣнію. Третичный періодъ безспорно принадлежитъ къ области прежней сильной вулканической дѣятельности. Относительно горныхъ округовъ, гдѣ золото и другіе металлы и металлосодержація руды находятся въ значительномъ количествѣ и гдѣ не замѣчено сильныхъ проявленій вулканизма, сопровождавшагося изверженіемъ лавы, напр. вдоль большей части Аппалачской цѣпи и въ особенности на восточной окраинѣ ея, — нельзя сдѣлать точнаго опредѣленія геологическаго періода, во время котораго произошла металлическая импрегнація. Но есть указанія на то, что она происходила во время самаго подъема цѣпи или нѣсколько позже. Трудно доказать, чтобы породы такихъ цѣпей, какъ Аппалачскія и Скандинавскія, окруженныя совершенно неизмѣненными мѣловыми и третичными пластами, были мѣстомъ сильныхъ химическихъ реакцій въ теченіи этихъ позднѣйшихъ періодовъ. Во всякомъ случаѣ идея Мурчисона, что золото было „последнимъ образовавшимся металломъ“, не имѣетъ основанія, ибо импрегнація кварцевыхъ жилъ, или скорѣе выдѣленіе золота одновременно съ кварцемъ въ жилы и въ жилообразныя массы, было только собираніемъ уже существовавшихъ въ породахъ частичекъ, а отнюдь не новымъ образованіемъ ихъ.

По видимому, большіе куски золота, находимые въ россыпяхъ, не похожи на то золото, которое находятъ въ кварцѣ. Во всякомъ случаѣ справедливо, что форма обыкновенной самородки нѣсколько отличается отъ формы золота, завѣдомо отложившагося изъ раствора.

Большая часть золота, находимаго въ кварцѣ, существуетъ въ формѣ частицъ, невидимыхъ для простаго глаза; есть много богатыхъ рудниковъ, изъ которыхъ въ породѣ, идущей въ толчею, почти никогда не видно свободного золота. А между рудокопами существуетъ даже убѣжденіе, что рудники, въ кварцѣ которыхъ попадаетея много прекрасныхъ образцовъ свободного золота, не могутъ быть постоянны.

Преобладающая форма золота, видимаго простымъ глазомъ въ кварцѣ, всего лучше характеризуется словомъ „чешуйчатое“, употребляемымъ золото-промышленниками при описаніи маленькихъ, округленныхъ, сплюснутыхъ кусочковъ шлиховаго золота.

Дѣйствительно, золото въ кварцѣ кажется никогда не имѣетъ настоящаго „самородочнаго“ характера; оно выдѣлилось изъ раствора не въ видѣ плотныхъ, гладкихъ и округленныхъ массъ, а всегда въ чешуйчатой, листоватой, ниточной, древесной или кристаллической формѣ. Какимъ же образомъ произошло это измѣненіе? И вмѣстѣ съ этимъ является другой вопросъ: есть ли основаніе думать, что кусочки золота, отдѣленные изъ своей первоначальной породы (matrix), увеличились въ размѣрѣ вслѣдствіе химическихъ или механическихъ причинъ.

При гидравлическихъ работахъ въ Калифорніи большія самородки золота,

на сколько это подтверждено изслѣдованіями геологическихъ съеомокъ, рѣдко попадались. Но изрѣдка бывали въ книгахъ и газетахъ заявленія о такихъ счастливыхъ находкахъ на мелкихъ розсыпяхъ. Большая часть изъ нихъ, конечно, была сдѣлана много лѣтъ тому назадъ. Самая большая самородка, говорятъ, была найдена въ Валесито, въ 1852 г.; она вѣсила 25 фунтовъ. Въ списокѣ большихъ самородокъ, найденныхъ въ различныхъ странахъ свѣта, Биркмайръ говоритъ, что въ коллекціи Англійскаго банка есть самородка, найденная въ Карсонъ-Крикѣ въ 1850 г.; она вѣситъ 18 ф. 3 унціи. Упомянутая выше находка изъ Валесито указана по тому же источнику. Относительно ея формы и характера поверхности ничего неизвѣстно. Судя по списку, опубликованному въ официальныхъ изданіяхъ геологическихъ съеомокъ Викторіи, большія самородки попадались и попадаютъ, по видимому, чаще въ Австраліи чѣмъ въ Калифорніи.

Въ Калифорніи иногда находили большіе куски золота въ кварцѣ и въ постелѣ розсыпей; о такой находкѣ въ Спанишъ-Драй-Крикѣ уже было упомянуто; о подобныхъ же фактахъ сообщалось изъ Карсонъ-Хилль. На основаніи собственныхъ изслѣдованій въ Калифорніи, авторъ не можетъ раздѣлять мнѣнія, будто объясненіе нахождения крупныхъ золотыхъ самородокъ въ розсыпяхъ, представляетъ трудности, разрѣшимыя только съ помощью химіи. Если справедливо, какъ думаетъ авторъ, что кварцевыя и всякія другія жилы всегда вблизи поверхности болѣе богаты чѣмъ на большой глубинѣ, то случайное нахожденіе большихъ самородокъ въ розсыпяхъ не удивительно. Въ кварцевыхъ жилахъ даже теперь попадаютъ тяжелыя массы золота, а еще болѣе тяжелыя могли существовать ближе къ поверхности.

Теоретически не трудно, по видимому, объяснить, какимъ образомъ золото, какъ оно существуетъ въ кварцѣ, теряетъ свои характерныя формы и превращается въ гладкія, округленныя массы, случайно находимыя въ розсыпяхъ. Прежде всего надо замѣтить, что далеко не всѣ самородки имѣютъ этотъ характеръ; многія изъ нихъ, напротивъ, сохранили свой первоначальный характеръ несравненно яснѣе, чѣмъ это можно было бы ожидать послѣ тѣхъ ударовъ и тренія, которымъ онѣ подвергались въ теченіе вѣковъ между булыжниками розсыпей. Это особенно справедливо относительно образчиковъ, собранныхъ профессоромъ Петти изъ промывныхъ устройствъ во время его изслѣдованій въ прошломъ году; эти образчики были тщательно изслѣдованы авторомъ и Вадсвортомъ. Тотъ же фактъ относительно Австралійскихъ самородокъ констатированъ Ульрикомъ, этимъ опытнымъ наблюдателемъ.

Не подлежитъ сомнѣнію, что шероховатый, шершавый (шершавый на языкѣ рудокоповъ) кусокъ золота можетъ превратиться въ округленную, гладкую самородку отъ большаго тренія и поколачиванія; нѣчто подобное должно было происходить, когда эти огромныя массы продуктовъ разрушенія горныхъ породъ передвигались теченіемъ воды съ одного мѣста на другое. Нѣкоторые изъ собранныхъ образчиковъ представляютъ, самымъ интерес-

нымъ и убѣдительнымъ образомъ, переходную форму изъ неровной, кристаллической въ гладкую и округленную. Въ особенности одна изъ неизвѣстной мѣстности, купленная авторомъ въ Санъ-Франциско, имѣетъ одну сторону почти совершенно гладкую съ закругленными, завороченными на другую сторону краями, а другая ея сторона покрыта все еще сохранившимися нѣжными кристаллическими развѣтвленіями. Этотъ образчикъ, очевидно, былъ съ одной стороны защищенъ, въ то время какъ другая сторона его подвергалась тренію и поколачиванію, результатомъ чего и оказалась самородка, представляющая одновременно характерныя формы кварцеваго и росыпнаго золота.

Автору кажется чрезвычайно невѣроятнымъ, чтобы куски золота, разъ освободившіеся изъ кварца и начавшіе передвигаться въ росыпяхъ, какимъ то образомъ могли попасть въ такое положеніе, что подверглись какимъ нибудь химическимъ вліяніямъ, отъ которыхъ они могли бы увеличиться въ размѣрахъ. Возможно, что вслѣдствіе, давленія и поколачиванія между булыжниками росыпей, отдѣльные куски металла могли соединиться вмѣстѣ и такимъ путемъ образовать большую массу изъ соединенія двухъ или нѣсколькихъ меньшихъ кусковъ чисто механическимъ путемъ. Нѣкоторыя наблюденія Вадсворта подтверждаютъ это мнѣніе.

Въ 1881 г. профессоръ Т. Еглстонъ обнародовалъ свое мнѣніе относительно образованія золотыхъ самородковъ и золотоносныхъ росыпей. Вотъ содержаніе его статьи:

Происхожденіе золота въ золотоносныхъ росыпяхъ и жилахъ, а въ особенности происхожденіе самородковъ, было часто предметомъ разсужденій и изслѣдованій. Въ 1874 году мнѣ удалось произвести изслѣдованія въ гидравлическихъ разработкахъ Калифорніи; я былъ пораженъ распредѣленіемъ золота въ этихъ глубокихъ росыпяхъ, которыя были почти всегда бѣдны на поверхности, дѣлаясь постепенно богаче книзу, къ постелѣ росыпи. Постоянное присутствіе ископаемаго дерева и большаго количества органическаго вещества, заключающагося даже на глубинѣ этихъ росыпей, представляется также замѣчательнымъ. Такъ какъ меня не удовлетворяли различныя теоріи, предложенныя для объясненія образованія росыпей, то въ началѣ 1879 года я началъ производить изысканія относительно условій растворимости золота и причинъ потери, происходящей при валовой обработкѣ золотой руды. Предпріятыя мною изысканія показали, что золото должно считаться скорѣе растворимымъ, чѣмъ нерастворимымъ металломъ; что условія растворимости найдутся вездѣ, гдѣ можетъ встрѣтиться золото; что раствореніе можетъ происходить при обыкновенныхъ обстоятельствахъ поверхностнаго дренажа (осушенія) и даже въ такихъ мѣстностяхъ, гдѣ никогда не подозрѣвали присутствія золота, и что въ природѣ существуетъ достаточно причинъ для того, чтобы золото могло перейти въ растворъ, въ количествѣ, достаточномъ для объясненія всѣхъ явленій, относящихся какъ къ жиламъ, такъ и къ росыпнямъ.

По обыкновенной теоріи, образованіе россыпей и самородокъ есть результатъ разрушенія существовавшихъ ранѣе жильъ. Этому противорѣчатъ факты, наблюдаемые въ глубокихъ россыпяхъ. По теоріи, золото должно бы распредѣляться въ россыпяхъ слоями неравнобѣрнаго богатства; богатство зависѣло бы отъ количества происходившаго въ данное время осадка, а не представлялось бы увеличивающимся отъ поверхности къ низу. Каждая частичка золота, какой бы величины она ни была, должна бы имѣть округленную форму, происшедшую отъ тренія между твердыми породами; но этого на самомъ дѣлѣ нѣтъ, и крупинки золота бываютъ очень неправильной формы. Кромѣ того, не нужно упускать изъ виду и то, что большая часть жильъ, изъ которыхъ предполагается выносъ золота, имѣла кварцевую породу. Золото гораздо мягче этой породы; количество драгоцѣннаго металла, заключавагося въ жилахъ, было также гораздо меньше, чѣмъ количество породы; при разрушеніи жильныхъ образованій должно было находиться весьма небольшое количество золота, трущагося и растиравагося въ огромномъ количествѣ породы. Слѣдовательно, крупныя частички мягкаго золота были бы истолчены и истерты такъ же мелко, какъ и порода, а меньшія частички—гораздо мельче самой породы, такъ что разница въ плотности врядъ ли бы содѣйствовала обогащенію при послѣдующемъ дѣйствіи вѣтра или воды, ибо мельчайшія частички золота стремились бы уилить и такимъ образомъ избѣжать концентраціи. Гдѣ крупныя частички золота не находятся въ достаточномъ количествѣ для того, чтобы возможна была значительная естественная концентрація, и гдѣ всетаки происходитъ отложеніе рѣчнаго осадка, тамъ въ результатѣ окажется небольшое количество почти неосвязаемо-мелкаго золота, распредѣленнаго равномѣрно въ огромномъ количествѣ измельченной породы, или получится глина, похожая на ту, изъ которой въ окрестностяхъ Филадельфіи выдѣлываютъ кирпичи, съ содержаніемъ ничтожнаго количества золота, распредѣленнаго въ ней равномѣрно. Форма этихъ частичекъ была бы однородна и такая же какъ и форма той породы, съ которой они обтирались. Но мы знаемъ, что зерна шлиховаго золота неоднородны: нѣкоторыя изъ нихъ сплющены и съ округленными краями, другія—округлены, а большая часть—сосцевидны; при предполагаемыхъ условіяхъ всѣ эти формы невѣроятны и врядъ ли возможны. Самородка, округленная подобно рѣчной галькѣ, представляется большимъ исключеніемъ въ любой изъ россыпей.

Хотя теорія жильнаго разрушенія можетъ въ нѣкоторыхъ случаяхъ объяснить присутствіе золота въ россыпяхъ небольшими количествами въ видѣ зеренъ, достаточно крупныхъ для концентраціи, но она никогда не объяснитъ присутствія большихъ самородокъ, которыя, будучи перенесены водою на значительное разстояніе, потеряли бы свою сосцевидную форму. Допуская большую величину и силу прежнихъ рѣкъ, невозможно себѣ представить, чтобы такія большія и неправильной формы самородки, какъ найденныя въ Австраліи, Сибири и въ Соединенныхъ Штатахъ Сѣверной Аме-

рики, когда нибудь могли быть переносимы водою, совершенно освободившись от своей породы и не принявъ болѣе правильной поверхности и болѣе однообразной формы булыжника. Съ другой стороны, медленное накопленіе изъ растворовъ различной крѣпости и неравномѣрное отложеніе, продолжавшееся долгое время, объясняютъ совершенно какъ форму самородокъ, такъ и всѣ сопровождающія явленія. Сверхъ того, извѣстно, что большія самородки были находимы не въ жилахъ, а въ россыпяхъ. Теорія жильнаго разрушенія еще менѣе объясняетъ тотъ фактъ, что во многихъ россыпяхъ, въ особенности съ мягкой и пористою постелью, золото часто проникаетъ постель на глубину до одного фута и нерѣдко постель представляетъ самую богатую часть россыпи.

Въ 1867 г. Вилькинсонъ изъ Австраліи сдѣлалъ рядъ изысканій относительно дѣйствія органическаго вещества на отложеніе золота. Зонштадтъ также произвелъ рядъ изысканій относительно присутствія золота въ морской водѣ и нашелъ, что его содержится въ одной тоннѣ воды около 1 грана или цѣнностью въ 1 долларъ на каждыя 25 тоннъ воды.

До настоящаго времени золото считалось самымъ нерастворимымъ веществомъ на томъ основаніи, что оно нерастворимо или почти нерастворимо въ большинствѣ минеральныхъ кислотъ. На основаніи этой нерастворимости были придуманы огромныя металлургическіе процессы, которыми все еще пользуются и нынѣ; но изъ того, что золото не подвергается дѣйствию обыкновенныхъ кислотъ, не слѣдуетъ, что оно нерастворимо и въ другихъ веществахъ, которыя, по всей вѣроятности, могутъ найтись въ природѣ. Упустили изъ виду дѣйствіе органическихъ кислотъ и щелочей и тотъ фактъ, что растворимость въ безконечно маломъ количествѣ можетъ приобрѣсти огромное значеніе въ смыслѣ геологическомъ.

Вишовъ нашелъ, что сѣрнистое золото слегка растворимо въ метеорной водѣ и гораздо болѣе растворимо въ водѣ, насыщенной сѣрнистымъ водородомъ. Также доказано, что ничтожное количество хлористаго золота, въ растворѣ алкоголя, можетъ оставаться раствореннымъ въ присутствіи закиси желѣза, а металлическое золото слегка растворимо въ растворахъ, содержащихъ перекись желѣза. Но основанныя на этихъ открытіяхъ теоріи предполагаютъ, что золото гораздо менѣе растворимо, чѣмъ оно есть въ дѣйствительности, и что его растворимость требуетъ особенныхъ химическихъ дѣятелей и рядъ обстоятельствъ, которыя не всегда могутъ встрѣтиться. Его присутствіе въ морской водѣ объяснялось присутствіемъ хлора, іода, брома и щелочей; а изъ этихъ условій невысказано сдѣлать общее приложеніе къ объясненію явленій, встрѣчающихся въ минеральныхъ жилахъ.

Силвинъ, правительственный геологъ въ Викторіи, предложилъ теорію основанную на растворахъ.

Эти изысканія и теоріи, однакожь, не обратили на себя большаго вниманія и прежняя теорія разрушенія существовавшихъ нѣкогда жилъ продол-

жааетъ быть все еще общепринятою. Нужно помнить, что если золото происходитъ отъ разрушенія жилъ, то поверхности его будутъ округлены и обтерты гладко, какъ это можно видѣть на большомъ содержащемъ золото крупнѣшъ кварца, отдѣленнаго отъ жилы въ Венецуелѣ и находящагося нынѣ въ коллекціи Ньюрской горной школы. Но это противорѣчитъ сосцевидному строенію самородокъ. Если бы самородки были перенесены водою на далекое разстояніе, то онѣ имѣли бы болѣе округленные и обтертыя поверхности. Но эти обтертыя поверхности ограничивались бы только внѣшней формой самородокъ; пустоты внутри куска остались бы въ томъ состояніи, въ которомъ онѣ вышли изъ жилы; ребра кристалловъ, найденныхъ въ такихъ пустотахъ были бы остры. Между тѣмъ какъ въ самородкахъ сосцевидная форма существуетъ даже въ пустотахъ внутри и даже тамъ, гдѣ замѣтны кристаллы или зачатки кристаллизаціи; ребра кристалловъ очень часто притуплены и закруглены, что указываетъ на то, что тутъ происходило отложеніе и раствореніе.

Также нужно замѣтить, что по анализамъ почти всѣ образцы золота, взятаго изъ жилъ, показали гораздо меньшую пробу, чѣмъ проба самородокъ, найденныхъ въ россыпяхъ того же округа. Если бы шлиховое золото происходило изъ разрушенной, вывѣтрившейся породы, то оно было бы такого же состава, какъ и жильное золото того же округа. Извѣстно, что большая часть золотыхъ самородокъ изъ россыпей чисты, высокой пробы; между тѣмъ какъ жильное золото низкой пробы содержитъ значительное количество серебра и другихъ постороннихъ металловъ. Такъ, на 1,000 частей, Балларатскія самородки содержатъ золото 992,5; Австралійскія—отъ 960 до 966; Калифорнское жильное золото отъ 875 до 885; Трансильванское—600 частей золота 399 частей серебра; въ Невадѣ нѣкоторые образцы содержатъ 554 части золота и 429 частей серебра, а другія только 333 части золота и 666 частей серебра на 1,000.

Нужно также помнить, что быстрота теченія прежнихъ потоковъ на мѣстѣ нынѣшнихъ золотоносныхъ россыпей была гораздо больше, чѣмъ скорость теченія нынѣшнихъ рѣкъ. Рѣки были не только больше и глубже, но и быстрее; треніемъ между твердыми породами, дѣйствию рѣкъ превратило бы золото въ мельчайшій порошокъ. Если бы въ этомъ заключался весь процессъ, и другихъ дѣйствій не совершалось, то мы находили бы въ россыпяхъ золото исключительно въ этомъ измельченномъ состояніи, и развѣ, въ видѣ исключенія, нѣкоторыя частички избѣжали бы толченія и перетиранія,—процесса, зависящаго отъ долгаго, безконечнаго перекачиванія породъ. Осадки, происходящія отъ такого дѣйствія, находились бы въ руслѣ рѣки.

Но золото находили, въ видѣ самородокъ и небольшихъ частичекъ, въ породахъ, которыя хотя никогда не перемѣняли своего первоначальнаго мѣстоположенія, но разрушились на значительную глубину. И въ этихъ случаяхъ золото имѣло ту же округленную форму и занимало такое положеніе, которое дѣлало очевиднымъ, что оно образовалось на мѣстѣ (*in situ*) и никогда

не подвергалось дѣйствию тренія Самородка, найденная въ 1828 г. въ Кабар-расъ-Каунти, въ Сѣв. Каролинѣ, и вѣсившая 37 фунт., была найдена при такихъ же обстоятельствахъ въ разрушенной діоритовой породѣ. Въ нѣкоторыхъ случаяхъ было точно констатировано, что золото дѣйствительно растворялось и осаждалось въ разрушившихся породахъ, ибо оно проникло въ породу, на сколько позволило ему происшедшее ранѣе разрушеніе ея; гдѣ порода была тверда и не позволяла дальнѣйшей фильтраціи, тамъ прекращалось и отложеніе золота; между тѣмъ въ другихъ, болѣе пористыхъ породахъ того же округа золото проникло до глубины еще неизвѣданной. Такія условія не рѣдки въ золотоносныхъ напластованіяхъ Южныхъ штатовъ.

Если допустить, что крупнѣйшія золотыя самородки существовали въ жилахъ, разрушенныхъ прежними рѣками, то все-таки одной силы тяжести не достаточно для объясненія самыхъ богатѣйшихъ отложеній на постелѣ которая часто залегаетъ на глубинѣ 300 футовъ. Чтобы пропустить внизъ крупныя частички даже черезъ 50-ти-футовую глубину земли, потребовалось бы такое движеніе и встряхиваніе земли, котораго мы допустить не можемъ. Кромѣ того, нѣтъ указаній на то, чтобы эти отложенія, разъ сдѣланныя, были когда нибудь нарушены. Справедливо, что въ мелкихъ россыпяхъ, постель (почва) которыхъ залегаетъ неглубоко, верхніе слои земли богаты золотомъ; но для глубокихъ россыпей существуетъ неизмѣнное правило, что богатѣйшіе пески находятся близъ почвы и на большой глубинѣ отъ поверхности.

Въ Южныхъ штатахъ и въ нѣкоторыхъ другихъ округахъ, на золотыхъ рудникахъ существуетъ преданіе относительно того, что золото растетъ, такъ что черезъ каждыя нѣсколько лѣтъ старыя рудничныя отвалы перерабатываются обыкновенно съ пользой; полученное всякій разъ количество золота, по мѣстному преданію, бываетъ пропорціонально времени, въ теченіи котораго матеріалъ оставался въ покоѣ. Такъ какъ въ этомъ накопленіи золота не могла имѣть значенія сила тяготѣнія, то рудокопы и думаютъ, что золото растетъ подобно растеніямъ. Но было бы нераціонально отвергать теорію, такъ легко объясняющую образованіе россыпей разрушеніемъ жилъ, не имѣя вмѣсто нея другой. Если теорія разрушенія существовавшихъ нѣкогда жилъ не выдерживаетъ критики, то необходимо изслѣдовать основательно, нѣтъ ли въ природѣ достаточныхъ данныхъ для поддержанія теоріи растворовъ и какіе дѣятели могутъ сдѣлать золото растворимымъ? Въ теченіи многихъ мѣсяцевъ производился рядъ опытовъ по этому предмету, какъ синтетически, такъ и аналитически; повидимому эти опыты представляютъ большое значеніе въ изученіи происхожденія явленій, относящихся какъ къ жиламъ, такъ и къ россыпямъ. Для этого изслѣдованія была приготовлена большая часть извѣстныхъ солей золота, но такъ какъ хлористое золото всего легче готовится, то оно было сдѣлано основаніемъ почти всѣхъ растворовъ. Для приготовленія хлористаго золота клали въ трубку нѣсколько губчатаго золота и

нагрѣвали его въ струѣ хлора до тѣхъ поръ, пока совершенно ни улетучивалось образовавшееся хлористое золото, которое, въ формѣ мелкихъ прозрачныхъ кристалловъ, въ $\frac{1}{2}$ дюйма длиною, осаждалось на верхней части трубки, тогчасъ по выше золота, и на самомъ золотѣ, когда трубка стала охлаждаться. По охлажденіи эта трубка, совершенно наполненная хлоромъ, была закрыта стеклянною пробкою и плотно замазана парафиномъ. Черезъ 5 мѣсяцевъ кристаллы сплавились въ одну массу, а черезъ годъ все хлористое золото превратилось въ металлическое съ примѣсью хлора; но все это золото легко было превратить въ амальгаму.

Что бы убѣдиться въ дѣйствиі различнаго органическаго вещества на соли золота въ растворѣ, раздѣлили жидкость, содержащую растворъ хлористаго золота на 5 равныхъ частей, по 50 к. с. каждая, съ содержаніемъ 0,5 грамма хлористаго золота; съ этими порціями поступали различнымъ образомъ. Первую порцію покрыли 1 куб. сент. керосина. Во вторую положили $\frac{1}{4}$ грамма пробки; въ 3-ю $\frac{1}{4}$ грамма торфа; въ 4-ю $\frac{1}{2}$ грамма кожи и въ 5-ю $\frac{1}{2}$ грамма листьевъ. Стлянки поставили въ темное мѣсто. По истеченіи трехъ мѣсяцевъ, когда вынесли ихъ на свѣтъ, растворъ, содержащій керосинъ, оказался безцвѣтнымъ, въ немъ плавали чрезвычайно тонкіе и длинныя кристаллы золота, распредѣлившіеся почти ровномѣрно по всей жидкости. Они имѣли видъ шестиугольныхъ призмъ, описанныхъ профессоромъ Честеромъ. Когда жидкость взболтали, кристаллы осѣли на дно сосуда. Растворы, въ которыхъ была пробка, кожа и листья, также сдѣлались безцвѣтными, но золото проникло внутрь этихъ веществъ, замѣстивъ органическую матерію. Растворъ, въ которомъ былъ торфъ также сдѣлался безцвѣтнымъ; по его золото выдѣлилось въ видѣ чрезвычайно мелкихъ, сосцевидныхъ массъ, напоминающихъ вполне форму самородокъ.

Чтобы убѣдиться въ степени растворимости золота, приготовили нѣкоторое количество чистаго, губчатаго золота и положили въ разные растворы. Нѣкоторые изъ этихъ растворовъ выставили на воздухъ; другіе были герметически закупорены и оставлены при обыкновенной температурѣ и давленіи въ продолженіи отъ 6 до 8 мѣсяцевъ; третьи подвергались при различныхъ условіяхъ нагрѣванію въ воздушной банѣ, устроенной такимъ образомъ, что температура всякій разъ могла поддерживаться постоянною въ теченіи нѣсколькихъ часовъ. Многія изъ послѣднихъ трубокъ лопнули послѣ того, какъ жидкость нѣсколько окрасилась, и содержимое ихъ совершенно было потеряно; въ другихъ трубкахъ осталось жидкости столько, что являлось возможнымъ взять пробу на золото.

Растворы поваренной соли, сѣрнокислаго аммонія, хлористаго аммонія, хлористаго и бромистаго калия, находившіеся 8 мѣсяцевъ въ запаянныхъ трубкахъ, не дали реакціи на золото. При нагрѣваніи въ теченіи 5 часовъ при температурахъ отъ 150° до 200° Цельзія, ни одинъ изъ нихъ, исключая бромистаго калия, не далъ реакціи на золото; бромистый же калий далъ

сильную реакцію. Въ запаяныхъ трубкахъ растворъ обыкновенной соли, къ которому было прибавлено нѣсколько капель азотной кислоты, далъ реакцію на золото, іодистый калий не далъ прямой реакціи, но, выпаренный до суха, оставилъ пурпуровый осадокъ, растворимый въ бромѣ, который далъ реакцію на золото. Въ трубкѣ, нагрѣтой отъ 100° до 170° Ц. съ іодистымъ калиемъ, получали реакцію на золото немного сильнѣе чѣмъ въ томъ же растворѣ до нагрѣванія.

Растворъ продажнаго азотнокислаго аммонія съ примѣсью хлористаго аммонія, остававшійся въ открытой трубкѣ, при обыкновенной температурѣ и давленіи въ теченіи $4\frac{1}{2}$ мѣсяцевъ, окрасился въ блестящій желтый цвѣтъ и далъ сильную реакцію на золото. Затѣмъ, приготовили два раствора, каждый содержалъ 5 граммовъ азотнокислаго аммонія и $\frac{1}{2}$ грамма хлористаго аммонія въ 200 к. с. дистиллированной воды. Одинъ изъ растворовъ остался въ открытой комнатѣ, а другой поставленъ въ темное мѣсто. По истеченіи 11 дней оба дали сильную реакцію на золото.

Далѣе, чистое губчатое золото погружали въ слѣдующіе растворы и оставляли въ теченіи трехъ мѣсяцевъ въ закрытыхъ трубкахъ при обыкновенной температурѣ и давленіи. Растворъ сѣрнистаго аммонія не измѣнился и не далъ реакціи на золото. Въ трубкѣ съ сѣрнистымъ калиемъ образовался черный осадокъ и жидкость дала сильную реакцію на золото. Сѣрнистый натрій далъ черный осадокъ и сильную реакцію на золото. Цианистый калий окрасилъ жидкость въ желтый цвѣтъ и далъ бурый осадокъ, запахъ амміака и сильную реакцію на золото. Хлористый магній черезъ 3 мѣсяца далъ студенистый осадокъ безъ реакціи на золото. По истеченіи такого же времени сѣрнокислый натръ не произвелъ ни перемѣны, ни реакціи. Сѣрнокислая мѣдь черезъ $2\frac{1}{2}$ мѣсяца не произвела никакой перемѣны.

Затѣмъ губчатое золото въ растворѣ слѣдующихъ веществъ нагрѣвалось въ теченіи $6\frac{1}{2}$ часовъ, при температурахъ отъ 145° до 180° Ц. Растворъ съ сѣрнистымъ аммоніемъ не произвелъ перемѣны, но далъ сильную реакцію на золото. Растворъ сѣрнистаго калия сильно дѣйствовалъ на стекло, казался зеленоватымъ и въ жидкости обнаружено было присутствіе золота: образовался черный осадокъ, который растворился въ бромѣ или далъ реакцію на золото. Растворъ сѣрнистаго натра слегка дѣйствовалъ на стекло и пріобрѣлъ зеленоватый оттѣнокъ; на стеклѣ находилась розовая пленка и на днѣ образовался легкій осадокъ. Пленка дала слабую, а растворъ—весьма сильную реакцію на золото; осадка было слишкомъ мало, чтобы произвести пробу. Растворъ хлористаго магнія дѣйствовалъ сильно на стекло, отъ котораго отваливались чешуйки, но золото въ этой жидкости не растворилось. Растворъ сѣрнокислаго натра далъ облачный, клочковатый осадокъ, но не далъ реакціи на золото. Продажная сѣрная кислота и растворы сѣрнокислыхъ солей калия, желѣза и марганца образовали бѣлыя чешуйки и не дали реакціи на золото. Растворы сѣрнокислаго и азотнокислаго натра не произвели

ни перемѣны, ни реакціи. Растворъ марганцевокислаго кали не далъ реакціи на золото. Въ растворѣ ціанистаго калия образовавшійся въ прежнемъ опытѣ бурый осадокъ растворился, возстановивъ золото изъ раствора и потому реакціи на золото не получилось.

Смѣсь азотнокислаго серебра и сѣрной кислоты не произвела перемѣны по истеченіи 2 мѣсяцевъ. Смѣсь сѣрнокислыхъ калия, желѣза, марганца и продажной сѣрной кислоты не произвела перемѣны по истеченіи 2 мѣсяцевъ. Марганцево-кислый калий и сѣрная кислота дали черный осадокъ и окрасили жидкость слегка въ розовый цвѣтъ, но не дали реакціи на золото.

Чтобы испытать дѣйствіе органическаго вещества, смѣшали $\frac{1}{2}$ грамма хлористаго золота съ 2 литрами *критоноваго настоя*, налитаго въ двѣ большія бутылки. Одну бутылку выставили на солнечный свѣтъ, при этомъ все золото выдѣлилось меньше чѣмъ черезъ недѣлю. Другую бутылку поставили въ темную комнату; при этомъ условіи въ концѣ 2 мѣсяцевъ выдѣлилось небольшое количество золота. Когда въ бутылку опустили кусочекъ плотнаго органическаго вещества, то выдѣленіе золота пошло весьма быстро; а когда бутылку вынесли на солнечный свѣтъ, все почти золото выдѣлилось въ теченіи 48 часовъ.

Чтобы убѣдиться въ дѣйствіи различныхъ почвъ земли на слабые растворы золота, растворили $\frac{1}{2}$ грамма хлористаго золота въ 10 литрахъ профильтрованнаго *критоноваго настоя* и процѣдили полученный растворъ черезъ три нижеописанныя фильтры, устроенныя въ стеклянныхъ воронкахъ. Весь аппаратъ былъ составленъ такъ, чтобы жидкость процѣживалась по каплямъ на фильтры: № 1 изъ 30 граммовъ кварцеваго песка; № 2 изъ 20 граммовъ песка и 10 граммовъ земли; № 3 изъ 30 граммовъ мелкаго магнитнаго желѣзняка и 10 граммовъ кварцеваго песка.

Аппаратъ былъ поставленъ въ комнату, въ которой было много пыли и куда попадалъ дымъ отъ проходящихъ мимо поѣздовъ. Черезъ 2 дня большая часть золота выдѣлилась на фильтрахъ, а вода приобрѣла зеленоватый оттѣнокъ. Затѣмъ, $\frac{1}{2}$ грамма хлористаго золота смѣшали съ 10 литрами дистиллированной воды и процѣдили тѣмъ же путемъ черезъ 30 грам. кварцеваго песка, черезъ смѣсь, состоящую изъ 20 грам. песка и 10 грам. земли, и смѣсь, состоящую изъ 10 грам. песка и 30 грам. мелкаго магнитнаго желѣзняка. Эти фильтры были тщательно закрыты, чтобы въ нихъ не попадала пылью такимъ образомъ былъ прекращенъ доступъ къ нимъ всякому постороннему органическому веществу. По истеченіи 2 мѣсяцевъ фильтры изъ чистаго песка и фильтръ изъ смѣси магнитнаго желѣзняка и чистаго песка возстановили немного золота (однакожь въ послѣднемъ немного больше, чѣмъ въ первомъ) въ связной формѣ, которая отъ быстрого дѣйствія не была плотною, но легко растиралась между пальцами. Въ фильтрѣ изъ смѣси песка и земли все золото возстановилось и расиредѣлилось по фильтру

въ видѣ неосязаемаго порошка, въ которомъ не было замѣтно ни малѣйшаго даже указанія на связную форму.

Далѣе пробовали растворить золото такъ, какъ это, вѣроятно, происходитъ въ природѣ. Для этой цѣли приготовили фильтры изъ 30 граммовъ чистаго кварцеваго песка каждый. Въ одной изъ нихъ тщательно смѣшали съ пескомъ 1,161 грам. губчатаго золота; къ двумъ остальнымъ примѣшали по $\frac{1}{2}$ грам. очень мелкаго золота. Черезъ фильтръ съ губчатымъ золотомъ процѣживали въ теченіи двухъ мѣсяцевъ 10 литровъ дистиллированной воды, содержащей 10 грам. обыкновенной соли и 5 грам. азотнокислаго натра, но не замѣтили никакой переменъ. Для втораго фильтра взяли 6 литровъ кротонаваго настоя, смѣшаннаго съ 9 грам. азотнокислаго аммонія и 1 грам. хлористаго аммонія; эта жидкость фильтровалась въ теченіи мѣсяца, но золото осталось безъ измѣненія. Для послѣдняго опыта взяли 1 грам. азотнокислаго аммонія и 9 грам. хлористаго аммонія, и въ этомъ случаѣ золото также не растворилось.

Имѣлось въ виду продолжать это процѣживаніе въ теченіи 6 мѣсяцевъ, каждый разъ при соблюденіи всѣхъ естественныхъ условій; но трудность производить опытъ непрерывно, въ теченіи такого значительнаго періода, заставила отказаться отъ этого, когда получились въ достаточномъ количествѣ результаты отъ другихъ опытовъ. Если въ такое короткое время не удалось растворить золото, то это, какъ показали другіе опыты, еще не есть доказательство отсутствія всякаго дѣйствія. Содержаніе золота, нѣсколько меньшее чѣмъ содержаніе его въ морской водѣ, легко могло остаться незамѣченнымъ. Нельзя быть увѣреннымъ, что при этихъ опытахъ будутъ соблюдены всѣ условія, необходимыя для успѣха. Во время одного опыта, произведеннаго въ началѣ изслѣдованія, оказалось, что мелкая, носившаяся въ комнатѣ пыль была достаточна для выдѣленія золота изъ слабаго раствора. Эти изысканія пришлось производить въ комнатѣ, въ которую имѣли доступъ многія лица: весьма возможно, что вслѣдствіи присутствія незамѣтнаго количества органическаго вещества въ упомянутыхъ, опытахъ золото осаждалось снова, по мѣрѣ того какъ оно успѣвало растворяться, ибо при опытахъ произвести розсыпи, золото осаждалось въ песокъ органическимъ веществомъ. Очень жаль, что эти опыты невозможно было произвести при полномъ отсутствіи пыли.

Чтобы испытать дѣйствіе органической жизни на подобные растворы, начали поливать одно растеніе весьма слабымъ растворомъ золота, но, какъ часто случается въ такихъ обстоятельствахъ,—отъ слишкомъ усердной поливки растеніе преждевременно погибло. При сильномъ желаніи произвести родъ поглошенія растеніями, описанный Дюроше и Малагути, опытъ не удался вслѣдствіе излишняго рвенія. Анализъ золы этого растенія далъ немного золота, но большая часть выдѣлившагося золота находилась въ землѣ около растенія. Этотъ опытъ объясняетъ происхожденіе мелкихъ чешуекъ золота,

иногда попадающихся въ травяныхъ корняхъ нѣкоторыхъ золотоносныхъ округовъ.

Нужно замѣтить, что почти во всѣхъ случаяхъ, когда въ щелочномъ растворѣ было золото, находили хлоръ и азотистыя вещества. Это обстоятельство благоприятно также отдѣленію и растворенію кремневой кислоты. Эти опыты доказываютъ, что сѣрнистыя соединенія щелочей дѣйствуютъ на золото такъ же, какъ упомянутыя выше вещества, и негрудно вообразить условія, при которыхъ золото, растворившееся въ весьма небольшомъ количествѣ, можетъ снова выдѣлиться, придя въ соприкосновеніе съ твердымъ или жидкимъ органическимъ веществомъ.

Въ Грасъ-Валли въ Калифорніи я узналъ, что золото выдѣлялось на фильтрѣ Платнеровскаго чана органическимъ веществомъ изъ грязной воды, которую употребляли для растворенія золота, приводимаго въ растворимое состояніе дѣйствіемъ хлора. Фильтръ былъ пропитанъ металлическимъ золотомъ и, конечно, послѣдняго не мало пропадало. Изъ фильтра взяли нѣсколько унцій бураго осадка, который оказался почти чистымъ золотомъ. При валовой обработкѣ золотой руды, мнѣ кажется, этого вовсе не замѣтили. Присутствіе золота въ россыпяхъ легко объяснить дѣйствіемъ солнечнаго свѣта на воду, содержащую золото въ растворѣ; также нахожденіе золота при почвѣ россыпи можно объяснить растворами его, приходящими въ соприкосновеніе съ органическими или минеральными веществами, каковы: лигнитъ, ископаемое дерево или колчеданъ, который попадаетъ вездѣ въ глубокихъ россыпяхъ, такъ какъ вода, неспособная проникнуть въ почву, остается тутъ въ соприкосновеніи съ органической матеріей и выдѣляетъ все золото. Тотъ же результатъ могъ получиться при встрѣчѣ воды, содержащей въ растворѣ золото, съ разрушенными породами или съ наклонными сланцами, образующими постель россыпи. Выдѣленіе золота могло совершаться еще быстрѣе случайными электрическими токами.

Во всѣхъ этихъ явленіяхъ главнымъ дѣятелемъ было время, которое не ограничено въ работѣ природы. Въ лабораторныхъ опытахъ время по необходимости должно быть коротко, но для природы не существуетъ этого ограниченія. Есть полное основаніе предполагать, что такое раствореніе золота совершается въ огромномъ масштабѣ. Самородка „Калифорнія“ показываетъ, что растворъ можетъ имѣть связь съ явленіями, относящимися къ жиламъ. Такъ какъ въ этомъ случаѣ образованіе кварца и самородки очевидно позднѣе образованія синихъ рѣчниковъ.

Изъ вышеописанныхъ опытовъ можно видѣть, что многія изъ условій, благоприятныхъ растворимости золота, благоприятны также растворимости кремневой кислоты и что, какъ показалъ профессоръ Керръ, породы могутъ дѣйствительно разлагаться, а золото осаждаться, образуя такимъ путемъ поверхностныя россыпи, называемыя прожилками, въ которыхъ золото изчается за предѣломъ нѣсколькихъ футовъ.

Весьма возможно, что вода, существующая въ огромномъ количествѣ въ каждомъ золоносномъ округѣ, фильтруясь черезъ разлагающіяся породы, принимаетъ въ себя щелочи и такимъ образомъ пріобрѣтаетъ способность растворять и дѣйствительно растворяетъ то золото, съ которымъ она приходитъ въ соприкосновеніе. Составъ этихъ щелочныхъ солей будетъ зависѣть отъ характера породъ, черезъ которыя фильтруется вода; но еще вѣроятнѣе, что это будетъ смѣсь, состоящая изъ многихъ составныхъ веществъ, способныхъ дѣйствовать на золото и уносить его въ растворѣ, а не однѣ углекислыя и сѣрнистыя щелочи, хотя и эти послѣднія могутъ не только находиться въ водѣ, но и играть огромную роль въ дѣлѣ растворенія. Въ нѣкоторыхъ случаяхъ иногда разложеніе породъ происходитъ такъ быстро, что явленіе это можно наблюдать въ самомъ актѣ совершенія. Дѣятели, которые разрушаютъ породу, проникаютъ ее за предѣлы мѣстнаго дренажа и уносятъ растворимыя части съ собою, подготавливая ее на столько, что она легко пропускаетъ черезъ себя фильтрующіеся растворы и становится способною припать въ себя всякій осадокъ, который почему либо выдѣляется изъ этихъ растворовъ. Въ глубокихъ розсыпяхъ Калифорніи источникъ этихъ осадковъ есть трапъ, покрывающій иногда древнія розсыпи на глубину 150 футовъ. Въ розсыпяхъ вода можетъ удерживать золото въ растворѣ, пока не встрѣтится съ какимъ нибудь разлагающимъ элементомъ, напр. съ частичкою колчедана, самороднаго металла или органическаго вещества, которое въ глубокихъ розсыпяхъ всегда находится въ изобиліи. Золото можетъ осаждаться на зернышкѣ металла; если нѣтъ готоваго металла, оно можетъ выдѣлиться въ видѣ порошка, каждая ничтожная крупинка котораго можетъ въ свою очередь послужить ядромъ для накопленій въ будущемъ.

Если допустить растворы даже болѣе слабыми, чѣмъ морская вода у береговъ Англій, то и тогда безграничное время и количество произведутъ очевидно такія же дѣйствія въ распредѣленіи золота. Іодъ, одинъ изъ растворителей золота, находится во многихъ растеніяхъ золоносныхъ странъ и въ значительномъ количествѣ въ морской водѣ. Зонштадтъ думаетъ, что въ умѣренныхъ странахъ золото удерживается въ растворѣ морской воды медленнымъ разложеніемъ іодистаго кальція; онъ же предполагаетъ, что гдѣ разложеніе іодистыхъ соединеній, необходимыхъ для удержанія золота въ растворѣ, происходитъ очень быстро, напр въ жаркихъ странахъ, тамъ освобожденіе выдѣляющагося іода, неизбежное быстрое раствореніе и послѣдующее за этимъ новое выдѣленіе золота органическимъ веществомъ достаточны чтобы объяснить богатство золотыхъ розсыпей тропическихъ странъ.

Описанные опыты, по видимому, ясно доказали, что золото не только не нерастворимо, но что въ природѣ оно постоянно растворяется; что вода, циркулирующая по горнымъ породамъ и розсыпямъ, выщелачиваетъ изъ нихъ всѣ необходимыя для растворенія золота матеріалы и несетъ золото въ очень слабыхъ растворахъ пока не встрѣтитъ на пути вещества, способнаго воз-

становить золото из раствора. Кажется существует достаточно доказательств тому, что если действие восстановления совершается медленно и мѣстно, то происходят россыпи, содержащія крупныя или мелкія самородки и неправильной формы зерна или крупинки; а если действие было быстро, то мы находимъ золото въ формѣ мелкихъ частичекъ, разбѣянныхъ въ россыпи. Есть основаніе предполагать, что эти явленія происходятъ въ настоящее время тѣмъ же путемъ фильтрованія и восстановления золота изъ рудничныхъ отваловъ, изъ которыхъ механическимъ обогащеніемъ не могли уже извлечь золота. Нѣкоторыя изъ этихъ явленій можно объяснить просто дѣйствиемъ солнечнаго свѣта; но большая часть явленій, относящихся къ глубокимъ россыпямъ, объясняется присутствіемъ огромнаго количества органическаго матеріала. Одинъ изъ недавно изобрѣтенныхъ металлургическихъ процессовъ, основанный на употребленіи фильтра изъ древеснаго угля, для восстановления золота изъ сравнительно сгущенныхъ растворовъ, представляетъ нѣкоторый намекъ на тѣ средства, которыми природа могла пользоваться, въ огромномъ масштабѣ, для восстановления золота изъ чрезвычайно разжиженныхъ растворовъ.

Тѣ же самыя условія, которыя производятъ раствореніе золота, въ нѣкоторыхъ случаяхъ производятъ и раствореніе кремневой кислоты. Это объясняетъ явленіе сосцевидныхъ и, по видимому, обтертыхъ водою самородковъ (подобно самородкѣ изъ Пласеръ-Каунти), заключенныхъ въ кварцѣ; между тѣмъ какъ золото и кварцъ образовались послѣ синихъ рѣчищъ. Это же объясняетъ присутствіе такъ называемыхъ англійскими рудокопами *putty stones*, мягкихъ кусковъ разложившейся породы, часто находимыхъ въ россыпяхъ. Многія изъ причинъ, производящихъ восстановление золота, могутъ также произвести превращеніе растворимыхъ сѣрнокислыхъ соединений въ нерастворимыя сѣрнистыя соединенія, удержавъ золото въ ихъ массѣ. Этимъ можно объяснить почти постоянное присутствіе золота въ колчеданѣ, или тотъ фактъ, что нѣкоторыя изъ мѣдныхъ рудъ въ Техасѣ встрѣчаются въ формѣ деревьевъ, съ содержаніемъ золота и серебра, а также постоянное присутствіе золота въ Бразильскихъ желѣзныхъ рудахъ, такъ называемыхъ *jacutinga* и присутствіе деревьевъ, превращенныхъ въ желѣзную золотосодержащую руду въ нѣкоторыхъ изъ Западныхъ штатовъ С. Америки. Тяжелая базальтовая покрывка на многихъ глубокихъ россыпяхъ Калифорніи совершенно достаточна для объясненія многихъ явленій, встрѣчающихся не только подъ нею, но и около нея.

Тотъ отрицательный фактъ, что золото еще не было найдено въ прѣсной водѣ, быть можетъ обязанъ чрезвычайной трудности обнаружить ничтожное количество золота. Больше чѣмъ вѣроятно, что многія геологическія явленія происходили при содѣйствіи весьма слабыхъ растворовъ или очень ничтожныхъ силъ, дѣйствовавшихъ въ теченіи очень долгаго времени. На сколько участвовали въ этихъ явленіяхъ электрическіе земные токи, не воз-

можно и подозрѣвать. Но съ полнымъ основаніемъ можно сказать, что эти явленія были результатомъ не одной, а всѣхъ упомянутыхъ причинъ и быть можетъ многихъ другихъ, которыхъ намъ не удалось еще открыть. Хлоръ самый сильный растворитель золота. Въ природѣ почти не существуетъ воды, свободной отъ присутствія какого нибудь изъ соединеній хлора, и нѣтъ земли (soil), которая бы не содержала азотистыхъ веществъ, необходимыхъ для освобожденія хлора; слѣдовательно существующая почвенная вода можетъ дѣйствовать на золото и растворять его. Опыты показываютъ, что присутствіе ничтожнѣйшаго количества хлора достаточно для растворенія такого количества золота, которое придаетъ раствору окраску, замѣтную для глаза по истеченіи нѣсколькихъ недѣль.

Чтобы образовать самородку въ Иласерь-Каупти, золото и кварцъ должны были находиться въ растворѣ. Въ этомъ случаѣ первую причину для осадка было, кажется, желѣзо, содержащееся въ синихъ рѣчникахъ, а затѣмъ уже само золото играло дѣятельную роль въ увеличеніи собственнаго вѣса. Вообще кристаллы золота рѣдко встрѣчаются, и когда ихъ находятъ, то всегда съ тупыми ребрами. Это обстоятельство легко объяснить быстрымъ дѣйствіемъ, возможнымъ въ россыпяхъ. Легкость процѣживанія растворовъ въ россыпяхъ заставляеть золото выдѣляться такъ быстро, что нѣтъ времени образоваться въ немъ другой формѣ, кромѣ сосцевидной; между тѣмъ какъ въ жилахъ чрезвычайная медленность выдѣленія позволяетъ золоту принять форму кристаллическую. Если принять во вниманіе, что двѣ трети добываемаго золота получаютъ изъ аллювіальныхъ россыпей, то станетъ очевидною трудность объяснить его присутствіе въ россыпяхъ иначе, какъ путемъ растворенія.

По этому предмету еще можно цитировать здѣсь профессора Ньюбери, котораго трудъ о генезисѣ и распредѣленіи золота былъ опубликованъ въ концѣ 1881 г.

Золото встрѣчается въ мѣсторожденіяхъ трехъ родовъ: 1) россыпяхъ; 2) кварцевыхъ жилахъ и 3) настоящихъ рудныхъ жилахъ или въ мѣсторожденіяхъ, подобныхъ имъ по происхожденію. Въ настоящихъ жилахъ золото обыкновенно смѣшано съ рудами желѣза, свинца, теллура, мѣди, серебра и проч.

Россыпи.

Девять десятыхъ, а можетъ быть и девяносто девять сотыхъ всего золота, находящагося въ обращеніи, было добыто изъ поверхностныхъ мѣсторожденій, называемыхъ плацерами или, по-русски, золотоносными россыпями, или просто россыпями.

Золото встрѣчается здѣсь въ наносахъ песка, рѣчниковъ и гальки, которые очевидно были снесены съ вышележавшихъ горизонтовъ, обыкновенно съ сосѣднихъ горъ, которыя состоятъ изъ метаморфическихъ породъ, заключающихъ золотоносныя кварцевыя жилы. Это явленіе до того постоянно

что большинство людей, наблюдавших золотосыныя россыпи или много читавших по этому предмету, удовлетворились простымъ и бросающимся въ глаза выводомъ, что золото происходитъ отъ вывѣтриванія и размыванія выше находившихся горныхъ породъ и отъ разрушенія кварцевыхъ жилъ; что этотъ, происшедшій отъ такого разрушенія, матеріаль сортировался водою соотвѣтственно его удѣльному вѣсу. Факты въ пользу этой теоріи до того убѣдительны, что можно было ожидать, что она будетъ принята всѣми; но люди такъ устроены, что не могутъ мыслить одинаково о какомъ нибудь предметѣ. Между прочими плодами этой врожденной ереси находится новая теорія для объясненія происхожденія золота въ россыпяхъ, по которой принимаютъ, что золото образовалось на томъ мѣстѣ, гдѣ его находятъ, и притомъ путемъ химическимъ—выдѣленіемъ изъ растворовъ.

Защитники этой новой теоріи указываютъ на слѣдующіе факты: 1) на рѣдкость самородковъ или большихъ массъ золота въ кварцевыхъ жилахъ; 2) на болѣе высокую пробу шихового золота сравнительно съ пробой жильнаго золота; 3) на характеръ поверхности нѣкоторыхъ самородковъ, напоминающій охлажденіе или застываніе жидкостей; 4) на примѣры содержанія золота въ органическихъ веществахъ, находимыхъ въ золотыхъ россыпяхъ, и 5) на растворимость золога, доказанную лабораторными опытами.

При обсужденіи этихъ фактовъ выставляли на видъ, что большія самородки золота встрѣчаются не рѣдко во всѣхъ большихъ россыпяхъ, на примѣръ: австрайлійскія самородки Sarah Sands и Welcome, вѣсившія 233 и 184 англ. фунтовъ; Міасская самородка на Уралѣ въ 96 фунтовъ и другія вѣсомъ отъ 25 до 50 фунтовъ, найденныя въ россыпяхъ Австраліи, Новой Зеландіи и Калифорніи. Между тѣмъ какъ „кусковъ золота такой величины, какъ эти самородки, не было найдено въ кварцевыхъ жилахъ“. Последнее указаніе ошибочно; ибо самый большой кусокъ золота, до сихъ поръ найденный въ Америкѣ, былъ взятъ изъ кварцевой жилы въ Monumental mine at the Sierra Buttes въ Калифорніи (12 миль къ сѣверу отъ Донивилля). Эта самородка вѣсила $95\frac{1}{2}$ фунтовъ и, говорятъ, вначалѣ была больше, достигая 140 англ. фунтовъ. Эта находка подробно описана въ Raymond's Report on mines and mining за 1870 г. Это—одна изъ самыхъ большихъ золотыхъ самородковъ въ свѣтѣ, когда либо найденныхъ, и доказываетъ, что большія самородки могутъ встрѣчаться и дѣйствительно встрѣчаются и въ кварцевыхъ жилахъ. Рѣдкость самородковъ въ кварцевыхъ жилахъ не есть еще доказательство истинности новой теоріи, ибо извѣстно, что отношеніе количества крупнаго золота къ мелкому, добываемымъ какъ изъ кварцевыхъ жилъ, такъ и изъ россыпей, не представляетъ замѣтной разницы. Если вспомнить, что съ горъ Сиерра-Невада, на протяженіи огромной площади, содержащей золотосыныя кварцевыя жилы, былъ снесенъ, при помощи вывѣтриванія и смыванія, пластъ матеріала, толщиною, быть можетъ, въ тысячи футовъ, то станетъ вовсе не удивительно, что въ россыпяхъ, происшедшихъ отъ

этого разрушенія горъ, нашли довольно много кусковъ золота. А если сравнить выработки, проведенныя человекомъ въ кварцевыхъ жилахъ, съ тѣми гигантскими горными операціями, которыя произведены самой природой, то остается лишь удивляться тому, что, при столь крайней ничтожности первыхъ, человекъ все еще могъ попасть на какой нибудь изъ этихъ большихъ и рѣдкихъ кусковъ золота. Такимъ образомъ, доказательство вѣрности теоріи, построенное на самородкахъ, не выдерживаетъ критики и уничтожается само собою.

Совершенно справедливо, какъ увѣряютъ защитники химической теоріи происхожденія золота, что золото въ нѣкоторыхъ розсыпяхъ высшей пробы, чѣмъ золото сосѣднихъ кварцевыхъ жилъ. Это различіе, однакожь, не характерно и оно было неизбѣжно вслѣдствіе того, что все золото, какъ въ кварцевыхъ жилахъ, такъ и въ розсыпяхъ, представляетъ сплавъ съ серебромъ. Розсыпное или мелкое шлиховое золото могло сдѣлаться чище путемъ естественнымъ: въ атмосферѣ и въ верхнихъ слояхъ земли по всюду распространены хлоръ и другіе дѣтели — растворяющіе серебро — отъ этого въ нихъ никогда не встрѣчается серебро въ металлическомъ состояніи. Этимъ путемъ могло шлиховое золото поверхностно очищаться отъ примѣси серебра.

Также не надо забывать, что мелкое шлиховое золото обыкновенно чище крупнаго золота и самородокъ; причину этого надо искать въ томъ, что чешуйки и крупинки золота представляютъ большую поверхность для его дѣтелей, удаляющихъ серебро. Этотъ процессъ „вытравливанія“, какъ называютъ ювелиры, и тотъ фактъ, что само золото не вполне противостоитъ химическимъ дѣтелямъ, также помогаютъ объяснить какъ бы застывшій видъ поверхности много розсыпнаго золота, который слишкомъ поспѣшно приняли за доказательство того, что все подобное золото отложилось химическимъ путемъ.

Обыкновенно говорятъ, что золото растворимо только въ царской водкѣ, и существуетъ общее убѣжденіе, что на золото не дѣйствуетъ ни одинъ изъ химическихъ дѣтелей, находящихся въ лабораторіи природы. Это, однакожь, далеко не справедливо, ибо опытами новѣйшихъ химиковъ доказано, что золото образуетъ большое разнообразіе химическихъ соединений. Праттъ, резюмируя результаты своихъ опытовъ, говоритъ (*Journal de Pharmacie et de Chimie*, Aug. 1870): „кислородными кислотами золото легко можетъ быть превращено въ окиси и соли. Получено жидкое и летучее хлористое соединеніе золота, которое содержитъ больше хлора, чѣмъ полуторохлористое соединеніе. Существуетъ также полуторная окись и углекислосое соединеніе золота; словомъ, во многихъ случаяхъ золото относится подобно нѣкоторымъ другимъ металламъ“. Хотя все это, безъ сомнѣнія, справедливо и справедливо то, что въ такъ называемыхъ госсанахъ нѣкоторыхъ рудникахъ С. Западной Америки золото существуетъ въ иномъ, не металлическомъ состоя-

ни, все таки эти факты не могут служить доказательством основательности теории химического происхождения самородков в россыпях. Съ россыпей Калифорнии былъ сообщенъ болѣе интересный фактъ, доказывающій растворимость золота естественными процессами, а именно, что кора нѣкоторыхъ древесныхъ стволовъ, находящихся въ синихъ рѣчникахъ, была болѣею частію замѣщена колчеданомъ съ богатымъ содержаніемъ золота. Слѣдовательно нельзя сказать, что золото не могло осаждаться въ россыпяхъ изъ раствора; но это, конечно, не можетъ относиться къ самородкамъ и мелкому шлиховому золоту. Вотъ факты, которые явно противорѣчатъ этой теории:

1) Мѣсторожденія шлиховаго золота всегда находятся по сосѣдству съ тѣми мѣстностями, которыя пересѣкаются золотоносными жилами, и расположены всегда ниже этихъ мѣстностей.

2) Доказано, что мѣстности, гдѣ находятся кварцевыя жилы, подверглись могущественному медленному разрушенію путемъ вывѣтриванія и размыванія, а дѣйствовавшія механическія силы помогали разламывать и размельчать кварцъ, очищать золото отъ породы и смывать его.

3) Золото, смѣшанное съ окатанными обломками кварца, осталось въ неровностяхъ постели россыпей отъ происходившей тутъ гигантской промывки. Это доказываетъ, что накопленіе золота совершалось путемъ скорѣе механическимъ, чѣмъ химическимъ. Его выдѣленіе изъ химическаго раствора не было бы обставлено такими обстоятельствами и не было бы мѣстно.

4) Распредѣленіе золота въ россыпяхъ также указываетъ на его механическое происхожденіе; ибо всегда, на сколько я знаю, самородки и крупное золото находятся ближе къ выходамъ кварцевыхъ жилъ, а мелкое золото постепенно становится мельче и мельче по мѣрѣ удаленія отъ этого пункта. Можно привести сотни случаевъ, дѣйствительно достаточныхъ, для того, чтобы отдать предпочтеніе механической теории, которая сама по себѣ представляетъ неопровержимый аргументъ противъ химической теории.

5) Въ россыпяхъ обыкновенно находятся гальки и обломки золотосодержащаго кварца, которыя могли происходить только изъ сосѣднихъ жилъ; а большая часть найденныхъ самородковъ все еще тѣсно связана съ большимъ или меньшимъ количествомъ кварца, совершенно подобнаго кварцу тѣхъ жилъ.

6) Поверхности самородковъ почти всегда носятъ на себѣ признаки несомнѣннаго механическаго дѣйствія. Обыкновенно онѣ окатаны и округлены и съ такою поверхностью, которая могла произойти только отъ ударовъ и тренія. Случай, когда поверхность самородковъ шероховата и какъ бы остыла изъ жидкости (раствора), чрезвычайно рѣдки и нисколько не подтверждаютъ химическую теорію.

7) Если бы россыпное золото выдѣлилось изъ растворовъ, то должно бы попадаться много кристаллическаго золота, образующаго нити и листочки,

процисывающіе пористый матеріалъ; между тѣмъ въ розсыпномъ золотѣ никогда не встрѣчается ни кристалловъ, ни листочковъ, ни нитей. Чешуйки, крупинки, комочки, округленные, истертые кусочки—вотъ въ какомъ видѣ обыкновенно мы находимъ золото въ розсыпяхъ; другими словами, золото представляетъ собою песокъ, хрящъ и гальку, образовавшіеся и перенесенные механическимъ путемъ.

Для лучшей иллюстраціи находженія золота въ розсыпяхъ я опишу одну розсыпь, которую я недавно посѣтилъ. Она соединяетъ въ себѣ всѣ нормальныя черты этого рода мѣсторожденій и представляетъ достовѣрную лѣтопись своего происхожденія. Розсыпь эта находится при Осцеолѣ въ Невадѣ и лежитъ на западномъ склонѣ Mount Wheeler,—самой высокой горы въ Штатѣ. Центральную массу горы составляетъ гранитъ, на ея склонахъ встрѣчаются поднятія и метаморфизованныя палеозойскія породы, кварциты, сланцы и известняки. Одна вѣтвь, простирающаяся къ Сѣверу отъ главной вершины, состоитъ на сѣверной оконечности изъ высокихъ, неровныхъ и разорванныхъ массъ кварцита, за которыми къ югу слѣдуетъ поясъ тальковаго сланца на нѣсколько миль въ длину, образуя цѣпь, возвышающуюся на 4,000 футовъ надъ Spring Valey, представляющей западную границу. На южной оконечности сланцевый поясъ накрывается известнякомъ. Всѣ эти породы пересѣкаются кварцевыми жилами; но жилы, находящіяся въ кварцитѣ и известнякѣ, повидимому,—пусты. Въ сланцевомъ поясѣ кварцевыя жилы многочисленны и многія изъ нихъ богаты золотомъ.

Въ теченіи вѣковъ природа сильно поработала надъ сланцевымъ поясомъ, образовавъ здѣсь полукругъ, осушаемый многими ручейками, которые внизу соединяются въ одинъ общій ручей, черезъ который прошелъ весь матеріалъ, снесенный съ этой стороны горы, и расиредѣлился по увалу вплоть до долины. Въ нѣкоторыхъ мѣстахъ наносы, произшедшіе отъ разрушенія сланца, представляютъ толщину въ 300 футовъ и болѣе; кверху ручей суживается грядами боковой породы, книзу расширяется въ видѣ веерообразной дельты. Матеріалъ наносовъ, состоящій изъ продуктовъ разрушенія, сложенъ главнымъ образомъ изъ булыжниковъ и гальки кварцита и жильнаго кварца, смѣшанныхъ съ пескомъ, и вязкой глины, произшедшихъ отъ разложенія сланца, и содержитъ золото. Въ вершинѣ ручья золото крупно, книзу оно становится все мельче и мельче, по мѣрѣ приближенія къ долинѣ.

Климатъ въ этой мѣстности нынѣ чрезвычайно сухой, воды въ ручьѣ нѣтъ, исключая одной или двухъ недѣль весною, когда на горѣ таютъ снѣга. Временныя весенніе потоки вымываютъ узкіе каналы въ напластованіяхъ рѣчниковъ и гальки, въ верхней части ручья до почвы, а въ нижней—только въ сыпучемъ наносѣ. Новѣйшіе каналы обнаружили существованіе другихъ, которые длиннѣе и шире и въ настоящее время засыпаны вполне, а мѣстами глубоко зарыты. Повидимому, эти старыя каналы были вырыты въ то время, когда климатъ былъ болѣе влаженъ и потоки воды съ горы были обильнѣе

чѣмъ пынѣ. Въ старыхъ каналахъ пески богаты содержаніемъ золота, которое скоплялось въ неровностяхъ постели.

Эта розсыпь замѣчательна по числу самородковъ и количеству крупнаго золота, найденнаго въ ней. Самая большая самородка вѣсила 24 англ. фунта и было много другихъ, вѣсившихъ отъ $\frac{1}{2}$ до 2 фунтовъ. Во время моего посѣщенія были куплены двѣ самородки, вѣсившія болѣе 10 унцій каждая и найденныя однимъ рабочимъ 15-го сентября. Изъ этой розсыпи, въ теченіи четырехъ лѣтъ, было добыто отъ 200,000 до 300,000 долларовъ, безъ помощи особыхъ приспособленій и машинъ и въ тѣ короткіе промежутки времени, когда въ ручьѣ находилась вода. Всѣ самородки были найдены въ вершинѣ ручья; многія изъ нихъ были прочно соединены съ кварцемъ; въ ихъ происхожденіи изъ кварцевыхъ жилъ, имѣющихъ выходы на этой сторонѣ горы, нельзя сомнѣваться. Вся эта розсыпь скуплена одной компаніей, которая намѣревается провести къ ней воду изъ ключей, осушающихъ южный склонъ Mount Wheeler. Эти ключи текутъ по оврагамъ, имѣющимъ тотъ же общій характеръ, какъ и ручьи при Осцеола, но ни въ одномъ изъ нихъ нѣтъ золота просто потому, что склоны, которые они осушаютъ, состоятъ не изъ золотоносныхъ породъ.

Значеніе фактовъ, приведенныхъ мною, и ихъ отношеніе къ занимающему насъ вопросу, можно вкратцѣ выразить такъ: Въ теченіи вѣковъ, на вершинѣ очень высокой Mount Wheeler, хотя находящейся въ чрезвычайно сухой области, случалось достаточно водяныхъ осадковъ, чтобы повременамъ образовывать быстрые потоки, которые осушали гору и сильно размывали различныя стороны ея. Получившійся такимъ образомъ матеріалъ весь распредѣлился по сосѣдству, образовавъ при устьѣ увалы изъ рѣчниковъ и гальки. Въ одномъ изъ этихъ ручьевъ нанесенный матеріалъ богатъ золотомъ; во всѣхъ остальныхъ онъ золота не содержитъ. Богатый ручей получилъ весь свой матеріалъ съ одной части горы, состоящей изъ тальковаго сланца, пересѣкаемаго по всѣмъ направленіямъ золотоносными кварцевыми жилами. Въ другихъ ручьяхъ нѣтъ золота, а въ ихъ вершинахъ нѣтъ золотоносныхъ жилъ. Въ вершинѣ богатаго ручья золото крупно и становится крупнѣе по мѣрѣ приближенія къ выходамъ кварцевыхъ жилъ. Если къ этому еще прибавить, что въ этой розсыпи не найдено ни одного кристаллическаго зерна золота, ни такого золота, которое бы можно было считать химически выдѣлвшимся, что напротивъ все золото было окатанное и избитое, нерѣдко плотно соединенное съ кварцемъ, то получится рядъ такихъ доказательствъ, въ пользу механическаго образованія золотыхъ розсыпей, которыя трудно опровергнуть.

Кварцевыя жилы.

Самая большая часть золотоносныхъ жилъ принадлежитъ къ этому классу. Жилы эти встрѣчаются исключительно въ метаморфныхъ породахъ въ формѣ чечевицеобразныхъ пластовъ, ограниченныхъ на глубинѣ и въ боковомъ про-

тяженіи; онѣ почти никогда не имѣютъ лепточаго строенія, столь характернаго для настоящихъ жилъ. Онѣ состоятъ главнымъ образомъ изъ кварца, содержащаго золото иногда въ свободномъ видѣ, но чаще въ желѣзномъ колчеданѣ, къ которому нерѣдко присоединяется мѣдный. Иногда золото не ограничивается строго одними кварцевыми жилами, но распространяется болѣе или менѣе въ окружающія породы, которыя состоятъ чаще всего изъ тальковыхъ сланцевъ.

Золото, содержащееся въ кварцевыхъ жилахъ, повидимому, принадлежитъ той формациі, въ которой оно находится, а не происходитъ изъ какого нибудь посторонняго источника, какъ въ настоящихъ жилахъ. Обыкновенно предполагаютъ, что, еще до своего метаморфизма, породы, заключающія кварцевыя жилы, содержали разбѣянное по своей массѣ золото и что во время процесса выдѣленія кремнезема для образованія пластовъ кварца, золото какимъ-то образомъ было собрано и сконцентрировано кварцемъ.

Р. Мурчисонъ, на основаніи своихъ изслѣдованій о мѣстороженіи золота на Уралѣ, предполагалъ, что золотоносныя кварцевыя жилы заключаются исключительно въ палеозойскихъ породахъ, но что импрегнація золота произошла сравнительно недавно. Но профессоръ Витней, при производствѣ геологическихъ съемокъ въ Калифорніи, показалъ, что метаморфическіе золотоносные сланцы Сиерра-Невады принадлежатъ третичному и юрскому періодамъ. На основаніи же позднѣйшихъ наблюденій можно сказать, что золотоносныя жилы находятся въ метаморфныхъ породахъ всѣхъ геологическихъ періодовъ. Такъ какъ почти всѣ большія горныя цѣпи на свѣтѣ болѣе или менѣе заключаютъ такія жилы, и такъ какъ эти горныя цѣпи представляютъ собою могущественныхъ стусителей влажности, а выщелачиваніе, вывѣтриваніе и размываніе (erosion) постоянно разрушали ихъ склоны, то вслѣдствіе всего этого образовались тѣ золотоносныя розсыни, которыя доставили человѣку самую большую часть находящагося въ обращеніи золота. Такъ какъ изъ этихъ розсыпей золото можно было извлечь самыми простыми способами, то добыча его началась еще во времена до-историческія. Алтай, Гималайскія горы, Уралъ, Австралійскія Альпы, Сиерра-Невада и Скалистыя горы поочередно вносили свои милліоны въ общую сокровищницу человѣчества. Эти горныя цѣпи принадлежатъ очень различнымъ періодамъ, и мы имѣемъ обильныя доказательства, что золото существовало въ нѣкоторыхъ изъ нихъ съ самыхъ древнѣйшихъ геологическихъ временъ. Самыя древнѣйшія извѣстныя намъ горы, принадлежащія къ лаврентьевскому періоду, находящіяся въ Канадѣ и въ настоящее время почти уничтоженныя, вслѣдствіе выщелачиванія, вывѣтриванія и размыванія, заключали золотоносныя кварцевыя жилы, снабжавшія золотомъ всѣ позднѣйшія формациі, образовавшіяся изъ разрушенія сказанныхъ горъ. Импрегнація золотомъ лаврентьевскихъ породъ конечно относится къ періоду ихъ метаморфизма, совершившагося во

времена до-силурійскія, ибо ненарушенные ниже-силурійскіе пласты отчасти покрываютъ эти золотоносныя породы.

Тѣмъ же путемъ доказано, что золото въ Черныхъ Горахъ принадлежитъ къ до-силурійскимъ временамъ. Ибо потедамскій песчаникъ, упирающийся на архейское ядро этихъ горъ, мѣстами содержитъ окатанные обломки архейскихъ породъ и золото, вымытое изъ нихъ въ такомъ изобиліи, что образовало богатая розсыпи,—такъ называемыя цементныя залежи. Распределение золота изъ архейскихъ породъ вѣроятно происходило постоянно со времени силурійскихъ до настоящаго времени. Это доказывается почти повсемѣстнымъ распространениемъ золота въ наносахъ (drift) Новой Англии, Нью-Йорка, Огайо и другихъ штатовъ, а матеріаль этихъ наносовъ безъ сомнѣнія происходитъ изъ Канадскихъ горъ. Въ Огайо золото находится въ наносахъ глины, песка и рѣчниковъ, мѣстами въ такомъ количествѣ какъ въ бѣдныхъ розсыпяхъ Калифорніи. Почти не подлежитъ сомнѣнію, что механическіе осадки, произшедшіе изъ архейскихъ породъ, содержатъ золото, а такъ какъ доказано, что золото существуетъ въ морской водѣ, то оно вѣроятно и пропитало всѣ органическія морскія осадочныя породы. Въ послѣдовавшій затѣмъ метаморфизмъ нѣкоторыхъ изъ этихъ напластованій, золото было настолько сконцентрировано, что образовало золотоносныя кварцевыя жилы, достаточно богатыя для разработки.

Изъ приведенныхъ фактовъ видно, что геологически золото не имѣетъ опредѣленнаго вѣка, который бы можно было назвать: формація или періодъ золота. Оно существовало въ древнѣйшихъ извѣстныхъ породахъ; изъ этихъ древнѣйшихъ породъ и произшедшихъ изъ нихъ болѣе позднихъ образованийъ золото постоянно разносилось и нынѣ разносится или распределяется механическими и химическими путями. Даже нѣкоторыя огненные породы въ Западныхъ штатахъ С. Америки, говорятъ, содержатъ золото въ незначительномъ количествѣ, и это неудивительно, если справедливо, что многое изъ нашего вулканическаго матеріала, какъ предполагають, есть ничто иное какъ сплавленное состояніе осадочныхъ породъ.

Настоящія жилы.

Всѣмъ извѣстно, что золото представляетъ нерѣдко составную часть настоящихъ жилъ далекаго Запада С. Америки. Изъ руды Комстокской жилы получается 47% золота и 53% серебра. Вѣроятно не меньше половины такъ называемыхъ серебряныхъ жилъ содержатъ золото въ такомъ количествѣ, что цѣнность руды практически увеличивается отъ его содержанія. Въ нѣкоторыхъ изъ настоящихъ жилъ золото есть единственная цѣнная составная часть, но чаще оно сопровождается многими другими металлами. Въ рудникѣ Ревеню близъ Тускароры въ Невадѣ сѣрнистый мышьякъ и сѣрнистая сурьма, содержатъ серебро, а желѣзный колчеданъ—золото, не рѣдко въ видѣ кристалловъ, покрывающихъ пустоты въ породѣ. Въ Еврикѣ руда на-

ходится въ камерахъ, которыя первоначально были наполнены растворомъ, проникавшимъ снизу черезъ разщелины и осадившимъ серебристый свинцовый блескъ и золотистый желѣзный колчеданъ, причемъ серебро и золото находятся почти въ равныхъ пропорціяхъ. Въ огромныхъ жилахъ Bingham Canon и въ рудникѣ Кэвъ близъ Фонко въ Утахѣ, комбинація такая же какъ и въ Еврикѣ, причемъ сѣрнистыя соединенія образовали родъ губчатой, ржавой трубы (gossan). Въ рудникѣ Бассиель, въ Колорадо, золото существуетъ въ свободномъ видѣ и въ соединеніи съ теллуromъ, причемъ сопровождается цинкомъ, мѣдью и желѣзомъ. Во всѣхъ этихъ и многихъ другихъ случаяхъ горячіе растворы, насыщенные минеральными веществами въ нѣдрахъ земли, вынесли золото и выдѣлили его въ разщелинахъ, когда температура и давленіе уменьшились. Образованіе этого рода золотоносныхъ мѣсторожденій наглядно поясняется Стимботъ-Спрингомъ въ Невадѣ: горячая вода, вытекающая черезъ разщелины, произведенныя подземными силами, отлагаетъ кремнеземъ, содержащій сѣрнистое желѣзо, мѣдь, окись марганца и металлическое золото. Безъ сомнѣнія, горячіе источники, подобные Стимботу, дѣйствовали повсюду, совершая подобную же работу въ огромной минеральной полосѣ, лежащей между Сиерра—Невадой и Скалистыми горами, гдѣ въ третичный періодъ совершалась вулканическая дѣятельность въ гигантскихъ размѣрахъ: осадочныя породы были приподняты и растрескались по всѣмъ направленіямъ, расплавленный матеріалъ вытекалъ въ огромномъ количествѣ. Прорвавшись въ разныхъ мѣстахъ и въ разное время и вытекающая изъ различныхъ источниковъ, эти горячіе ключи выносили растворы и отлагали руды, весьма различныя по содержанію; но способы накопленія, переноски и отложенія были въ сущности одинаковы, именно: выщелачиваніе различныхъ породъ паромъ и горячей водою подъ высокимъ давленіемъ, вслѣдствіе чего кремнеземъ и скудно разсѣянные металлы были собраны и вынесены наверхъ, гдѣ и были осажены, когда давленіе и температура понизились. Собранный такимъ образомъ золото находилось безспорно въ растворѣ; въ образовавшихся при этомъ жилахъ мы находимъ его въ видѣ шнурковъ, чешуекъ и неправильной формы кусочковъ; часто оно встрѣчается въ прекрасныхъ кристаллахъ; золото сопровождаютъ другіе кристаллическіе минералы, безъ сомнѣнія, химическаго происхожденія.

Ученіе геологій относительно происхожденія и распредѣленія золота можно въ кратцѣ выразить такъ:

- 1) Золото существуетъ въ самыхъ древнѣйшихъ породахъ; изъ нихъ оно распространилось по всѣмъ позднѣйшимъ напластованіямъ;
- 2) Во время метаморфизма производныхъ породъ золото собрано въ кварцевыя жилы какимъ-то еще не понятнымъ процессомъ;
- 3) Золото представляетъ составную часть настоящихъ жилъ, принадлежащихъ всѣмъ геологическимъ періодамъ; въ этихъ жилахъ оно выдѣлилось изъ горячихъ химическихъ растворовъ, которые выщелачивали глубоко зале-



гавшія породы, собирая изъ нихъ золото и другіе металлическіе минералы.

4) Вслѣдствіе вывѣтриванія, выщелачиванія и размыванія породъ, содержащихъ золотосныя жилы, золото накоплялось механическими дѣятелями въ розсыпяхъ, представляющихъ практически самый важный источникъ золота.

ХИМИЯ ФИЗИКА и МИНЕРАЛОГИЯ

ОВЪ ОТНОШЕНІИ УГОЛЬНОГО АНГИДРИДА КЪ ВОДОРОДУ ПРИ ВЫСОКОЙ ТЕМПЕРАТУРѢ.

А. Naumann'a и С. Pistor'a.¹⁾

Второй рядъ опытовъ приготовленія горючихъ газовъ и въ особенности водороднаго газа.

Первый опытъ былъ предпринятъ для рѣшенія втораго вопроса, поставленнаго нами въ предыдущей статьѣ: возстановляетъ-ли водородъ угольный ангидридъ въ окись углерода и, если возстановляетъ, то при какой наименьшей температурѣ? Смѣсь угольнаго ангидрида и водорода въ объемномъ отношеніи 1 : 3 пропускалась, послѣ просушки, чрезъ нагрѣтую стеклянную трубку, наполненную кусочками пемзы. Угольный ангидридъ вполнѣ поглощался изъ выходящаго газа посредствомъ негашеной извести и ѣдкаго натра, а осталая горючая часть газа собиралась надъ ртутью и анализировалась въ абсорбціометрѣ. Обнаружилось полнѣйшее отсутствіе окиси углерода. Температура опыта, которая наблюдалась по вышеописанному способу (Горн. Журн., Ноябрь 1885 г. стр. 285), была выше точки плавленія хлористаго свинца (501°) и ниже точки плавленія хлористаго литія (602°).

При второмъ опытѣ, произведенномъ подобнымъ-же образомъ, температура лежала между точкой плавленія хлористаго литія (602°) и іодистаго калия (634°). Послѣ поглощенія изъ газа угольнаго ангидрида былъ произ-

¹⁾ Изъ „Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft“ 1885, № 14. перевелъ студ. Мовишко. Предыдущая статья см. Горн. Жур. 1885, Ноябрь, стр. 284.

веденъ анализъ его въ эвдиометръ и сжатіе послѣ сожиганія газа съ кислородомъ показало, что онъ представляетъ собою чистый водородъ; контрольный опытъ на поглощеніе угольнаго ангидрида послѣ сожиганія газа обнаружилъ отсутствіе его, а слѣд. этимъ было доказано, что при данныхъ условіяхъ возстановленія угольнаго ангидрида въ окись углерода не происходитъ.

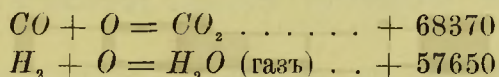
Этими двумя опытами было установлено, что до температуры почти въ 620° водородъ не оказываетъ никакого возстановляющаго дѣйствія на угольный ангидридъ. Вслѣдъ затѣмъ были предприняты еще два опыта, нѣсколько отличавшіеся постановкой отъ первыхъ двухъ. Эти вторые опыты имѣли цѣлью изслѣдовать вліяніе болѣе высокой температуры при помощи накаливательной печи и фарфоровой трубки.

Въ *третьемъ* опытѣ смѣсь угольнаго ангидрида и водорода, заключающаяся въ объемистомъ стеклянномъ газометрѣ, пропускается для полной просушки черезъ двѣ стеклянки съ крѣпкой сѣрной кислотой и затѣмъ черезъ большую U-образную трубку съ хлористымъ кальціемъ; послѣ просушки смѣсь газовъ проходитъ въ ртутный газометръ. Къ послѣднему примыкаетъ фарфоровая трубка въ 58 см длины и 8 сантим. внутренняго діаметра, которая нагрѣвается накаливательной печью на протяженіи 48 см. и содержитъ только трубочки съ солями и серебряной проволокой для измѣренія температуры. Изъ фарфоровой трубки газъ вступаетъ въ небольшой цилиндръ, до половины наполненный ртутью и заткнутый пробкой съ тремя отверстіями, чрезъ которыя проходятъ три трубочки, согнутыя подъ прямымъ угломъ и входящія до поверхности ртути. Первая трубочка соединилась съ фарфоровой трубкой, вторая—съ небольшимъ ртутнымъ газометромъ для собиранія газа, а третья могла или открываться въ пространство, или же быть соединенной съ собирающимъ приборомъ. Это устройство, съ одной стороны, позволяло испытывать непроницаемость прибора посредствомъ соответственнаго погруженія трубочекъ въ ртуть, а съ другой—регулировать давленіе внутри его и наконецъ, посредствомъ поднятія и открыванія третьей трубочки, давать свободный выходъ газамъ, пока не потребуются собирать ихъ для анализа въ вышеупомянутой маленькій газометръ.

Во время перваго получасоваго накаливанія фарфоровой трубки были взяты двѣ пробы газа передъ вступленіемъ въ фарфоровую трубку; при анализѣ въ бюреткѣ Непре'я оказалось, что газъ содержитъ 34,8 % угольнаго ангидрида. Вслѣдъ за тѣмъ въ теченіи 12 минутъ было собрано для анализа 120 куб. с. газа, выходящаго изъ фарфоровой трубки. Послѣ поглощенія угольнаго ангидрида оказывалось, что объемъ газа не измѣняется отъ дѣйствія шариковъ изъ полухлористой мѣди, откуда слѣдуетъ, что при температурѣ опыта, которая была между точкой плавленія сѣрнокислаго натрія (861°) и сѣрнокислаго серебра (954°), окись углерода не образовалась.

Въ *четвертомъ* опытѣ, который производился подобно третьему, употреблялся химически-чистый водородъ, который получался изъ химически чистаго цинка и химически чистой сѣрной кислоты; кромѣ того, чистота его была провѣрена сжиганіемъ съ кислородомъ въ эвдиометрѣ. Въ фарфоровой трубкѣ заключалась серебряная проволока, проходящая по всей длинѣ ея, и четыре платиновыя гильзы съ сѣрнокислымъ натріемъ, размѣщенные на равныхъ разстояніяхъ. По окончаніи опыта сѣрнокислый натръ оказался расплавленнымъ во всѣхъ четырехъ гальзахъ, а серебряная проволока неизмѣненной; значить, температура фарфоровой трубки заключалась между 861, ($-Na_2 SO_4$) и 954° ($+Ag$). Послѣ того какъ смѣсь угольнаго ангидрида и водорода проходила черезъ фарфоровую трубку въ теченіи 40 минутъ, былъ произведенъ анализъ 120 куб. сент. газа, собраннаго надъ ртутью, который вышелъ въ слѣдующія 11 минутъ. Послѣ поглощенія угольнаго ангидрида сжиганіе съ избыткомъ кислорода дало въ результатѣ только воду; угольнаго ангидрида, въ который перешла бы окись углерода, если бы она была въ газѣ, не оказалось. Это было провѣрено сжиганіемъ остатка кислорода съ избыткомъ водорода: оказалось, что весь кислородъ пошелъ на образованіе воды. Такимъ образомъ и этотъ опытъ не обнаружилъ образованія окиси углерода.

Выясненное такимъ образомъ вполне безразличное отношеніе водорода къ угольному ангидриду при температурахъ до 900° находится въ связи съ тѣмъ, что при сжиганіи окиси углерода въ угольный ангидридъ выдѣляется большее количество теплоты, чѣмъ при образованіи водородомъ газообразной воды; кромѣ того, при этой температурѣ угольный ангидридъ не обнаруживаетъ диссоціаціи, которая благопріятствовала бы его возстановленію. Въ самомъ дѣлѣ:



слѣдовательно:

$CO_2 + H_2 = CO + H_2O \text{ (газъ)} \dots\dots 57650 - 68370 = -10720$ калорій, т. е. для возстановленія молекулой водорода молекулы угольнаго ангидрида въ окись углерода, съ образованіемъ изъ водорода воды, требуется 10720 тепловыхъ единицъ. Кромѣ того слѣдуетъ замѣтить, что угольный ангидридъ чрезвычайно постояненъ относительно высокихъ температуръ. Даже при 1700° плотность угольнаго ангидрида не мѣняется ¹⁾ и только при прохожденіи черезъ фарфоровую трубку съ фарфоровыми черепками, накаленную до 1300° онъ диссоціируется въ замѣтной степени на окись углерода и кислородъ ²⁾. Кромѣ того, если вода диссоціируется на водородъ и кислородъ легче уголь-

¹⁾ Carl Ladger и Victor Meyer. Pyrochemische Untersuchungen, 1885, стр. 64,

²⁾ H. Sainte-Claire-Deville. Compt. rend. 1863, 56,730; подтверждено С. Langer'омъ и V. Meyer'омъ тамъ-же.

наго ангидрида ¹⁾, то, въ случаѣ ея образованія, кислородъ ея опять окислилъ бы окись углерода въ угольный ангидридъ. Совокупное дѣйствіе этихъ трехъ причинъ препятствуетъ образованію окиси углерода изъ смѣси угольнаго ангидрида и водорода при тѣхъ температурахъ, до которыхъ мы дошли въ нашихъ опытахъ.

Результаты нашихъ опытовъ, которые показали, что при температурахъ до 900°, при вышеописанныхъ условіяхъ, водородъ не оказываетъ никакого дѣйствія на угольный ангидридъ, стоятъ въ противорѣчій съ новѣйшими изысканіями, М. Траубе ¹⁾. Онъ нашелъ, что смѣсь угольнаго ангидрида и водорода, при продолжительномъ пропусканіи электрическихъ искръ, образуетъ окись углерода и воду при соотвѣтственномъ уменьшеніи объема смѣси. Это противорѣчіе имѣетъ тѣмъ большее значеніе, что въ обратномъ опытѣ, при пропусканіи въ теченіи нѣсколькихъ часовъ искръ индукціонной спирали черезъ влажную окись углерода Траубе не могъ замѣтить никакого измѣненія объема, никакихъ слѣдовъ образованія угольнаго ангидрида и водорода; кромѣ того, Траубе оспариваетъ возможность разложенія воды окисью углерода при высокой температурѣ; но мы покажемъ въ слѣдующей нашей статьѣ, что уже при температурѣ обыкновенной лабораторной (сжигательной) печи окись углерода окисляется на счетъ воды и даетъ нѣсколько процентовъ угольнаго ангидрида и что количество окисляющейся окиси углерода увеличивается съ температурой.

¹⁾ Н. Sainte-Claire Deville. Compt. rend. 1863, 56, 197, подтверждено С. Лангер'омъ и V. Meyer'омъ, тамъ-же стр. 68.

²⁾ Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft, XVIII, 1891.

БИБЛІОГРАФІЯ.

Отвѣтъ на замѣчанія г-на Войслава по поводу статьи «Причины упадка горнозаводскаго производства Алтая».

Статья моя, посвященная разбору причинъ упадка горнозаводскаго производства на Алтаѣ (см. Горный Журналъ 1885 г. № 9) вызвала со стороны одного изъ членовъ бывшей Алтайской комисіи С. Г. Войслава замѣчанія, которыя я, не смотря даже на нелюбовь мою ко всякаго рода полемикѣ, не могу оставить безъ отвѣта.

Прежде всего г-нъ Войславъ находитъ „не своевременнымъ разсуждать о причинахъ упадка, когда вполне ясно оказывается возрастаніе производства“, съ этимъ мнѣніемъ я никоимъ образомъ согласиться не могу—по слѣдующимъ причинамъ:

1) Статья моя относится главнѣйше ко времени предшествовавшему поѣздкѣ Алтайской комисіи и представляетъ собою простое заключеніе статей чисто описательнаго характера, посвященныхъ горнымъ заводамъ Алтая и помѣщенныхъ въ Горномъ Журналѣ 1883 и 1884 года.

2) Разъясненіе причинъ упадка какой нибудь отрасли промышленности всегда полезно, не только какъ урокъ для грядущихъ поколѣній, но и какъ средство для отысканія наиболѣе цѣлесообразныхъ мѣръ къ возстановленію пришедшаго въ упадокъ производства.

3) Нѣкоторое возрастаніе производительности Алтайскихъ заводовъ, о которомъ я заявлялъ въ статьѣ своей и на которое ссылается г-нъ Войславъ, далеко не означаетъ собою полного возстановленія производства. Для всякаго прочитавшаго начало моей статьи и просмотрѣвшаго приложенныя къ ней таблицы должно быть ясно, что, говоря объ упадкѣ горнозаводскаго производства Алтая, я разумѣлъ не только уменьшеніе производительности большей части заводовъ, но и постепенное увеличеніе стоимости ихъ произведеній и связанное съ этимъ сокращеніе доходовъ Кабинета Его Императорскаго Ве-

личества. Между тѣмъ объ улучшеніи экономической стороны производства мы не имѣемъ достаточно точныхъ свѣдѣній, такъ какъ отчеты о дѣйствіи Алтайскаго округа не публикуются во всеобщее свѣдѣніе ¹⁾).

Далѣе г-нъ Войславъ дѣлаетъ мнѣ упрекъ, будто я оставилъ безъ вниманія то обстоятельство, что его расчеты выведены въ 1883 году для самыхъ невыгодныхъ условій и что на основаніи оныхъ имъ выведена цифра *наименьшей пользы, которую можетъ дать обогащеніе*; поэтому онъ считаетъ расчеты свои болѣе вѣрными и для 1885 года.

На это я скажу, что при расчетахъ своихъ, относящихся къ будущему, я считалъ себя обязаннымъ брать скорѣе цифры настоящаго времени, чѣмъ прошедшаго. Неудивительно поэтому, что я получилъ инныя цифры ожидаемыхъ выгодъ, предполагая, что въ обогащеніе поступитъ не 300,000 пудовъ руды, какъ принимаетъ мой рецензентъ, а почти ²⁾ все количество имѣющихъ быть добытыми рудъ т. е. 550,000 пудовъ. Дѣлаю такое предположеніе, думая, что заводоуправленіе не удовольствуется простой рудоразборкой въ тѣхъ случаяхъ, когда путемъ обогащенія можно повысить содержаніе руды до девяти золотниковъ вмѣсто трехъ или четырехъ.

Равнымъ образомъ считаю незаслуженнымъ упрекъ въ томъ, что не обращалъ вниманія на разницу между среднимъ содержаніемъ Зыряновскихъ рудъ и содержаніемъ болѣе бѣдныхъ колчедановъ, входящихъ въ составъ оныхъ. Предполагая, что вся масса добытой руды будетъ подвергаться обогащенію, я конечно долженъ былъ принимать среднее содержаніе ея и притомъ существующее нынѣ. Напомню еще г-ну рецензенту сказанное на стр. 469 моей статьи, что расчетъ мой я и не думалъ считать совершенно точнымъ, а привелъ его лишь „для лучшаго уясненія выгодъ, какихъ можно ожидать отъ обогащенія рудъ, и въ виду недостаточнаго вниманія съ какимъ до сихъ поръ относились къ этому вопросу, не смотря на положительное мнѣніе проф. Котга“. Затѣмъ предоставляю другимъ судить насколько я виноватъ что назвалъ *несовершенными* приборы которые г-нъ Войславъ считаетъ самыми совершенными устройствами для обогащенія мелкозернистыхъ рудъ, но относительно коихъ онъ говоритъ, что употреблялъ ихъ въ *меньше совершенномъ видѣ*, причемъ какъ онъ самъ полагалъ „результаты испытанія должны были получиться менѣе благоприятныя, чѣмъ при обработкѣ на фабрикахъ съ такими же устройствами, но въ болѣе совершенномъ видѣ“. Считаю себя виновнымъ только въ томъ, что я не былъ достаточно знакомъ съ преж-

¹⁾ Какъ то совѣтовалъ дѣлать организаторъ горнозаводскаго отдѣла Алтайской Комисіи Тайный Совѣтъ. Антиповъ 2-й (См. Горн. Журн. 1883, т. II, стр. 106).

²⁾ Говорю почти, потому что въ предположеніяхъ своихъ я допускаю, что нѣкоторая, очень незначительная часть руды будетъ просто высортирована. Я не отдѣляю только ее отъ всей массы, чтобы не усложнять расчетовъ; это обстоятельство, равно какъ и большая потеря серебра при опытахъ г-на Войслава, и были причиною того, что я принялъ сокращеніе рудъ лишь въ три раза, а не въ четыре, какъ это допускаетъ г-нъ Войславъ.

ними трудами г-на Войслава и въ оправданіе свое скажу, что, просматривая технические журналы, я сосредоточиваю свое вниманіе главнѣйше на статьяхъ, относящихся до моей спеціальности. Оправдываться же въ ненослѣдовательности моихъ выводовъ, послѣ сдѣланныхъ выше объясненій, мнѣ кажется лишнимъ, тѣмъ болѣе что свои расчеты я основывалъ не на однихъ только опытахъ г-на Войслава. ¹⁾

Н. Юсса.

Въ журналіи "Техническое образование" за 1908 годъ № 12, стр. 120-121, напечатана статья г-на Юсса, въ которой онъ приводитъ свои расчеты по вопросу о влиянии температуры на прочность материаловъ. Въ этой статьѣ г-н Юсса приводитъ результаты своихъ экспериментовъ и сравниваетъ ихъ съ данными, полученными другими авторами. Онъ утверждаетъ, что прочность материаловъ уменьшается съ увеличеніемъ температуры, и приводитъ для этого конкретные цифры. Его выводы основаны на опытахъ, проведенныхъ имъ лично, а также на данныхъ, полученныхъ имъ изъ литературы.

ПОДЪЕМЪ ПЛАВА:

Въ журналіи "Техническое образование" за 1908 годъ № 12, стр. 120-121, напечатана статья г-на Юсса, въ которой онъ приводитъ свои расчеты по вопросу о влиянии температуры на прочность материаловъ. Въ этой статьѣ г-н Юсса приводитъ результаты своихъ экспериментовъ и сравниваетъ ихъ съ данными, полученными другими авторами. Онъ утверждаетъ, что прочность материаловъ уменьшается съ увеличеніемъ температуры, и приводитъ для этого конкретные цифры. Его выводы основаны на опытахъ, проведенныхъ имъ лично, а также на данныхъ, полученныхъ имъ изъ литературы.

НАЖЕЛЪ

Въ журналіи "Техническое образование" за 1908 годъ № 12, стр. 120-121, напечатана статья г-на Юсса, въ которой онъ приводитъ свои расчеты по вопросу о влиянии температуры на прочность материаловъ. Въ этой статьѣ г-н Юсса приводитъ результаты своихъ экспериментовъ и сравниваетъ ихъ съ данными, полученными другими авторами. Онъ утверждаетъ, что прочность материаловъ уменьшается съ увеличеніемъ температуры, и приводитъ для этого конкретные цифры. Его выводы основаны на опытахъ, проведенныхъ имъ лично, а также на данныхъ, полученныхъ имъ изъ литературы.

ПОДЪЕМЪ ПЛАВА:

Въ журналіи "Техническое образование" за 1908 годъ № 12, стр. 120-121, напечатана статья г-на Юсса, въ которой онъ приводитъ свои расчеты по вопросу о влиянии температуры на прочность материаловъ. Въ этой статьѣ г-н Юсса приводитъ результаты своихъ экспериментовъ и сравниваетъ ихъ съ данными, полученными другими авторами. Онъ утверждаетъ, что прочность материаловъ уменьшается съ увеличеніемъ температуры, и приводитъ для этого конкретные цифры. Его выводы основаны на опытахъ, проведенныхъ имъ лично, а также на данныхъ, полученныхъ имъ изъ литературы.

¹⁾ Считая настоящій вопросъ вполне исчерпаннымъ, редакція предполагаетъ воздержаться отъ печатанія дальнѣйшихъ полемическихъ замѣтокъ по этому предмету. Ред.

ПОДПИСКА НА 1886 ГОДЪ.

„ВѢСТНИКЪ ФИНАНСОВЪ, ПРОМЫШЛЕННОСТИ И ТОРГОВЛИ“

УКАЗАТЕЛЬ ПРАВИТЕЛЬСТВЕННЫХЪ РАСПОРЯЖЕНІЙ ПО МИНИСТЕРСТВУ
ФИНАНСОВЪ,

ЕЖЕНЕДЕЛЬНОЕ ИЗДАНИЕ,

будеть издаваться въ 1886 году по прежней программѣ, состоящей изъ слѣдующихъ отдѣловъ:

I. Правительственныя распоряженія по министерству финансовъ. II. Обзорнія важнѣйшихъ отраслей государственнаго и народнаго хозяйства въ Россіи и въ перво-степенныхъ державахъ. Въ настоящій отдѣлъ войдутъ слѣдующіе предметы: 1) Финансы, 2) Кредитъ и кредитныя учрежденія. Биржи. 3) Обрабатывающая промышленность. Положеніе нашей и иностранной промышленности. Техническое и экономическое обзорніе отдѣльныхъ производствъ. Новыя открытія, изобрѣтенія и усовершенствованія въ разныхъ отрасляхъ промышленности. Правительственныя мѣры къ поощренію частной промышленности. Технические учебныя заведенія и образованіе дѣтей фабричныхъ и заводскихъ рабочихъ. 4) Внутренняя и внѣшняя торговля. III. Консульскія донесенія о состояніи торговли и промышленности въ иностранныхъ государствахъ. IV. Библиографія.

Газета будетъ выходить разъ въ недѣлю.

ПОДПИСНАЯ ЦѢНА:

въ С.-Петербургѣ	} безъ доставки	6 руб.
		} съ доставкою . . . . .	7 „
	съ пересылкою во все мѣста Имперіи . . . . .		7 „
		съ пересылкою за границу . . . . .	14 „

Подписка принимается только на годъ.

Съ требованіями обращаться въ Редацію (въ Министерствѣ Финансовъ, зданіе Главнаго Штаба) и къ главнѣйшимъ книгопродавцамъ.

ОТКРЫТА ПОДПИСКА НА 1886 ГОДЪ НА ЖУРНАЛЪ

„ИНЖЕНЕРЪ“

ВЫХОДЯЩІЙ ВЪ г. КІЕВѢ ЕЖЕМѢСЯЧНО КНИЖКАМИ ВЪ 4—6 ПЕЧАТНЫХЪ ЛИСТОВЪ IN 4°
Редаціонный комитетъ: А. А. Абрагамсонъ, Д. Н. Волковъ, С. Д. Карейша, В. Р. Политковскій.

Редакторъ А. П. Бородинъ.

ПОДПИСНАЯ ЦѢНА:

съ пересылкой и доставкой 12 руб. въ годъ.

Разсрочка платежа допускается въ два срока: при подпискѣ 6 руб. и не позже 1 мая 6 руб. Гг. студенты, по представленіи удостовѣренія канцеляріи того заведенія, въ которомъ они находятся, пользуются уступкой, именно платятъ 9 руб. въ годъ и въ три срока: при подпискѣ 3 руб., 1 марта 3 руб. и 1 мая 3 руб.

Подписка принимается: Въ Кіевѣ, въ редакціи журнала „Инженеръ“, Кузнецкая улица, въ книжныхъ магазинахъ Ослоблина и Розова, и въ С.-Петербургѣ и Москвѣ въ книжныхъ магазинахъ М. О. Вольфа.

ПОД П И С К А Н А 1886 Г О Д Ъ Н А

„ВѢСТНИКЪ ПРОМЫШЛЕННОСТИ“

3-Й ГОДЪ ИЗДАНІЯ.

журналъ заводско-фабричной промышленности, кустарнаго промысла и ремесла, издаваемый ежемѣсячно книгами со многими политипажами въ текстѣ и большими таблицами прекрасно выполненныхъ конструктивныхъ чертёжей.

Журналъ «ВѢСТНИКЪ ПРОМЫШЛЕННОСТИ» удостоенъ *серебряной медали* на Одесской промышленной земледѣльческой выставкѣ 1884 г.

ПОДПИСНАЯ ЦѢНА:

Безъ доставки въ Москвѣ	10 руб.	} за 1/2 года.
Съ доставкою въ Москвѣ	11 „	
Съ пересылкою иногороднимъ	12 „	
Съ пересылкою за границу	14 „	
		6 руб.—
		6 „ 50 к.
		7 „ —
		7 „ 50 к.

Оставшіеся экземпляры журнала «Вѣстникъ Промышленности» за 1884 и 1885 г. можно получать за 9 р. безъ доставки и 10 р. съ доставкою и пересылкою, за каждый годъ. Оба-же года вмѣстѣ за 16 р. безъ доставки и за 18 р. съ доставкою и пересылкою.

Главная контора редакціи журнала Вѣстникъ Промышленности: Москва, Никитскій бульварь, д. Гатцуна.

Редакторъ-Издатель Инженеръ-Технологъ П. Н. КРЕЧЕТОВЪ.

ПРИНИМАЕТСЯ ПОДПИСКА НА 1886 ГОДЪ

НА ИЛЛЮСТРИРОВАННЫЙ ЖУРНАЛЪ

ГОДЪ 5-й.

„ТЕХНИКЪ“

ГОДЪ 5-й.

Посвященный новостямъ и изобрѣтеніямъ по техникѣ вообще и ея приложеніямъ къ промышленности, фабричному и заводскому дѣлу, ремесламъ и домашней жизни.

„ТЕХНИКЪ“ ВЫХОДИТЬ 1-го И 15 ЧИСЛА КАЖДАГО МѢСЯЦА.

ПОДПИСНАЯ ЦѢНА: безъ доставки 5 руб., съ пересылкою и доставкою на годъ 6 руб., на полгода 4 руб.

Лицамъ учащимся допускается разсрочка внесенія подписной суммы впередъ на какіе угодно сроки и суммы взноса.

ВЪ 1886 ГОДУ ЦѢНА ОТДѢЛЬНОМУ №— 30 КОП.

Подписка на 1886 г., желающіе приобрести всѣ вышедшіе №№ 1885 года, присылають 5 руб. 1884 г.—3 р., 1883 г.—2 руб. и 1882 г. (за полгода) 1 руб.

ПРИЕМЪ ОБЪЯВЛЕНІЙ И ПОДПИСКИ НА ЖУРНАЛЪ:

Въ конторѣ редакціи: Москва, Мясницкія ворота, противъ Телеграфа, д. Фирсановой.

ОТКРЫТА ПОДПИСКА НА 1886 ГОДЪ.

ШЕСТОЙ ГОДЪ ИЗДАНІЯ.

„ЮЖНЫЙ КРАЙ“

ГАЗЕТА ОБЩЕСТВЕННАЯ, ПОЛИТИЧЕСКАЯ И ЛИТЕРАТУРНАЯ

ВЫХОДИТЬ ЕЖЕДНЕВНО.

ПОДПИСКА ЦѢНА:

	На годъ.	На 6 мѣс.	На 3 мѣс.	На 1 мѣс.
Безъ доставки . . .	10 р. 50 к.	6 р. — к.	3 р. 50 к.	1 р. 20 к.
Съ доставкою . . .	12 » — »	7 » — »	4 » — »	1 » 40 »
Съ перес. иногород.	12 » 50 »	7 » 50 »	4 » 50 »	1 » 60 »

Допускается разсрочка платежа за годовой экземпляръ по соглашенію съ редакціей.

Подписка и объявленія принимаются: въ ХАРЬКОВѢ—въ главной конторѣ газеты „Южный Край“, на Николаевской площади, въ домѣ Питры,

Редакторъ-издатель А. А. Гозефовичъ.

Съ Января 1886 г. въ С.-Петербургѣ будетъ выходить ежемѣсячной дѣтскій журналъ ПОДЪ НАЗВАНІЕМЪ

„ЖУРНАЛЪ ДЛЯ ДѢТЕЙ“

Этотъ журналъ предназначается для дѣтскаго и юношескаго возраста. Въ немъ будутъ печататься: *повѣсти, рассказы, бытовые очерки, сказки, стихотворенія, путешествія, историческіе очерки*, (преимущественно изъ отечественной исторіи), *статьи по естествознанію и другимъ отраслямъ знаній.*

Для родителей, отъ времени до времени, въ видѣ приложенія *будутъ печататься* статьи педагогическія и по дѣтской гигиенѣ.

Журналъ будетъ иллюстрированнымъ, причемъ рисунки будутъ прилагаться отдѣльно отъ текста, такъ что въ концѣ года изъ нихъ составится прекрасный альбомъ.

Въ „Журналѣ для дѣтей“ изъявили желаніе сотрудничать: *М. Н. Альбовъ, С. Н. Атава, К. С. Баранцевичъ, Магист. П. В. Безобразовъ, П. В. Быковъ, Профес. Н. П. Вагнеръ, В. Э. Иверсенъ, Н. Н. Каразинъ, Котъ-Мурлыка, Н. С. Лысковъ, Н. А. Несмѣловъ, Я. Н. Полонскій, А. Г. Сахарова, Л. Х. Симонова, Всевол. Сер. Соловьевъ, А. Н. Толмивърова, К. М. Фюфановъ, и мн. др.*

Для научнаго и педагогическаго отдѣловъ приглашены профессора и педагоги.

О содержаніи Январской книжки „Журналъ для дѣтей“ будетъ объявлено въ „декабрьскихъ №№ газетъ“ особо.

Редакторъ-издательница, Княгиня Е. Несвицкая.

Цѣна на годъ съ пересылкою для городскихъ и иногороднихъ подписчиковъ— **пять руб.**, на полгода **3 руб.**; допускается и разсрочка: въ декабрѣ **3 рубля** и въ мартѣ **2 руб.**

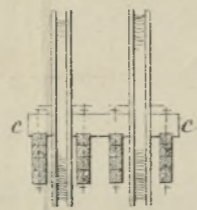
ДЕНЬГИ И ПИСЬМА ВЫСЫЛАЮТСЯ

Въ С.-Петербургѣ, въ редакцію „Журнала для дѣтей“, Пушкинская ул., д. № 10, кв. 3.

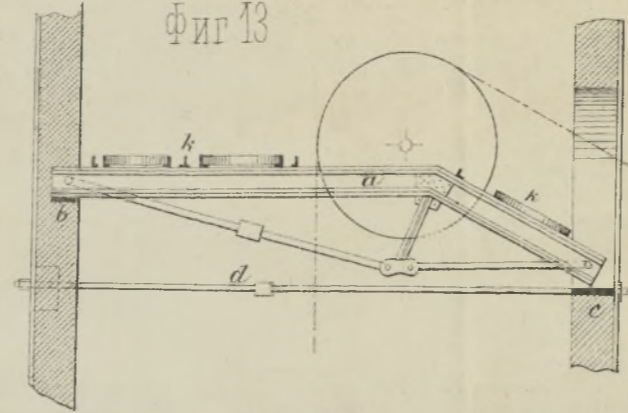
Фиг. 1.



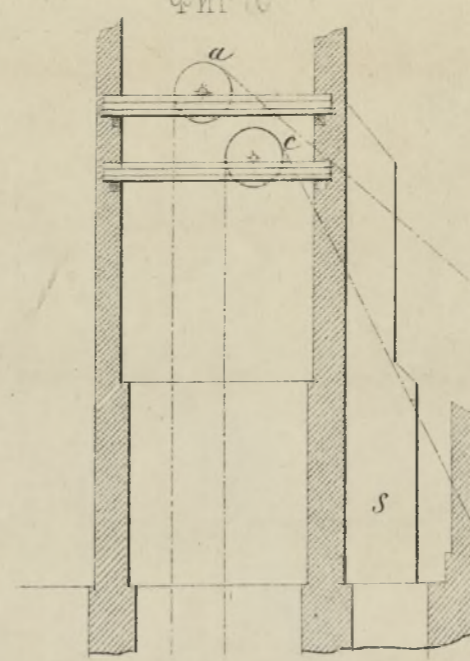
Фиг. 2.



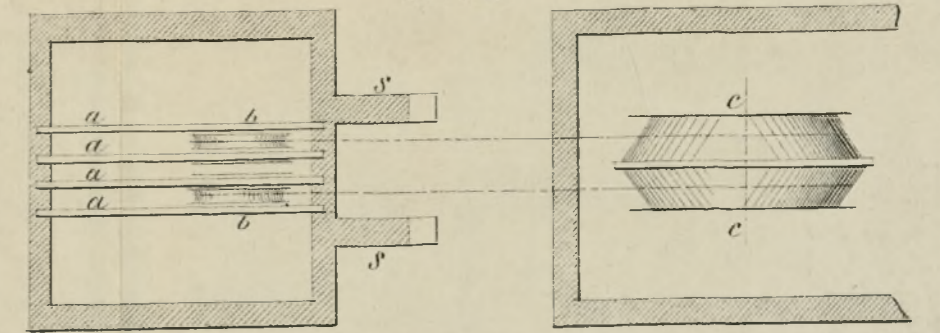
Фиг. 13.



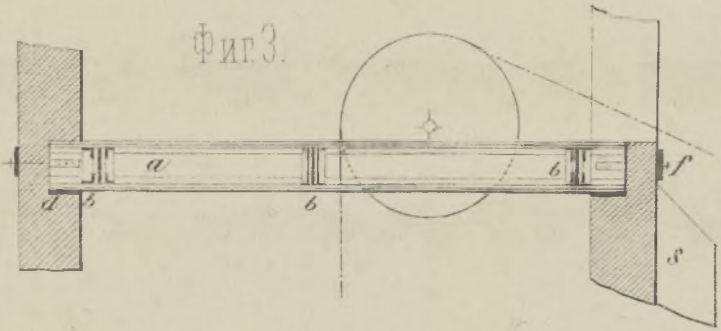
Фиг. 16.



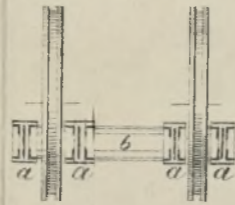
Фиг. 15.



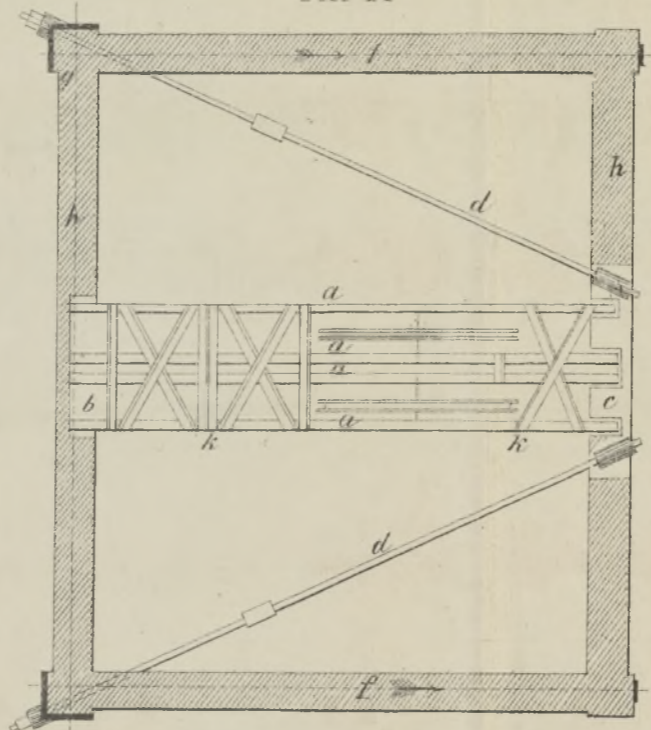
Фиг. 3.



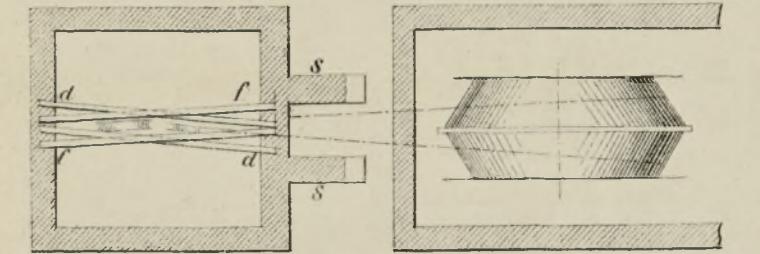
Фиг. 4.



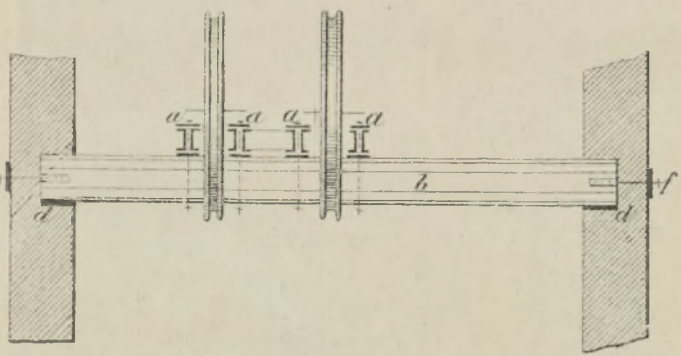
Фиг. 14.



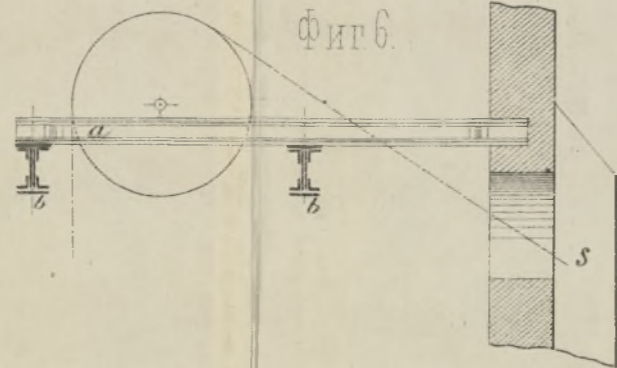
Фиг. 17.



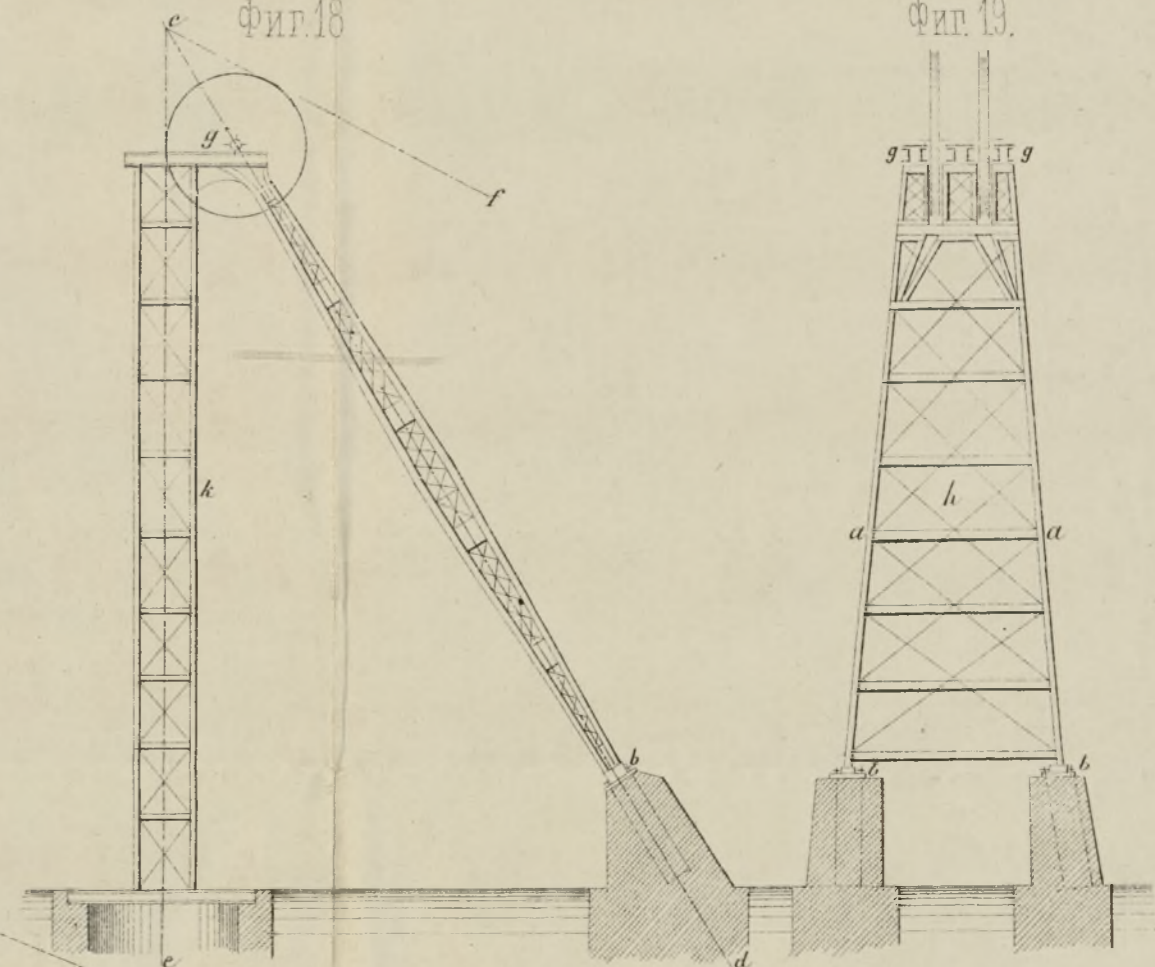
Фиг. 5.



Фиг. 6.

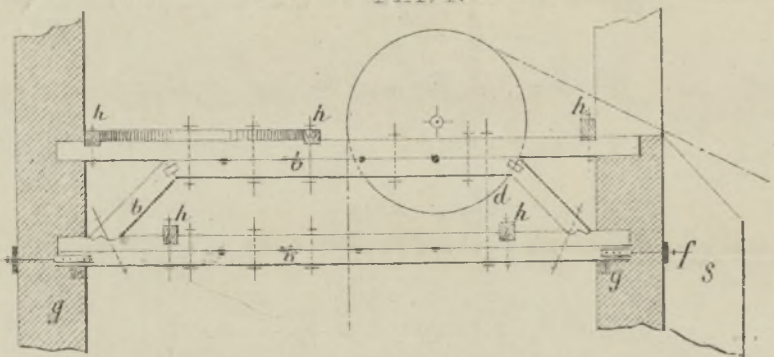


Фиг. 18.

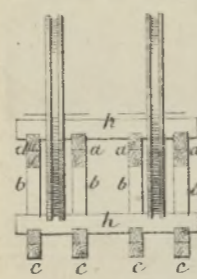


Фиг. 19.

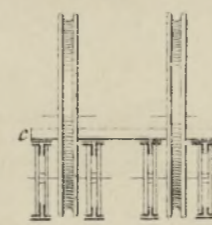
Фиг. 7.



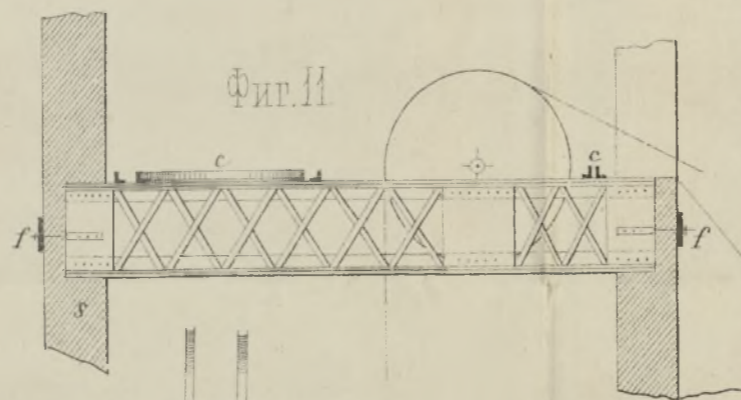
Фиг. 8.



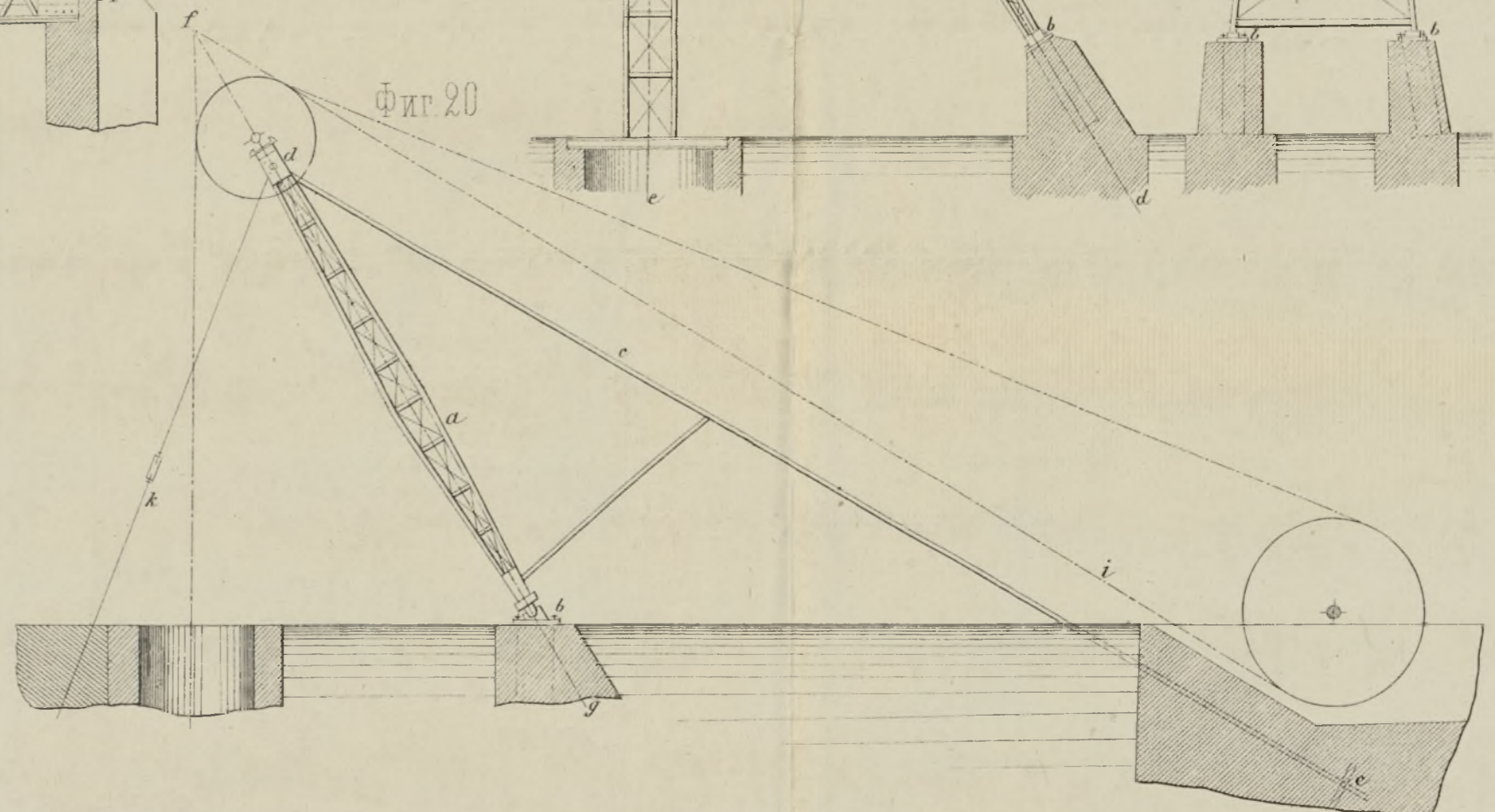
Фиг. 12.



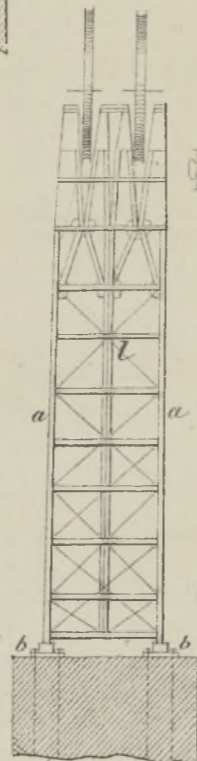
Фиг. 11.



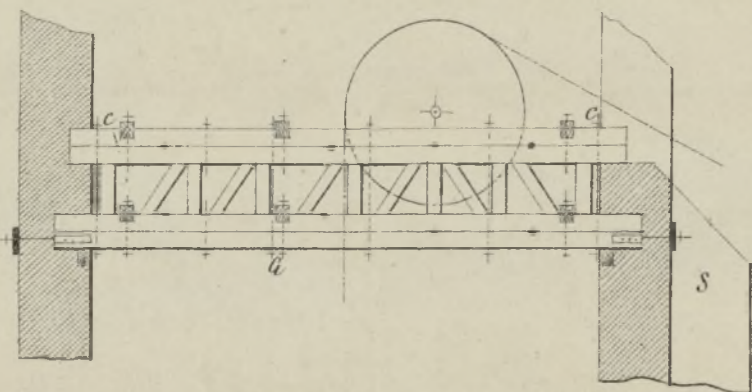
Фиг. 20.



Фиг. 21.



Фиг. 9.



Фиг. 10.

