

724 № 5.

ГОРНЫЙ
ЖУРНАЛЪ
НА

1848 ГОДЪ.



САНКТ ПЕТЕРБУРГЪ.

А. Смирновъ.

ПОРНЫЙ ЖУРНАЛЪ,

или

СБОРАНИЕ СВАДЬБНІЙ

ГОРНОМЪ И СОЛЯНОМЪ ДѢЛѢ,

СЪ ПРИСОВОКУПЛЕНІЕМЪ

НОВЫХЪ ОТКРЫТІЙ ПО НАУКАМЪ,

КЪ СЕМУ ПРЕДМЕТУ ОТНОСЯЩИМСЯ.

Ч А С Т Ъ II.

К Н И Ж К А V.



САНКТПЕТЕРБУРГЪ.

ВЪ ТИПОГРАФІИ И. ГЛАЗУНОВА И К^о.

1848.

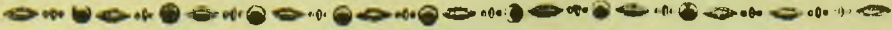
1937

ПЕЧАТАТЬ ПОЗВОЛЯЕТСЯ

съ тѣмъ. чтобы по отпечатаніи представлено было въ
Ценсурный Комитетъ узаконенное число экземпляровъ. С.
Петербургъ, 1 Января 1849 года.

Исправляющій должность Ценсора В. Лангеръ





О Г Л А В Л Е Н І Е.

Стран.

I. ГЕОЛОГІЯ.

Лекціи геологіи Г-на Эли-де-Бомона; изъ *Lehrbuch der Geologie und Petrefacten kunde, von C. Vogt.*

Переводъ съ Нѣмецкаго Подпоручика Эйхвальда 135

II. МИНЕРАЛОГІЯ.

О кристаллической системѣ уралортита; изъ *Verhandlungen der Kaiserlich-Russischen Mineralogischen Gesellschaft zu St. Petersburg. 1847; Г.*

Штабсъ-Капитана Кокшарова 204

III. МЕХАНИКА.

Цилиндрическія воздуходувныя машины; Изъ лекціи горной механики, преподаваемой въ Горномъ

Институтѣ Инженеръ-Капитана Олышева . . . 228



OF A T H E N I A

1801

... ..
 ... ..
 ... ..

... ..

... ..

... ..

... ..

... ..

... ..

... ..

... ..



I.

ГЕОЛОГІЯ.

Лекціи геологiи Г-на Эли-де-Бомона.

Изъ Lehrbuch der Geologie und Petrefacten kunde, von
C. Vogt.

(Переводъ съ Нѣмецкаго Подпоручика Эйхвальда).

1. Предметъ геологiи.

§ 1. *Географiя* или наука о землѣ, въ обширнѣйшемъ смыслѣ слова, есть одна изъ всеобъемлющихъ наукъ, область которой такъ расширена, что одному лицу почти невозможно соединить въ себѣ всѣ свѣдѣнія къ ней относящіяся. — Она представляетъ совокупность знаній нашихъ о земномъ шарѣ, объ отношеніи его къ другимъ планетамъ, о формѣ, составѣ, строеніи его, равно какъ и объ органическихъ тѣлахъ, живущихъ на немъ и отъ него зависящихъ.

Изъ этихъ немногихъ словъ уже можно видѣть, что географію необходимо было раздѣлить на различныя отрасли, изъ которыхъ каждая образуетъ собою снова особенную науку, достаточную для поглащенія всего времени и занятія всѣхъ умственныхъ способностей человѣка ее изучающаго. — Такимъ образомъ различаютъ *астрономическую географію*, которая рассматриваетъ земной шаръ какъ часть міра, въ отношеніяхъ его къ другимъ планетамъ, обращающимся съ нимъ около солнца, а также и въ отношеніи къ неподвижнымъ звѣздамъ. Далѣе различаютъ *физическую географію*; въ ней рассматривается собственно земной шаръ, какъ отдѣльное цѣлое, въ отношеніи къ различнымъ физическимъ явленіямъ, на немъ происходящимъ. — Существенная часть этой физической географіи, состоящая въ изученіи газообразной оболочки земнаго шара, *атмосферологія* или *метеорологія*, рассматриваетъ всѣ явленія происходящія въ атмосферѣ и имѣющія большое вліяніе преимущественно на развитіе органической жизни. — Наконецъ къ третьей отрасли этой обширной науки относятся: *политическая, животная и растительная географіи*, науки рассматривающія распространеніе, группированіе и тому подобное отношенія человѣка, животныхъ и растений.

§ 2. Это послѣднее изученіе уже тотчасъ показываетъ, что распредѣленіе растений и животныхъ

равно какъ и человѣка не можетъ быть вездѣ одинаковое, по причинѣ различія поясовъ земнаго шара съ ихъ климатологическими отношеніями.—Но такъ какъ страны, имѣющія одинаковую температуру, одну и ту же наружность, однимъ словомъ тотъ же самый климатъ, часто представляютъ самыя разительныя противоположности въ распространеніи органическихъ тѣлъ, то должно необходимо заключить, что кромѣ климатологическихъ отношеній, существуютъ еще и другія причины, имѣющія вліяніе на плодovitость и бесплодность, и что въ однихъ и тѣхъ же поясахъ могутъ встрѣчаться мѣста съ самымъ обильнымъ развитіемъ органической жизни и бесплодныя степи.

При болѣе точномъ изслѣдованіи подобныхъ явленій легко усматривается, что существуетъ цѣлый рядъ феноменовъ, находящихся въ тѣсной связи съ строеніемъ земнаго шара и его внутреннимъ составомъ. Это внутреннее строеніе земнаго шара, а именно кора его, какъ можно было ожидать, имѣетъ самое большое вліяніе на природу и плодотворность почвы равно какъ и на ея наружную форму. Хотя географія также занимается изученіемъ наружнаго вида почвы, ибо она показываетъ теченіе рѣкъ, простираніе горъ, направленіе долинъ и равнинъ, однако же она принимаетъ всѣ эти неровности почвы за данное, существующее и не старается изслѣдовать законы происхожденія ихъ; для географіи все

равно какимъ образомъ произонили горы, возвышенности и углубленія и отъ чего зависить направленіе горъ, рѣкъ и тому подобныхъ, для нея достаточно все это приписать случаю, между тѣмъ какъ всѣ эти явленія подчинены великому, совершенно простому закону.

§ 3. Предметъ *геологіи* состоитъ въ познаніи устройства твердыхъ частей земной коры, явленій отъ того происходящихъ и въ отысканіи законовъ, въ слѣдствіе которыхъ образовалось подобное строеніе.

Геологія занимается только твердыми частями земной коры; море, воды и атмосфера въ ней не разсматриваются. Изученіе твердыхъ массъ существенно отличается отъ изученія жидкихъ; въ первыхъ замѣчается самое большое разнообразіе, вторыя же, напротивъ весьма однообразны. — Въ самомъ дѣлѣ море вездѣ одинаково по своему составу (исключая весьма незначительныхъ разностей, которыя едва могутъ быть разсматриваемы), морская вода на полюсахъ одинакова съ морскою водою у экватора. То же можно сказать и о воздухѣ составъ его вездѣ одинъ и тотъ же кромѣ случайныхъ обстоятельствъ, а именно смѣшеніе его съ большимъ или меньшимъ количествомъ водяныхъ паровъ, производящихъ иногда мѣстныя, незначительныя и непостоянныя измѣненія. Наибольшее разнообразіе въ морѣ и воздухѣ происходитъ отъ движенія ихъ частицъ; метеоръ, буря въ самомъ

дѣлѣ самыя ужасныя явленія изъ замѣчаемыхъ въ воздухѣ и водѣ, но за всеѣмъ тѣмъ они неоставляютъ ни малѣйшихъ слѣдовъ ихъ присутствія, по окончаніи своего дѣйствія; ибо снова все приходитъ въ прежній порядокъ и не остается ни одного знака который бы насъ извѣщалъ послѣ о томъ что происходило.

§ 4. Совсемъ другое представляютъ твердыя части земнаго черепа. Они образуютъ, такъ сказать, реэстръ въ которомъ изображены рѣзкими чертами явленія произведенныя моремъ и водами. Приливы и отливы, наводненія и засуха оставляютъ свои слѣды и такимъ образомъ начертываютъ на отдѣльныхъ листахъ реэстра ихъ дѣйствія. Отъ этого происходитъ особенный языкъ, гіероглифическія письма, которыхъ чтеніе часто затруднительно, но однако же не невозможно и которыя раскрываютъ намъ исторію земли и отдѣльныя ея происшествія, слѣдовавшія одни за другими. Полированность скалъ, изборозженныя поверхности, камни оторванныя и далеко отнесенныя отъ ихъ мѣсторожденія, песокъ осажденный въ низмѣнныхъ мѣстахъ и проч., тому подобныя явленія, произведенныя чудесными причинами, сдѣлались теперь живыми свидѣтелями о переворотахъ земли, переворотахъ произведенныхъ уже исчезнувшими силами, слѣды которыхъ сохранились на твердыхъ частяхъ земнаго черепа.

§ 5. По вышеприведеннымъ обстоятельствомъ ге-

ологія становится существенною вспомогательною наукою для *астрономіи*. Эта послѣдняя конечно можетъ распознавать наружныя отношенія планетъ, ихъ формы и пути, не обращаясь къ геологіи, но она въ самой себѣ вовсе не находитъ средствъ для сужденія о внутреннихъ переменахъ, которыми подвергались эти небесныя тѣла, а именно планеты родственныя нашей землѣ. И очень вѣроятно, что небесная система въ цѣлости, равно какъ и отдѣльныя планеты въ особенности, были подвержены значительнымъ перемѣнамъ, и что только послѣ различныхъ измѣненій наша солнечная система приняла тотъ видъ, въ которомъ она представляется теперь нашему глазу. Послѣдовательныя перемѣны, которымъ подвергалась земля и изъ которыхъ каждая оставила свои слѣды, равномерно могутъ служить масштабомъ перемѣнъ, которыя должны были претерпѣвать планеты; ибо эти слѣды не только сохранились для насъ въ твердыхъ частяхъ земной коры, но вмѣстѣ съ тѣмъ они являются въ томъ же самомъ порядкѣ, какъ и самыя явленія ихъ произведшія, оставляя намъ такимъ образомъ, не только воспоминаніе о явленіяхъ; но такъ сказать и историческій реэстръ этихъ различныхъ перемѣнъ, земной коры. Еще большее достоинство имѣлъ бы этотъ реэстръ, если бъ онъ вмѣстѣ съ тѣмъ могъ дать намъ хронологическое опредѣленіе времени; ибо въ такомъ случаѣ можно бы было заключить о

древности земли и о времени послѣдовательнаго ея развитія. Однако же, имѣя теперь возможность опредѣлить рядъ отдѣльныхъ переворотовъ, происходившихъ въ предшествоующіе періоды времени исторіи земли, для насъ всетаки еще недостаетъ основаній для точнѣйшаго вычисленія періодовъ времени, протекавшихъ между этими отдѣльными переворотами; мы можемъ только сказать, что все доказываетъ, что періоды эти были чрезвычайно длинны.

§ 6. Не только по минеральнымъ составнымъ частямъ коры земной можно доказать послѣдовательность переворотовъ, но также и въ гораздо высшей степени, по остаткамъ органическихъ тѣлъ нѣкогда существовавшихъ на землѣ. Остатки животныхъ, которыя жили на нашей планетѣ, остатки растений произраставшихъ на ней въ различныя періоды времени, большею частию превращены въ минеральныя массы и въ пластахъ коры земной наложены одни надъ другими въ строго опредѣленномъ порядкѣ, соотвѣтствующемъ періодамъ, въ которыхъ они развивались на землѣ. Весьма много спорили о томъ: недолжно ли отнести эти ископаемыя животныя и растенія къ царству минеральному ибо въ самомъ дѣлѣ органическія вещества ихъ большею частию исчезли и замѣстились минеральными, такъ что въ нихъ сохранилась только органическая форма, но не органическое вещество. Для насъ, по нашей спеціальной цѣли конечно это различіе есть

вещь второстепенная; намъ достаточно знать только что въ этихъ очень значительныхъ пластахъ съ живонисными и растительными остатками существуетъ порядокъ, подобный порядку замѣчаемому въ минеральныхъ пластахъ. Органическія существа самыхъ древнихъ временъ представляютъ самыя рѣдкія отличительныя формы, которыя ясно доказываютъ, что они были созданы для особенной цѣли и существовали въ такое время, когда существованіе человѣка было не возможно; съ постепеннымъ развитіемъ, эти формы приближались болѣе и болѣе къ человѣческому типу и къ существамъ живущимъ въ одно время съ человѣкомъ. Такимъ образомъ въ этомъ отношеніи пласты земной коры образуютъ другой реэстръ, неменѣе важный чѣмъ первый: въ него внесена послѣдовательно исторія органической природы на землѣ, изученіе которой предоставлено *палеонтологіи* или *наукъ объ окаменѣлостяхъ*.

Средства такимъ образомъ намъ данныя для усовершенствованія исторіи нашей планеты немаловажны. Не должно думать чтобы органическіе остатки находились въ мѣстахъ земли разбросанными тамъ и сямъ въ небольшомъ количествѣ; напротивъ они образуютъ цѣлые пласты, часто даже цѣлыя горы, вышиною въ нѣсколько сотъ метровъ, единственно состоящія изъ остатковъ исчезнувшихъ животныхъ. Перемены, происходившія на землѣ въ продолженіе различныхъ періодовъ времени, если можно такъ

выразиться, отпечатаны въ этихъ остаткахъ, такъ что присутствіемъ извѣстныхъ окаменѣлостей можно опредѣлить послѣдовательность различныхъ эпохъ исторіи нашей земли. Окаменѣлости очень справедливо сравниваютъ съ оставленными намъ древними народами, монетами, которыя теперь бесспорно для насъ то же что говорящіе свидѣтели исторіи древнихъ временъ. Съ одной стороны бросая свѣтъ на развитіе органической жизни, они вмѣстѣ съ тѣмъ даютъ средство для существеннѣйшихъ заключеній о температурѣ земли, отношеніи климатовъ, атмосферы и такъ далѣе, имѣвшихъ мѣсто въ различные періоды существованія нашей планеты.

§ 7. Палеонтологія есть одна изъ существеннѣйшихъ отраслей геологіи; ибо органическія существа жившія на землѣ въ различныя эпохи, представляютъ болѣе постоянный характеръ нежели минеральные осадки тѣхъ же эпохъ. Мы увидимъ въ послѣдствіи, что породы принадлежащія одному и тому же періоду времени образованія, встрѣчаются весьма часто перемѣшанными самымъ пестрымъ образомъ, какъ напримѣръ песчаники, мергели, известняки и такъ далѣе. Напротивъ того ископаемыя животныя и растенія представляютъ въ своемъ распредѣленіи извѣстную однообразность и если даже, въ фавнахъ и флорахъ однихъ и тѣхъ же эпохъ, въ различныхъ отдѣльныхъ мѣстностяхъ и замѣчается иногда нѣкоторая разница, то она никогда небываетъ такъ

разительна, какъ разница представляемая минеральными осадками. По этому, чрезъ точное палеонтологическое опредѣленіе окаменѣлостей, можно всегда достигнуть болѣе вѣрнаго опредѣленія относительной древности пластовъ земли, нежели обыкновенными вспомоgetельными средствами геологій

Однако же недолжно забывать въ какой тѣсной связи находится палеонтологія съ зоологією и ботаникою и что только помощію свѣдѣній о нынѣ существующихъ органическихъ тѣлахъ, она можетъ дѣлать заключеніе о предшествовавшихъ имъ. Палеонтологія, будучи разсматриваема съ этой точки зрѣнія, есть болѣе къ геологій приспособленная естественная исторія, только забытію этого правила должно приписать появленіе множества палеонтологовъ, не имѣющихъ удовлетворительныхъ познаній въ зоологій и ботаникѣ; основываясь только на несовершенныхъ образцахъ окаменѣлостей, естествоиспытатели ввели въ науку многія заблужденія и ложные результаты.

Новѣйшіе палеонтологи постоянно стараются уничтожить эти прежнія ошибки и теперь всѣ они стремятся къ важной цѣли составить сравнительную географію земли, въ различныя эпохи ея исторіи, показать въ каждомъ періодѣ распространеніе моря, простираніе материковъ, острововъ, средиземныхъ морей и рѣкъ; существа насѣлявшія эти земли и воды, климатологическія отношенія этого вре-

мени; однимъ словомъ, написать исторію земли отъ ея пачаза до нашихъ временъ и къ каждому листу этой исторіи присовокупить также соотвѣтствующую карту. Сколько задача эта кажется привлекательною, столько на самомъ дѣлѣ, трудно ея разрѣшеніе.

2. Отношенія геологій.

§ 8. Отношенія геологій къ другимъ наукамъ весьма разнообразны и часто находятся въ такой тѣсной связи, что во многихъ случаяхъ весьма трудно опредѣлить ихъ границы. Въ такомъ отношеніи геологія находится къ *астрономіи*. Земля есть звѣзда между звѣздами, планета между планетами; многія изъ ея отношеній могутъ быть изслѣдованы только астрономическими вспомогательными средствами и подтверждены вычисленіями, подобными тѣмъ, которыми руководствуются астрономы. Размѣры земнаго шара, общая его форма, законы образованія которыхъ, могутъ быть изслѣдованы только этимъ путемъ, и наши заключенія о природѣ внутренняго ядра земли и его отношеніи къ наружной, намъ извѣстной корѣ, тогда только получаютъ вѣрное основаніе, когда они будутъ приведены въ согласіе съ прочими астрономическими истинами. Отношенія геологій къ астрономіи и развитіе истинъ, которыя первая занимаетъ у послѣдней, досихъ поръ были весьма пренебрегаемы въ геологій.

Не менѣе важны отношенія геологій къ собѣству-

ной *физикъ землиго шара*, то есть къ наукѣ, разсматривающей общія физическія отношенія твердой земной коры. Отъ нея должно занять свѣдѣнія о температурѣ внутренности земли, находящейся въ большой связи съ геологическими явленіями, тѣмъ болѣе, что въ новѣйшее время она сдѣлала столь быстрые успѣхи.

Минералогія и химія, неразлучныя другъ съ другомъ, находятся также въ близкомъ отношеніи къ геологіи: минералогія занимается наружною формою, признаками и свойствами породъ, химія внутреннимъ ихъ составомъ. Результаты обѣихъ наукъ необходимы для геологіи, ибо она занимается существенно составомъ твердой земной коры, которую образуютъ минеральныя вещества, притомъ же многія геологическія явленія могутъ быть только тогда объяснены, когда въ точности извѣстны природа и химическій составъ минеральныхъ веществъ, обнаруживающихъ эти явленія.

§ 9. Какъ ни близки отношенія всѣхъ этихъ наукъ къ геологіи и какъ ни трудно въ нѣкоторыхъ случаяхъ опредѣлить границы той или другой изъ нихъ но всетаки геологія существенно отличается отъ всѣхъ другихъ наукъ способомъ или образомъ изученія. Астрономъ разсматриваетъ звѣзды при ихъ прохожденіи, помощію телескопа, неоставляя своей обсерваторіи; химикъ разлагаетъ въ своей лабора-

торіи минералы, которые ему предоставлены и которые минералогъ, опредѣлялъ, не вставая съ мѣста, въ своемъ кабинетѣ; геологу же такъ поступать не возможно, ему нельзя принести въ свой домъ предметы имъ изучаемые, онъ долженъ самъ къ нимъ придти и на мѣстѣ изучать ихъ положеніе, послѣдовательность, отношеніе отдѣльныхъ пластовъ однихъ къ другимъ; геологъ, поэтому, передъ всѣми другими естествоиспытателями, по преимуществу, путешественникъ-естествоиспытатель. Изученіе геологіи безъ путешествій совершенно невозможно. Для геолога путешествія необходимѣе нежели для географа, часто изучающаго землю по наружнымъ очертаніямъ и помощію хорошихъ картъ, точныхъ статистическихъ свѣдѣній, заимствованныхъ отъ другихъ; изучающіе поверхность земли подобнымъ образомъ какъ астрономъ изучаетъ поверхность луны. Всѣми подобными средствами неможетъ довольствоваться геологъ, онъ долженъ самъ лично все видѣть и изслѣдовать, и это такъ справедливо, что можно смѣло сказать: какъ много географовъ работающих только въ своемъ кабинетѣ, также мало или даже нѣтъ ниодного изъ геологовъ, занимающихся только дома.

Эта необходимость путешествій и наблюденій должна быть здѣсь тѣмъ болѣе выставлена, что многіе имѣютъ весьма странныя и совершенно ложныя понятія о геологіи. Подъ именемъ геолога къ со-

жалѣнію нерѣдко разумѣють человека, который занимается только пустыми спекуляціями, стараясь объяснить происхожденіе міра и въ особенности земли, неспринимая въ соображеніе наблюденій. Геологія, въ нынѣшнемъ ея состояніи есть *чисто опытная наука*; конечно она позволяетъ также и заключенія о различныхъ предметахъ, которые она старается изслѣдовать; однако же не иначе какъ основываясь на точнѣйшихъ наблюденіяхъ.

3. Отрасли геологіи.

§ 10. Разсматривая геологію какъ науку, ее можно еще раздѣлить на нѣсколько подчиненныхъ отраслей, которыя, только взятыя вмѣстѣ, образуютъ полное цѣлое. *Стратиграфія* принадлежитъ къ одной изъ этихъ отраслей; она есть собственно анатомія земнаго черепа, наружный портретъ котораго даетъ географія, разумѣя эту послѣднюю въ тѣсномъ смыслѣ слова. Названіе стратиграфія (отъ *Stratum* пласть, наука о пластахъ) преимущественно употребляется для этой отрасли, потому что напластованныя породы, въ образованіи земнаго черепа, берутъ перевѣсъ надъ остальною его массою. Стратиграфія изучаетъ взаимное напластованіе отдѣльныхъ образованій земнаго черепа и мѣстное отношеніе ихъ другъ къ другу; часто простое изученіе взаимнаго положенія пластовъ и отношенія ихъ къ ненапластованнымъ горнымъ породамъ, даетъ уже самый

простой ключъ для изъясненія наружнаго рельефа какой нибудь страны.

Положимъ что фигура 1 представляетъ цѣпь горъ прилегающую къ равнинѣ и вершины которой слѣдуютъ одна за другою въ неодинаковыхъ высотахъ и разстояніяхъ. Географъ опишетъ эту горную цѣпь, онъ замѣтитъ, что степень плодородности ея отлична отъ равнины, что плодородность эта непостоянна и становится то большею то меньшею, смотря потому будетъ ли составъ каменистой почвы представлять большее или меньшее сопротивленіе къ просачиванію водъ или будутъ ли къ тому способствовать другія какія нибудь мѣстныя обстоятельства. Стратиграфъ обращается къ внутреннему строенію почвы; онъ видитъ что часть *b* цѣпи состоитъ изъ однородныхъ пластовъ лежащихъ другъ на другъ и наклоненныхъ подъ извѣстнымъ угломъ и это простое наблюденіе даетъ ему уже ключъ къ объясненію настоящей формы этой цѣпи. Онъ видитъ, что однообразные склоны лѣвой стороны суть плоскости наклоненныхъ пластовъ, неправильныя же террасы правой стороны суть обломанныя части тѣхъ же самыхъ пластовъ, что равнина *a* потому такъ плоска, что пласты *ee* образующіе, лежатъ горизонтально и наконецъ, что пласты *b* опираются на непластованныя массы горы *c* и отъ нихъ подняты.

§ 11. Въ этомъ простомъ примѣрѣ уже является намъ другое обстоятельство, которое, какъ научаетъ

опытность, представляет разительную разницу между массами образующими твердую земную кору. Именно: одни изъ низъ осаждены пластами, содержащими большею частію органическіе остатки, другіе же представляютъ неправильныя случайныя поверхности, неподчиненныя никакому извѣстному закону. Первыя напластованныя массы въ то же время представляютъ листы великой книги природы, въ которой записаны геологическія и палеонтологическія событія, они обязаны своему происхожденію водѣ и именно морю, которое ихъ постепенно осаждало. Ихъ большею частію разумѣютъ подѣ названіемъ *нептуническихъ образований*. Напротивъ того непластованныя породы справедливо разсматриваются огненными произведеніями, то есть какъ образованія, при происхожденіи которыхъ играла большую роль теплота; чтобы не смѣшать ихъ съ вулканами, которымъ должно быть назначено особенное мѣсто, можно назвать ихъ породами *плутоническаго происхожденія*. Они вышли изъ внутренности земли, подняли, изогнули и прорвали во многихъ мѣстахъ напластованныя породы, измѣнили частію ихъ сложеніе, превративъ ихъ такимъ образомъ въ породы *метаморфическія*.

Это раздѣленіе горнокаменныхъ породъ заключаетъ въ себѣ слѣдственно два совершенно различныя ряда причинъ, дѣйствіемъ которыхъ образовался земной черепъ. Явленія, которыя произошли въ

слѣдствіе дѣйствія воды, означены напластованными породами; происшедшія же отъ дѣйствія огня, не-напластованными породами и къ первымъ еще, какъ существенный признакъ, принадлежитъ присутствіе органическихъ тѣлъ, остатки которыхъ погребены въ ихъ пластахъ.

---

§ 12. Уже прежде было сказано, что геологія есть только часть географіи, разумѣя эту послѣднюю въ обширномъ смыслѣ слова. Одна отрасль географіи *орографія*, занимается преимущественно изслѣдованіемъ горъ, описаніемъ ихъ положенія, высотъ, степени плодородности ихъ почвы и растеній ихъ покрывающихъ; а также изслѣдованіемъ отдѣльныхъ горныхъ цѣпей, какъ по отношенію ихъ однихъ къ другимъ, такъ и къ долинамъ и равнинамъ отъ нихъ зависящимъ. Къ этой-то отрасли географіи наиболее приближается геологія, орографія даетъ картину наружнаго вида горныхъ толщъ, *стратиграфія* же анатомію ихъ, то есть положеніе пластовъ и отношеніе отдѣльныхъ членовъ горной цѣпи къ ея цѣлому; однимъ словомъ анатомическій разборъ скелета горъ.

§ 13. Поверхностное разсмотрѣніе горнокаменныхъ пластовъ уже показываетъ, что они неездѣ одинаково составлены изъ однихъ и тѣхъ же массъ, но изъ разнообразнѣйшихъ веществъ, которыхъ цвѣтъ, составъ, твердость и такъ далѣе весьма измѣняются

Горныя породы, образующія различные пласты, большею частію не простые минералы разсматриваемые при изученіи минералогіи, но конгломераты, состоящіе изъ различныхъ родовъ таковыхъ минераловъ, соединеніе которыхъ образуетъ одно цѣлое. Такъ напримѣръ гранитъ, всѣмъ извѣстная горная порода, есть смѣсь многихъ минераловъ, которые вмѣстѣ образуютъ однако характеристическое цѣлое. Одинъ этотъ примѣръ ясно показываетъ, что одно знаніе минералогіи недостаточно для геологическаго изслѣдованія земнаго черена и отдѣльныхъ частей его, но что къ нему необходимо присовокупить тщательныя наблюденія и познанія горныхъ породъ. По этому ориктогнозія и стратиграфія суть двѣ науки, образующія собою самый прочный фундаментъ для геологіи.

§ 14. Обѣ эти науки извѣстны подѣ однимъ общимъ названіемъ *геогнозіи*. Изъ этого слѣдуетъ что геогнозія есть чисто эмпирическая наука, освобожденная отъ всѣхъ теорій и заключеній, съ которыми имѣетъ дѣло вообще геологія. Геогнозія отыскиваетъ только факты, объясненія которыхъ отъ нея вовсе удалены и такимъ образомъ часто случается встрѣчать въ каменоломняхъ, рудникахъ и тому подобныхъ мѣстахъ, весьма здравыхъ практически образованныхъ геогностовъ, которымъ теорія и тому подобныя спекуляціи ученыхъ совершенно неизвѣстны. Геогнозія заботится только о данномъ,

существующемъ, она показываетъ на томъ или другомъ мѣстѣ, нахожденія пластовъ въ извѣстномъ положеніи, опредѣляетъ элементы ихъ состава, но не старается объяснить ни причину извѣстнаго положенія, ни причину почему они составлены изъ однихъ или другихъ частей.

§ 15. Однако человѣческой умъ не ограничивается такимъ множествомъ фактовъ; они должны быть рассмотрены, приведены въ порядокъ, приличное соотношеніе, равно какъ изъ нихъ должны быть извлечены естественнымъ образомъ выходящія заключенія. Все это есть задача для *геогеніи*, спекулятивной части геологіи. Геогенія касается по этому причинъ, произведшихъ различныя явленія и старается ихъ, объяснить, основываясь на фактахъ, съ большею или меньшею правдоподобностію, такимъ образомъ она постепенно восходитъ до первобытнаго состоянія земли, то есть до ея прежняго вида, законовъ, которымъ было подчинено ея образованіе и причинъ отъ которыхъ зависѣли ея постепенныя измѣненія. Подобными теоріями и заключеніями пренебрегать недолжно, но ихъ слѣдуетъ принимать съ осторожностію и только до тѣхъ поръ, пока основанія служившія для ихъ вывода, то дозволяютъ. Геогенія относится къ геогнозѣ такъ какъ фізіологія человѣка къ его анатоміи. Геогнозія даетъ анатомію земнаго шара; геогенія же беретъ факты для построенія его теоретическаго зданія и объ эти

науки образуютъ такимъ образомъ два параллельные ряда аналогическихъ свѣдѣній, происходящихъ изъ одного источника.

ОТДѢЛЕНІЕ ПЕРВОЕ.

Нѣкоторыя физическія отношенія земли.

4. Видъ земли.

§ 16. Земля не есть совершенный шаръ, но сжатый на полюсахъ сфероидъ, полюсный діаметръ котораго нѣсколько менѣе экваторіальнаго діаметра. Однако сжатіе это такъ незначительно, что въ обыкновенныхъ случаяхъ его можно оставлять безъ вниманія и разсматривать землю какъ настоящій шаръ. Если бы мы могли смотрѣть на землю съ луны, то она представилась бы намъ совершеннымъ шаромъ, подобно тому какъ наибольшая часть планетъ, ежедневно съ земли наблюдаемыхъ, которыя, однако же также сжаты у своихъ полюсовъ. Только въ однихъ большихъ планетахъ, имѣющихъ довольно значительные діаметры, можно подтвердить сжатіе помощію микрометрическихъ измѣреній. Причина большей выпуклости земли у экватора усматривается легко. Земля обращается около оси, концы которой суть полюсы. Центробѣжная сила отдѣльныхъ частей, происходящая отъ этого обращенія, тѣмъ значительнѣе, чѣмъ они больше удалены отъ оси вра-

щенія. Но такъ какъ эта центробѣжная сила противудѣйствуетъ силѣ тяжести, то подвижныя части земли, то есть жидкія, должны собираться преимущественно на экваторѣ и пока вся масса земли была еще жидка, полужидка или мягка, до тѣхъ поръ части ея составляющія, теперь уже пришедшіе въ твердое состояніе, должны были повиноваться этому закону обращенія, что и дало ей нынѣшній сфероидальный видъ. По незначительности сжатія земли его невозможно принимать въ соображеніе при устройствѣ искусственныхъ глобусовъ, даже довольно большой величины, ибо оно составляетъ только $\frac{1}{305}$ то есть въ глобусѣ имѣющемъ въ діаметрѣ 305 миллиметровъ (почти футъ) сжатіе это составило бы 1 миллиметръ, величину едва измѣримую.

§ 17. Величину сжатія опредѣляли различнымъ образомъ и достигли результатовъ нѣсколько отличающихся другъ отъ друга; правдоподобнѣйшая же средняя величина есть вышеприведенная, а именно: что діаметръ земли при экваторѣ относится къ ея діаметру при полюсахъ какъ 305 къ 304. Основываясь на этомъ предположеніи вычисляли отдѣльные размѣры земли. Въ этомъ отношеніи результаты вычисленій Г. d'Aubuisson'a такъ хороши, что еще до сихъ поръ остаются неизмѣненными. При этихъ вычисленіяхъ небольшія неровности земной коры, которыя образуютъ шероховатость оболочки

нашей планеты, въ соображеніе приняты небыли, такъ что въ этомъ случаѣ земля разсматривалась какъ геометрическое тѣло. Неровности эти, горы и долины, въ отношеніи къ цѣлому, такъ незначительны, что въ самомъ дѣлѣ ихъ можно было оставить безъ вниманія.

Принимая сжатіе за $\frac{1}{305}$,

Радіусъ земли при экваторѣ . . . . — 6,376,851 метр. (*).

Радіусъ земли при полюсахъ . . . . — 6,355,943 —

Разность или абсолютная величина сжатія . . . . — — 20,908 —

Средняя величина радіуса земли . . — 6,366,397 —

Радіусъ земли при 45° широты . . — 6,366,407 —

Радіусъ земли въ Парижѣ . . . . — 6,364,551 —

Радіусъ шара имѣющаго такой же объемъ какъ земля, составилъ бы . . . . — 6,369,874 —

Радіусъ круга котораго длина равнялась бы меридіану — 6,366,100 —

(*) Метръ=0,4687998 саженьмъ = 1,4063990 аршинмъ.

Поверхность земли — 5,098,857 квад. миріаметр. (*).

Объемъ земли . 1,082,634,006 кубич. — — —

Извѣстно, что экваторъ, равно какъ и меридіаны раздѣлены на градусы, которыхъ 360 въ кругѣ. Градусы широты имѣли бы одинаковую величину, если бы небыло сжатія, но такъ какъ оно существуетъ, то градусы широты приближаясь къ полюсамъ нѣсколько уменьшаются, среднимъ числомъ длину ихъ принимаютъ: 111111 метровъ.

И 45 градусъ широты имѣлъ бы длину 111115 метровъ.

Градусы долготы постоянно уменьшаются къ полюсамъ, градусъ долготы при 45° составляетъ 78828 метровъ.

§ 18. Для пополненія необходимыхъ свѣдѣній полезно также знать обыкновенныя путевыя мѣры.

Метръ, принятый за основаніе новѣйшихъ во Франціи употребляемыхъ мѣръ, какъ извѣстно составляетъ десятимилліонную часть четверти меридіаннаго круга, или другими словами дуга меридіана имѣетъ въ длину 40 милліоновъ метровъ. Километръ имѣетъ 1000 метровъ, миріаметръ 10,000 метровъ.

Обыкновенный Французскій часъ, которыхъ 25 въ одномъ градусѣ (Lieue de France) . . . . . 4444,4 метр.

(*) Миріаметръ = 9,347 верстамъ.

Морской часть (*Lieue marine*), которыхъ 20 въ одномъ градусѣ . . . 5555, 5 метр.

Географическая или Нѣмецкая миля, которыхъ 15 въ градусѣ . . . . 7407, 0 ———

Морская миля, 60 въ градусѣ . . . 1851,85 ———

Англійская миля . . . . . 1609,31 ———

Русская верста . . . . . 1070, 0 ———

Стадія древнихъ . . . . . 100, 0 ———

Многія изъ этихъ путевыхъ мѣръ современемъ совершенно выйдутъ изъ народнаго употребленія. Французскій часть нынѣ употребляется очень рѣдко и только еще въ общежитіи, равномѣрно часть каждой страны такъ какъ и футъ имѣетъ собственную длину, отъ чего происходятъ самыя большія недоразумѣнія. Нѣмецкую милю употребляютъ только еще въ Сѣверной Германіи и во многихъ географическихъ сочиненіяхъ, между тѣмъ какъ въ Южной Германіи измѣряютъ разстоянія весьма различными длинными часами. Относительно Русской версты вообще можно сказать, что непроизойдетъ никакой ошибки, если дѣло идетъ не о слишкомъ точныхъ вычисленіяхъ, принявъ ея равною километру. Напротивъ морская миля и морской часть никогда не выйдутъ изъ употребленія, потому что оба весьма удобны для мореплавателей. Морскія карты раздѣлены по большей части такимъ образомъ, что экваторъ вмѣстѣ съ градусами широты проэктированы прямыми линіями, а меридіаны перпендикулярными

къ нимъ и параллельными между собою линіями. Градусы раздѣлены на минуты (или морскія мили) и морскія часы и это раздѣленіе картъ тѣмъ удобно для мореплавателей, что если они постоянно плывутъ при одномъ вѣтрѣ и по одному и тому же направленію, то путь ихъ можетъ быть обозначаемъ болѣе и менѣе прямою линією идущею по діагональному направленію. Англійская миля есть самая неудобная путевая мѣра изъ всѣхъ прочихъ. Она не имѣетъ опредѣленнаго отношенія къ градусу, такъ что вычисленія разстоянія, даннаго въ этихъ миляхъ всегда бываетъ гораздо сложнѣе, кромѣ того Англичанѣ употребляютъ въ своихъ сочиненіяхъ какъ Англійскія такъ и морскія мили и называютъ ихъ просто милями, такъ что часто трудно знать, какого рода милю они подразумѣваютъ. Вообще можно придерживатся тому правилу, что въ Англійскихъ сочиненіяхъ измѣренія на сушѣ даны Англійскими милями, а измѣренія на морѣ морскими милями.

---

§ 19. Уже выше было замѣчено, что длина градусовъ широты и долготы не можетъ быть вездѣ одинаковою, потому что земля не представляетъ совершеннаго шара. При нѣкоторыхъ вычисленіяхъ бываетъ чрезвычайно удобно разсматривать землю какъ совершенный шаръ, обвязанный по срединѣ утолщеннымъ поясомъ, который въ разрѣзѣ имѣетъ

видъ стекла съ одной стороны выпуклаго, а съ другой вогнутого (meniskus). Самая значительная толщина этого пояса (а фиг. 2) при экваторѣ, оно уменьшается по мѣрѣ приближенія къ полюсамъ. При измѣреніи градусовъ всегда должно обращать вниманіе на толщину этого пояса и въ самомъ дѣлѣ даже изъ астрономическихъ наблюдений вѣроятно что земная кора толще вблизи этого пояса, нежели въ другихъ мѣстахъ. *PP* оба пояса на концахъ оси земли. *AA* экваторъ, *aa* менискъ.

§ 20. Самый простой способъ для измѣренія длины градуса, есть геометрическое или непосредственное градусное измѣреніе.

Были сдѣланы градусныя измѣренія въ различныхъ странахъ свѣта однако принявъ даже въ расчетъ отношенія изогнутости нашей эллипсоидальной земли, эти измѣренія, предпринимаемыя въ Лапландіи, Россіи, Франціи, Перу и Остѣ-Индіи дали не совсѣмъ согласные результаты. Полагали что это происходитъ отъ большей или меньшей точности употребляемыхъ методъ; но вѣроятноже, что не посредственно различная толщина земной коры имѣетъ вліяніе на эти несходные результаты. Притяженіе, оказываемое массою земли на маятникъ, можетъ быть въ извѣстныхъ мѣстностяхъ весьма измѣнчиво, отъ различной толщины земной коры, и чрезъ это можетъ произвести мѣстныя несогласія, которыя должны имѣть гораздо большее вліяніе на результаты

измѣреній, нежели все прочія обстоятельства взятыя вмѣстѣ. Намъ завело бы слишкомъ далеко, если бы мы вздумали входить въ подробное обсужденіе этого предмета; однако намъ слѣдовало его коснуться, чтобы показать что также и здѣсь, въ кажемся чисто математическомъ и астрономическомъ вопросѣ, можетъ участвовать геологія.

5. *Внутренняя теплота земли.*

§ 21. Вопросъ о Температурѣ внутренности земли занимаетъ уже цѣлое столѣтіе многихъ отличныхъ наблюдателей и хотя полагаютъ его теперь довольно изслѣдованнымъ, однако же ниже приведенные факты докажутъ, что всетаки желательно бы было умножить опыты по этому предмету, ибо еще многіе важные пункты остаются необъясненными, понедостатку удовлетворительныхъ наблюденій.

Уже съ давняго времени замѣчали, что во внутренности рудниковъ господствуетъ значительно высшая температура нежели на поверхности почвы. Первые опыты, имѣвшіе цѣлью доказать это возвышеніе температуры во внутренности земли, были сдѣланы кажется Г-мъ Жанъ Сале (Jean Salle) въ рудникахъ Giromagny Вогескихъ горъ и послѣ повторены Гумбольдтомъ, д'Обюиссономъ (d'Aubuisson) во Фрейбергѣ, Г-мъ Буссинго, (Baussingault) въ Колумбіи, Кордье (Cordier) въ различныхъ рудникахъ Франціи, Англійскими наблюдателями въ Корнвал-

лись и Шотландіи и такъ далѣе. Мы поименовали здѣсь лучшихъ обработывателей этого вопроса. Прѣжніе опыты представляли весьма много недостатковъ, ибо подобныя наблюденія, какъ бы легки они ни казались, всегда связаны сомногими затрудненіями, притомъ нѣкоторыя причины имѣющія вліяніе на большую или меньшую вѣрность результатовъ, прѣжде частію небыли извѣстны, частію же наблюдатели не въ силахъ были ихъ устранить. По этимъ обстоятельствамъ старыя наблюденія подтверждаютъ только то, что вообще внутренняя температура земли, съ увеличиваніемъ глубины, увеличивается, но мѣру этого увеличиванія изъ нихъ вывести невозможно, по малому согласію этихъ опытовъ между собою.

§ 22. Старались различными способами разрѣшить данную проблему. Самая несовершенная, безъ сомнѣнія, состояла въ опредѣленіи температуры воздуха въ рудникахъ и сравненіи ея съ температурою поверхности. Легко понять, что провѣтриванія неизбежныя въ рудникахъ, присутствіе самыхъ наблюдателей часто въ малыхъ заключенныхъ пространствахъ, или рабочихъ въ большихъ штольняхъ, вообще движеніе воздуха и скорость измѣненія его температуры, должны дѣлать такое опредѣленіе въ высшей степени ненадежнымъ, въ особенности же когда наблюдатель замѣчаетъ температуру только при скоромъ его прохожденіи въ разработкѣ, а не

по термометрамъ нарочно для этой цѣли установленнымъ, посредствомъ которыхъ можно бы было часто повторять наблюденія.

§ 23. Полагали найти болѣе вѣроятности помощію опредѣленія температуры рудничныхъ водъ. Конечно если бы ключи и бьющія воды, часто находящіяся въ рудникахъ, текли по горизонтальному направленію, то эта метода опредѣленія давала бы точныя результаты, ибо воды приняли бы тогда температуру горныхъ породъ, чрезъ которые они протекаютъ и тогда, намѣстѣ ихъ вытеканія, они должны бы были имѣть температуру одинаковую съ окружающими ихъ горными породами. Но болышю частію эти воды притекаютъ сверху или снизу, слѣдственно приносятъ съ собою холоднѣйшую или теплѣйшую температуру, почему результаты выведенные изъ таковыхъ опредѣленій болышю частію весьма невѣрны и оставлены. Измѣреніе температуры стоячихъ рудничныхъ водъ равнымъ образомъ ненадежно; если воды эти глубоки, то ихъ температура, по причинѣ съ низу поднимающихся струекъ согрѣтой воды, показываетъ среднее число между нормальною температурою ихъ поверхности и ихъ дна; если же они очень мѣлки, то уже испареніе и температура вѣшняго воздуха достаточны для полученія дурнаго результата, при томъ же никакъ нельзя быть увѣреннымъ въ томъ, что эти стоячія рудничныя воды не поддерживаются притоками сверху или снизу, измѣняющими ихъ температуру.

§ 24. По этому самые вѣрные результаты могутъ быть выведены только чрезъ измѣреніе температуры самой горнокаменной породы. Однако же и здѣсь не должны быть забыты нѣкоторыя необходимыя предосторожности.

Само собою разумѣется, что только въ твердой горнокаменной породѣ должно бурить скважины, въ которыхъ желаютъ укрѣпить термометры; что непосредственно послѣ буренія скважинъ или послѣ взрыва должно ихъ осматривать, ибо при обработкѣ сырой горной породы отдѣляется теплота. Далѣе должно твердо укрѣпить термометры въ извѣстныхъ мѣстахъ и по возможности въ такихъ, которыя мало посѣщаются и не приступны для рабочихъ, такъ что бы провѣтриваніе на нихъ оказывало слабое дѣйствіе. Для этой цѣли ихъ часто помѣщали въ углубленія, закрытыя стекломъ. Буровыя скважины въ которыхъ хотятъ установить термометры, должны быть по возможности углублены въ горную породу и именно въ такомъ направленіи, что бы шарикъ термометра сколько возможно находился далѣе отъ поверхности горнокаменной породы, ибо по теплопроводности этой послѣдней, поверхностная часть на нѣкоторое разстояніе будетъ находиться въ извѣстномъ отношеніи съ колебаніями окружающаго воздуха, отъ чего и результаты получатся неоднобразными. Такъ напримѣръ въ приложенной фигурѣ 3 термометръ *a* былъ бы очень хорошо поставленъ

потому что шарикъ его весьма удаленъ отъ поверхности горной породы *c*, между тѣмъ какъ положеніе термометра *b* совершенно негодится, попричинѣ его близости къ поверхности этой послѣдней.

Скважины, въ которыхъ хотятъ помѣстить термометры, должны быть также по возможности сухи, ибо присутствіе воды значительно вредитъ наблюденіямъ. Термометры въ нихъ можно укрѣпить только тогда, когда будутъ приняты все сказанныя предосторожности и притомъ такъ, что бы выходило отъ скважины только то мѣсто шкалы, у котораго, примѣрно, долженъ остановиться ртутный столбикъ. Скважину доверху наполняютъ пескомъ, чтобы предохранить термометръ отъ доступа воздуха и происходящихъ въ немъ колебаній. Сама шкала должна быть такъ установлена, чтобы глазъ наблюдателя пришелся бы къ ней подъ прямымъ угломъ, ибо, какъ извѣстно, при чтеніи градусовъ подъ острымъ угломъ зрѣнія, ошибка въ наблюденіяхъ неизбежна.

§ 25. Хотѣли всячески также и эту методу вывести изъ употребленія, ибо придавали столько вѣся теплоты, образующейся отъ разложенія сѣрнистыхъ металловъ и другихъ легко разлагаемыхъ минераловъ и рудъ, что одну эту теплоту находили достаточно для объясненія возвышенной температуры горнокаменныхъ породъ и рудниковъ. Опыты Кордье (Cordier), произведенные имъ во многихъ рудникахъ Франціи, гдѣ именно добывается много сѣрнаго кол-

чедава, показали неосновательность этого предположенія. Что же касается до нагреванія горнокаменных породъ огнями употребляемыми для освѣщенія при рудничныхъ работахъ и такъ далѣе, то въ этомъ отношеніи предпринятые опыты въ рудникахъ Корнваллиса доказываютъ, что и этимъ источникамъ теплоты приписывали прежде слишкомъ большую важность. Рудничныя воды нѣкоторыхъ рудниковъ Корнваллиса, выходящія изъ различной глубины и собирающіяся въ одномъ большомъ резервуарѣ, обнаруживаютъ температуру высшую 10 градусами въ сравненіи съ температурою источниковъ той страны. Но опредѣляя нагревательную силу рудничной свѣчи и рудничной лампы, весьма легко доказали, что огни всѣхъ тамошнихъ рудокоповъ недостаточны для того, чтобы нагрѣть это количество собранныхъ рудничныхъ водъ на одну десятую часть градуса, а изъ этого слѣдуетъ, что присутствіе рабочихъ и огней въ рудникахъ никакимъ образомъ неможетъ быть разсматриваемо источникомъ теплоты горнокаменныхъ породъ.

§ 26. Самыя точныя наблюденія надъ повышеніемъ температуры во внутренности рудниковъ, наблюденія, которымъ можно преимущественно руководствоваться, были произведены Профессоромъ Рейхомъ во Фрейбергѣ при помощи Королевскихъ Саксонскихъ Горныхъ Инженеровъ. При этомъ поступали слѣдующимъ образомъ. Употребляемые термо-

метры имѣли, для удобства вмѣсто шариковъ, довольно большіе цилиндры и весьма длинныя узкія трубки, такъ что градусы на шкалѣ были весьма значительной величины. Каждый градусъ на шкалѣ былъ раздѣленъ на десятыя части и каждая десятая часть градуса была еще такъ велика, что съ довольно точною вѣрностью можно было еще означить на шкалѣ пятидесятую или даже и сотую часть градуса. И такъ длина шкалы была весьма велика. По причинѣ ломкости, термометры вставлялись не непосредственно въ скважины, но сначала въ латунныя трубки и потомъ уже въ скважины; далѣе, какъ скважины такъ и трубки были какъ можно плотнѣе наполнены мелкимъ пескомъ. Передъ и послѣ каждаго наблюденія точка нуля термометра повѣрялась, ибо извѣстно что эта точка на хорошихъ Термометрахъ, по прошествіи некотораго времени измѣняется. Между прочимъ удостовѣрились, что увеличивающееся давленіе воздуха въ глубинѣ рудниковъ не имѣло никакого вліянія на термометръ. Мѣста въ которыхъ помѣщали термометры, были такъ выбраны, чтобы рабочіе не имѣли къ нимъ доступа а, кромѣ того, по возможности, лежали въ одной и той же вертикальной линіи. Верхній термометръ находился отъ 1 до 3 метровъ ниже поверхности почвы, и именно въ твердой породѣ а не въ галькахъ или обломкахъ. Если сдѣлать это было невозможно, то верхній конечный пунктъ или среднюю тем-

температуру почвы на поверхности, вычисляли по превышающему ряду наблюдений. Каждый термометръ наблюдали по крайней мѣрѣ нѣсколько разъ въ мѣсяцъ и такъ какъ число употребленныхъ инструментовъ было весьма значительно, то въ продолженіи времени отъ 1829 до 1831 года, въ 18 мѣсяцевъ, были сдѣланы 12,956 наблюдений. Такое умноженіе наблюдений необходимо, чтобы уничтожить источники различныхъ маленькихъ ошибокъ, которыя вкрадываются несмотря на все предосторожности. Но среднія числа, извлеченныя изъ этихъ многочисленныхъ наблюдений, заслуживаютъ однако же полное довѣріе и было бы желательно, чтобы слѣдовали примѣру Саксонскаго Горнаго Корпуса, предпринимавъ также и въ другихъ мѣстахъ подобныя усовершенствованныя наблюденія.

Чтобы получить начальный пунктъ для вычисленія, была опредѣлена также средняя температура воздуха въ Аннабергѣ, гдѣ производились наблюденія. При этомъ вышелъ интересный случай: эта средняя температура воздуха не сравнялась съ температурою почвы, какъ обыкновенно бываетъ во многихъ странахъ, но между обѣими оказалась разница почти на 1° С. Принимается что средняя температура почвы въ такой же степени какъ и средняя температура воздуха, убываетъ въ опредѣленной мѣрѣ, смотря потому чѣмъ на большую абсолютную высоту поднимаются, однако же опыты *Рейха*

показали, что въ Эрцгебургъ это уменьшеніе, по крайней мѣрѣ, неравномѣрно для обѣихъ температуръ и что должно подняться на 193,4 метра чтобы встрѣтить температуру почвы уменьшенною на одинъ градусъ термометра Цельзія, тогда какъ средняя температура воздуха уже уменьшается на одинъ градусъ при 172,2 метровъ. Слѣдовательно почва остается теплѣе нежели воздухъ и чѣмъ мы будемъ болѣе возвышаться, тѣмъ мы замѣтимъ что разница эта будетъ становиться болѣе. Трудно объяснить такое явленіе, должно ли приписать его тому, что наиболѣе высокія страны остаются долѣе покрытыми снѣгомъ, что впрочемъ сомнительно. Конечно снѣгъ весьма худой проводникъ теплоты и потому можетъ препятствовать морозу проникать въ почву.

§ 27. Какъ бы то нибыло, совокупность опытовъ Рейха показывать, что въ Саксонскомъ рудномъ краѣ, во внутренности рудниковъ, температура горнокаменной породы увеличивается въ опредѣленныхъ отношеніяхъ къ глубинѣ, а именно для 41,84 метровъ на одинъ градусъ.

§ 28. Отъ дальнѣйшихъ изслѣдованій будетъ зависеть разрѣшеніе вопроса: можно ли этотъ законъ принимать общимъ для всей земли? Опыты, произведенные въ другихъ странахъ свѣта, показываютъ кажется, что это не совсѣмъ такъ и что можетъ быть теплопроводность почвы, которая представляется не вездѣ одинаковою, производить значи-

тельные различія. Такъ на примѣръ нашли (мы даемъ здѣсь эти примѣры, чтобы привести только двѣ наибольшія противоположности) что въ Уральскихъ рудникахъ теплота увеличивается уже на каждые 23—26 метровъ на одинъ градусъ, между тѣмъ въ Шотландіи увеличеніе это имѣетъ мѣсто только на каждые 63 метра глубины.

§ 29. Второе средство измѣрить температуру внутренности земли, даютъ намъ артезіанскіе колодцы, которые, какъ извѣстно, въ новѣйшее время достигли значительной глубины. Артезіанскій колодезь основанъ вообще на весьма простыхъ отношеніяхъ. Подобныя буровыя скважины опускаются въ такихъ мѣстахъ, гдѣ пористыя горныя породы пропускаютъ поверхностную воду во внутрь и гдѣ замѣчается недостатокъ въ текучихъ водахъ. Буровую скважину пробиваютъ сквозь эти пористыя пласты до водопрводящихъ пластовъ, эти послѣдніе суть болѣею частію песчаныя горныя породы или песчаные пласты, заключенные сверху и снизу между глинистыми и мергельными пластами. Но такъ какъ пласты такого рода болѣею частію образуютъ довольно правильныя котловины, какъ мы послѣ увидимъ, то вода накапливается въ болѣе глубокихъ пунктахъ такой котловины, по причинѣ непроницаемыхъ пластовъ, не можетъ выходить ни въ верхніе, ни въ нижніе пласты хотя можетъ быть и находить иногда путь въ море. Если теперь опустить вертикаль-

ную буровую скважину a сквозь верхніе пласты горныхъ породъ до водосодержащаго песчаника, то вода поднимется въ верхъ давленіемъ соотвѣтствующимъ глубинѣ котловины. Въ приложенной фигурѣ 4 пусть a будетъ буровая скважина, b пористые верхніе пласты, c водопроницаемый песчаникъ, d внизу лежащіе пласты горныхъ породъ, то, въ слѣдствіе кривизны котловины, вода поднимется по буровой скважинѣ до высоты f давленіемъ соотвѣтствующимъ высотѣ e гдѣ пластъ песчаника выходитъ на поверхность. Это бываетъ во всѣхъ хорошо вычисленныхъ артезіанскихъ колодцахъ. Гренельскій артезіанскій колодезь напримѣръ бьетъ такъ высоко, что его вода проведена въ цѣлую четверть города Парижа, лежащую на лѣвомъ берегу Сены.

§ 30. Вообще при опредѣленіи температуры въ колодцахъ получается гораздо скорѣйшее приращеніе, нежели въ рудникахъ, а именно для 30 метровъ глубины, среднимъ числомъ на 1° С.

Глубина Гренельской буровой скважины 540 метровъ и вода вытекающая изъ нея имѣетъ теплоту 28° С. Охлажденіе, которое вода должна была бы претерпѣвать, въ то время когда она подымается по трубѣ, можетъ быть разсматриваема а priori весьма значительнымъ, но на самомъ дѣлѣ это не такъ, потому что она вытекаетъ въ чрезвычайно большомъ количествѣ и съ значительною скоростію. Какъ слабо это охлажденіе ясно уже изъ того, что

въ резервуарахъ и даже въ текущихъ колодцахъ лѣваго берега Сены, вода имѣеть почти одну и ту же температуру, несмотря на то, что она проходитъ часто далекіе пространства, чрезъ узкія, близь поверхности положенныя трубы.

Вычисленіе результатовъ данныхъ Гренельскою буровою скважиною можно произвести двоякимъ образомъ. Средняя температура воздуха въ Парижѣ равна средней температурѣ почвы, слѣдовательно составляетъ $+ 10^{\circ}, 6$ С. Если это число принять за основаніе или начальный пунктъ то получается возрастаніе температуры на 1° С на каждые 31,9 метровъ глубины.

Между тѣмъ въ Парижѣ имѣется еще другой начальный пунктъ, который подверженъ меньшимъ колебаніямъ. Въ погребахъ обсерваторіи, глубиною въ 28 метровъ, разставлены прочные термометры, показывающіе постоянную температуру $11^{\circ}, 7$ С и которыхъ годовыя разницы какъ мы скоро увидимъ, могутъ быть разсматриваемы равными нулю, ибо они дѣйствительно выходятъ изъ границъ наблюденія. Принимая теперь эту постоянную температуру за начальный пунктъ, мы получаемъ вмѣсто 31,9 метровъ напротивъ 31,4 метровъ на каждый градусъ стоградуснаго термометра. Кажется это послѣднее большее возрастаніе въ глубину указываетъ на то, что верхній пластъ земли, сравнительно, бо-

лѣе теряетъ теплоты, слѣдственно лучше и проводить ее нежели нижніе.

§ 31. Извѣстный физикъ де-ла-Ривъ (de-la-Rive) въ Женевѣ имѣлъ случай производить опыты, надъ однимъ артезіанскимъ колодцомъ въ 225,7 метровъ глубиною, находящемся вблизи этого города. Колодецъ этотъ представлялъ ту особенность, что не содержалъ текучей воды, но напротивъ того былъ наполненъ до самаго края вязкимъ иломъ, внутри котораго измѣненіе температуры казалось невозможнымъ. По этому каждый участокъ ила показывалъ температуру окружающихъ стѣнъ трубы колодца. Опуская термометры все глубже и глубже наши, что на каждые 100 футовъ температура увеличивалась на 0,875 Реомюрова термометра, что составляетъ одинъ градусъ Цельзія на 29,71 метръ.

Въ Вестфалии въ близи Нейзальцверка находится самый глубокій, изъ извѣстныхъ артезіанскій колодецъ, въ Маѣ 1840 года глубина его равнялась 622 метрамъ (540 метровъ ниже поверхности моря), а теперь достигли уже до 644 метровъ. Этотъ колодецъ даетъ гораздо большее количество воды нежели Гренельскій, но она нѣсколько солонa. Средняя температура воздуха въ Нейзальцверкѣ составляетъ $+10^{\circ}$ С. При глубинѣ 621,6 метровъ бьющая вода имѣла $+31^{\circ}, 25$ С. Это даетъ на каждые 29 метровъ одинъ градусъ возрастанія теплоты. Изъ этихъ

последнихъ наблюдений, какъ уже выше замѣчено, получается гораздо скорѣйшее возрастаніе температуры нежели изъ наблюдений выведенныхъ Рейхомъ. Не совсѣмъ еще объяснено, должно ли это измѣненіе приписать особеннымъ въ Эрцгебиргъ только встрѣчающимся исключеніямъ, или всеобщимъ отношеніямъ. При вычисленіяхъ большею частію придерживаются результатовъ выведенныхъ изъ артезіанскихъ колодцевъ и принимаютъ среднимъ числомъ возрастаніе теплоты: 1° С на каждые 30 метровъ глубины.

Но, кажется и результаты получающіеся чрезъ наблюденія артезіанскихъ колодцевъ измѣняются отъ мѣстныхъ обстоятельствъ. Здѣсь кстати упомянуть именно о тѣхъ, которые д'Аббади (d'Abbadie) весьма уважительный физикъ, вывелъ изъ наблюдений надъ однимъ колодцемъ въ Багін, подъ 8° южной широты, слѣдовательно близъ экватора. Тамъ средняя температура почвы составляетъ $+ 27^{\circ}, 25$ С., а на глубинѣ 61 метръ онъ нашелъ только 24° С. И такъ здѣсь вмѣсто возрастанія температуры имѣло мѣсто убыванія на три градуса. Результатъ этотъ могъ бы казаться невѣроятнымъ, если бы по признанной точности наблюдателя, не возможно было ручаться за его вѣрность. Можетъ быть, что просачиваніе холодной изъ глубины моря выходящей воды, объяснить это исключеніе, ибо какъ извѣстно, температура морской воды въ теплыхъ странахъ, по при-

чинамъ, зависящимъ отъ природы воды, уменьшается въ глубину до извѣстнаго предѣла.

§ 32. Выше было говорено о теплопроводности почвы, которая есть причина того, что только на извѣстной глубинѣ ниже поверхности господствуетъ постоянная температура, между тѣмъ какъ выше, ближе къ поверхности еще замѣчаются нѣкоторыя колебанія, которыя находятся въ зависимости съ частымъ измѣненіемъ атмосферы. Но на извѣстной глубинѣ почва принимаетъ постоянную температуру соответствующую средней температурѣ воздуха. Законъ этотъ есть общій для всѣхъ странъ, и изъ него слѣдуетъ, что въ тѣхъ мѣстностяхъ, гдѣ средняя температура стоитъ ниже нуля, почва на извѣстной глубинѣ также должна быть постоянно замерзшая и только углубляясь въ нее далѣе, (до тѣхъ поръ гдѣ внутренняя теплота земли приходитъ въ столкновеніе съ морозомъ проникшимъ съ верху) почва можетъ опять встрѣчаться разтаянною. Это случается въ самомъ дѣлѣ въ полярныхъ странахъ, именно въ сѣверной Сибири. Почва лѣтомъ растаиваетъ на нѣсколько футовъ, отъ короткаго по значительнаго жара, такъ что могутъ возраждаться еще прозябаемыя, даже кусты и деревья съ плоскими корнями (хвойныя деревья), но въ глубинѣ отъ 3 до 4 футовъ почва остается постоянно замерзшею. Такъ напримѣръ въ Якутскѣ, на берегу Лены, сред-

иля годовая температура не больше какъ— $7^{\circ},55$ С и почва на значительную глубину постоянно замерзшая. Здѣсь совершенный недостатокъ въ ключевой водѣ. Богатый купецъ Шергинъ, хотѣлъ имѣть колодезь и для этого принужденъ былъ производить работы въ замерзшей почвѣ. Эрманъ младшій, посѣтившій Якутскъ во время своего путешествія по полярнымъ странамъ Россіи, пользуясь этимъ обстоятельствомъ произвелъ нѣсколько наблюдений и нашелъ на глубинѣ 15 метровъ— 7° С., на 36 метрахъ— 5° а на 123 метрахъ только— 1° С, такъ что можно быть увѣреннымъ, что при углубленіи еще на нѣсколько метровъ онъ бы встрѣтилъ незамерзшую почву и тогда вѣроятно бы въ колодезь показалась вода. Возрастаніе температуры выводимое изъ чиселъ Эрмана, не совершенно соразмѣрное и измѣняется между 8 метрами и 14,7 метрами на каждый градусъ. Но во всякомъ случаѣ результаты его показываютъ, что возрастаніе температуры въ замерзшей почвѣ гораздо значительнѣе нежели въ незамерзшей, это обстоятельство легко объясняется большою теплопроводностью замерзшей почвы. Этотъ замерзшій пластъ почвы сѣверной Сибири толщиною около 120 метровъ имѣетъ совершенно особенную важность и для другихъ отраслей науки, въ немъ а не въ чисто полярномъ льду, какъ иногда принимаютъ, были найдены исполинскія животныя допотопныхъ временъ (съ сохраненною еще кожею, шерстію и

мясомъ) подававшій поводъ къ столь важнымъ заключеніямъ въ наукѣ.

Однако же не должно думать, чтобы по причинѣ замерзшаго состоянія почвы Сибири до известной глубины, въ ней встрѣчался совершенный недостатокъ въ источникахъ. На берегу Лены находятся ключи которые бьютъ въ продолженіе цѣлаго года. Съ перваго раза кажется необыкновеннымъ, что источникъ можетъ проникать замерзшій пластъ толщиною въ 120 метровъ, незамерзая, тѣмъ болѣе когда вода его только нѣсколькими градусами выше нуля, но стоитъ вспомнить объ артезіанскихъ колодцахъ, чтобы тотчасъ объяснить это явленіе. Вода Гренельскаго колодца протекаетъ черезъ пластъ почвы толщиною въ 540 метровъ и который въ своихъ самыхъ высокихъ частяхъ 17° холоднѣе снизу бьющей воды, а всетаки охлажденіе этой послѣдней едва замѣтное. Въ подобныхъ Сибирскихъ источникахъ должно быть то же самое, и подъ замерзшимъ пластомъ происходящій источникъ въ нѣсколько градусовъ теплоты, равномерно протекаетъ черезъ естественные каналы замерзшей почвы, безъ значительнаго охлажденія.

§ 53. Известно что изотермами называютъ линіи проведенныя черезъ всѣ точки поверхности земли, имѣющія одинаковую среднюю годовую температуру. По имѣющимся до сихъ поръ фактамъ можно равнымъ образомъ легко провести изотермы для воз-

растающей внутренней температуры и легко понять что эти изотермы для внутренней температуры въ горахъ мало по малу принимали бы видъ болѣе плоскаго отръзка круга и по немногу присоединились бы къ кривой линіи параллельной поверхности земли вообще, слѣдственно уже впередъ, по имѣющимся числамъ можно вычислить, какъ глубоко напримѣръ, должно провести артезіанскій колодезь, чтобы получить воду извѣстной температуры, или какую температуру будутъ имѣть штольня или шахта, распространяющіяся до извѣстной глубины, вычисленія эти могутъ быть весьма полезными въ данныхъ случаяхъ.

---

§ 51. Температура почвы, какъ выше уже сказано, зависитъ отъ многихъ обстоятельствъ, и довольно затруднительно выразить опредѣленную сумму дѣйствія ихъ. Сперва слѣдуетъ рассмотреть *относительную теплоту горнокаменныхъ породъ*. Извѣстно что подъ выраженіемъ «относительная теплота тѣла» разумѣютъ количество теплоты, нужное для возвышенія температуры этого тѣла на одинъ градусъ и большею частію это количество теплоты опредѣляютъ такимъ образомъ: хорошо измѣренные объемы или вѣса опредѣляемаго тѣла смѣшиваютъ съ водою различной температуры. Имѣются пространныя изслѣдованія и таблицы объ относительной теплотѣ тѣлъ, въ которыхъ эта послѣдняя опре-

дѣлена по объему или вѣсу. Разницы здѣсь происходятъ чрезвычайныя, мы приводимъ только одинъ примѣръ, одинъ килограммъ воды въ 10° смѣшанный съ однимъ килограммомъ воды въ 20° произведетъ 2 килограмма воды въ 15° теплоты, между тѣмъ какъ 1 килограммъ камня или песку въ 10° и 1 килограммъ воды въ 20° произведетъ смѣсь, которая будетъ имѣть гораздо больше нежели 15° теплоты, потому что здѣсь требовалось гораздо меньше теплоты, чтобы нагрѣть камни или песокъ. Опредѣленія относительной теплоты большею частию сдѣланы по вѣсу, что же касается до различныхъ минеральныхъ частей входящихъ въ составъ обыкновенной почвы то они кажется не оказываютъ значительныхъ различій въ этомъ отношеніи.

§ 55. Второе обстоятельство, *внѣшняя теплопроводность почвы*. Подъ этимъ разумѣютъ большую или меньшую легкость съ которою теплота истекаетъ на поверхность тѣла и какъ извѣстно, природа и видъ поверхности имѣютъ на это наибольшее вліяніе. Металлическая поверхность гораздо меньше отдѣляетъ теплоты нежели черная; полированная плоскость гораздо меньше нежели шероховатая, закоптѣлый и по этому шероховатый котелъ гораздо скорѣе охладится нежели тотъ же самый котелъ совершенно гладко выполированный. Внѣшняя теплопроводность почвы земли измѣняется безъ сомнѣнія, смотря по покрывкѣ самой по-

чвы, лугъ покрытый травой и перспаханное поле не въ одинаковой степени отдѣляютъ теплоту, однако же это обстоятельство незначительно и вообще имѣетъ не большое вліяніе, когда въ особности идетъ дѣло объ опредѣленіяхъ не совсѣмъ близкихъ къ поверхности.

§ 36. Иначе относится *внутренняя теплопроводность*, то есть легкость съ которою теплота внутри тѣла передается отъ одной точки къ другой. Различія тѣлъ въ этомъ отношеніи необыкновенно велики и вообще уже извѣстны въ общежитіи. Всякій знаетъ, что маленькій кусочекъ угля, раскаленный на одномъ концѣ, слѣдовательно оказывающій бѣлокалильный жаръ, безъ опасности можно взять въ руку, и что напротивъ желѣзнымъ прутомъ тотчасъ бы обожглись. Желѣзный прутъ хорошій проводникъ, ибо онъ весьма скоро нагрѣвается во всей своей массѣ, уголь уже весьма худой проводникъ, ибо теплота внутри его распространяется весьма трудно.

Изъ этого слѣдуетъ совершенно простой выводъ, что изотермы для каждаго градуса возрастанія теплоты внутри земли лежатъ тѣмъ ближе одни подлѣ другихъ, чѣмъ меньшая теплопроводность почвы, между тѣмъ они тѣмъ болѣе другъ отъ друга отдаляются, чѣмъ лучший проводникъ представляетъ почва. Но также и здѣсь различіе между отдѣльными горнокаменными породами, весьма незначи-

тельно, чтобы могли существовать большія мѣстныя различія. Для отдѣльныхъ же тѣлъ оно чрезвычайное. Въ этомъ отношеніи. *Депре* (Despretz) нашелъ ниже приведенныя величины, принявъ золото (тѣло сильнѣе всѣхъ проводящее теплородъ) за единицу. *Фурье* (Fourier) получилъ для нѣкоторыхъ тѣлъ слабо проводящихъ теплородъ, нѣкоторымъ образомъ уклоняющіеся результаты.

	<i>Депре.</i>	<i>Фурье.</i>
Золото	1,000	— —
Платина	981	— —
Серебро	973	— —
Мѣдь	908	— —
Желѣзо	374	416,5
Цинкъ	361	— —
Олово	303,9	— —
Свинецъ	179,6	— —
Мраморъ	23,6	20,837
Фарфоръ	12,2	13,877
Обожженный кирпичъ .	11,4	— —

Изъ этой таблицы уже видно, что землистые минералы чрезвычайно далеко отстоятъ отъ металловъ по своей теплопроводности и что разницы между ними относительно не очень велики.

§ 37. Какъ извѣстно, теплопроводность измѣряютъ такимъ образомъ: въ полосу тѣла котораго одинъ конецъ до извѣстной степени нагрѣвается, вставляютъ, на нѣкоторомъ другъ отъ друга расто-

яніи, чувствительные термометры, постепенное и всегда незначительное нагрѣваніе которыхъ, показываетъ степень теплопроводности. Но такъ какъ при худыхъ проводникахъ разстояніе термометровъ другъ отъ друга должны быть чрезвычайно малы, ибо теплота едва только распространяется, то и точность результатовъ здѣсь не такъ уже велика какъ при хорошихъ проводникахъ. *a* (фигура 5) точка нагрѣва. *bb* вставленные термометры. *c* полоса измѣряемаго тѣла.

§ 38. Теплопроводность почвы разумѣется нельзя измѣрить совершенно тѣмъ же способомъ. Но здѣсь мы имѣемъ естественный источникъ теплоты, именно солнце и по вліянію его на почву можно опредѣлить теплопроводность этой послѣдней. Не входя въ подробности мы дадимъ здѣсь прямо результатъ: въ саду Парижской обсерваторіи теплопроводность почвы составляетъ 14,6976 принимая теплопроводность золота какъ въ вышепомѣщенной таблицѣ за 1000.

Мы можемъ относительно дѣйствія солнечной теплоты на земли, различать два періода, ежедневный и годичный, дѣйствія которыхъ можно сравнивать между собою, не по времени, но по ихъ взаимному отношенію. Днемъ, воздухъ на поверхности нагрѣвается солнцемъ до извѣстной степени и эта теплота проникаетъ во внутренность земли до извѣстной глубины, которая зависитъ какъ отъ теплопровод-

ности такъ и отъ относительной теплоты почвы, ночью дѣлается холоднѣе, холодъ этотъ равномерно проникаетъ въ почву. И такъ оба различные періода, день и ночь, можно представить себѣ какъ два противоположныя враждебныя начала, преслѣдующія другъ друга даже во внутренность земли. За каждой вникающей теплою волною слѣдуетъ холодная волна и помощію ртутныхъ термометровъ, опущенныхъ на различныя глубины, можно опредѣлить мѣру этого распространенія далѣе вовнутрь.

То же относится и къ году. Лѣто можно сравнить съ днемъ, а зиму съ ночью, каждое лѣто пошлетъ вовнутренность земли извѣстную среднюю теплоту, за которою послѣдуетъ соотвѣтственная холодная волна зимою.

§ 39. Если теперь постараемся, по фактамъ полученнымъ чрезъ наблюденіе, графически изобразить прониканіе различныхъ количествъ теплоты во внутренность, относя результаты къ средней температурѣ, то найдемъ, что оно образуетъ кривую линію *bb*, которая все болѣе и болѣе приближается къ средней линіи *a* (фигура 6), но никогда ея не достигаетъ.

Совершенно естественно, что при постоянно убывающей пропорціи различныхъ теплыхъ и холодныхъ волнъ ко внутренности, разницы между различными колебаніями дѣлаются все менѣе и менѣе, почесму все болѣе и болѣе приближаются къ сред-

ней температуръ. Но такъ какъ скорость распространенія внутри почвы, какъ для теплоты такъ и для холода одна и та же (ибо холодъ есть только отрицательная теплота), то изъ этого слѣдуетъ что теплая волна дня никогда не достигается волною ночи и волна лѣта никогда не достигается волною зимы; и такъ чрезъ соединеніе въ различныхъ разстояніяхъ лежащихъ пунктовъ, происходитъ другая кривая линія *C*, которая, приближаясь постоянно къ средней линіи, спирально навивается на эту поелѣдную все меньшими и меньшими кругами, но не достигаетъ ея.

§ 40. Наблюденіе показало, что дѣйствіе солнца ограничивается почти только поверхностію земли и что ниже одного метра глубины, ежедневныя колебанія температуры въ почвѣ становятся болѣе нечувствительными для нашихъ инструментовъ. По мѣрѣ углубленія можно только еще замѣтить годовичныя измѣненія, но при 28 метрахъ въ погребкахъ Парижской обсерваторіи они уже болѣе неизмѣримы, такъ что тамъ стояніе термометра можно принять за постоянное, хотя какъ я уже говорилъ по теоріи, эти колебанія никогда совершенно не перестаютъ и должны распространяться до центра земли.

§ 41. Но сама почва противустанавливаетъ извѣстное сопротивленіе распространенію и изъ этого слѣдуетъ, что измѣненія температуры въ то мгновеніе, въ

которое они появляются въ воздухѣ, дѣлаются чувствительными въ глубинѣ, но только послѣ извѣстнаго времени, которое именно должно находиться въ связи съ теплопроводностію. Чѣмъ глубже термометры опускаютъ въ почву, тѣмъ незначительнѣе становятся результаты колебаній и тѣмъ менѣе дѣлаются они чувствительными, такъ что при 8 метрахъ глубины имѣетъ мѣсто уже обратное отношеніе нежели на поверхности. Термометръ опущенный въ почву на глубину 8 метровъ показываетъ maximum теплоты въ Декабрѣ, minimum же въ Іюнь, слѣдовательно теплая волна лѣта требуетъ полныя шесть мѣсяцевъ чтобы проникнуть 8 метру земли, столько же требуетъ и волна зимы. Опредѣляя яснѣе, теплота требуетъ 38 дней, чтобы проникнуть пластъ почвы толщиною въ 1 метръ.

---

§ 42. Основываясь на прежде приведенныхъ извѣстныхъ намъ фактахъ, о постепенномъ возрастаніи температуры, можно сдѣлать многія весьма важныя для геологіи заключенія о настоящемъ состояніи внутренности самой земли. Эти заключенія непосредственно выводятся изъ тѣхъ фактовъ, которые намъ дали наблюденія, но не смотря на то они вступаютъ, хотя и не такъ далеко какъ можно бы было полагать, въ область гипотезъ. Труды новѣйшей математики показали, что поле гипотезъ, внутри котораго должны удерживаться наши понятія объ

этомъ состояніи земли, можетъ быть ограничено весьма тѣсными предѣлами.

Измѣренія въ рудникахъ и въ артезіанскихъ колодцахъ доказали, что существуетъ возрастаніе температуры съ углубленіемъ во внутрь земнаго черена, наблюденіе намъ непосредственно дало около 30° С. на глубину почти въ 600 метровъ. Однако же намъ извѣстны явленія, неоспоримо доказывающія, что эта теплота глубже внизъ возвышается еще болѣе. Существуетъ много горячихъ источниковъ совсѣми возможными степенями температуры, которая въ нѣкоторыхъ изъ нихъ, какъ напримѣръ въ Тосканѣ достигаетъ точки кипѣнія и даже нѣсколькими градусами ся превышаетъ. Другія явленія тѣсно связанныя съ этими горячими источниками, доказываютъ, что на значительнѣйшихъ глубинахъ должны находиться температуры отъ 1000 до 1500 градусовъ.

§ 43. На землѣ не существуетъ никакого другаго общаго источника теплоты какъ солнце; всѣ другіе которые можно было бы перечестъ обыкновенно представляютъ только мѣстное дѣйствіе. Нѣкоторые хотѣли доказать, что температура внутренности земли не такъ высока, какъ представляютъ и что она есть только результатъ проникшаго солнечнаго жара. Хотя такое мнѣніе по вышеприведеннымъ наблюденіямъ о прониканіи солнечной теплоты въ землю, кажется очень мало вѣроятнымъ, однако же оно было защищено нѣсколькими учеными. Одного

соображенія достаточно, чтобы доказать его неосновательность.

Солнечная теплота какъ извѣстно, по причинѣ особеннаго отношенія пути земнаго шара и положенія его оси къ солнцу, дѣйствуетъ весьма неодинаково на поверхность земли. На экваторѣ гораздо теплѣе нежели на полюсахъ; тамъ средняя температура около $+ 27^{\circ}$, 5 С., здѣсь же она стоитъ на 47° до 19° С. Поэтому должна проходить легкая струя теплоты отъ экватора къ холоднѣйшимъ полюсамъ, и эта струя, какъ не замѣтна, по причинѣ весьма постепенныхъ переходовъ и шарообразнаго вида земли, однако же существованіе ея дѣйствительно можно доказать въ атмосферѣ. Въ близи 45° широты, струя эта уже дѣлается такъ незначительною, что едва ея можно разсматривать. Во внутренности земли должно было бы имѣть мѣсто то же самое, то есть долженъ бы былъ образоваться постоянный размѣнъ теплоты и такимъ образомъ произойти температура центра, которая изобразила бы среднее число всѣхъ отдѣльныхъ температуръ земнаго шара. Это среднее число, (которое можно вычислить, если бы оно имѣло какую нибудь важность), составило бы отъ $+ 10^{\circ}$ до 15° ; оно было бы больше средняго числа между температурами полюсовъ и экватора, но должно вспомнить что полюсы суть только точки, между тѣмъ какъ экваторъ представляетъ наибольшій кругъ.

§ 44. Что было бы теперь слѣдствіемъ такого распредѣленія теплоты во внутренности земли? По радіусамъ экватора текла бы постоянно струя теплоты снаружи, отъ теплѣйшей точки къ холодѣйшему центру, по радіусамъ же полюсовъ на оборотъ, струя изъ внутри къ наружи, изъ теплаго центра къ холодному полюсу. У тѣхъ радіусовъ, гдѣ средняя температура равняется температурѣ центра, находилась бы неизмѣняемая температура во всѣхъ точкахъ. Но эти радіусы, съ 10 или 15 градусами средней температуры, встрѣтятся именно въ тѣхъ частяхъ земли, гдѣ было сдѣлано наибольшее число опытовъ въ разсужденіи возрастанія теплоты съ углубленіемъ во внутренность и гдѣ это возрастаніе было подтверждено наблюденіемъ. Средняя температура въ Парижѣ около 10° , по этому здѣсь возрастаніе теплоты во внутренность не должно бы было имѣть мѣста.

И такъ усматривается, что принятіе за причину возрастанія температуры во внутренности земли, зависимость этой послѣдней отъ солнца, противно всѣмъ наблюденіямъ и физическимъ законамъ, слѣдовательно должно быть совершенно оставлено.

§ 45. По этому температура внутренности должна имѣть другую причину.

Происходитъ ли жаръ изъ внутренности земли отъ самостоятельной дѣятельности или отъ сообще-

нія съверху, только то остается вѣрнымъ, что земля есть шаръ, имѣющій во внутренности болѣе значительную теплоту нежели то пространство въ которомъ онъ движется и что слѣдовательно испускается теплота этимъ шаромъ въ холоднѣйшее пространство, отъ чего онъ болѣе или менѣе охлаждается. И такъ если хотятъ вычислить температуру во внутренности земли, то должно сперва отыскать законы, по которымъ шаръ движущійся въ холоднѣйшемъ пространствѣ постепенно охлаждается и эти законы примѣнить къ земному шару.

Изъ многократныхъ изслѣдованій *Фурье*, *Пуассона* (Poisson) и *Эли де Бомона* (Eli de Beaumont) о нынѣшнихъ и первоначальныхъ отношеніяхъ теплоты нашей земли, выходятъ слѣдующіе результаты, математическіе выводы которыхъ завлекли бы насъ здѣсь слишкомъ далеко.

§ 46. Какимъ образомъ земля разгорячилась при своемъ началѣ? Была ли она нагрѣваема изънутри къ наружности или отъ всей своей поверхности или только отъ одного отдѣльнаго пункта ея? Изъ нынѣшнихъ отношеній температуры земли заключить ничего невозможно. Впрочемъ какъ бы первоначальный источникъ теплоты ни дѣйствовалъ, результатъ для нашего времени оставался бы всегда тѣмъ же самымъ. И такъ никакое подобнаго рода вычисленіе о первобытномъ состояніи источника те-

плоты нашей земли, не даетъ намъ ни малѣйшаго объясненія.

Напротивъ достовѣрно, что земля пришла теперь въ такой періодъ, въ которомъ охлажденіе ея такъ незначительно, что мы, можно сказать, пришли къ концу этого охлажденія. Да, этотъ конечный періодъ охлажденія продолжается уже съ весьма давняго времени и какія бы догадки мы не могли предложить также о продолженіи вѣрняго быстрого охлажденія земли, мы должны по основательнымъ вычисленіямъ все-таки придти къ тому заключенію, что мы теперь живемъ въ окончательномъ періодѣ этого охлажденія.

Дальнѣйшій необходимый законъ, выходящій изъ этихъ вычисленій есть тотъ, что постоянное убываніе температуры всѣхъ пунктовъ земнаго шара происходитъ въ однихъ и тѣхъ же отношеніяхъ къ количеству температуры и что притомъ, такъ какъ температура центра постоянно значительнѣе нежели температура поверхности, то и абсолютное убываніе его температуры гораздо значительнѣе нежели абсолютное убываніе температуры периферическихъ пунктовъ. И такъ, положимъ, что точка поверхности въ опредѣленное время уменьшилась на $\frac{1}{4}$ своей температуры, то центръ равномерно уменьшится на $\frac{1}{4}$ своей температуры, слѣдовательно въ наше время, когда уменьшеніе температуры на поверхности почти нуль, охлажденіе центра все-таки должно быть

замѣтно и даже значительно, ибо мы должны температуру центра принимать по крайней мѣрѣ равною 1000 градусамъ.

§ 47. Далее изъ тѣхъ же самыхъ вычисленій выходитъ еще то, что въ шарѣ, имѣющемъ вездѣ одинаковую относительную теплоту и одинаковую теплопроводность, постепенное возрастаніе теплоты также дѣлается тѣмъ незначительнѣе при равныхъ пространствахъ, чѣмъ мы болѣе приближаемся къ центру, въ которомъ это постепенное возрастаніе разумѣется равно нулю. Положимъ теперь, что теплота почвы увеличивается на поверхности на $\frac{1}{30}$ градуса на каждый метръ, то на извѣстной глубинѣ возрастаніе будетъ только $\frac{1}{40}$, еще глубже $\frac{1}{50}$ и будетъ составлять все болѣе и болѣе меньшія части одного градуса на каждый метръ. Слѣдовательно если бы хотѣли изобразить графически это постепенное уменьшеніе соразмѣрнаго возрастанія теплоты идя во внутренность, то получили бы кривую линію, которая въ началѣ имѣла бы сильную изогнутость, а потомъ постепенно становилась бы слабѣе и слабѣе изогнутою и наконецъ весьма бы приблизилась къ прямой линіи.

§ 48. Между тѣмъ отношенія твердыхъ составныхъ частей земли кажется показываютъ, что земля невездѣ представляетъ одинаковыя свойства въ отношеніи къ теплотѣ и весьма вѣроятно, что теплопроводность внутренняго ядра ея гораздо болѣе

теплопроводности наружной коры, случай, принятый уже Пуассономъ въ его вычисленіяхъ. Положимъ теперь, что внутреннее ядро имѣетъ теплопроводность золота $= 1000$, между тѣмъ какъ кора имѣетъ теплопроводность $= 1/4$, то отъ этого кривая линія, представляющая постепенное возрастаніе температуры получила бы совсѣмъ другую форму и только передняя бы ея часть (то есть до тѣхъ поръ пока простирается кора) имѣла бы изогнутую форму, потому что въ слѣдствіе сильной теплопроводности ядра, она бы пошла потомъ прямо.

§ 49. Но какъ велика теперь температура центра земли? Должно замѣтить сначала, что всякое рѣшеніе этого вопроса, дающее результатомъ температуру выше 3000 или 4000 градусовъ, есть чистый вздоръ, по той простой причинѣ, что невозможно произвести подобную температуру. Никогда не должно выходить изъ границъ, данныхъ намъ наблюденіями.

Если теперь принять выведенное до сихъ поръ изъ наблюденій возрастанія теплоты 1 градусъ на каждые 30 метровъ, то на глубинѣ 45,000 метровъ получается температура въ 1500 градусовъ, то есть температура которая уже составляетъ половину maximum температуры, принимаемой для центра, но вмѣстѣ съ тѣмъ температура при которой наибольшая часть минераловъ, металловъ и земель переходятъ въ расплавленное состояніе.

§ 50. По этому вѣроятно, что земля имѣетъ по крайней мѣрѣ кору толщиною въ 45,000 метровъ подъ которою находится ядро, образованное изъ огнениожидкихъ веществъ и обладающее значительною теплопроводностью. Но такъ какъ радіусъ земли составляетъ болѣе 6 милліоновъ метровъ, то при такомъ необыкновенно большомъ разстояніи, возрастаніе температуры составило бы только въ крайнемъ случаѣ столько, сколько кора то есть 1500 градусовъ.

Здѣсь не должно забывать, что давленіе на это огненное ядро необыкновенно и что вѣроятно подъ такимъ давленіемъ атомы не могутъ имѣть той подвижности, которою они отличаются въ жидкостяхъ и такъ вѣроятно что вещества, составляющія это ядро, несмотря на высокую степень температуры, по причинѣ большаго на нихъ давленія, являются нѣкоторымъ образомъ затвердылыми.

§ 51. *Бюффонъ* въ свое время уже много занимался рѣшеніемъ вопросовъ относящихся до внутренней теплоты земли и старался изслѣдовать ихъ опытнымъ путемъ, ибо онъ нагрѣвалъ пушечныя ядра до бѣлокалильнаго жара и опредѣлялъ потомъ время ихъ охлажденія. Къ сожалѣнію ему недоставало данныхъ, на которыхъ бы онъ могъ основывать свои вычисленія, ибо въ его время неимѣли никакого понятія о математическихъ изслѣдованіяхъ явленій теплоты. *Бюффонъ* достигъ до результата

тогда кажущагося необыкновеннымъ до 76,000 лѣтъ и далѣе къ заключенію, что охлажденіе и теперь продолжается въ ощутительной степени. Онъ полагалъ, что придетъ періодъ, когда животныя нынѣшняго творенія должны будутъ погибнуть отъ мороза. Мы ниже увидимъ, что опасенія Бюффона совершенно неосновательны и что нынѣ существующіе климаты земли, если даже она придетъ къ концу своего охлажденія, претерпятъ только весьма незамѣтное измѣненіе, такъ что твореніямъ съ этой стороны негрозитъ никакой опасности. Во всякомъ случаѣ усматривается, что результаты Бюффона отстаютъ безконечно далеко отъ истины, ибо когда рѣчь идетъ о древности земли, должно думать не о тысячахъ или сотняхъ тысячъ но о милліонахъ и билліонахъ лѣтъ. При томъ должно здѣсь замѣтить что числа Бюффона даютъ только мѣнимую древности времени, ибо эти числа основаны на томъ предположеніи, что земля относится подобнымъ образомъ какъ шаръ изъ ковкаго желѣза. Но если, какъ сей часъ было сказано, вѣроятно, что внутренность земли имѣетъ весьма значительную теплопроводность то эта послѣдняя очевидно въ пластахъ земной коры гораздо незначительнѣе, чѣмъ въ желѣзномъ шарѣ и по этому можно принять, что охлажденіе земли, какъ худо проводящаго тѣла относительно, медленнѣе совершается, нежели охлажденіе желѣзнаго шара.

§ 52. Но на самой землѣ представляются явленія которыя нѣкоторымъ образомъ могутъ служить масштабомъ тому, что въ началѣ должно было происходить. Лава, какъ извѣстно, выходитъ изъ вулкановъ въ огненно-жидкомъ состояніи, слѣдственно съ температурою отъ 3000 до 4000 градусовъ. Потоки лавы, текущіе по склонамъ огнедышущихъ горъ, весьма скоро охлаждаются на ихъ поверхности и покрываются твердою, мало проводящую теплоту корою, подъ которою жидкая масса еще долго остается огненною и продолжаетъ подвигаться. Намъ извѣстны примѣры, что нѣкоторые жители, когда ихъ дома были окружены потокомъ лавы, успѣли спастись проходя по твердой и уже охлажденной корѣ лавы, между тѣмъ какъ домъ, пришедшій въ соприкосновеніи съ неохладившеюся раскаленною массою лавы, вспыхнулъ въ пламени. Совершенно подобныя явленія представляла, можетъ быть, въ началѣ и земля. Вѣроятно, вскорѣ покрывалась она твердою, малопроводящею теплоту корою, тогда какъ въ ея внутренности ядро, сильно проводящее теплоту, оставалось раскаленнымъ. Какъ долго продолжается охлажденіе нашей земли, можно теперь приблизительно вычислить по охлажденію потоковъ лавы. Конечно въ этомъ отношеніи мы имѣемъ только немногія, недостаточныя числа, однако же намъ извѣстно что въ Сициліи потоки лавы толщиною въ 20 метровъ требовали десять и

болѣе лѣтъ, для своего совершеннаго охлажденія. Если эти примѣры примѣнить для вычисленія охлажденія земли, принимая, что шаръ 20 метровъ толщиною (слѣдовательно радіусъ равенъ 10 метрамъ) сдѣланный изъ лавы, требуетъ для своего охлажденія 10 лѣтъ, то получаютъ преогромное число лѣтъ, именно 4,057,690,000,000 для нашей земли. Конечно это число дало бы maximum продолжительности и во всякомъ случаѣ было бы уже слишкомъ велико по той причинѣ, что шаръ, который издаетъ теплоту изъ всѣхъ точекъ своей поверхности, гораздо скорѣе охлаждается, нежели пластъ одинаковаго діаметра, имѣющей прямолинейную поверхность. И такъ если ввести нѣкоторыя поправки, откинувъ нѣсколько нулей, то все таки остаются миллионы лѣтъ для продолжительности охлажденія, число, недоступное для нашего воображенія.

§ 55. Существенный пунктъ на который намъ еще остается отвѣтить, есть: состояніе земли по окончаніи этого охлажденія. Правда ли, какъ думалъ Бюффонъ, что окончательное охлажденіе повлечетъ за собою совершенное разрушеніе нынѣшняго творенія, или же, напротивъ, возвышеніе климатовъ отъ внутренней теплоты земли такъ незначительно, что не произойдетъ никакой разницы, если даже непринять эту теплоту вовсе въ соображеніе? Для рѣшенія такого вопроса кажется необходимо опредѣлить, какъ велика потеря теплоты

почвы въ опредѣленный періодъ времени. Эли де Бомонъ, нѣсколько лѣтъ тому назадъ, произвелъ это вычисленіе, которое въ особенности основывается на относительной теплотѣ и теплопроводности почвы, связанныхъ съ возрастаніемъ внутренней теплоты земли и результаты его были приняты Пуассономъ, величайшимъ математикомъ нашего времени. Оказалось, что струя теплоты, вытекающая въ Парижѣ изъ почвы въ атмосферу, была бы достаточна для того, чтобы нагрѣть столбъ воды вышиною въ 0,48 метровъ на одинъ градусъ стоградуснаго термометра, или иначе, что отъ этой теплоты растаяла бы на почвѣ слой льду въ $6\frac{1}{2}$ миллиметровъ вышиною. Какъ видно, это количество теплоты весьма незначительное и въ обыкновенныхъ случаяхъ можетъ быть оставлено совершенно безъ вниманія.

§ 54. Изъ всего сказаннаго слѣдуетъ, что внутренняя теплота земли, возвышаетъ среднюю температуру климатовъ только на $\frac{1}{30}$ градуса и что по этому, когда земля совершенно будетъ охлаждена, средняя температура поверхности только на $\frac{1}{30}$ градуса будетъ стоять ниже нежели нынѣ. Такое убавленіе теплоты весьма ничтожно; слѣдовательно съ этой стороны также не можетъ угрожать нисколько перемѣна находящемуся теперь состоянію. Что можетъ произойти нѣкоторое измѣненіе, того конечно отвергать нельзя, легко понять, что горячіе источники, вулканы, вообще всѣ явленія, находя-

щіяся въ зависимости съ существованіемъ большой теплоты во внутренности земли, должны будутъ уничтожиться, отъ чего измѣнятся въ нѣкоторой степени условія на поверхности. Но мы можемъ сказать съ полною опредѣлительностію, что самая значительная перемѣна произойдетъ во внутренности земли и что на поверхности ея, состояніе теплоты останется въ неизмѣнномъ положеніи, то есть въ томъ положеніи, въ которомъ она съ давняго времени пребываетъ.

§ 55. Для космогоническихъ теорій можетъ быть важно, изслѣдовать давность охлажденія земли, чрезъ что опредѣлить также, съ котораго времени земля находится въ обитаемомъ органическими существами состояніи.

Это вычисленіе доступно и съ величайшею очевидностію можно доказать, что при предположеніи что съ начала охлажденія протекли только 6000 лѣтъ, температура всего земнаго шара въ началѣ своего нагрѣва имѣла бы только $54,045^{\circ}$ то есть 23,415 градусами болѣе нежели температура почвы въ Парижѣ, которая составляетъ 10,6 градусовъ и которую можно принять за среднюю температуру всей земной поверхности. Эти вычисленія легко продолжать далѣе: если принять, что охлажденіе продолжается уже 60,000 лѣтъ, то мы приходимъ къ первобытной температурѣ земли $47^{\circ}, 05$ С. Бюффонъ принималъ, какъ уже прежде было замѣчено,

76,000 лѣтъ; однако и это число давало бы только 87° , 307 С, то есть температуру, которая даже не равняется температурѣ кипящей воды и по этому во всякомъ случаѣ для объясненія геологическихъ феноменовъ весьма незначительною. Триста тысячъ лѣтъ давали бы только первобытную температуру 165° , 5, следовательно привели бы къ числамъ, на которыя не стоитъ обращать вниманіе. Напротивъ если предположить что земля первоначально была нагрѣта до огненно-жидкаго состоянія, предположеніе согласующееся со всеми геологическими фактами до сихъ поръ намъ извѣстными, то есть если принять эту температуру только въ 3000 градусовъ (степени жара которую и теперь можно произвести), то изъ этого выходитъ періодъ времени въ 98 милліоновъ и 490 тысячъ лѣтъ, число которое намъ трудно себѣ представить. Вычисляя по этому основному числу, земля ежегодно должна охладиться на $\frac{1}{6,247,200,000}$ градуса стоградуснаго термометра; следовательно требуется чтобы прошло болѣе 6 билліоновъ лѣтъ, чтобы температура земли уменьшилась на одинъ градусъ.

§ 56. Подобные численные выводы, получаемые изъ формулъ теплорода, можно бы было весьмаразмножить и все получаемые результаты, кольскако данныя вѣрны, имѣли бы одинаковую математическую основательность. Такъ напримѣръ легко доказать, что внутренность земнаго шара а именно его центръ

долженъ охладиться около трехъ тысячъ разъ скорѣе нежели поверхность и что отношеніе между потерєю теплоты внутренности и потерєю теплоты поверхности, въ различныя эпохи, должно было быть различное. Легко можно себѣ представить такія отношенія, если наблюдать охлажденіе раскаленнаго пушечнаго ядра. Въ то мгновеніе, когда ядро вынимаютъ изъ горна, поверхность его теряетъ весьма значительное количество теплоты и вскорѣ отъ этого весьма сильнаго отдѣленія теплоты охлаждается болѣе или менѣе толстый слой, такъ, что ядро можно бы было взять въ руку. Во внутренности же ядра долго еще сохраняется высшая степень жара и только мало по малу центръ понижается до температуры окружающихъ его элементовъ, чего поверхность уже давно достигла. И такъ, когда на поверхности первый періодъ стремительнаго, мгновеннаго испусканія теплоты окончень, тогда внутренность уже имѣетъ болѣе теплоты и чтобы придти въ равновѣсіе съ поверхностью, она также должна отдавать болѣе теплоты нежели поверхность. Въ извѣстное время объ части ядра, какъ внутренность такъ и поверхность, должны потерять совершенно равное количество теплоты; сперва же избытокъ отдѣленія теплоты принадлежитъ поверхности, а потомъ уже внутренности. Теперь можно найти, что періодъ времени заключающійся отъ начала охлажденія земли до выше помянутаго равно-

всѣя, долженъ былъ продолжаться 40,000 лѣтъ и что въ тогдашнее время средняя температура земли на ея поверхности, должна была быть 15 градусами теплѣе чѣмъ теперь.

§ 57. Но не подлежитъ никакому сомнѣнію, что при такой средней, возвышенной 15 градусами противу нынѣшней температурѣ, органическая жизнь была возможна и что тѣмъ болѣе могъ развиваться весьма роскошный животный и растительный міръ, подобный тому какъ мы теперь встрѣчаемъ на экваторѣ. По этому очень можетъ быть, что въ тогдашнее время началось твореніе самыхъ древнѣйшихъ животныхъ и растений. Конечно тогда должны были господствовать совершенно другія обстоятельства въ разсужденіе физическихъ отношеній земли; съ углубленіемъ во внутрь теплота должна была возрастать на каждый метръ на 15 градусовъ, такъ какъ возрастаетъ она теперь только $\frac{1}{30}$ градуса на каждый метръ. Легко замѣтить что при такомъ скоромъ возрастаніи при глубинѣ 100 метровъ уже приходять къ температурѣ 1500 градусовъ, то есть къ жару достаточному для расплавленія наибольшихъ землистыхъ и минеральныхъ веществъ. Слѣдовательно земная кора того времени должна была имѣть едва 100 метровъ толщины, а вся внутренность находится въ жидкомъ состояніи, такъ что землю въ этотъ періодъ времени можно вообще сравнить съ

яйцомъ, котораго скорлупу представляла твердая земная кора, а внутренность расплавленное ядро.

§ 58. Здѣсь нельзя не сдѣлать, въ кратцѣ, замѣчанія о механическихъ слѣдствіяхъ охлажденія земли, которыя довольно важны для геологіи. Почти всѣ тѣла расширяются отъ теплоты и сжимаются отъ холода, только одна вода дѣлаетъ замѣчательное въ этомъ отношеніи исключеніе. Ядро земли еще и теперь имѣетъ значительную степень жара и все еще теряетъ много теплоты, между тѣмъ какъ количество теряемой теплоты поверхностію, гораздо незначительнѣе и почти равна нулю, по этому ядро земли съ увеличивающимся охлажденіемъ должно болѣе и болѣе сжиматься, такъ что отъ времени до времени твердая кора должна для него сдѣлаться слишкомъ велика. Простымъ слѣдствіемъ такого охлажденія будутъ разсѣлины и трещины, которыя произойдутъ при разрывѣ коры, ибо она, сжимаясь уже не можетъ занять того же самаго пространства, какъ прежде. Также мы видимъ на самомъ дѣлѣ, что всѣ сплавленные горнокаменные породы, которыя очевидно прежде были огненно-жидки или по крайней мѣрѣ, подвержены значительному жару, при охлажденіи, растрескались и дали разсѣлины по всѣмъ направленіямъ. Массы, которыя были вполнѣ огненно-жидки, какъ напримѣръ базальтъ, часто показываютъ столь правильное охлажденіе и столь правильное прогрессивное сжатіе, что отъ этого про-

исшедшія трещины, получили болѣе или менѣе правильныя направленія. Здѣсь слѣдовало только намѣкнуть на то, какое вліяніе имѣли эти факты на нѣкоторыя геологическія тсоріи, далѣе найдется еще случай для ихъ примѣненія.

МИНЕРАЛОГИЯ

Минералогическое общество, учрежденное въ Петербургѣ въ 1841 году, имѣло въ виду, какъ известно, не только изученіе минералогіи, но и распространеніе ея въ обществѣ. Для достиженія этой цѣли общество приняло нѣсколько мѣръ. Во-первыхъ, оно издало журналъ, въ которомъ помѣщаются всѣ сообщенія о минералогическихъ открытіяхъ и о минералогическомъ состояніи Россіи. Во-вторыхъ, оно учредило лекціи по минералогіи, въ которыхъ читаетъ профессоръ Г. Г. Рудовічъ. Въ-третьихъ, оно учредило кабинетъ минералогіи, въ которомъ собраны всѣ минералы, найденные въ Россіи. Въ-четвертыхъ, оно учредило музей минералогіи, въ которомъ собраны всѣ минералы, найденные въ Россіи. Въ-пятыхъ, оно учредило библиотеку минералогіи, въ которой собраны всѣ книги по минералогіи. Въ-шестыхъ, оно учредило курсы минералогіи, въ которыхъ обучаются студенты. Въ-седьмыхъ, оно учредило курсы минералогіи, въ которыхъ обучаются студенты. Въ-восьмыхъ, оно учредило курсы минералогіи, въ которыхъ обучаются студенты. Въ-девятыхъ, оно учредило курсы минералогіи, въ которыхъ обучаются студенты. Въ-десятыхъ, оно учредило курсы минералогіи, въ которыхъ обучаются студенты.

II.

МИНЕРАЛОГІЯ.

О КРИСТАЛЛИЧЕСКОЙ СИСТЕМѢ УРАЛОРТИТА.

(Изъ *Verhandlungen der Kaiserlich-Russischen Mineralogischen Gesellschaft zu St. Petersburg*, 1847).

(Г. Штабсъ-Капитана Кокшарова) (*).

Минераль, описанный Г. Германномъ подъ именемъ уралортита, въ третьей части *Bulletin de la Société Impériale des naturalistes de Moscou*, 1841, былъ извѣстенъ до 1844 года только въ аморфическомъ

(*) Когда моя статья объ уралортитѣ находилась уже подъ прессомъ, получилъ я № 1, 2 и 3 *Journal für Praktische Chemie von Dr. Erdmann und Dr. Marchand*, 1848 изъ которыхъ съ удовольствіемъ вижу что Г. Германнъ, въ разсужденіи природы ортитовъ и эпидота, приведенъ былъ къ тому же результату какъ и я. Хотя я и опереженъ Г. Германномъ въ публикаціи интереснаго соотно-

видъ, въ этомъ же году встрѣтили куски уралортита, показывающіе наклонность къ кристаллизаціи, а въ послѣдствіи и настоящіе кристаллы. Въ моей коллекціи уже давно находилось нѣсколько маленькихъ кристалликовъ уралортита и я давно уже приведенъ былъ, чрезъ тщательное ихъ изученіе, къ нѣкоторымъ интереснымъ результатамъ, которые однако же не рѣшался публиковать до сихъ поръ, не бывъ вполне увѣренъ въ ихъ основательности. Благодаря благосклонности Г. Профессора Гофмана, недавно возвратившагося изъ путешествія по Уралу, я получилъ небольшой кристаллъ уралортита, который хотя и не представлялъ достаточно блестящихъ плоскостей для измѣреній точныхъ, однако же онъ былъ годенъ для приблизительныхъ измѣреній отражательнымъ гониометромъ и довольно полонъ для того чтобы увѣрить меня въ справедливости выведенныхъ заключеній.

Во первыхъ я нашелъ что углы кристалловъ уралортита подходятъ весьма близко къ угламъ, даннымъ Г. Профессоромъ Гайдингеромъ для кристал-

шенія ортитовъ съ эпидотомъ, однако же читатель увидитъ что каждый изъ насъ пришелъ къ одному и тому же заключенію своимъ, совершенно особымъ путемъ и что по этому каждая изъ нашихъ статей одна другую взаимно дополняетъ. Изъ статьи Г. Германа узнается также, что ему еще неизвѣстны столь малые и совершенные кристаллы уралортита, какія я имѣлъ случай изслѣдовать.

Н. К.

ловъ Гренландскаго алланита (Poggend. Annual, Bd. V, страница 157). Такъ какъ наружность ихъ, расположеніе плоскостей и проч., нисколько не различаются отъ тѣхъ же характеровъ алланитовыхъ кристалловъ, то должно сознаться что названіе *уралортитъ*, было весьма удачно выбрано Г. Германномъ. Вѣроятно что этотъ ученый не сдѣлалъ бы даже и новаго минеральнаго вида, еслибъ въ то время ему извѣстны были уралортитовые кристаллы. Принявъ въ соображеніе, что алланитъ былъ измѣренъ Г. Профессоромъ Гайдингеромъ прикладнымъ гониометромъ, и полную сходственность наружнаго вида его кристалловъ съ кристаллами уралортита, я почти не сомнѣваюсь что этотъ послѣдній есть ничто иное какъ Уральскій алланитъ. Что же касается до химическаго состава обоихъ минераловъ, то и въ этомъ отношеніи они почти между собою не различаются, какъ это усматривается изъ разложенія Г. Германа.

Но всего замѣчательнѣе то обстоятельство что уралортитъ, по угламъ его кристалловъ и симметріи расположенія плоскостей, представляетъ разительное сходство съ эпидотомъ. Это сходство такъ велико что мнѣ кажется можно бы было съ большою вѣроятностію уралортитъ и алланитъ [а слѣдственно, церинъ и ортитъ (*)] разсматривать какъ изоморфы съ эпидотомъ, то есть какъ *цери́й содержащіе эпидо-*

(*) Церинъ былъ соединенъ съ алланитомъ Г. Профессоръ Густавъ Розе, а ортитъ Г. Шерромъ.

ты. Конечно здѣсь представляется нѣкоторое затрудненіе относительно химическихъ формулъ: Гг. Берцеліусъ и Шереръ для алланита даютъ формулы нѣсколько отличнаго вида отъ формулы эпидота, но мнѣ кажется, если будетъ доказано что желѣзо входитъ въ алланитъ не въ видѣ закиси, какъ принимаетъ наибольшая часть химиковъ, но въ видѣ окиси (*), то и это затрудненіе уничтожится.

Для лучшаго сличенія угловъ кристалловъ уралортита съ углами кристалловъ эпидота и алланита, я присовокуплю къ вычисленнымъ мною угловъ для уралортита, углы помннутыхъ минераловъ и означаю, на фигурахъ, плоскости уралортита тѣми же буквами какія были употреблены Г. Гаюи для кристалловъ эпидота.

Уралортитъ принадлежитъ къ одно-клиномѣрной кристаллической системѣ (Monoklinoedrisches system, Naumann; Zwei-und-ein-gliedriges System, Weiss; Hemiorthotypes System, Mohs). Въ кристаллахъ мною изслѣдованныхъ преимущественно замѣчались комбинаціи, изображенныя на приложенныхъ фигурахъ (фигуры 2, 4 и 6 представляютъ кристаллы съ передней стороны, а фигуры 1, 3 и 5 ихъ вертикальныя боковыя проэкціи). Плоскость *M* принята мною

(*) Слѣдуя Гг. Томсону и Волластону, желѣзо входитъ въ алланитъ въ видѣ окиси (Transact. of the royal Society of Edinburg, vol. VI, Part. II и Leonhard's Handbuch der Oryktognosie, s. 482).

за $basis$, n и d за положительную и отрицательную гемипирамиды главной одно-клиномѣрной пирамиды T за поперечную плоскость, а z за плоскости главной призмы.

Черезъ измѣреніе отражательнымъ гониометромъ Волластона, я получилъ слѣдующіе углы (*):

$$\begin{aligned} M : d &= 127^{\circ} 40' \\ M : T &= \begin{cases} 114 & 55 \\ 65 & 5 \end{cases} \\ M : r &= 116 \quad 20 \end{aligned}$$

Если означить чрезъ a главную или вертикальную ось, чрезъ b клино-діагональную, а чрезъ c орто-діагональную оси, наконецъ чрезъ γ уголъ накло-ненія оси b къ оси a , то для главной формы уралор-тита вычисляется:

$$a : b : c = 1,14918 : 1 : 0,64510; \gamma = 65^{\circ} 5'.$$

Для энидота, при томъ же предположеніи, по дан-нымъ Г. Академика Кунфера:

$$a : b : c = 1,16050 : 1 : 0,63653; \gamma = 65^{\circ} 34' 35''.$$

Входящія въ составъ уралортитовыхъ кристалловъ плоскости получаютъ слѣдующія кристаллографиче-скіе знаки:

(*) Величины эти должно считать только приблизительными, ибо плоскости кристалловъ были недостаточно блестящи и совершенны, чтобы возможно было измѣреніе произ-вестъ точно.

*Сльдун Вейсу.**Сльдун Науманну.*

$$n = (a : b : c) \dots + P$$

$$d = (-a : b : c) \dots - P$$

$$M = (a : \infty b : \infty c) \dots o P$$

$$T = (\infty a : b : \infty c) \dots \infty P$$

$$r = (a : b : \infty c) \dots + P$$

$$s = (\frac{1}{2}a : b : \infty c) \dots + \frac{1}{2}P$$

$$z = (\infty a : b : c) \dots \infty P$$

$$u = (\infty a : b : 2c) \dots \infty P2$$

Далѣе вычисляются главнѣйшіе крайвые углы:

Въ уралортитѣ, Въ эпидотѣ, Въ алланитѣ.

$$M : T = \begin{Bmatrix} 114^\circ 55' \\ 65 \quad 5 \end{Bmatrix} \quad 114^\circ 25\frac{1}{2}' \quad 116^\circ 0'$$

$$M : n = 105 \quad 1 \quad 104 \quad 48\frac{1}{2} \quad \text{---} \quad \text{---}$$

$$M : d = 127 \quad 40 \quad 126 \quad 56\frac{1}{2} \quad \text{---} \quad \text{---}$$

$$M : r = 116 \quad 20 \quad 116 \quad 12\frac{1}{2} \quad 115 \quad 0$$

$$M : s = 145 \quad 29\frac{1}{2} \quad 145 \quad 11\frac{3}{4} \quad \text{---} \quad \text{---}$$

$$M : z = \begin{Bmatrix} 104 \quad 8 \\ 75 \quad 52 \end{Bmatrix} \quad 103 \quad 42\frac{3}{4} \quad \text{---} \quad \text{---}$$

$$M : u = \begin{Bmatrix} 104 \quad 8 \\ 75 \quad 52 \end{Bmatrix} \quad 76 \quad 17\frac{3}{4} \quad \text{---} \quad \text{---}$$

$$T : r = 128 \quad 45 \quad 129 \quad 22 \quad 129 \quad 0$$

$$T : s = 99 \quad 35\frac{1}{2} \quad 100 \quad 22\frac{3}{4} \quad \text{---} \quad \text{---}$$

$$T : n = 111 \quad 27 \quad 111 \quad 32 \quad 109 \quad 0$$

$$T : d = 130 \quad 17 \quad 129 \quad 44\frac{1}{4} \quad 135 \quad 30$$

$$T : u = 144 \quad 53\frac{1}{2} \quad 144 \quad 25\frac{1}{2} \quad \text{---} \quad \text{---}$$

$$T : z = 125 \quad 25\frac{1}{2} \quad 124 \quad 57\frac{1}{2} \quad \text{---} \quad \text{---}$$

$$r : s = 150 \quad 50\frac{1}{2} \quad 151 \quad \frac{3}{4} \quad \text{---} \quad \text{---}$$

$$d : u = 155 \quad 43 \quad 155 \quad 48\frac{1}{2} \quad \text{---} \quad \text{---}$$

Въ уралортитъ. Въ эпидотъ. Въ аллантитъ.

$$d : d = 85^{\circ} 25\frac{1}{2}' \quad 84^{\circ} 47\frac{1}{4}' \quad \text{---} \text{---} \text{---}$$

$$u : u = \begin{cases} 109 & 47\frac{1}{2} & 108 & 51\frac{1}{4} & \text{---} & \text{---} & \text{---} \\ 70 & 12\frac{1}{2} & 71 & 8\frac{5}{4} & \text{---} & \text{---} & \text{---} \end{cases}$$

$$n : n = 108 \quad 30\frac{1}{2} \quad 109 \quad 17\frac{1}{2} \quad \text{---} \text{---} \text{---}$$

(Нижняго
передняго
къ верхне-
му заднему)

$$n : r = 125 \quad 45 \quad 125 \quad 21\frac{1}{4} \quad \text{---} \text{---} \text{---}$$

$$n : d = 118 \quad 16 \quad 118 \quad 43\frac{5}{4} \quad \text{---} \text{---} \text{---}$$

(Въ поясъ
къ *T*)

$$n : d = 127 \quad 19 \quad 128 \quad 15 \quad \text{---} \text{---} \text{---}$$

(Въ поясъ
къ *M*)

$$z : n = 150 \quad 51 \quad 151 \quad 29\frac{1}{2} \quad 151 \quad 0$$

$$z : d = 156 \quad 28 \quad 156 \quad 45\frac{1}{2} \quad 156 \quad 45$$

$$z : u = 160 \quad 31\frac{1}{2} \quad 160 \quad 31\frac{3}{4} \quad \text{---} \text{---} \text{---}$$

$$z : z = \begin{cases} 109 & 9 & 110 & 5\frac{1}{4} & \text{---} & \text{---} & \text{---} \\ 70 & 51 & 69 & 54\frac{3}{4} & \text{---} & \text{---} & \text{---} \end{cases}$$

Величина кристалловъ уралортита бываетъ весьма различна и простирается отъ 1 миллиметра до 7 и болѣе сантиметровъ. Во всякомъ случаѣ кристаллы рѣдки. Только нѣкоторые, весьма немногіе изъ кристалловъ имѣютъ наружность представленную на фигурахъ 2 и 4, по большей же части правый или

лѣвый ихъ бокъ (образуемый плоскостями n , d , z и u) передней стороны и параллельный ему бокъ задней стороны, такъ вытягиваются, что остальные два бока иногда совершенно исчезаютъ, отчего кристаллы получаютъ вполнѣ три-клиномѣрный видъ и тогда вовсе не различаются отъ фигуры, данной Г. Профессоромъ Гайдинггеромъ для кристалловъ Гренландскаго алланита. Я прилагаю эту фигуру съ сохраненіемъ буквъ, но только присовокуплю буквы въ скобкахъ, соответствующія моимъ фигурамъ (см. фигуру 7). По этому-то вѣроятно обстоятельству и была принята первоначально кристаллическая система алланита за три-клиномѣрную, а не за одно-клиномѣрную. Также почти всегда, въ уралортитѣ, плоскость T бываетъ значительно растянута, а плоскость M сжата. Иногда плоскости z въ свою очередь растягиваются, отчего n и d совершенно исчезаютъ и въ этомъ случаѣ кристаллы принимаютъ видъ таблицеобразный (см. фигуры 5 и 6). Кромѣ вышеприведенныхъ плоскости замѣчаются и другія, нѣкоторыя изъ нихъ сходны по своему положенію съ плоскостями алланита, означенными на фигурѣ Гайдингера буквами l и t , но мнѣ невозможно было измѣрить ихъ наклоненіе къ прилежащимъ плоскостямъ. Встрѣчаются также плоскости притупляющія края dT , а также плоскости въ полѣ MT . Природа плоскостей весьма различна, въ маленькихъ кристаллахъ всѣ плоскости безъ исключенія боль-

шею частію нѣсколько блестящи, въ крупныхъ же неровны и тусклы. Спайность замѣчается параллельно плоскости *M*, но весьма неясная. Попадаются хотя и рѣдко, двойники уралортита, у которыхъ общая поверхность сростанія обоихъ недѣлимыхъ, также какъ въ эпидотѣ, есть плоскость *T*.

Остается вопросъ: должно ли разсматривать кристаллическую систему ортита и церина также одинаковою съ эпидотовою? О кристаллизаціи церина были даны нѣкоторыя свѣдѣнія Г. Профессоромъ Густавомъ Розе (*Elemente der Krystallographie*, von G. Roze, I Aufl. s. 165), а о кристаллизаціи ортита изъ Hitteroe Г. Шереромъ (*Poggend. Annal. Bd. LXI, s. 646*).

Кристаллическая система церина была принята моимъ почтеннымъ учителемъ за ромбическую, вотъ что онъ говоритъ о кристаллахъ этого минерала: «они суть сдвинутыя четырехстороннія призмы въ 128° , которыхъ тупые и острые края прямо при- туплены (слѣдовательно они имѣютъ четыре краі комбинаціи въ 154° и четыре въ 116°), а на концахъ, кромѣ другихъ плоскостей, ограничены двумя заостреніями въ 110° и 70° , которыя прямо насажены на тупыхъ боковыхъ краяхъ». Если принять въ соображеніе что кристаллъ церина, изслѣдованный Г. Профессоромъ Густавомъ Розе былъ недовольно совершененъ, чтобы возможно его было измѣрить отражательнымъ гониометромъ, а также что кристаллическая система эпидота можетъ быть при-

ведена весьма близко къ прямоугольнымъ осямъ, то мнѣ кажется можно найти нѣкоторую соотвѣтственность между кристаллами этого минерала, уралортита и эпидота, а именно (см. фигуру 8, представляющую примѣрно поперечное сѣченіе церины, основываясь на описаніи Г. Профессора Густава Розе), если положить что основную призму церины составляютъ плоскости T и r , а притупляющія плоскости ея острые и тупые боковые края образуютъ плоскости M и l , то получается:

Въ церинѣ. Въ уралортитѣ. Въ эпидотѣ.

$M : T =$	116°	$—$	$114^\circ 55'$	$—$	$114^\circ 25\frac{1}{2}'$	
$M : r =$	116	$—$	$116 20$	$—$	$116 12$	
$T : r =$	128	$—$	$128 45$	$—$	$129 22$	
$T : l =$	154	$—$	$—$	$—$	$154 7$	(гаюн)
$l : r =$	154	$—$	$—$	$—$	$155 15$	(гаюн)

Но какія именно плоскости играютъ роль конечныхъ заостреній цериновыхъ кристалловъ?

Ортитъ изъ Hitteroe разсматривается Г. Шереромъ также принадлежащимъ къ ромбической системѣ, однако же кристаллы имъ изслѣдованные были весьма несовершенны. Г. Шереръ даетъ нѣсколько поперечныхъ сѣченій ортитовыхъ кристалловъ, изъ которыхъ я прилагаю наиболѣе полное (см. фиг. 9) и сохраняя буквы Г. Шерера, я ставлю подлѣ нихъ въ скопкахъ буквы плоскостей эпидота, для сравненія. Такимъ образомъ получается:

Въ ортитъ. Въ уралортитъ. Въ эпидотъ.

M : T = 115°—116° 0'—114° 55' —114° 25½'

M : r = ———116 0 —116 20 —116 42

T : r = ———130 48 (*) 128 45 —129 22

T : l = ———155 24 ——— ———154 7

r : l = ———155 24 ——— ———155 15

И такъ изъ всего вышеприведеннаго усматривается что если алланитъ, цериитъ, ортитъ и уралортитъ не вполне одинаковы съ эпидотомъ, то все-таки существуетъ между ними замѣчательное соотношеніе. Какъ фактъ, относящійся также къ числу подтвержденій всего вышеизложеннаго, служить рудникъ Sillböhle въ окрестностяхъ Гельзингфорса. Г. Гольмбергъ изъ Гельзингфорса, проѣхавшій недавно чрезъ Петербургъ, узнавъ что я разсматриваю уралортитъ минераломъ изоморфическимъ съ эпидотомъ, сообщилъ мнѣ что, по изслѣдованіямъ Г. Норденшильда, въ упомянутомъ рудникѣ мало встрѣчается кристалловъ эпидота, внутренность которыхъ не состояла бы изъ ортита.

Сдѣлавъ сличеніе между уралортитомъ, алланитомъ, цериномъ и ортитомъ, естественно было обратиться также и къ другимъ минераламъ, входящимъ въ составъ этой группы, то есть къ гадолиниту и къ минералу, недавно описанному мною подъ именемъ багратіонита (см. Горный Журналъ 1847

(*) Г. Шереръ замѣчаетъ что этотъ, вычисленный имъ уголъ оказывался по измѣренію меньшимъ.

года книжка III, стр. 457, также книжка V, стр. 273). О кристаллизациі гадолинита было писано Гг. Гаюи, Шереромъ и Филлипсомъ, но описанія этихъ ученыхъ не совсемъ согласуются между собою; причина такого несогласія конечно заключается въ несовершенствѣ изслѣдованныхъ образцовъ, ибо какъ извѣстно, ясные кристаллы гадолинита весьма рѣдки. Во всякомъ случаѣ кристаллъ гадолинита, описанный Г. Филлипсомъ (*Elementary introduction to Mineralogy by William Phillips*, стр. 101) можно почитать самымъ полнымъ изъ всѣхъ извѣстныхъ гадолинитовыхъ кристалловъ. Я старался сравнить кристаллъ Г. Филлипса съ кристаллами уралортита, но не могъ найти между ними никакого соотношенія, хотя уголъ $\equiv 115^\circ$, напоминающій собою наклоненіе *M* къ *T* въ уралортитѣ, встрѣчается также и въ гадолинитѣ. Равномѣрно я не могъ привести въ соотношеніе и описанія Гг. Шерера и Гаюи. Что же касается до багратіонита, то меня поразило сходство угловъ его кристалловъ съ углами кристалловъ уралортита, несмотря на то что наружность кристалловъ багратіонита ни мало не походитъ на наружность уралортитовыхъ кристалловъ. Углы багратіонита такъ близки къ угламъ уралортита что, принявъ въ соображеніе приблизительность измѣреній, невольно спрашиваешь себя: существуетъ ли дѣйствительно какая либо разница между углами обоихъ минераловъ? Различіе въ наружности происхо-

дѣтъ отъ того, что въ кристаллахъ багратіонита одно-клиномѣрная система является въ ея нормальномъ состояніи, то есть когда кристаллы дѣйствительно имѣютъ одно-клиномѣрный видъ, тогда какъ въ кристаллахъ уралортита одно-клиномѣрная система является въ исключительномъ, только для нѣкоторыхъ весьма немногихъ минераловъ, состояніи, то есть когда кристаллы, отъ извѣстнаго растягиванія нѣкоторыхъ плоскостей, получаютъ видъ триклиномѣрный. Химическое разложеніе багратіонита (*) покажетъ окончательно природу этого минерала, но пока, основываясь на сходствѣ его угловъ съ углами уралортита, съ вѣроятностію можно полагать что онъ войдетъ въ число видоизмѣненій ортита. Чтобы привести въ соотношеніе кристаллы багратіонита съ кристаллами уралортита, стоитъ только принять что плоскости, на фигурахъ багратіонита, означенныя презъ M одинаковы съ плоскостями z уралортита, P съ M , b съ T , 20 съ n , $2d$ съ r и d съ z ; въ такомъ случаѣ получается:

$$a : b : c = 1,14259 : 1 : 0,64489 \text{ (для багратіонита)}$$

$$\gamma = 65^\circ 4', 8.$$

$$(a : b : c = 1,14918 : 1 : 0,64510 \text{ (для уралортита)})$$

$$\gamma = 65^\circ 5'.$$

Далѣе;

(*) Разложеніе это принялъ на себя Г. Профессоръ Гейнрихъ Розе.

<i>Въ багратіонитѣ.</i>	<i>Въ уралортитѣ.</i>
$M : T = 114^{\circ} 55', 2$	$114^{\circ} 55'$
$M : n = 105 \quad 10, 5$	$105 \quad 1$
$M : r = 116 \quad 35, 1$	$116 \quad 20$
$M : s = 145 \quad 41, 5$	$145 \quad 29\frac{1}{2}$
$M : z = 104 \quad 8, 0$	$104 \quad 8$
$T : r = 128 \quad 29, 7$	$128 \quad 45$
$T : s = 99 \quad 23, 3$	$99 \quad 35\frac{1}{2}$
$T : n = 111 \quad 21, 0$	$111 \quad 27$
$T : z = 125 \quad 25, 0$	$125 \quad 25\frac{1}{2}$
$r : s = 150 \quad 53, 6$	$150 \quad 50\frac{1}{2}$
$n : r = 125 \quad 47, 8$	$125 \quad 45$
$z : n = 150 \quad 41, 5$	$150 \quad 51$
$z : z = 109 \quad 10, 0$	$109 \quad 9$

Такъ какъ выше я старался доказать что уралортитъ, алланитъ, а слѣдовательно и церинъ и ортитъ, суть изоморфы съ эпидотомъ, то мнѣ кажется излишнимъ представить здѣсь, для сравненія, таблицы, заключающія въ себѣ результаты разложеній этихъ минераловъ.

	Кремнезема	Глинозема.	Окиси железа.	Окиси марганца.	Известн.	Горько- зема.	Воды.	Кали.	Натра.
1 (a)	45,00	29,00	3,00	—	21,00	—	—	—	—
1 (b)	44,00	32,00	2,50	—	20,00	—	—	—	—
2	39,30	29,488	6,48 (закиси)	слѣды.	22,956	—	1,56	—	—
3	40,25	30,25	4,50	—	22,50	—	2,00	—	—
4	40,03	29,83	4,24 (закиси)	7,55 (закиси)	18,85	—	—	—	—
5	40,74	28,94	5,19	1,78 (закиси)	20,52	4,75	—	—	—
6	40,208	25,588	7,68 (закиси)	слѣды.	23,28	—	1,708	—	—
7	40,00	26,46	6,33	—	20,66	3,60	—	1,50	—
8	44,56	23,72	8,33	—	24,71	—	—	—	—
9	40,62	29,18	6,19	—	22,67	0,73	0,42	—	—
10	37,00	21,00	24,00	1,50	15,00	—	—	—	—
11	36,14	22,24	14,29	2,12 (закиси)	22,86	2,38	—	—	—
12 (a)	41,00	28,90	13,90	—	13,60	0,60	—	—	—
12 (b)	40,90	28,90	14,00	—	16,20	—	—	—	—
13	38,885	18,85	16,34	0,26	16,00	6,10	—	0,46 (литія)	1,67
14	37,98	20,78	17,24	—	23,74	1,110	—	—	—
15 (a)	40,57	14,47	13,44	—	30,00	2,76	—	—	—
15 (b)	39,85	21,61	16,61	—	22,15	0,30	—	—	—
15 (c)	38,64	21,98	17,42	—	21,95	0,27	—	—	—
15 (d)	36,68	21,72	16,72	—	23,07	0,53	—	—	—
16	33,50	15,00	19,50	12,00 (закиси)	14,50	—	—	—	—
17	38,47	17,65	6,60	14,08 18,96	21,63 13,42	1,82	—	—	—
18	37,86	16,30	7,41 (закиси)	4,82 (закиси)	—	—	—	0,40 (окисило- ва и мѣди)	—
19	36,87	11,76	10,33	18,25	22,78	—	—	—	—

1. Цонзитъ изъ Коринѳи, Г. *Клапротомъ*: а) кристаллическій б) сплошной.

2. Цонзитъ изъ Коринѳи, Г. *Томсономъ*.

3. Цонзитъ изъ Фихтельгебиргъ, Г. *Бухольцомъ*.

4. Цонзитъ изъ Фихтельгебиргъ, Г. *Геффкеномъ*.

5. Цонзитъ изъ Falltigel въ Тиролю, Г. *Геффкеномъ*.

6. Цонзитъ изъ Вильямсбурга, Г. *Томсономъ*.

7. Цонзитъ изъ Grossard, Г. *Бенаромъ*.

8. Окристаллованный темно-бурый эпидотъ изъ Rothlaue при Guttannen въ Haslithal кантонъ Бернъ, Г. *Раммелъсбергомъ*.

9. Эпидотъ изъ Zwiesel въ Баваріи, Г. *Кюномъ*.

10. Фистацитъ изъ Арендаля, Г. *Вокеленомъ*.

11. Фистацитъ изъ Арендаля, Г. *Геффкеномъ*.

12. Фистацитъ съ острова Св. Іоанна, Г. *Беда-номъ*: а) зернистый б) шестоватый.

13. Пушкинитъ съ Урала, Г. *Озсрскинъ*.

14. Эпидотъ изъ Арендаля, Г. *Раммелъсбергомъ*.

15. Эпидотъ, Г. *Кюномъ*: а) зеленовато-желтый изъ Geier въ рудномъ краѣ, б) темно-зеленый изъ Дофине, с) изъ Penig въ Саксоніи, d) изъ Арендаля въ Норвегіи.

16. Марганцевый эпидотъ изъ St. Marcel въ Пиемонтъ, Г. *Кордье*.

17. То же, Г. *Гартвалемъ*.

18. То же, Г. *Собреро*.

19. То же, Г. *Геффкеномъ*.

1. Hönigst aus Hönigst, T. K. (Hönigst)
2. Hönigst aus Hönigst, T. K. (Hönigst)
3. Hönigst aus Hönigst, T. K. (Hönigst)
4. Hönigst aus Hönigst, T. K. (Hönigst)
5. Hönigst aus Hönigst, T. K. (Hönigst)
6. Hönigst aus Hönigst, T. K. (Hönigst)
7. Hönigst aus Hönigst, T. K. (Hönigst)
8. Hönigst aus Hönigst, T. K. (Hönigst)
9. Hönigst aus Hönigst, T. K. (Hönigst)
10. Hönigst aus Hönigst, T. K. (Hönigst)
11. Hönigst aus Hönigst, T. K. (Hönigst)
12. Hönigst aus Hönigst, T. K. (Hönigst)
13. Hönigst aus Hönigst, T. K. (Hönigst)
14. Hönigst aus Hönigst, T. K. (Hönigst)
15. Hönigst aus Hönigst, T. K. (Hönigst)
16. Hönigst aus Hönigst, T. K. (Hönigst)
17. Hönigst aus Hönigst, T. K. (Hönigst)
18. Hönigst aus Hönigst, T. K. (Hönigst)
19. Hönigst aus Hönigst, T. K. (Hönigst)

Для алланиита, ортита, церина и уралортита.

	Кремнезема	Глинозема.	Закиси железа.	Закиси марганц.	Закиси церія.	Окиси лантана.	Извести.	Горько- зема	Итріи.	Воды.
1	35,40	4,10	22,80	—	31,50	—	9,20	—	—	4,0 (летучихъ веществъ).
2	33,021	15,226	15,101	0,404	21,60	—	11,08	—	—	3,0
3	34,00	9,00	32,00	—	19,80	—	—	—	—	—
			(окиси)							
4	34,69	15,58	14,42	1,55	19,65	—	11,90	1,09	—	0,52
	35,15	16,23	15,55	0,98	13,34	5,80	12,02	0,78	—	0,50
	35,75	15,49	15,19	—	19,96	—	11,25	0,77	—	—
5										
	34,00	16,40	15,51	—	13,73	7,80	11,75	0,56	—	—
6	36,25	14,00	11,42	1,36	17,39	—	4,87	—	3,80	8,70
7	32,00	14,80	12,44	3,40	19,44	—	7,84	—	3,44	5,36
	36,24	8,18	9,06	—	4,98	—	5,48	0,61	29,81	4,59 (1)
8										
	33,60	12,58	13,48	—	4,56	—	9,59	1,60	20,83	3,34 (2)
9	34,93	14,26	14,90	0,85	21,43	—	10,42	0,86	1,91	0,52
10	32,77	14,32	14,76	1,12	17,70	2,31	11,18	0,50	0,35	2,51 (3)
(a)	32,70	14,09	15,31	—	20,28	—	11,07	неопр.	0,81	2,56
11										
(b)	33,81	13,04	15,65	—	20,50	—	9,42	0,38	1,45	3,38 (4)
12	32,93	15,54	4,21	0,39	20,01	—	6,76	2,15	0,59	17,55
13	33,05	15,29	16,64	—	20,55	—	10,18	1,58	1,18	1,24
14	27,59	16,14	16,01	1,55	11,75	—	2,28	4,94	2,12	11,46 (5)
15	30,17	11,31	20,72	—	28,19	—	9,12	—	—	— (6)
16	32,06	6,49	25,26	—	23,80	2,45	8,08	1,16	—	0,60
			(окиси)							
17	35,49	18,21	13,03	2,37 (окиси)	10,85	6,54	9,25	2,06	—	2,00

1. Алланитъ изъ Alluk, въ Гренландіи, Г. Тол-
сономъ

2. Алланитъ изъ Iglorsoit, Г. Стрѣмeyerомъ.

3. Алланитъ изъ Mysore, Г. Властономъ.

4. Алланитъ изъ Jotun-Fjeld, Г. Шереромъ.

5. Алланитъ изъ Snarum, Г. Шереромъ.

6. Ортитъ изъ Finbo, Г. Берцелиусомъ.

7. Ортитъ изъ Gottliebsgång, Г. Берцелиусомъ.

8. Ортитъ изъ Itterby, Г. Берлиномъ.

(1) 0,61 кали и натра.

(2) 0,62 — — —

9. Ортитъ изъ Fille-Fjeld, Г. Шереромъ.

10. Ортитъ изъ Hitteroe, Шереромъ. (3) 0,76 кали.

11. Ортитъ изъ Hitteroe, Г. Шереромъ. а) съ 3,5
относительнаго вѣса b) съ 3,373 относительнаго вѣса.
(4) 0,67 кали.

12. Желтый ортитъ изъ Eriksberg въ Стокгольмъ,
Г. Баромъ.

13. Ортитъ изъ Thiergarten близъ Стокгольма, Г.
Берлиномъ.

14. Ортитъ изъ Kullberge въ Стокгольмъ, Г. Бер-
линомъ. (5) 6,71 углекислоты.

15. Церинъ изъ Bistnäsgrube при Riddarhyttan, Г.
Гизингеромъ. (6) 0,87 окиси мѣди.

16. Церинъ изъ того же мѣсторожденія, Г. Шер-
еромъ.

17. Уралортитъ изъ Ильменскихъ горъ, Г. Гер-
манномъ.

Съ перваго взгляда на эти таблицы уже усматривается, что количество кремнезема въ ортитахъ подходит весьма близко къ количеству кремнезема, заключающагося въ эпидотъ; далѣе что сумма извести, горькозема, закиси церія и окиси лантана (тѣлѣ между собою изоморфическихъ) почти равна суммѣ извести и горькозема въ эпидотъ; наконецъ сумма глинозема и окисленнаго желѣза въ ортитахъ также почти равна суммѣ глинозема и окиси желѣза въ эпидотъ.

Наибольшая часть химиковъ принимаетъ, что желѣзо входитъ въ ортитахъ въ видѣ закиси, а не въ видѣ окиси, однако же нѣкоторые, какъ напримѣръ Гг. Волластонъ и самъ Г. Шереръ (для церина изъ Riddarhyttan), выведшій общую формулу для ортитовъ, даютъ въ своихъ разложеніяхъ, вмѣсто закиси, окись. Послѣдующія точныя химическія разложенія ортитовъ рѣшаютъ вопросъ въ какой степени окисленія находится въ нихъ желѣзо, здѣсь же мы примемъ на время, что желѣзо заключается напримѣръ въ уралортитъ, въ видѣ окиси и постараемся, при этомъ предположеніи, вывести химическую формулу этого минерала. По разложенію Г. Германна, составныя части уралортита суть слѣдующія:

*Соотвѣтствующій Прибли-
кислородъ. зительно.*

Кремнезема . . 55,49 — 18,449 18

Соответствующий Прибли-
кислородъ. зительно.

$$\begin{array}{rcl} \text{Глинозема} & . & . & 18,21 & - & 8,504 \\ \text{?Закиси желѣза.} & 13,03 & - & 4,449 \end{array} \left. \vphantom{\begin{array}{rcl} \text{Глинозема} & . & . & 18,21 & - & 8,504 \\ \text{?Закиси желѣза.} & 13,03 & - & 4,449 \end{array}} \right\} = 12,953 . . 12$$

(принимая
для окиси
желѣза).

$$\text{?Окиси марганца} \quad 2,37 - 0,717$$

$$\text{Извести} \quad . \quad . \quad . \quad 9,25 \quad . \quad . \quad . \quad 2,598$$

$$\begin{array}{rcl} \text{Закиси церія} & . & 10,85 \\ \text{Окиси лантана} & . & 6,54 \end{array} \left. \vphantom{\begin{array}{rcl} \text{Закиси церія} & . & 10,85 \\ \text{Окиси лантана} & . & 6,54 \end{array}} \right\} = 17,39 \quad 2,577$$

$$\text{Горькозема} \quad . \quad . \quad 2,06 \quad . \quad . \quad . \quad 0,797$$

$$\text{Воды} \quad . \quad . \quad . \quad 2,00$$

$$99,80$$

И такъ кислородъ $\ddot{\text{Si}}$, $\ddot{\text{R}}$ и $\ddot{\text{R}}$ относится почти такъ какъ 9 : 6 : 3, что даетъ слѣдующую формулу: $\text{R}^3 \ddot{\text{Si}} + 2\ddot{\text{R}} \ddot{\text{Si}}$, то есть формулу ничѣмъ не отличающуюся отъ формулы, выведенной Г. Раммельсбергомъ для эпидота.

III.

МЕХАНИКА.

Цилиндрическія воздухоудвныя машины.

(Изъ лекцій горной механики, преподаваемой въ Горномъ Институтѣ Инженеръ-Капитаномъ Олышевымъ).

Всѣ вообще машины, доставляющія сгущенный воздухъ въ различныя плавленныя печи или вытягивающія испорченный, изъ какого нибудь пространства, могутъ быть, въ отношеніи своего матеріальнаго состава, раздѣлены на два рода: 1) на машины, въ составъ которыхъ входятъ одиѣ твердыя тѣла, и 2) на машины, которыя состоятъ изъ твердыхъ тѣлъ и воды. Последняго рода воздухоудвныя машины называются *гидравлическими*.

Въ воздухоудвныхъ машинахъ, составленныхъ изъ однихъ твердыхъ тѣлъ, сгущеніе воздуха производится, собственно, плоскостью, которая двигается въ

заключенномъ пространствѣ; смотря по образу движенія этой плоскости мѣха, этого рода, бываютъ:

1) *Клинчатые*, въ которыхъ плоскость, нажимающая воздухъ, имѣетъ круговое возвратное движеніе

2) *Центробѣжный мѣхъ или вентиляторъ*, въ которомъ плоскость имѣетъ движеніе круговое непрерывное.

3) *Цилиндрическіе или лещинные*, въ которыхъ плоскость, сжимающая воздухъ, имѣетъ движеніе прямолинейное возвратное.

Въ гидравлическихъ мѣхахъ движеніе воздуху сообщается, или непосредственно водою, какъ напримѣръ въ такъ называемомъ *водяномъ барабанѣ*, или твердымъ тѣломъ, а вода служитъ только средствомъ для препятствованія прохождению воздуха между двигающеюся плоскостью и воздушнымъ резервуаромъ. Такіе мѣха могутъ быть также:

1) Съ прямолинейнымъ возвратнымъ движеніемъ, напримѣръ *Бадеровы мѣха*.

2) Съ круговымъ движеніемъ: *воздуходувная бочка*

Впрочемъ не смотря на такое разнообразіе воздуховыхъ машинъ, въ настоящее время употребляются исключительно, — *цилиндрической мѣхъ и центробѣжный мѣхъ*. Первый изъ этихъ мѣховъ служитъ для доставленія воздуха, плотность котораго превышаетъ 1,5 дюйма по ртутному духомѣру; центробѣжный же мѣхъ употребляется съ выгодною для доставленія воздуха менѣе сгущеннаго. Такъ

какъ достоинство каждой воздуходувной машины оцѣнивается отношеніемъ количества воздуха, ею доставляемаго, къ количеству работы двигателя, а эта послѣдняя работа находится въ прямой зависимости отъ скорости движенія воздуха, а потому для болѣе полного изученія этихъ машинъ, полагаемъ неизлишнимъ, показать, предварительно, формулы, которыми опредѣляется скорость воздуха въ различныхъ случаяхъ его движенія по воздухопроводамъ.

Для вывода этихъ формулъ надо допустить, подобно тому какъ при тяжелыхъ жидкостяхъ, нѣкоторыя предположенія, а именно:

1) *Параллелизмъ слоевъ*, то есть что всѣ частицы жидкости, принадлежащія бесконечно тонкому слою, перпендикулярному къ общему направленію, движутся почти параллельно между собою и съ одинаковою скоростью. Всѣ точки этого сѣченія будутъ подвержены одинаковому давленію.

2) Плотность жидкости сохраняется постоянно какъ при началѣ такъ и въ концѣ воздухопровода.

3) Объемъ воздуха, протекающій, чрезъ различные сѣченія трубы, въ извѣстное время, всегда остается постояннымъ, несмотря на то будутъ ли эти сѣченія равныя или различныя.

Эти предположенія оправдываются тѣмъ, что формулы основанныя на нихъ даютъ результаты весьма мало различающіеся отъ истинныхъ, выведенныхъ изъ наблюденій.

Допустивши предъидущія основанія, рассмотримъ какія нибудь два сѣченія АВ и А'В', перпендикулярныя къ оси трубы (Фигура 1).

Назовемъ чрезъ:

v и v' Скорости частицъ жидкости въ двухъ сѣченіяхъ.

p , и p' Давленія, выражаемые въ фунтахъ или пудахъ, на квадратный футъ, которымъ подвержены частицы жидкости въ двухъ соотвѣствующихъ сѣченіяхъ.

s Площадь сѣченія въ АВ.

s' Площадь сѣченія въ А'В'.

Очевидно масса жидкости АВ В'А' будетъ подвержена, съ одной стороны, дѣйствию силы sp , а съ другой, сопротивленію $s'p'$. Помножая эти силы на элементъ скоростей vdt и $v'dt$, получимъ:

sp, vdt Выраженіе элемента работы двигателя во время dt .

$s'p' v'dt$ Выраженіе элемента работъ сопротивленія во время dt .

Положимъ, что площадь $s > s'$, тогда, очевидно, скорость $v' > v$, потому что объемъ sv воздуха, протекающій въ 1'' чрезъ стеченіе АВ, долженъ равняться объему $s'v'$, протекающему чрезъ сѣченіе А'В'. Но для увеличенія этой скорости потребна нѣкоторая работа, которая, какъ извѣстно, выразится разностью живыхъ силъ, соотвѣствующихъ рассматриваемымъ сѣченіемъ.

$\frac{v^2 dm}{2}$ Живая сила элемента массы въ сѣченіи АВ,

$\frac{v'^2 dm}{2}$ живая сила элемента массы въ сѣченіи А'В'.

Разность этихъ живыхъ силъ:

$$dm \frac{(v'^2 - v^2)}{2}.$$

Полная работа двигателя должна равняться суммѣ работъ сопротивленій по этому,

$$sp, vdt = s'p'v'dt + \frac{(v'^2 - v^2)dm}{2}.$$

Замѣтимъ, что кромѣ предъидущихъ двухъ сопротивленій есть еще третье, которое происходитъ отъ тренія воздуха объ стѣны трубы; но этимъ сопротивленіемъ пренебрегаютъ, въ предположеніи, что труба очень короткая, а діаметръ ея довольно значительный.

Помножимъ все члены, предъидущаго выраженія на массу $\frac{\delta}{g}$ единицы объема воздуха, гдѣ δ есть весь единицы объема воздуха, а g дѣйствій тяжести, тогда будемъ имѣть:

$$p, \frac{\delta}{g} svdt = p' \frac{\delta}{g} s'v'dt + \frac{\delta}{g} \frac{v'^2 - v^2}{2} dm$$

Въ этомъ уравненіи $\frac{\delta}{g} svdt$ и $\frac{\delta}{g} s'v'dt$ выражаютъ собою элементы массъ воздуха, протекающаго, во

время dt , чрезъ сѣченія AB и $A'B'$, но каждая изъ этихъ массъ должна равняться массѣ dm , по этому:

$$p = p' + \frac{\delta}{g} \frac{v'^2 - v^2}{2}.$$

$$\text{Откуда } v'^2 - v^2 = \frac{2g}{\delta} (p - p').$$

$$\text{Но } v = v' \frac{s'}{s}, \text{ потому что } vs = v's',$$

Такимъ образомъ предыдущее выраженіе приметъ видъ:

$$v'^2 \left(1 - \frac{s'^2}{s^2}\right) = \frac{2g}{\delta} (p - p')$$

$$\text{Откуда } v' = \sqrt{\frac{2g (p - p')}{\delta \left(1 - \frac{s'^2}{s^2}\right)}}$$

Чтобы перейти, теперь, къ скорости W , съ которою воздухъ станетъ вытекать чрезъ отверстіе ab , разсматриваемаго воздухопровода, стоитъ только, въ предыдущей формулѣ, вмѣсто давленія p' поставить внѣшнее давленіе p и площадь сѣченія s' замѣнить площадью отверстія ab , которую мы назовемъ чрезъ a , но какъ воздухъ проходя чрезъ отверстіе ab , претерпѣваетъ сжатіе, а по этому, для большой точности результатовъ, площадь a надобно помножить на коэффициентъ m сжатія струи.

И такъ формула для скорости истеченія приметъ такой видъ:

$$W = \sqrt{\frac{2g (p - p')}{\delta \left(1 - \frac{m^2 a^2}{s^2}\right)}} \dots (I)$$

Дробь $\frac{m^2 a^2}{s}$, почти всегда бывает незначительна, такъ что ею можно пренебречь, отъ чего формула (I) упрощается:

$$W = \sqrt{\frac{2g(p_1 - p)}{\delta}} \dots \dots (II).$$

Зная скорость воздуха можно опредѣлить, весьма легко и расходъ его Q въ 1'', помножая скорость на площадь сѣченія и на коэффициентъ сжатія, такъ что:

$$Q = maw.$$

Коэффициентъ m зависитъ отъ формы отверстія и по опытамъ D' Aubuisson'a имѣетъ слѣдующія величины:

0,65 Когда отверстіе истечения, сдѣлано въ тонкой стенѣ сосуда,

0,74	} для цилиндрическихъ наса-	} въ 20 діаметр.	
0,83			} докъ въ діаметръ до $\frac{2}{3}$ дюйма
0,93			
			— 10 ———
			— 5 ———

0,93 Для всѣхъ цилиндрическихъ насадокъ очень короткихъ.

0,94 Для коническихъ насадокъ.

Въ приложеніяхъ къ воздуходушнымъ машинамъ, формула (I) или (II) можетъ служить для опредѣленія скорости воздуха, истекающаго изъ сопла, — если густота его измѣряется духомѣромъ, непосредственно, возлѣ сопла.

Численный примѣръ. Опредѣлить расходъ воздуха при слѣдующихъ обстоятельствахъ:

Диаметръ сонла $d = 1,5$ дюйма $= 0,125$ футамъ.

Высота ртутнаго духомъра $c = 2,4$ дюйма $= 0,2$ фута.

Температура воздуха $t = 250^\circ$ столбическаго термометра.

Въ этомъ случаѣ для формулы (II) имѣемъ:

$$p, - p = 939,5 \times c = 939,5 \times 0,2.$$

$$\text{Log. } 939,5 = 2,97290$$

$$\text{Log. } 0,2 = \bar{1},30103$$

$$\underline{2,27393 = \text{Log. } 187,9}$$

$$p, - p = \underline{187,9} \text{ фунт.}$$

$$\delta = \frac{0,03568(2,492 + 0,2) - 0,03568 \times 2,692}{1 + 0,004 \times 250} \quad \underline{2}$$

$$\text{Log. } 0,03568 = \bar{2},55242$$

$$\text{Log. } 2,692 = 0,43008$$

$$\underline{2,98240}$$

$$\text{Log. } 2 = \underline{0,30103}$$

$$\underline{2,68137 = \text{Log. } 0,04801}$$

$$\delta = \underline{0,04801} \text{ фунт.}$$

Дѣлая формулу (II) логарифмическаго получимъ:

$$\text{Log. } W = \underline{\text{Log. } 64,4 + \text{Log. } (p, - p) - \text{Log. } \delta.}$$

2

$$\text{Log. } 64,4 = 1,80889$$

$$\text{Log. } (p, - p) = 2,27393$$

$$\underline{4,08282}$$

$$\text{Log. } \delta = \bar{2},68137$$

$$\underline{5,40145}$$

$$5,40145 = 2,70072 = \text{Log. } 502,02$$

$$\underline{2}$$

$$W = \underline{502,02} \text{ футовъ въ секунду.}$$

Расходъ воздуха.

$$Q = m\pi' d^2 W = 0,94 \times 0,785 (0,125)^2 \times 158,75$$

$$\text{Log. } 0,94 = \bar{1},97313$$

$$\text{Log. } 0,787 = \bar{1},89487$$

$$2 \text{ Log. } 0,125 = \bar{2},19582$$

$$\text{Log. } 502,02 = 2,70072$$

$$\underline{0,76254 = \text{Log. } 5,788}$$

$$Q = \underline{5788} \text{ кубическихъ футовъ въ секунду.}$$

Предъидущая формула (II) выведена въ томъ предположеніи, что длина разсматриваемаго воздухопровода небольшая, а діаметръ его очень значительный. Если же, напротивъ того, воздухъ станеть протекать по трубъ довольно значительной длины, тогда, для опредѣленія скорости истеченія воздуха, предъидущая формула (I) или (II) дѣлается уже недостаточною, потому что въ подобномъ случаѣ обнаруживается сопротивленіе отъ тренія, которое имѣеть довольно значительное вліяніе на уменьшеніе скорости теченія. Величина этого сопротивленія, для газообразныхъ жидкостей, подобно тому какъ и для воды, выражается слѣдующею практическою формулою:

$$\frac{\delta}{g} \omega L (ku + k'u^2).$$

Гдѣ ω периметръ средняго сѣченія A воздухопровода. и скорость этого сѣченія.

k' и k Численные коэффициенты, зависящіе отъ свойства жидкости.

L Длина трубы.

$\frac{\delta}{g}$ Масса единицы объема воздуха.

Пространство проходимое треніемъ во время dt , есть $u dt$, а потому количество работы имъ поглощаемое будетъ:

$$\frac{\delta}{g} \omega L (ku + k'u^2) u dt = \frac{\omega}{A} L (ku + k'u^2) \frac{\delta}{g} A u dt.$$

Въ этомъ выраженіи членъ ku , заключающій первую степень скорости, по малости можетъ быть уничтоженъ; произведеніе $\frac{\delta}{g} A u dt$ означаетъ элементъ массы, для единицы объема воздуха, которую назовемъ чрезъ dm , по этому предъидущее выраженіе приметъ видъ:

$$\frac{\delta}{g} \omega L (k'u^2) u dt = \frac{\omega}{A} L k'u^2 dm.$$

Условіе постояннаго расхода требуетъ, чтобы $Au = maw$.

$$\text{Откуда } u = \frac{maw}{A}$$

Слѣдовательно предъидущее выраженіе, для работы отъ тренія, приметъ такой видъ,

$$\frac{\delta}{g} \omega L (ku + k'u^2) u dt = k' \frac{\omega}{A} L \frac{mua^2}{A^2} w^2 dm.$$

Такимъ образомъ составляя равенство между работою двигателя $sp, u dt$ и работами отъ сопротивленій получимъ, подобно предыдущему,

$$sp, v dt = m a p w dt + \frac{w^2 - v^2}{2} dm - k' \frac{\omega}{A} L \frac{m^2 a^2}{A^2} w^2 dm.$$

Кромѣ тренія трубы, воздухъ встрѣчаетъ еще сопротивленіе, при самомъ началѣ воздухопровода, потому что несмотря на то соединяется ли воздухопроводная труба, непосредственно, съ воздуходувною машиною или съ промежуточнымъ резервуаромъ всегда при входѣ воздуха въ трубу, происходитъ, сперва, сжатіе струи, а потомъ ударъ жидкости объ стѣны трубы.

Послѣ удара, движеніе воздуха дѣлается постояннымъ со скоростью u' гораздо меньшею той, которая соотвѣтствуетъ мѣсту наибольшаго сжатія; назовемъ эту послѣднюю скорость чрезъ u_2 , — тогда разность скоростей будетъ $(u_2 - u')$, а количество работы, соотвѣтствующее этой потерѣ, въ каждый элементъ времени dt , выразится живою силою:

$$\frac{(u_2 - u')^2 dm}{2}$$

Прибавимъ эту работу ко второй части предыдущаго уравненія, получимъ:

$$sp, v dt = m a p w dt + \frac{(w^2 - v^2)}{2} dm + k' \frac{\omega}{A} L \frac{m^2 a^2}{A^2} w^2 dm + \frac{(u^2 - u'^2)}{2} dm.$$

Помножимъ все члены на $\frac{\delta}{g}$

$$p, \frac{\delta}{g} s v dt = p, \frac{\delta}{g} m a w dt + \frac{\delta(w^2 - v^2)}{g} dm + \frac{\delta k'}{g} \frac{\omega}{A} L \frac{m^2 a^2}{A^2} w^2 dm +$$

$$\frac{\delta(u_2 - u')^2}{g} dm, \text{ но } \frac{\delta}{g} s v dt = \frac{\delta}{g} m a w dt = dm, \text{ по этому, сокращая,}$$

$$\text{получимъ, } \frac{2g}{g} (p, - p) = (w^2 - v^2) + 2k' \frac{\omega}{A} L \frac{m^2 a^2}{A^2} w^2 +$$

$$(u_2 - u')^2.$$

Назовемъ чрезъ m' коэффициентъ сжатія при про-
ходѣ воздуха чрезъ отверстіе $a'b'$, чрезъ a' площадь
этого отверстія, тогда

$$m' a' u_2 = m a w$$

$$\text{Откуда } u_2 = \frac{m a w}{m' a'}$$

$$\text{Кромѣ того } \Lambda u' = m a w.$$

$$\text{Откуда } u' = \frac{m a}{\Lambda} w$$

$$\text{По этому } u_2 - u' = \frac{m a}{m' a'} w - \frac{m a}{\Lambda} w = \frac{m a}{\Lambda} w \left(\frac{\Lambda}{m' a'} - 1 \right)$$

$$\text{Изъ условія } s v = m a w.$$

$$v = \frac{m a w}{s}$$

Поставивши эти величины въ предъидущія выра-
женія, получимъ:

$$\frac{2g}{\delta} (p, - p) = w^2 \frac{m^2 a^2}{s^2} w^2 + 2k' \frac{\omega}{A} L \frac{m^2 a^2}{A^2} w^2 + \frac{m^2 a^2}{A^2}$$

$$w^2 \left(\frac{\Lambda}{m^2 a^2} - 1 \right)^2$$

$$\text{Откуда } w = \sqrt{\frac{2g(p, - p)}{\delta \left\{ 1 - \frac{m^2 a^2}{s^2} + \frac{m^2 a^2}{\Lambda^2} \left[2k' \frac{\omega}{A} + \left(\frac{\Lambda}{m' a'} - 1 \right)^2 \right] \right\}}} \dots \text{ (III)}$$

Если отверстіе a' равно сѣченію A трубы, тогда:

$$\left(\frac{A}{m'a'} - 1\right)^2 = \left(\frac{1}{m'} - 1\right)^2 = \left(1 - \frac{m'}{m}\right)^2$$

Но эта дробь, почти всегда, бываетъ очень мала, такъ что ея можно пренебречь. Коэффициентъ k' принимается равнымъ $k' = 0,001$, по этому предыдущая формула упростится.

$$W = \sqrt{\frac{2g(p_1 - p_2)}{\delta \left(1 - \frac{m^2 a^2}{s^2} + 0,002 \omega L \frac{m^2 a^2}{A^3}\right)}} \dots \dots (IV)$$

Разсматривая формулы (III) и (IV) видимъ, что чѣмъ воздухопроводная труба длиннѣе, тѣмъ менѣе скорость истеченія воздуха, а потому и должно стараться, при устройствѣ воздухопроводовъ, дѣлать ихъ по возможности короткими. Также легко замѣтить, что чѣмъ діаметръ трубы болѣе тѣмъ скорость w , при всѣхъ прочихъ обстоятельствахъ, будетъ болѣе

При воздуходувныхъ машинахъ, весьма часто, воздухъ проводится трубою $M'N'$, отъ цилиндра MN , не прямо въ печь, но сначала въ особенный резервуаръ $M''N''$ называемый *регуляторомъ*, у котораго площадь поперечнаго сѣченія гораздо болѣе сѣченія воздухопровода (фигура 3). Такъ какъ скорость воздуха въ регуляторѣ, которую мы назовемъ чрезъ u'' , менѣе скорости W , которую онъ имѣетъ при проходѣ чрезъ отверстіе ab , а слѣдовательно, со стороны регулятора, сопротивленіе на площадь отверстія ab , будетъ $ma\rho wdt$ уменьшенное живою силою

$\left(\frac{w - u''}{2}\right)dm$, соответствующую разности скоростей $(W - u'')$.

Такимъ образомъ отношеніе между работою двигателя и вѣми сопротивленіями, приметъ такой видъ:

$$Sp, vdt = mapw dt - \left(\frac{w - u''}{2}\right)dm + \left(\frac{w - u'}{2}\right)^2 dm + \frac{w^2 - v^2}{2} dm \\ + k \frac{\omega}{A} L \frac{m^2 a^2}{A^2} w^2 dm$$

Назовемъ площадь поперечнаго сѣченія регулятора чрезъ B , то:

$$Bu'' = maw.$$

$$w - u'' = w - \frac{mav}{B} = w \left(1 - \frac{ma}{B}\right)$$

$$W^2 \left\{ 1 - \frac{m^2 a^2}{s^2} + \frac{m^2 a^2}{A^2} \left[2k' \frac{\omega L}{A} + \left(\frac{A}{m'a'} - 1 \right)^2 \right] - \left(1 - \frac{ma}{B} \right)^2 \right\} = \frac{2g}{\delta} (p_1 - p)$$

Откуда

$$W = \sqrt{\frac{2g (p_1 - p)}{\delta \left\{ 1 - \frac{m^2 a^2}{s^2} + \frac{m^2 a^2}{A^2} \left[2k' \frac{\omega L}{A} + \left(\frac{A}{m'a'} - 1 \right)^2 \right] - \left(1 - \frac{ma}{B} \right)^2 \right\}}} \quad (V)$$

Если $A = a$, и при концахъ воздухопровода не будетъ клапановъ, въ такомъ случаѣ можно положить $m = 1$, предъидущая формула примѣтъ видъ:

$$W = \sqrt{\frac{2g (p_1 - p)}{\delta \left\{ 1 - \frac{A^2}{s^2} + 0,002 \frac{\omega L}{A} + \left(\frac{A}{m'a'} - 1 \right)^2 - \left(1 - \frac{A}{B} \right)^2 \right\}}} \quad (VI)$$

Въ приложеніяхъ, къ воздуходушнымъ машинамъ, формула (VI) будетъ служить, какъ въ послѣдствіи покажется, для опредѣленія густоты ρ , воздуха въ воз-

духодувномъ цилиндрѣ, для того чтобы въ регуляторѣ имѣть желаемую густоту p .

При употребленіи предъидущихъ формулъ встрѣтится надобность опредѣлить давленія p , и p воздуха сгущеннаго и атмосфернаго и такъ же вѣсь δ единицы объема воздуха.

Давленіе атмосфернаго воздуха измѣряется барометромъ, показывающимъ высоту ртутнаго столба, который уравниваетъ собою давленіе атмосферы. Средняя высота барометра, на горизонтъ моря и при температурѣ 0° , равна 29,9 дюймамъ или 2,492 фута.

Давленіе атмосфернаго воздуха на единицу площади, за которую мы будемъ принимать смотря по роду вычисленій, или одинъ квадратный дюймъ, или одинъ квадратный футъ, найдется такъ:

Если g вѣсь кубическаго дюйма ртути, то $g \times 29,9$ давленіе атмосферы на 1 квадратный дюймъ. Если R вѣсь кубическаго фута ртути, то $R \times 2,442$ давленіе атмосферы на одинъ квадратный футъ.

гдѣ $g = 0,5436$ фунта.

$R = 959,9$ фунта.

Производя вычисленіе получимъ давленіе атмосферы:

На 1 кв. дюймъ $g \times 29,9 = 16,25$ фунтовъ.

— 1 кв. футъ $R \times 2,492 = 2340$ фунта $= 58,5$ пудовъ.

Или вообще называя чрезъ s высоту барометрическаго столба ртути, измѣряющаго давленіе воздуха

при температурѣ t° , то давленіе на одинъ квадратный дюймъ будетъ:

$$P = \frac{c \times g}{1 \pm 0,00018t^{\circ}} \text{ на квадрат. футъ } p = \frac{c \times R}{1 \pm 0,00018t^{\circ}}.$$

Давленіе сгущеннаго воздуха, въ какомъ нибудь резервуарѣ, опредѣляется, съ большею удобностью посредствомъ *духомѣтра*, общее устройство котораго состоитъ изъ двухъ коленчатой стеклянной трубки, изгибъ коей, обращенный книзу наполняется ртутью или водою. Одно колено такой трубки сообщается съ гущеннымъ воздухомъ, а другое остается открытымъ. Давленіе, производимое сгущеннымъ воздухомъ, заставляетъ ртуть или воду понижаться въ одномъ колѣнѣ и соразмѣрно подниматься въ другомъ. Разность высоты жидкостей въ обоихъ колѣнахъ будетъ мѣрою избытка внутренняго давленія предъ внѣшнимъ.

На (фигурахъ 4 и 5) представленъ ртутный *духомѣръ* весьма хорошаго устройства, стеклянная изогнутая трубка прикрѣплена къ мѣдной дощечкѣ, одинъ конецъ этой трубки, обращенный кверху, оставленъ открытымъ, а другой, обгибая мѣдную дощечку, проходитъ въ заднюю стороу ея и опускается книзу; по срединѣ дощечки, между двумя коленами стеклянной трубки, находится подвижная скала, съ намѣченными на ней дѣленіями, которая помощію винта а можетъ быть утверждена на желаемой высотѣ.

(Фигуры 6 и 7) показываютъ способъ укрѣпленія духомѣра на воздухопроводной трубѣ, двѣ деревянныя накладки с,с, обхватываютъ трубу и связываются между собою помощію желѣзныхъ обоймъ d,d и болтовъ съ гайками е,е.

Посредствомъ духомѣра опредѣляется непосредственно избытокъ $p_1 - p$, внутренняго давленія предъ внѣшнимъ. Въ самомъ дѣлѣ назовемъ чрезъ с разность между горизонтами ртути въ обонхъ коленахъ. Эта разность называется *высотой духомѣра* и обыкновенно выражается въ дюймахъ. Такимъ образомъ при высотѣ с давленіе, наповерхности квадратнаго дюйма, будетъ $0,5436 \times c$, а слѣдовательно внутреннее давленіе:

$$p_1 = p + 0,5436 \times c \text{ ф.}$$

или

$$p_1 - p = 0,5436 \times c.$$

И такъ чтобы получить разность $p_1 - p$ надобно замѣченную высоту духомѣра, въ дюймахъ помножить на число 0,5436.

Если потребуются знать величину давленія на квадратный футъ поверхности, тогда надобно прежнюю высоту духомѣра выразить въ футахъ и помножить на число 939,5 футовъ, такъ что разность:

$$p_1 - p = 939,5 \times c \text{ футовъ.}$$

Когда вмѣсто ртутнаго духомѣра будетъ водяной, тогда, очевидно, при одинаковомъ давленіи, высоты c' и c столбовъ водянаго и ртутнаго духомѣровъ,

будутъ находиться между собою въ обратномъ отношеніи относительныхъ вѣсовъ двухъ жидкостей, такъ что:

$$c' = 13,56 \times c.$$

Гдѣ 13,56 относительный вѣсъ ртути.

Плотность или вѣсъ единицы объема воздуха, при какомъ нибудь давленіи p и температурѣ t найдется, принявъ въ соображеніе: 1) что плотности газообразныхъ тѣлъ прямо пропорціональны ихъ упругостямъ или обратно ихъ объемамъ и 2) что всѣ газообразныя тѣла, на каждый градусъ стоград. терм. расширяются на 0,00366 ихъ первоначальнаго объема. Число 0,00366 называется коэффициентомъ расширяемости газообразныхъ тѣлъ и какъ доказано многими опытами, его можно принять за величину постоянную для тѣхъ небольшихъ упругостей воздуха, которыя встрѣчаются обыкновенно въ практикѣ.

Назовемъ чрезъ x объемъ воздуха при 0° и при упругости p' , а чрезъ v' объемъ того же вѣса воздуха при томъ же давленіи, но при температурѣ t' , тогда, очевидно, этотъ послѣдній объемъ, въ функціи объема x , выразить такъ:

$$v' = x (1 + 0,00366t').$$

Но въ заводскихъ строеніяхъ вообще воздухъ нѣсколько влаженъ, котораго расширяемость болѣе чѣмъ у сухаго воздуха, по этому можно принять:

$$v' = x (1 + 0,004t').$$

Откуда $x = \frac{v'}{1+0,004t'}$

Пусть x' будетъ выражать тотъ объемъ, въ который обратится x , когда температура этого послѣдняго сдѣлается t , а давленіе p' остаются прежнее, тогда:

$$x' = x(1+0,004t) = v' \frac{1+0,004t}{1+0,004t'}$$

Но два объема x' и v одинаковой температуры, но различныхъ давленій p' и p будутъ относиться между собою:

$$\frac{v}{x'} = \frac{p'}{p}$$

Слѣдовательно

$$v = x' \frac{p'}{p} = v' \frac{p'}{p} \frac{(1+0,004t)}{(1+0,004t')}$$

Но плоскости δ и δ' , соотвѣтствующія объему v и v' обратно пропорціональнымъ этимъ объемамъ то есть $\frac{\delta}{\delta'} = \frac{v'}{v}$ по этому:

$$\delta = \delta' \frac{p}{p'} \frac{(1+0,004t')}{(1+0,004t)}$$

При температурѣ 0° и высотѣ барометра 2,492 фута (29,9 дюйма) всѣхъ кубическаго фута воздуха равенъ 0,089 фунта. Если въ предыдущей формулѣ сдѣлаемъ фут.

$$t' = 0, p' = 959,5 \times 2,492 = 2340.$$

$$\delta' = 0,089.$$

Получимъ:

$$\delta = \frac{0,089 p}{2340 (1+0,004t)}$$

Если давленіе p измѣряется высотѣ b барометра въ такомъ случаѣ,

$$p = 939,5 \times b.$$

Когда давленіе сгущеннаго воздуха измѣряется посредствомъ высоты c духомѣра, тогда:

$$p = 939,5 (b + c).$$

Вѣсъ кубическаго фута сгущеннаго воздуха опредѣлится по формулѣ:

$$\delta = \frac{0,089 \times 939,5 (b + c)}{2340 (1 + 0,004)}$$

или

$$\delta = \frac{0,003568 (b + c)}{1 + 0,0041} \text{ фунтовъ.}$$

Густота воздуха, употребляемая въ заводскихъ производствахъ. Эта густота зависитъ преимущественно отъ качества употребляемаго горючаго матеріала, отъ высоты печей, отъ температуры какую желаютъ въ нихъ произвести и наконецъ отъ того, нагрѣтымъ или холоднымъ дутьемъ дѣйствуетъ печь. Должно допустить вообще, что для произведенія одной и той же температуры, дутье должно быть тѣмъ сильнѣе, чѣмъ плотнѣе горючій матеріалъ. Такимъ образомъ въ доменныхъ печахъ, дѣйствующихъ коксомъ высота духомѣра не должна быть менѣе 4-хъ дюймовъ и перѣдко увеличивается она до 6 дюймовъ, въ доменныхъ же печахъ дѣйствующихъ древеснымъ углемъ, высота духомѣра обыкновенно измѣняется отъ 2 до 3 дюймовъ.

Въ другихъ же печахъ, меньшихъ размѣровъ, высота духомѣра примѣняется обыкновенно отъ 1 до 2 дюймовъ, смотря по качеству горючаго матеріала. Наконецъ въ кузнечныхъ горнахъ высота духомѣра примѣняется отъ 0,5 до 1 дюйма, смотря потому древеснымъ или каменнымъ углемъ они дѣйствуютъ.

Для произведенія одной и той же температуры при горячемъ и холодномъ дутьѣ, въ первомъ случаѣ потребна меньшая высота духомѣра.

Объемъ воздуха, который долженъ доставляться въ печь, опредѣляется обыкновенно потому собранію, что на каждый фунтъ угля должно доставлять въ печь отъ 6 до 7 фунтовъ воздуха, количество которое достаточно для того, чтобы фунтъ угля превратить въ CO_2 , а потому если мы означимъ q вѣсъ горючаго матеріала, употребляемаго въ каждую секунду времени, то $6 \times q$ или $7 \times q$ будетъ вѣсъ воздуха, который должно доставить въ печь, въ то же время, а

$$\frac{6 \times q}{0,089} = Q \text{ или } \frac{q \times 7}{0,089} \text{ будетъ объемъ воздуха}$$

атмосферной пустоты и комнатной температуры.

Впрочемъ на практикѣ можетъ оказаться, что объемъ Q не есть самый выгодный, но ошибка которая при этомъ встрѣтиться не можетъ имѣть большой важности.

Измѣреніе температуры воздуха. При употреб-

ленин нагрѣтаго воздуха, надобно весьма часто наблюдать за его температурою. Для этого обыкновенно въ недалекомъ разстояніи отъ сопла, дѣлается, въ воздухопроводной трубѣ, отверстіе которое закрывается небольшимъ клапаномъ. Въ это отверстіе повременамъ вставляютъ ртутный термометръ или желѣзные щипчики, съ какимъ нибудь металломъ или сплавомъ, которыхъ степень плавленія извѣстна.

Ртутный термометръ можетъ быть удобно употребляется до 300° температуры.

Изъ металловъ употребляется:

Олово, которое начинается плавиться при 210°

Висмутъ . . . . . 256°

Свинецъ . . . . . 260°

Цинкъ . . . . . 360°

Сюрьма . . . . . 432°

Изъ сплавовъ наиболѣе употребляются состоящіе изъ *висмута, свинца, и олова.*

Слѣдующая таблица показываетъ содержаніе и степень плавленія различныхъ сплавовъ.

Вис- муть.	Сви- нецъ.	Олово.	Температура плавленія.	Вис- муть.	Сви- нецъ.	Олово.	Темпера- тура плав- ленія.
5	1	4	стоград. 118°,9	— —	6	4	211,0
8	10	8	130, 0	— — —	7	4	215,0
1	— —	1	141, 2	— —	8	4	227,0
8	16	10	151, 0	— — —	9	4	237,0
8	26	24	160, 0	— — —	11	4	246,0
— —	4	7	170, 0	— —	12	4	250,0
— —	4	10	175, 0	— —	17	4	261,0
— —	4	12	180, 0	—	23	4	270,0
— —	4	19	190, 0	— —	36	4	281,0
— —	5	4	199, 0	— —	54	4	290,0

Устройство и расположеніе цилиндрическихъ мѣховъ. Для прочности постройки, для меньшей потери воздуха при сжатіи его до желаемтй пустоты и также для безопасности отъ огня, въ настоящее время цилиндрическіе мѣха готовятся изъ чугуна.

Для выгоднѣйшаго употребленія движущей силы, для достиженія большой равномерности дѣйствія и равнымъ образомъ для упрощенія механизма, чугуна

ныя цилиндрическіе мѣха дѣлаются двудувными. Однодувные же по этимъ причинамъ выводятся изъ употребленія.

Фигуры 8, 9, 10 и 11 представляютъ расположеніе составныхъ частей двудувнаго цилиндрическаго мѣха весьма хорошаго устройства.

Воздуходувный цилиндръ состоитъ изъ трехъ частей: 1) верхней или крышки ВВ, 2) средній или корпуса LL и 3) нижній или дна NN. Эти части устанавливаются на чугунной фундаментной доскѣ DD и связываются между собою посредствомъ закраинъ. Чтобы сдѣлать это соединеніе непроницаемымъ для воздуха, въ промежуткѣ между закраинами кладется тонкое свинцовое или пеньковое кольцо, которое, помощію болтовъ, крѣпко прижимается къ прикасающимся поверхностямъ закраинъ.

Корпусъ воздуходувнаго цилиндра внутри долженъ быть гладко высверленъ и по всѣй длинѣ одинаковаго діаметра.

Дно NN цилиндра имѣетъ три отверстія, —Е и S для впуска и выпуска воздуха, которыя закрываются клапанами и М для прохода вовнутренность цилиндра во время его чистки или поправки.

Крышка ВВ, цилиндра, имѣетъ два отверстія Е и S', одно для впуска, а другое для выпуска воздуха и кромѣ того сальникъ Н, чрезъ который проходитъ желѣзный, хорошо обточенный, воршевой стержень Т.

Къ выпускнымъ отверстіямъ S и S' придѣлывается, такъ называемая, воздушная коробка VV , которая попеременно, изъ верхней и нижней части цилиндра, отводитъ воздухъ въ общій резервуаръ. На воздушной коробкѣ находятся дверцы p и p' , чрезъ которыя можно наблюдать за дѣйствіемъ выдувныхъ клапановъ.

Поршень при воздуходушныхъ цилиндрахъ, обыкновенно, состоитъ изъ чугунаго прута (тарелки), который по окружности гладко обточенъ. Для болъшей прочности поршневая тарелка снабжается ребрами, расположенными попеременно, на обѣихъ ея сторонахъ, по направленію радіусовъ; промежутки между ребрами задѣлываются деревомъ.

Діаметръ поршневой тарелки дѣлается нѣсколько менше внутренняго діаметра цилиндра.

По окружности она одѣвается, въ два ряда, кожею, концы которой, помощію деревянныхъ или чугуновыхъ сегментовъ и болтовъ съ гайками, плотно прижимаются къ поверхностямъ тарелки.

Толщина поршня должна удовлетворять условію, чтобы онъ вовремя своего хода неимѣлъ боковаго движенія, такъ чтобы верхняя его поверхность оставалась бы въ положеніи совершенно горизонтальною. Для опредѣленія толщины поршня, которую мы назовемъ чрезъ e , положимъ что понаправленію одной изъ его производящей AB (фигура 15) треніе вдругъ увеличилось количествомъ F . Чтобы сохра-

нить ходъ поршня правельнымъ, надобно, съ противуположной стороны, по направленію производящей CD, увеличить давленіе, которое можно разсматривать сосредоточнымъ въ срединѣ линіи CD, количествомъ p такимъ, чтобы $fp = F$; но между силами p и F , около точки вращенія g , должно существовать равновѣсіе:

$$p \frac{e}{2} = F \frac{D}{2}$$

$$\text{или } p \frac{e}{2} = fp \frac{D}{2}$$

$$\text{откуда } e = fD$$

И такъ, чтобы поршень, вовремя дѣйствія, не имѣлъ боковаго движенія, надобно давать ему толщину равную произведенію изъ его діаметра на коэффициентъ тренія.

Такъ какъ стѣны цилиндра смазываются графитомъ или, какъ у насъ на Уралѣ, талькомъ самаго нѣжнаго сложенія, по этому коэффициентъ тренія можно принять равнымъ $f = 0,15$.

Поршневой стержень дѣлается изъ твердаго желѣза, вѣрно обтачивается и шлифуется. Діаметръ его дѣлать, обыкновенно, равнымъ $\frac{1}{8}$ діаметра цилиндра.

Клапаны. Для закрыванія отверстій, воздуходушныхъ цилиндровъ, всегда употребляются плоскіе клапаны, вращающіеся на шарнирахъ. Коническіе же клапаны или плоскіе со стержнемъ, при воздуходушныхъ машинахъ, никогда неупотребляются. Кла-

паны располагаются нѣсколько въ наклонномъ положеніи для того, чтобы могли, въ надлежащее время, запираяться дѣйствіемъ собственно своего вѣса.

При небольшой упругости воздуха, клапаны дѣлаются деревянные и состояются изъ двухъ склеенныхъ дощечекъ, изъ которыхъ нижняя обклеивается войлокомъ или бараньимъ мѣхомъ, а верхняя кожею.

Когда же воздухъ доставляется машиною болѣе сгущенный, тогда клапаны дѣлаются желѣзные. Они состоятъ изъ двухъ желѣзныхъ пластинокъ, изъ которыхъ верхняя нѣсколько болѣе нижней; въ промежутокъ между пластинками кладется кожа; выставившійся конецъ который служить клапану шарниромъ. Желѣзныя пластинки соединяются между собою винтами.

Вообще при устройствѣ клапановъ надобно обращать вниманіе на уменьшеніе ихъ вѣса и на увеличеніе ихъ поверхности, потому что при тяжелыхъ клапанахъ и малой ихъ поверхности, воздухъ значительно теряетъ свою густоту.

Въ самомъ дѣлѣ назовемъ чрезъ:

q вѣсъ клапана,

α уголъ наибольшаго подъема, составляемый вертикальной линіею съ направленіемъ клапана.

p_2 внутреннее давленіе воздуха надъ клапаномъ, на единицу поверхности.

a площадь клапана.

Тогда $q \sin \alpha$ (фигура 12) будетъ перпендикулярное давленіе на поверхность клапана въ слѣдствіе его вѣса, — $p_2 \times a$ давленіе отъ упругости воздуха. Очевидно полное напряженіе, отъ котораго закрывается клапанъ, будетъ:

$$p_2 a + q \sin \alpha.$$

Назовемъ давленіе атмосферы презъ p . При входѣ воздуха въ цилиндръ клапанъ станетъ подыматься въ слѣдствіи давленія p , до тѣхъ поръ покуда не уредится равновѣсіе между внутреннимъ давленіемъ и вѣшнымъ.

По этому получимъ равенство,

$$p a = p_2 a + q \sin \alpha$$

$$\text{откуда } p_2 = p - \frac{q \sin \alpha}{a}$$

Изъ этого выраженія видно, что внутреннее давленіе p_2 будетъ тѣмъ болѣе подходить къ равенству вѣшняго давленія p , чѣмъ вѣсъ q меньше и площадь a значительнѣе. Но упругости, одной и той же жидкости, при равныхъ объемахъ и температурахъ, пропорціональны плотностямъ, слѣдовательно въ воздуходувный цилиндръ будетъ входить тѣмъ болѣе воздуха, чѣмъ вѣсъ клапана меньше и поверхность его болѣе.

Въ практикѣ клапаны дѣлають длиною 9 дюймовъ, а шириною 8 дюймовъ, такъ что поверхность его

составляет 0,5 квадратнаго фута. При такихъ размѣрахъ, желѣзный клапанъ вѣситъ около 0,86 фунта. Во время дѣйствія воздуходувной машины уголь α доходить до 15° , что составляетъ для $\sin. \alpha$ почти 0,25.

Предъидущее отношеніе можетъ быть приложено къ клапанамъ вдувающимъ сгущенный воздухъ въ резервуаръ. Назовемъ чрезъ p_3 давленіе сгущеннаго воздуха въ цилиндрѣ, а чрезъ p_2 давленіе въ воздушной коробкѣ.

Тогда

$$p_3 a = p_2 a + q \sin \alpha$$

Откуда

$$p_3 = p_2 + \sin \alpha \cdot \frac{q}{a}$$

Это уравненіе показываетъ, что давленіе воздуха, въ воздушной коробкѣ, будетъ всегда меньше давленія его въ цилиндрѣ.

Воздухопроводныя трубы. Воздухопроводныя трубы, служащія для доставленія воздуха отъ мѣховъ къ регулятору и отъ регулятора къ печамъ, бывають обыкновенно чугуныя и только при не большихъ упругостяхъ изъ листоваго желѣза. Чугуныя трубы состоятъ изъ частей длиною отъ 6 до 7 футовъ, соединяющихся между собою посредствомъ закраинъ (фигура 15). Между закраинами закладывается кожаное или свинцовое плоское кольцо и потомъ сжимають ихъ помощію винтовъ съ гайками. Тамъ гдѣ трубы составляютъ часть воздухоматрѣ-

вательнаго аппарата, ихъ соединяють какъ показано на (фигурѣ 16); промежутокъ между трубами брѣнко забиваютъ мастикой, которая состоитъ изъ семи частей желѣзныхъ или чугуновыхъ опилокъ съ двумя частями жирной глины, разведенной на уксусъ или слабой уксусной кислотѣ. Воздухопроводныя трубы располагаются всегда ниже пола фабрики и притомъ такъ, чтобы къ нимъ можно было имѣть удобный доступъ. По этому онѣ помѣщаются всегда въ каменномъ каналѣ, который сверху закрывается чугунными плитами.

При устройствѣ воздухопроводныхъ трубъ, должно стараться давать имъ наименьшую длину, наименьшее число изгибовъ и дѣлать діаметръ ихъ по возможности большимъ. Въ противномъ случаѣ напрасная потѣря работы, отъ тренія, будетъ довольно значительная. Если D діаметръ воздухоуднаго цилиндра и D' діаметръ воздухопровода, то наименьшее отношеніе между ими должно быть:

$$\frac{D}{D'} = 0,25$$

Такъ какъ діаметры воздухоудныхъ цилиндровъ весьма рѣдко превышаютъ 4 футовъ, по этому діаметръ воздухопроводныхъ трубъ дѣлають отъ 1 до 1,5 фута.

Проводъ ссущеннаго воздуха изъ главной трубы въ печь. Воздухъ изъ трубы въ печь проводится посредствомъ: *духоваго фонтана, рукава и сопла.*

Духовымъ фонтаномъ называется вертикальная труба, идущая непосредственно изъ главной воздухопроводной трубы; отъ духового фонтана идетъ горизонтальная труба, называемая *рукавомъ*, а въ концѣ рукава насаживается коническая короткая труба, называемая *сопломъ*.

При холодномъ дутьѣ и небольшой густотѣ воздуха рукавъ можетъ быть кожаный; но при горячемъ дутьѣ онъ дѣлается всегда изъ чугуна и для управленія сопломъ употребляютъ одно изъ устройствъ показанныхъ на (фигурѣ 16) или (фигурѣ 17). На фигурѣ 18 А духовой фонтанъ, который верхней части *шп* можетъ закрываться клапаномъ S. Винтовой стержень T проходитъ чрезъ бронзовую гайку EE, прикрывленную къ чугунной крышкѣ RR. Чугунный рукавъ B соединяется съ верхнею частью фонтана, посредствомъ закраинъ. Сопло B' вкладывается въ рукавъ B и давленіемъ сгущеннаго воздуха плотно нажимается ко внутреннему выступу PQ. Это устройство очень просто. Во время чистки или перемѣны фурмы сопло легко можетъ быть отодвинуто назадъ.

Устройство показанное на фигурѣ 19 нѣсколько сложнее предъидущаго, но зато представляетъ большее удобство для управленія сопломъ въ фуруменномъ отверстіи. Духовой фонтанъ А въ верхней части можетъ закрываться щитомъ, который состоитъ изъ доски S съ винтовымъ стержнемъ T. Чу-

гунный рукавъ В, посредствомъ стержня Т' можетъ принимать поступательное движеніе назадъ и впередъ. Сопло В' соединяется съ рукавомъ посредствомъ круглой чугунной накладки PQ, которая дозволяетъ ему имѣть круговое движеніе.

Размѣры трубъ для воздухомънагрѣвательнаго снаряда. Нагрѣвательная поверхность, воздухомънагрѣвательнаго снаряда, опредѣляется по количеству теплорода, которое можетъ передаваться въ единицу времени, чрезъ каждый квадратный футъ чугунной поверхности. Это количество зависитъ отъ разности температуръ внутри и внѣ трубъ и также отъ устройства самаго снаряда.

Въ нагрѣвательныхъ снарядахъ, нынѣ употребляемыхъ, температура воздуха доходитъ отъ 250° до 350° столбатуенаго термометра и по опытамъ Г. Walter'a, чрезъ *каждый квадратный футъ чугунной поверхности можетъ проходить до 10 единицъ теплорода въ одну минуту.*

Назовемъ чрезъ Q объемъ воздуха (при 0° и высоту барометра $h=2,492$ фута.) который долженъ нагрѣваться въ продолженіи минуты, до температуры t ; чрезъ S нагрѣвательную поверхность, въ квадратныхъ футахъ, тогда очевидно:

$$S \times 10 = Q \times 0,089 \times t \times 0,265$$

гдѣ 0,265 относительный теплородъ воздуха, 0,089 вѣсъ кубическаго фута воздуха.

$$\text{откуда } S = \frac{Q \times 0,089 \times t \times 0,265}{10} = 0,0023585. Qt$$

Пусть S' будет полное сѣченіе всехъ трубъ, V скорость воздуха въ трубъ, которая не должна быть болѣе 20 и 25 футовъ въ секунду и наконецъ C высота духомѣра, тогда получимъ такое условіе:

$$60VS' = \frac{Q(1 + 0,004t)b}{(b + c)}$$

$$\text{откуда } S' = \frac{Q(1+0,004t^\circ)b}{60V(b + c)}.$$

Если R внутренній радіусъ трубы, въ такомъ случаѣ число N трубъ опредѣлится такъ:

$$N = \frac{S'}{\pi R^2}$$

Называя чрезъ E толщину трубъ, то $R + E$ будетъ внѣшній ея радіусъ, $2\pi(R+E)$ ея окружность. По этому длина каждой трубы опредѣлится изъ уравненія:

$$L = \frac{S}{2\pi(R+E)N}$$

Нагрѣвательныя трубы, какъ извѣстно, соединяются съ двумя главными трубами, изъ которыхъ по одной, холодный воздухъ проводится изъ машины въ нагрѣвательный снарядъ, а другая служитъ для провода уже нагрѣтаго воздуха въ плавиленную печь. Площадь поперечнаго сѣченія каждой изъ этихъ

двухъ трубъ должна равняться полному сѣченію S' всехъ нагрѣвательныхъ трубъ; и по этому внутренній ея діаметръ будетъ равенъ $\sqrt{\frac{S'}{0,875}}$

Численный примѣръ. Определить число и длину трубъ, для воздухомнагрѣвательнаго снаряда, при слѣдующихъ данныхъ:

$Q = 1200$ кубическихъ футовъ въ минуту.

$t^\circ = 300^\circ$ столбчатнаго термометра.

$C = 2,4$ дюйма $= 0,2$ фута.

Нагрѣвательная поверхность:

$$S = 0,0023585 \times Q \times t^\circ = 0,0023585 \times 1200 \times 300$$

$$\text{Log. } 0,0023585 = \bar{5},37263$$

$$\text{Log. } 1200 = 3,07918$$

$$\text{Log. } 300 = 2,47712$$

$$\underline{2,92895 = \text{Log. } 849}$$

$$S = \underline{849} \text{ квадратныхъ футовъ.}$$

Допуская скорость воздуха, въ главной воздухопроводной трубѣ, 20 футовъ въ секунду, полное сѣченіе всехъ трубъ будетъ:

$$S' = \frac{Q(1+0,004t)h}{60v(b+c)} = \frac{1200(1+0,004 \times 300)2,492}{60 \times 20 \times (2,492+0,2)} = \frac{1,2 \times 2,492}{2,692}$$

$$\text{Log. } 1,2 = 0,07918$$

$$\text{Log. } 2,492 = 0,39655$$

$$\underline{0,47573}$$

$$\text{Log. } 2,692 = 0,43008$$

$$\underline{0,04565 = \text{Log. } 1,1108}$$

$S'=1,1108$ квадратных футовъ.

Если внутренний діаметръ каждой нагревательной трубы примемъ $2R=0,3$ фута, то число трубъ:

$$N = \frac{s'}{\pi R^2} = \frac{1,1108}{3,14(0,15)^2}$$

$$\text{Log. } 3,14=0,49695$$

$$2 \text{ Log. } 0,15=\bar{2},35218$$

$$\hline \bar{2},84911$$

$$\text{Log. } 1,1108=0,04565$$

$$\hline 1,19654=\text{Log. } 15,723$$

$$N = \underline{16}$$

Если толщина каждой трубы $E = 1,2$ дюйма = 0,1 фута, то внешний діаметръ будетъ $2(R + E) = 0,5$ фута, а длина каждой трубы:

$$L = \frac{s}{2\pi(R+E)} = \frac{849}{3,14 \times 0,5 \times 16}$$

$$\text{Log. } 3,14=0,49695$$

$$\text{Log. } 0,5=\bar{1},69897$$

$$\text{Log. } 16=1,20412$$

$$\hline 1,39992$$

$$\text{Log. } 849=2,92895$$

$$\hline 1,52901=\text{Log. } 33,806$$

$$L = \underline{33,8} \text{ футовъ.}$$

Площадь поперечнаго сѣченія каждой боковой трубы должна равняться 1,1108 квадратнымъ футамъ, а потому внутренний ихъ діаметръ будетъ 1,189 футовъ.

Регуляторы. Разсматривая способ дѣйствія двудувнаго цилиндрическаго мѣха, легко замѣтить, что воздухъ ими доставляемый ни въ какомъ случаѣ не можетъ идти непрерывною струею, потому что онъ начнетъ выходить изъ цилиндра въ то время, когда упругость его сдѣлается нѣсколько большая упругости воздуха, заключающагося въ воздушной коробкѣ. Стало быть поршень будетъ проходить нѣкоторую часть своего подъема не вытѣняя воздуха изъ цилиндра. Кромѣ того, не смотря на всю правильность хода движителя, движеніе поршня, какъ зависящее отъ кривошипа, будетъ всегда переменное; потому что въ началѣ поршневаго размѣра скорость его равна нулю, въ срединѣ она получаетъ наибольшую величину; далѣе опять скорость начинаетъ уменьшаться и въ концѣ поршневаго подъема обращается въ нуль, стало быть какъ объемъ, такъ и плотность, выдуваемого воздуха, стануть измѣняться по тому же закону.

Въ самомъ дѣлѣ, назовемъ R радіусъ кривошипа, отъ котораго передастся движеніе поршню; $AB = 2R$ размахъ поршня (фигура 18). Когда кривошипъ опишетъ дугу ADB , а поршень перейдетъ изъ положенія A въ B , тогда, принимая радіусъ за единицу, вытесненный имъ объемъ воздуха представится числомъ 2. Раздѣлимъ дугу AB на четыре равныя части, AC , CD , DE и EB проходимыя кривошипомъ въ равныя времена, предполагая движеніе его со-

вершнно правильнымъ, тогда соответствующія пространства, проходимыя поршнемъ или все равно объемы воздуха имъ вытесняемые, будутъ АМ, МО, ОМ' и М'В.

Объемъ расходуемаго воздуха въ равныя времена АС, CD, DF, и FB, постояненъ и равенъ $\frac{2}{4} = 0,5$. Объемъ воздуха вытесненный поршнемъ, въ то время когда кривошипъ пройдетъ пространство CD,

$$\text{будеть: } MO = \frac{RV\sqrt{2}}{2} = 0,707.$$

Разность между этими объемами:

$$0,707 - 0,50 = 0,207.$$

Эта же разность найдется между объемомъ, соответствующимъ дугѣ АС и объемомъ, соответствующимъ пространству АМ, пройденному поршнемъ. Слѣдовательно отъ неравномѣрнаго движенія поршня избытокъ и недостатокъ противу средняго объема, будетъ составлять почти $\frac{1}{5}$ всего объема воздуха, выдуваемаго цилиндромъ.

Къ этой неравномѣрности надобно прибавить еще ту, которая можетъ происходить отъ кривошипа, въ слѣдствіе неравномѣрнаго напряженія движителя; но въ металлургическихъ операціяхъ равномерная густота воздуха, доставляемаго въ печь, составляетъ необходимое условіе, а потому надобно, воздухъ доставляемый цилиндрами, приводить къ равномерной густотѣ. Это достигается посредствомъ такъ называемыхъ *регуляторовъ*.

Регуляторы бывают двухъ родовъ съ постояннымъ и переменнымъ объемами. Регуляторы *постояннаго объема*, представляютъ собою большой резервуаръ, совершенно непроницаемый для воздуха. Они дѣлаются изъ котельнаго желѣза. Форма ихъ можетъ быть въ видѣ параллелепипеда, цилиндра или сферы; послѣдняя имѣетъ то преимущество, что при одинаковомъ объемѣ, съ первыми, занимаетъ наименьшую поверхность. Смотря по размѣрамъ регулятора, желѣзнымъ листамъ, для надлежачаго сопротивленія, даютъ толщину отъ 0,08 до 0,16 дюймовъ; (фигура 19) представить устройство желѣзнаго регулятора.

Иногда регуляторы постоянного объема выкладываются изъ кирпича и помѣщаются въ фундаментъ воздуходувной машины. Кирпичъ, въ подобной постройкѣ, долженъ быть связанъ весьма хорошимъ цементомъ.

Очевидно, регуляторъ будетъ тѣмъ болѣе уравновѣшивать густоту воздуха, доставляемаго въ печь, тѣмъ объемъ его болѣе относительно объема воздуходувнаго цилиндра. По этому вмѣстимость регулятора должна опредѣляться въ обратномъ отношеніи къ степени равномерности густоты доставляемаго воздуха. Вообще эту вмѣстимость опредѣляютъ потому соображенію, чтобы *разность между объемами, заключающагося въ нихъ воздухъ, при наибольшимъ и среднимъ давленіяхъ, равнялась бы то-*

му избытку въ объемъ, который происходитъ отъ неравномѣрности движенія поршня.

Этотъ избытокъ, какъ выше замѣчено, составляетъ 0,207 объема воздухоуднаго цилиндра.

И такъ назовемъ чрезъ:

V объемъ воздухоуднаго цилиндра.

N объемъ регулятора.

b высоту барометра.

c среднюю высоту духомѣра.

$c+x$ наибольшую высоту духомѣра.

nN есть объемъ регулятора при среднемъ давленіи, $\frac{nN(b+c)}{b+c+x}$ объемъ при наибольшемъ давленіи,—

разность между этими объемами должна быть:

$$nV - \frac{nV(b+c)}{b+c+x} = \frac{0,207V(b+c)}{b+c+x}$$

или $nVx = 0,207V(b+c)$.

$$\text{Откуда } n = \frac{0,207}{x} \frac{(b+c)}{c}$$

Изъ этого выраженія видно, что при данной густотѣ воздуха c ,— n зависитъ отъ величины x ; чѣмъ x меньше, тѣмъ объемъ регулятора будетъ болѣе и на оборотъ. Эта же формула показываетъ, что вмѣстимость постояннаго регулятора уменьшается съ увеличеніемъ густоты воздуха.

Напримѣръ, положимъ что средняя высота духомѣра $c = 0,5$ фута (5,6 дюйма). Посмотримъ какъ великъ долженъ быть регуляторъ когда для x возьмемъ дробь $x = 0,04$.

$$n = \frac{0,207}{0,04} \times \frac{(2,492+0,3)}{0,3} = 5,175 \times 9,3 = 48,13.$$

Слѣдовательно, для разности 0,04, между измѣненіями духомѣра и при густотѣ воздуха 3,6 дюйма, объемъ регулятора долженъ быть почти въ 50 разъ болѣе объема воздухоуднаго цилиндра. Въ практикѣ дробь x не должна быть болѣе $x=0,08$.

Когда воздухъ будетъ доставляться двумя воздухоудными цилиндрами, поршни которыхъ получаютъ движеніе отъ двухъ кривошиповъ, расположенныхъ подъ прямымъ угломъ, тогда неравномѣрность доставляемаго воздуха уменьшится на половину, а потому и объемъ регулятора долженъ быть въ двои менѣе предыдущаго резервуара. Наконецъ когда воздухъ доставляется тремя цилиндрами, поршни которыхъ получаютъ движеніе отъ трехъ кривошиповъ, расположенныхъ, одинъ относительно другаго, подъ угломъ въ 120° , тогда объемъ регулятора уменьшится еще на половину противу предыдущаго. Впрочемъ въ подобномъ случаѣ и безъ употребленія регулятора, упругость воздуха бываетъ довольно равномѣрная.

Регуляторы перемѣннаго объема. Они представляютъ собою резервуаръ, котораго вмѣстимость можетъ измѣняться пропорціонально объему вдуваемаго воздуха и чрезъ это сохраняютъ его густоту почти постоянною. Этого рода регуляторы бываютъ трехъ видовъ: 1) регуляторъ водяной; 2) регуляторъ

Горн. Журн. Кн. V. 1848 9

съ поршнемъ и 3) регуляторъ съ подвижнымъ ящикомъ или колоколомъ. Последний регуляторъ соединяеть въ себя, въ одно время два предыдущіе.

Водяной регуляторъ, состоитъ изъ деревяннаго или металлическаго ящика (фигуры 20, 21 и 22) снизу открытаго и помѣщеннаго въ резервуаръ, наполненный водой до известнаго горизонта. Ящикъ расположенъ на чугунныхъ балкахъ р и прикрѣпленъ къ нимъ помощію желѣзныхъ тягъ а в. Концы ММ балокъ загоняются въ каменную одѣжду, составляющую бока резервуара. Воздухъ изъ цилиндра въ регуляторъ проводится трубою Е и выходитъ изъ него трубою F.

Отъ неравномѣрности въ объемахъ, доставляемаго воздуха, внутренній горизонтъ воды въ ящикѣ, станетъ измѣняться и эта перемѣна въ горизонтѣ будетъ тѣмъ меньше, чѣмъ поверхность ящика значительнѣе. Измѣненія же въ густотѣ воздуха будутъ тѣмъ нечувствительнѣе, чѣмъ первоначальный объемъ ящика болѣе.

Положимъ, что вмѣстимость резервуара гораздо значительнѣе вмѣстимости ящика, такъ что перемѣна въ высотѣ внутренняго горизонта неимѣетъ вліянія на вѣншній горизонтъ и высота, этого послѣдняго, остается, по этому, постоянною. Назовемъ чрезъ Нрстояние отъ внутренняго, средняго горизонта до вѣншняго или все равно до крышки ящика, предполагая ея вровень съ горизонтомъ. Оче-

видно H , въ то же время, будетъ выражать среднее давленіе воздуха въ водѣ. Если высота H помножител на площадь S ящика, то SH выразитъ объемъ его. Назовемъ чрезъ x дробь, при которой $H + xH$ выражаетъ наибольшее давленіе воздуха въ регуляторъ. Отъ избытка $0,207V$ объема доставляемаго воздуходувнымъ цилиндромъ, — объемъ регулятора увеличится на количество SxH . Разность между объемами $0,207V$ и SxH должно равняться разности объемовъ регулятора при большемъ и среднемъ давленіяхъ то есть.

$$SH = \frac{SH(b+H)}{b+H+xH} = \frac{(0,207v - SxH)(b+H)}{b+H+xH}$$

$$\text{Откуда } SH = \frac{0,207v(b+H)}{x(b+2H)}$$

Для примѣра возьмемъ, подобно какъ при регуляторѣ постояннаго объема, $x=0,04, H=0,5$ фута по ртутному духомѣру или $H=4,08$ фута по водяному духомѣру; $b=55,89$ футовъ получимъ

$$SH = \frac{0,207}{0,04} \times \frac{37,97}{42,05} V = 5,175 \times 0,9v = 4,657v.$$

И такъ въ этомъ случаѣ объемъ регулятора долженъ быть въ четыре или пять разъ болѣе объема воздуходувнаго цилиндра.

Предъидущее выраженіе, полученное для объема регулятора, суть только теоретическое и не можетъ, въ строгомъ смыслѣ, дать вернаго результата на практикѣ, потому что при выводѣ его непринято въ

соображеніе одно обстоятельство, имѣющее важное вліяніе на измѣненіе густоты доставляемаго воздуха а именно при вычисленіяхъ предполагалось, что объемъ регулятора или все равно внутренній горизонтъ воды измѣняется совершенно пропорціоноально количествамъ доставляемаго воздуха; но въ дѣйствительности этого неможетъ быть, потому что перемѣна въ густотѣ и объемахъ воздуха происходитъ въ весьма короткое время, между тѣмъ какъ вода, получивши нѣкоторую скорость не можетъ мгновенно измѣнить ея. Отъ этого горизонтъ воды всегда нѣсколько переходитъ выше той точки, которой соответствуетъ равновѣсіе и причиняетъ перемѣну въ густотѣ воздуха независимо отъ неравномѣрности самой воздуходувной машины.

Это обстоятельство довольно затруднительно ввести въ вычисленіе, а потому въ практикѣ опредѣляютъ объемъ регулятора принимая за основаніе то, что возвышеніе и пониженіе горизонта дѣлаются отъ этого въ двояъ большія. И такъ въ предъидущемъ выраженіи надобно вмѣсто x поставить половину той величины, которую желаютъ имѣть въ дѣйствительности то есть полагая $x' = \frac{x}{2}$, по этому получимъ:

$$SH = \frac{0,207v(b+H)}{x'(b+2H)} = \frac{0,207}{0,02} \times \frac{37,97}{42,05} v = 10,35 \times 0,9v = 315v.$$

При этомъ объемъ, принимая въ соображеніе послѣднее обстоятельство, густота воздуха будетъ из-

мѣняться не болѣе какъ на дробь $x=0,04$. Замѣтимъ, что въ практикѣ высота ящика бываетъ нѣсколько болѣе высоты H , соотвѣтствующій наибольшему давленію воздуха въ регуляторѣ, потому что крышка ящика располагается отъ 0,5 до 1 фута надъ поверхностью горизонта воды въ резервуарѣ и кромѣ того для воспріятствованія воздуху проходить сквозь воду, — ребра ящика опускаются ниже внутренняго горизонта около $\frac{1}{3}$ всего напора воды.

Теперь намъ остается разсмотрѣть тотъ случай, когда, по устройству регулятора, внѣшній горизонтъ не можетъ сохраняться постояннымъ, но вмѣстѣ со внутреннимъ измѣняетъ свою высоту. При такомъ расположеніи густота воздуха станетъ измѣняться, увеличиваясь или уменьшаясь, гораздо быстрее, чѣмъ соотвѣтствующія измѣненія въ объемѣ. Въ самомъ дѣлѣ если внутренній горизонтъ понизится, напримѣръ, на количество XH , то внѣшній горизонтъ возвышается, въ то же время, на то же количество XH , стало быть густота воздуха увеличится количествомъ $2XH$, между тѣмъ какъ объемъ регулятора увеличится только на величину XH . А потому для опредѣленія вместимости регулятора поступаютъ такъ, если $H+2XH$ представляетъ наибольшее давленіе, допускаемое въ регуляторѣ, то объемъ его опредѣляется въ предположеніи давленія $H+X'H$.

Такимъ образомъ получимъ:

$$SH - \frac{SH(b+H)}{b+H+X'H} = \left(0,207v - \frac{SHX'}{2}\right) \frac{(b+H)}{b+H+HX}$$

$$\text{или } SH[2HX' + X'(b+H)] = 0,414v(b+H)$$

$$\text{Откуда } SH = \frac{0,414v(b+H)}{X'(b+3H)}$$

Полагая, подобно предыдущему, $2X' = X = 0,04$
 $H = 4,08$ футовъ $b = 33,89$ футовъ, получимъ.

$$SH = \frac{0,414}{0,02} \times \frac{37,97}{46,13} v = 20,7 \times 0,84v = 17,39v$$

И такъ, принимая въ соображеніе всѣ обстоя-
 тельства, имѣющія вліяніе на густоту воздуха, — объ-
 емъ водянаго регулятора долженъ быть почти въ осемь-
 надцать разъ болѣе объема воздухоуднаго цилиндра.

Регуляторъ съ поршнею, состоитъ изъ чугунаго,
 хорошо высверленнаго цилиндра, внутри котораго
 ходитъ поршень. Этого рода регуляторы, по при-
 чинѣ тренія поршня объ стѣны цилиндра и несо-
 вершенной пропорціональности между объемами и
 соотвѣствующими упругостями, выполняютъ свое
 назначеніе несоотвѣтственно цѣнности своего устрой-
 ства; а потому въ настоящее время они совершен-
 но выведены изъ употребленія.

*Регуляторъ съ подвижнымъ ящикомъ или коло-
 коломъ*, (фигуры 23 и 24) представляютъ устрой-
 ство этого регулятора. Два концентрическіе цилин-

дра bb dd, чугунные или желѣзные, сверху открыты и утверждены на чугунной фундаментной доскѣ BD.

Въ кольцевое пространство, между этими цилиндрами, наполненное до известной высоты водою, опускается подвижной желѣзный колокол mm. Крышка колокола чугунная съ отверстіемъ для предохранительнаго клапана S. Въ серединѣ крышки колокола находится желѣзный стержень T, движеніе котораго направляется мѣдною подушкою xx. Боковое движеніе колокола, около его оси, уничтожается помощію ушковъ gg, которыхъ движеніе направляется желѣзными стержнями jj.

Нижніе концы, стержней jj, соединяются съ наружнымъ цилиндромъ, а верхнія прикрѣпляются къ чугунной или деревянной доскѣ LL, которой концы загнуты въ стѣны строенія.

Въ серединѣ балки LL находится мѣдная подушка для направленія стержня T и стальные пружины, ввидѣ ресоръ, для уменьшенія удара колокола во время его качанія.

Подъемъ колокола ограничивается гайками Q и Q', привинчивающимися къ стержню T.

Воздухъ, изъ цилиндра въ регуляторъ, проводится трубою F, а изъ регулятора въ печь идетъ трубою F.—

При употребленіи, подобнаго регулятора объемъ его дѣлаютъ не болѣе какъ въ двое противу объема воздухоуднаго цилиндра. Если $CS=V$ будетъ

объѣмъ воздухоуднаго цилиндра, гдѣ C размахъ поршня, а S сѣченіе цилиндра, въ такомъ случаѣ сѣченія S регулятора дѣлается не болѣе $S'=1,85$.

Отъ неравноѣрности густоты воздуха, доставляемаго цилиндромъ, колоколъ станетъ совершать качанія, величина которыхъ опредѣлится по уравненію:

$$0,207v = S' \times X$$

$$\text{Откуда } x = \frac{1,207v}{S'}$$

Полное же качаніе или разстояніе между конечными точками цѣлаго размаха, при наибольшемъ и наименьшемъ давленіяхъ, будетъ $2 X$.—

Высота прибора, очевидно, зависитъ отъ густоты воздуха, и она должна быть такова, что предполагая колоколъ поднятымъ до крайняго предѣла, разстояніе между внутреннимъ горизонтомъ воды и верхнимъ краемъ наружнаго цилиндра, должно быть по крайней мѣрѣ равно высотѣ колоны воды, дѣлающей равновѣсіе съ наибольшимъ давленіемъ воздуха въ регуляторѣ.

Вѣсъ колокола долженъ равняться давленію сгущеннаго воздуха. Напримѣръ, положимъ что площадь крышки колокола составляетъ 10 кв. футовъ а густота воздуха измѣряется 4,08 футами по водяному духомѣру. Въ этомъ случаѣ внутреннее давленіе воздуха на колоколъ составитъ:

$$4,08 \times 10 \times 1,72 = 70,176 \text{ пудовъ.}$$

гдѣ 1,72 всѣхъ кубическаго фута воды въ пудахъ.

Если собственный всѣхъ колокола окажется недостаточнымъ, въ такомъ случаѣ можно его увеличить нарочно для того приготовленными чугунными планками, которыми обрѣмѣвается крышки колокола.

Объемъ регулятора измѣняется отъ повышенія или пониженія, какъ самаго колокола, такъ и горизонта воды. Отъ пріобрѣтенной скорости воды, будетъ происходить неравномѣрность въ густотѣ воздуха, подобно тому какъ было замѣчено при водяномъ регуляторѣ. Кромѣ того, отъ пріобретенной живой силы, колоколъ, во время качаній, всегда переходитъ нѣсколько выше той точки, которой соответствуетъ равновѣсіе между приращеніемъ объема регулятора и избыткомъ объема доставляемаго воздухоуднымъ цилиндромъ, а потому неравномѣрность въ густотѣ воздуха отъ этого увеличивается.

Но живая сила колокола пропорціональна его массѣ, а потому эти вредныя вліянія на густоту воздуха, будетъ тѣмъ незначительнѣе, чѣмъ всѣхъ колокола менѣе или все равно давленіе воздуха слабѣе. Съ другой стороны скорость поршня, воздухоуднаго цилиндра, имѣетъ такъ же вліяніе на равномѣрность густоты, потому что съ уменьшеніемъ этой скорости уменьшается быстрота въ перемѣнахъ объема, доставляемаго воздуха, а потому качанія колокола будутъ отъ того медленнѣе и между объема-

ми регулятора и объемами, вдуваемого воздуха, будет большая пропорциональность.

Общее заключеніе. Сравнивая между собою различного рода регуляторы, въ отношеніи ихъ дѣйствія, выводится, что регуляторы переменнаго объема, какъ то: водяной и съ колоколомъ, могутъ съ большею пользою употребляться при небольшой густотѣ и незначительной скорости доставляемаго воздуха. Регуляторы же постояннаго объема, на противъ того, даютъ хорошее дѣйствіе при значительной густотѣ воздуха, какая требуется, на примѣръ, для дѣйствія доменныхъ печей.

Расположеніе воздухоудныхъ цилиндровъ относительно двигателя.

Воздуходувные цилиндры приводятся въ движеніе, или гидравлическими пріемниками, или паровыми машинами. Въ томъ и другомъ случаѣ, передача движеній можетъ быть весьма разнообразна и зависитъ сколько отъ мѣстныхъ обстоятельствъ, только же и отъ произвола строителей.

Во всякомъ случаѣ надо стараться устраивать приводы менѣе сложные, такъ чтобы движеніе ими передавалось съ наименьшею потерей движущей силы. При обширныхъ металлургическихъ операціяхъ принято за правило снабжать воздухоудныя машины отдѣльнымъ двигателемъ, подавая ему никакихъ постороннихъ приводовъ.

Когда двигателемъ служить гидравлическое ко-

лесо, тогда передача движеній можетъ зависетьъ отъ скорости колеса и поршня воздухоуднаго цилиндра; потому что называя чрезъ:

h размахъ поршня воздухоуднаго цилиндра.

u скорость его въ секунду.

k число оборотовъ гидравлическаго колеса въ одну минуту.

$C = \frac{h}{2}$ длину кривошипа.

То $\frac{2h}{u}$ будетъ число секундъ для полнаго размаха поршня, а $\frac{60}{k}$ число секундъ для одного оборота колеса. Если:

$$\frac{2h}{u} = \frac{60}{k} \text{ или } k = \frac{30u}{h}$$

въ такомъ случаѣ, для передачи движенія на валъ гидравлическаго колеса насаживать кривошипъ и соединяють его помощію шатуна съ балансиромъ; а этотъ послѣдній сообщаетъ движеніе поршнево-му стержню посредствомъ паралелограмма. Если же напругивъ того:

$$\frac{60}{k} < \frac{2h}{u}$$

что наиболѣе бываетъ, тогда, для увеличенія скорости, движеніе колеса переносится, зубчатыми колесами, на другой валъ, который долженъ совершить одинъ оборотъ въ продолженіи $\frac{2h}{u}$ секунды.

Для равномерности движеній гидравлическаго при-

емника, необходимо употреблять маховое колесо, которое должно заключать въ себѣ живую силу, въ 5 или 6 разъ большую работы, расходуемой двигателемъ въ единицу времени.

Называя чрезъ T работу двигателя, то количество дѣйствія маховаго колеса должно быть около $6T$. Если P вѣсъ маховика, v его скорость, то произведеніе $\frac{P}{g} \frac{v^2}{2}$ выразить его живую силу, которая должна равняться:

$$\frac{P}{g} \frac{v^2}{2} = 6T.$$

$$\text{или } Pv^2 = 2 \times 32,2 \times 6T = 386,4T.$$

Откуда можно опредѣлить вѣсъ P въ функціи скорости, V , или на оборотъ.

Такъ какъ количество дѣйствія маховаго колеса пропорціонально его массѣ и квадрату скорости, по этому, для уменьшенія вѣса матеріала и безполезной работы отъ тренія вертлюгъ, гораздо выгоднѣе давать маховому колесу большую скорость. На этомъ основаніи маховое колесо насаживается на отдѣльный валъ, которому, помощію зубчатыхъ колесъ, сообщается отъ 80 до 100 оборотовъ въ минуту.

Когда двигателемъ служитъ паровая машина, тогда для расположенія воздуходушныхъ цилиндровъ, можно употребить различныя системы. Простѣйшая изъ нихъ и весьма часто употребляемая на заводахъ Англіи, состоитъ въ томъ, что располагаютъ возду-

ходувный цилиндръ на другомъ концѣ балансира, отъ котораго передается движеніе поршневому стержню помощію параллелограма. При такомъ расположеніи, очевидно, движеніе поршня воздухоудувнаго цилиндра, какъ зависящее непосредственно отъ движенія пароваго поршня, станетъ замедляться, а потому для вывода поршней изъ положенія мертвыхъ точекъ, надо употребить маховое колесо которое заключало бы въ себѣ живую силу равную удвоенной работѣ, расходуемой двигателемъ въ единицу времени. Если T работа двигателя, P вѣсъ маховаго колеса, V его скорость, то $PV^2=128,8 T$

Воздухόδувныя машины съ однимъ цилиндромъ неудобны въ томъ отношеніи, что діаметръ цилиндра надо дѣлать очень большимъ, иногда до 10 футовъ. Приготовленіе такихъ цилиндровъ, особливо обточка ихъ, представляютъ немаловажное затрудненіе. Кромѣ того при воздухоудувныхъ машинахъ съ однимъ цилиндромъ надо употреблять регуляторъ большаго объема. По этимъ причинамъ на нашихъ горныхъ заводахъ и также на заводахъ Германіи и Франціи почти всегда устраиваются воздухоудувныя машины съ тремя или четырьмя цилиндрами. Такое расположеніе, кромѣ легкости въ исполненіи постройки и большой равномерности какъ въ густотѣ воздуха, такъ и въ сопротивленіяхъ имѣетъ еще ту выгоду, что можно по произволу измѣнять количество доставляемаго воздуха, останавливая одинъ или

два поршня, смотря по надобности. (Фигура 26) Представляет общее расположение воздухоудной машины съ однимъ цилиндромъ когда двигателемъ служитъ гидравлическое колесо. V воздухоудный цилиндръ; $гг$ балансиръ, которому движеніе сообщается помощію кривошипа $кq$ и шатуна $гq$. DD зубчатое колесо, насаженное на валу гидравлическаго колеса R , которое зацѣпляется съ другимъ зубчатымъ колесомъ FF , насаженнымъ на валу кривошипа. AA маховое колесо, которому движеніе сообщается помощію зубчатыхъ колесъ CC и BB , и пор параллелограмъ.

(Фигура 26) Представляет общее расположение воздухоудной машины съ двумя цилиндрами, приводимой въ движеніе гидравлическимъ колесомъ. vv воздухоудные цилиндры $гг$ и $г'г'$ балансиры, которыми движеніе передается помощію кривошиповъ $кq$, $кq'$ и шатуновъ $гq$ и $г'q'$. DD зубчатое колесо на валу кривошиповъ. BB зубчатое колесо на валу маховика AA ; CC зубчатое колесо, валъ котораго получаетъ движеніе отъ гидравлическаго колеса R .

(Фигура 27) Показываетъ передачу движеній безъ балансира простыми шатунами. Коленчатый валъ M расположенъ подъ воздухоуднымъ цилиндромъ. По бокамъ цилиндра находятся два шатуна B, B , которые нижними концами своими соединяются съ кривошипами коленчатого вала M , а вверху связаны съ горизонтальнымъ коромысломъ AA , въ срединѣ ко-

торого прикрѣпленъ поршневой стержень. Вертикальное движеніе коромысла А А, вмѣстѣ съ нимъ и поршневого стержня, сохраняется помощію двухъ рычаговъ В В, расположенныхъ на концахъ коромысла А А, и четырехъ шатуновъ Д Е и Д Р.

(Фиг. 28). Представляетъ общее расположеніе воздухоудвнгой машины съ однимъ цилиндромъ, приводимой въ движеніе паровою машиною. S паровой цилиндръ; V воздухоудвнгой цилиндръ; г г балансиръ; г' q шатунъ, соединяющійся съ кривошипомъ вала махового колеса А А;

(Фигура 29). Представляетъ общее расположеніе воздухоудвнгой машины съ четырьмя цилиндрами, которые можетъ приводится въ движеніе, или паровою машиною, или гидравлически т колесомъ. V воздухоудвнгой цилиндръ; г г балансиръ, котораго движеніе передается посредствомъ шатуновъ г g и кривошиповъ kg; на валу кривошиповъ посажено зубчатое колесо с с, которымъ движеніе передается зубчатымъ колесомъ А А, валъ М М, которою получаетъ движеніе отъ дѣйствующей машины. Маховое колесо F F получаетъ движеніе отъ зубчатыхъ колесъ D D и D D?

Опредѣленіе главныхъ размѣровъ воздухоудвнгого цилиндра.

При учрежденіи воздухоудвнговыхъ машинъ, предварительно должно быть извѣстно, требующееся отъ

нихъ полезное дѣйствіе т. е. количество воздуха доставляемое ими въ единицу времени и густота его или все равно высота духомѣра возлѣ сопла. По этимъ даннымъ опредѣляются размѣры воздухоуднаго цилиндра.

Діаметръ сопла. Называя чрезъ:

a площадь отверстія сопла.

W скорость воздуха, опредѣляема по формулѣ (11)

m коефіцієнтъ сжатія,

то объемъ Q воздуха, протекающій чрезъ сопло, будетъ:

$$Q = ma.W$$

$$\text{Откуда } a = \frac{Q}{mw}$$

Если d діаметръ сопла, то

$$a = \frac{\pi d^2}{4}$$

$$\text{Откуда } d = \sqrt{\frac{4a}{\pi}}$$

$$\text{или } d = \sqrt{\frac{4Q}{3,1416 \times 0,94 \times W}} = \sqrt{\frac{Q}{0,738W}} \quad (a).$$

Если тотъ уже объемъ Q доставляется въ печь нѣсколькими соплами, въ такомъ случаѣ для пріисканія ихъ діаметровъ, надо въ предъидущемъ выраженіи (а) вмѣсто цѣлаго объема Q поставить $\frac{Q}{n}$, гдѣ n число сопелъ. Въ этомъ случаѣ формула будетъ такого вида:

$$d = \sqrt{\frac{Q}{0,738Wn}} \quad (a').$$

Густота воздуха въ регуляторѣ. Эта густота, очевидно, зависитъ отъ разстоянія между регуляторомъ и сопломъ, и стало быть отъ длины воздухопроводной трубы и ея діаметра. Помощію формулы (IV), выведенной для движенія воздуха по трубѣ, можно найти, отношеніе между давленіями p и p_2 воздуха возлѣ сопла и въ регуляторѣ. Впрочемъ изъ опытовъ, дѣланныхъ по этому предмету, D'Aubuisson вывелъ слѣдующую практическую формулу, которая непосредственно выражаетъ отношеніе между высотами c и c' духомѣра возлѣ сопла и въ регуляторѣ:

$$C' = C \left\{ 1 + 0,08806L \frac{d^4}{D'^5} \right\} \text{ футовъ} \dots\dots\dots (b)$$

гдѣ L длина воздухопроводной трубы между регуляторомъ и сопломъ.

D' діаметръ этого воздухопровода.

d діаметръ сопла.

Зная высоту C' духомѣра, соответствующее давленіе p_2 будетъ:

$$p_2 = 939,5(b + c') \text{ фунтовъ.}$$

гдѣ $b = 2,492$ высота барометра.

Густота воздуха въ воздуходувномъ цилиндрѣ. Если воздуходувная машина доставляетъ воздухъ безъ регулятора, въ такомъ случаѣ для опредѣленія густоты p_3 воздуха, въ цилиндрѣ, надо, предварительна, помощію предъидущей формулы (b), опредѣлить густоту p_2 въ воздушной коробкѣ, а потомъ къ этой

густотѣ приложить сопротивленіе, отъ подъема вы-
дуннаго клапана, такъ что,

$$p_3 = p_2 + 0,25 \frac{q}{a}$$

гдѣ q вѣсъ клапана.

a' площадь клапана.

Если же воздуходушная машина съ регуляторомъ,
тогда давленіе p_3 воздуха въ цилиндрѣ опредѣлится
по формулѣ (VI), выведенной для скорости, истече-
нія воздуха:

$$W = \sqrt{\frac{2g(p_3 - p_2)}{\delta \left\{ 1 - \frac{A^2}{s^2} + 0,002 \frac{\omega L}{A} + \left(\frac{A}{m'a'} - 1 \right)^2 - \left(1 - \frac{A}{B} \right)^2 \right\}}}$$

Назовемъ чрезъ:

p_3 давленіе воздуха въ воздуходушномъ цилиндрѣ.

p_2 давленіе воздуха въ регуляторѣ.

W' скорость воздуха въ трубѣ, соединяющей регу-
ляторъ съ цилиндромъ.

Чтобы примѣнить эту формулу къ настоящему
случаю, очевидно, надо положить:

$$p_3 = p_3, p = p_2, W = W', \text{ тогда}$$

$$W' = \sqrt{\frac{2g(p_3 - p_2)}{\delta \left\{ 1 - \frac{A^2}{s^2} + 0,002 \frac{\omega L}{A} + \left(\frac{A}{m'a'} - 1 \right)^2 - \left(1 - \frac{A}{B} \right)^2 \right\}}}$$

Откуда

$$p_3 = p_2 + \frac{W'^2 \delta}{2g} \left\{ 1 - \frac{A^2}{s^2} + 0,002 \frac{\omega L}{A} + \left(\frac{A}{m'a'} - 1 \right)^2 - \left(1 - \frac{A}{B} \right)^2 \right\}$$

Плотность воздуха между цилиндромъ и регуля-
торомъ можно принять одинаковою, а потому:

$$\delta = \frac{0,03568(b+c')}{1+0,004t}$$

гдѣ для t , принимается, средняя температура комнаты, въ которой помѣщается воздухоудная машина.

Называя чрезъ U скорость поршня воздухоуднаго цилиндра, то по условію постояннаго расхода:

$$AW' = Su.$$

$$\text{Откуда } W' = \frac{Su}{A}$$

Пусть h подъемъ поршня, k число размаховъ совершаемыхъ поршнемъ въ одну минуту, то скорость его въ секунду будетъ:

$$u = \frac{k}{60}h$$

Между діаметрами D и D' , воздухоуднаго цилиндра и воздухопроводной трубы, возьмемъ наименьшее

отношеніе $\frac{D'}{D} = 0,25$, тогда

$$\frac{A}{S} = \frac{D'^2}{D^2} = (0,25)^2 = 0,0625; \quad \frac{\omega}{A} = \frac{\pi D'}{\pi D'^2} = \frac{4}{D'}$$

Слѣдовательно,

$$W'^2 = \frac{S^2}{A^2} u^2 = \left(\frac{1}{0,0625} \right)^2 \frac{k^2 h^2}{3600} = \frac{k^2 h^2}{14,04}$$

Площадь поперечнаго сѣченія регулятора дѣлается не менѣе площади S воздухоуднаго цилиндра, по этому можно положить:

$$\frac{A}{B} = \frac{A}{S} = 0,0625$$

Между площадью a' клапана и площадью A по-

перечнаго сѣченія воздухопроводной трубы возьмемъ наименьшее отношеніе:

$$\frac{a'}{A} = 0,3.$$

Поставляя эти величины въ предъидущее выраженіе для p_3 , получимъ:

$$p_3 = p_2 + \frac{\delta h^2 k^2}{904} \left\{ 1 - (0,0625)^2 + 0,002 \frac{4L}{D'} + \left(\frac{1}{0,3m'} - 1 \right)^2 - 0,8789 \right\}$$

По причинѣ клапана коэффициентъ m принимается равнымъ $m=0,65$; тогда

$$p_3 = p_2 + \frac{\delta h^2 k^2}{904} \left\{ 17,1576 + 0,002 \frac{4L}{D'} \right\} \dots (c)$$

Къ полученной величинѣ p_3 надо приложить сопротивленіе $0,25 \frac{Q}{a}$ отъ вѣса клапана; зная давленіе p_3 высота c'' духомѣра опредѣлится изъ отношенія:

$$p_3 = 939,5 (b + c'').$$

Діаметръ воздухоудснаго цилиндра. Назовемъ c резъ: D діаметръ воздухоудснаго цилиндра.

$p = 2340 - 0,25 \frac{Q}{a}$ давленіе атмосфернаго воздуха, входящаго въ воздухоудсный цилиндръ h' высоту вреднаго пространства.

h'' высоту пройденную поршнемъ, при которой густота воздуха въ цилиндрѣ сдѣлается p_3 въ ходъ поршня.

Объемъ воздуха въ цилиндрѣ при давленіи p будетъ:

$$\frac{\pi D^2}{4} (h + h')$$

Объемъ той же массы воздуха при давленіи p_3 будетъ:

$$\frac{\pi D^2}{4} (h + h' - h'')$$

Температуру воздуха можно принять постоянною, поэтому:

$$\frac{p}{p_3} = \frac{h + h' - h''}{h + h'}$$

$$\text{откуда } h'' = (h + h') \left(1 - \frac{p}{p_3} \right) = \frac{21}{20} h \left(1 - \frac{p}{p_3} \right) \dots \dots (d)$$

потому что высота h' вреднаго пространства составляет $\frac{1}{20}$ подъема поршня.

Зная h'' , можно легко опредѣлить діаметръ D цилиндра. Изъ опытовъ найдено, что въ воздуходувныхъ машинахъ, хорошо устроенныхъ, объемъ Q воздуха, доставляемый въ печь, составляетъ 0,75 объема выдуваемого поршнемъ, въ то же время, не принимая въ соображеніе высоты вреднаго пространства.

Полагая, что поршень дѣлаетъ въ минуту K размаховъ, то объемъ образуемый поршнемъ въ секунду, будетъ:

$$\frac{K}{60} \times \frac{\pi D^2}{4} (h - h'')$$

$$\text{но } Q = 0,75 \frac{K \pi D^2}{240} (h - h'')$$

$$\text{откуда } D = \sqrt{\frac{101,86 Q}{K(h - h'')}} \dots \dots (e)$$

Когда воздуходувная машина, состоитъ изъ нѣсколькихъ цилиндровъ, тогда для опредѣленія діа-

метра наждаго изъ нихъ, надо въ предыдущей формулѣ вмѣсто Q поставить $\frac{Q}{N}$, гдѣ N число цилиндровъ.

Высота воздухоуднаго цилиндра. Подъемъ поршня, толщина его и высота двухъ вредныхъ пространствъ, составляютъ цѣльную высоту воздухоуднаго цилиндра; называя эту высоту чрезъ:

$$H = h + fD + 2h' = 1,1h + fD \dots \dots \dots (f).$$

Количество работы потребное для движенія воздухоуднаго цилиндра.

Виродоженіи дѣйствія воздухоуднаго цилиндра, движетиль постоянно долженъ преодолевать:

1. Работу T' для того, чтобы довести воздухъ атмосферной густоты p до желаемой густоты p_z .

2. Работу T'' для того чтобы, съ прибрѣтенною уже густотою p_z , перевести воздухъ, изъ остальной части воздухоуднаго цилиндра, въ воздушную корбку.

3. Работу T''' отъ тренія поршня объ стѣны воздухоуднаго цилиндра и поршневаго стержня объ стѣны сальника.

4. Работу T''' отъ инерціи той массы воздуха, которой сообщается движеніе.

Для опредѣленія первой работы T , которую можно назвать работою отъ сжатія, назовемъ чрезъ X

пространство пройденное поршнемъ, при которомъ воздухъ въ цилиндръ получитъ нѣкоторую густоту p' . Помножая площадь S поршня на упругость p' и на элементъ dx пройденнаго пространства, — произведеіе:

$$dT' = Sp'dx$$

выразить элементъ работы двигателя, потребной для того чтобы сообщить, въ разсматриваемое время, воздуху густоту p' .

Назовемъ полный ходъ поршня чрезъ h , а высоту вреднаго пространства чрезъ h' , то очевидно: (фиг. 30).

$h+h'-x$ будетъ высота, соотвѣтствующая объему воздуха, котораго густота p' .

$h+h'$ будетъ высота, соотвѣтствующая объему воздуха, котораго упругость p .

Но упругости газовъ обратно пропорціональны объемамъ, а объемы, у которыхъ основанія одинаковы, относятся между собою какъ ихъ высоты, по этому будемъ имѣть:

$$p' : p = h+h' : h+h'-x$$

откуда
$$p' = p \frac{h+h'}{h+h'-x}$$

Поставимъ эту величину въ предъидущее выраженіе работы dT' , получимъ:

$$dT' = Sp(h+h') \frac{dx}{h+h'-x}$$

Чтобы получить выраженіе для полной работы,

потребной для того, чтобы довести воздухъ, атмосферной густоты p , до желаемой густоты p_3 , надо предыдущее выраженіе интегрировать въ предѣлахъ отъ $x=0$ до $x=h''$ т. е. до той части хода поршня, при которой густота воздуха въ цилиндръ дѣлается равнымъ p_3 .

Для перваго предѣла $x=0$:

$$\int dT' = -Sp(h + h') \text{ Log. } (h + h')$$

Для втораго предѣла $x=h''$:

$$\int dT' = -sp(h + h') \text{ Log. } (h + h' - h'')$$

Разность между предѣлами:

$$x = h''$$

$$\int dT' = T' = Sp(h + h') \{ \text{Log. } (h + h') - \text{Log. } (h + h' - h'') \}$$

$$x = 0$$

$$\text{или } T' = Sp(h + h') \text{ Log. } \frac{h + h'}{h + h' - h''}$$

Назовемъ чрезъ V объемъ воздуха въ цилиндрѣ, при густотѣ p и соотвѣтствующей высотѣ $h + h'$, чрезъ V' объемъ воздуха густоты p_3 и соотвѣтствующій высотѣ $h + h' - h''$, тогда

$$\frac{V}{V'} = \frac{h + h'}{h + h' - h''}$$

и кромѣ того

$$S(h + h') = V,$$

По этому предыдущее выраженіе работы T' приметъ такой видъ:

$$T' = pV \text{ Log. } \frac{V}{V'}$$

Или вводя обыкновенный логарифмъ, вмѣсто Неперова, получимъ:

$$T' = 2,3026 p V \operatorname{Log.} \frac{V}{V'} \dots \dots (1).$$

Для опредѣленія работы T'' , которая потребуется для того, чтобы вывести воздухъ густоты p_3 изъ цилиндра въ воздухопроводную трубу, замѣтимъ, что, въ продолженіи этого періода, поршень постоянно претерпѣваетъ давленіе p_3 , а пространство проходящее поршнемъ равно $h + h' - h'' - h'$, поэтому работа двигателя выразится произведеніемъ:

$$T'' = Sp_3 \{ (h + h' - h'') - h' \}$$

или $T'' = p_3 (V' - V'') \dots \dots \dots (2)$

Потому что $S(h + h' - h'') = V'$ объему той части цилиндра гдѣ густота p_3 .

$S h'' = V''$ объемъ вреднаго пространства.

Изъ выраженія (2) усматривается, что при воздуходушныхъ машинахъ, тѣмъ болѣе станетъ проходить воздуха изъ цилиндра въ резервуаръ, чѣмъ разность между V' и V'' значительнѣе; по этому надо стараться уменьшать объемъ V'' вреднаго пространства.

Работа отъ Инерціи. Когда объему $(V' - V'')$ воздуха, густоты p_3 , сообщается движеніе, то при этомъ обнаруживается сопротивленіе отъ инерціи; величина этого сопротивленія опредѣляется живою силою движущейся массы воздуха.

Если u скорость поршня, δ вѣсъ единицы объема воздуха при густотѣ p_3 , то живая сила воздуха или работа отъ инерціи выразится такъ:

$$T''' = \frac{(V' - V'')}{g} \delta \frac{u^2}{2} \dots \dots (3)$$

Величина этой работы, вообще, очень незначительная.

Работа отъ тренія поршня и стержня. Назовемъ чрезъ:

N полное давленіе на боковую поверхность поршня.

f коэффициентъ тренія.

h полный ходъ поршня.

Тогда работа отъ тренія поршня будетъ:

$$T'' = f N h$$

Если E толщина поршня, D его діаметръ, то произведеніе $E \pi D$ выразитъ его боковую поверхность. Въ практикѣ, обыкновенно, принимается, что давленіе на стѣнѣ цилиндра составляетъ $\frac{1}{10}$ давленія, дѣйствующаго на горизонтальную поверхность поршня. И такъ принимая p_3 за упругость воздуха, въ продолженіи цѣлаго подъема поршня, величина боковаго давленія будетъ:

$$0,1 E \pi D p_3.$$

Величина тренія:

$$0,1 f E \pi D p_3$$

Сальнику даютъ, обыкновенно, такія размѣры, что треніе имъ обнаруживаемое составляетъ $\frac{1}{10}$ предѣлирующаго то есть:

$$0,01 f E \pi D p_3.$$

Полное треніе:

$$f N = 0,11 f E \pi D p_3.$$

Но толщина поршня $E = fD$, по этому работа отъ тренія будетъ:

$$T'v = fNh = 0,11f^2\pi D^2 p_3 h = 0,3456f^2 D^2 p_3 h \dots (4).$$

Складывая предъидущія выраженія (1), (2), (3), (4) работъ, получимъ полную работу отъ всѣхъ сопротивленій; но атмосферный воздухъ, при входѣ въ цилиндръ, давленіемъ своимъ на поршень, способствуетъ движителю, по этому сумму, отъ предъидущихъ работъ, надо умнѣшить работою отъ атмосфернаго давленія, которая выразится:

$$T^v = Sph.$$

$$\text{или } T^v = Sp(h + h' - h') = p(V - V''). \dots (5)$$

Такимъ образомъ полная работа движителя, которую назовемъ чрезъ T , выразится алгебраическою суммою:

$$T = T' + T'' + T''' + T'v - T^v =$$

$$T = 2,3026 pV \text{Log.} \frac{V}{V'} + p_3(V' - V'') + \frac{(V' - V'')}{g} \delta - \frac{u^2}{2}$$

$$+ 0,3456 f^2 D^2 p_3 h - p(V - V'').$$

$$\text{но } \frac{V}{V'} = \frac{p}{p_3} \text{ откуда } V' = V \frac{p}{p_3}$$

Предъидущая формула приметъ видъ:

$$T = 2,3026 pV \text{Log.} \frac{p_3}{p} + (pV - p_3 V'') + \frac{(pV - p_3 V'')}{gp_3} \delta - \frac{u^2}{2}$$

$$+ 0,345 D^2 p_3 h - p(V - V'') \dots (A)$$

Если назовемъ чрезъ k число размаховъ поршня, воздуходушнаго цилиндра, въ минуту, то количество

работы двигателя, потребное для дѣйствія воздухо-
ходувнаго цилиндра, въ одну секунду, будетъ:

$$\frac{T_k}{60}$$

Численный примѣръ. Определить главные раз-
мѣры воздуходувной машины, съ двумя двудувны-
ми цилиндрами, и работу двигателя, для достав-
ленія въ доменную печь 1200 кубическихъ футовъ
воздуха, въ одну минуту, при густотѣ, измѣряе-
мой, возлѣ сопла, высотой 3,5 дюймами (0,29 фу-
тами) по ртутному духомѣру.

Скорость воздуха, вытекающаго изъ сопла.

Для формулы (II):

$$W = \sqrt{\frac{2g(p_1 - p)}{\delta}}$$

Имѣемъ:

$$p_1 - p = 939 \times 0,29.$$

$$\text{Log. } 939,5 = 2,97290$$

$$\text{Log. } 0,29 = \bar{1},46240$$

$$\hline 2,45550 = \text{Log. } (p_1 - p)$$

$$p_1 - p = 272,45 \text{ фунтовъ.}$$

$$\delta = \frac{0,03568(2,492 + 0,29) - 0,03568 \times 2,782}{1 + 0,004 \times 15^\circ} = \frac{1,06}{1,06}$$

$$\text{Log. } 0,03568 = \bar{2},55242$$

$$\text{Log. } 2,782 = 0,44436$$

$$\hline 2,99678$$

$$\text{Log. } 1,06 = 0,02531$$

$$\hline 2,97147 = \text{Log. } \delta$$

$\delta=0,09364$ фунта.

Для формулы (II) логарифмическою получимъ:

$$\text{Log. } W = \frac{\text{Log. } 64,4 + \text{Log. } (p, - p) - \text{Log. } \delta}{2}$$

$$\text{Log. } 64,4 = 1,80889$$

$$\text{Log. } (p, - p) = 2,45530$$

$$4,24419$$

$$\text{Log. } \delta = 2,97147$$

$$5,27272$$

$$\text{Log. } W = \frac{5,27272 - 2,97147}{2} = 2,65636 = \text{Log. } 432,87$$

$W=432,87$ футовъ въ секунду.

Диаметръ сопла. Предполагая, что воздухъ доставляется въ печь двумя соплами, діаметръ каждого изъ нихъ опредѣлится по формулѣ (а').

$$d = \sqrt{\frac{Q}{0,738 W n}}$$

гдѣ $Q = \frac{1200}{60} = 20$ (въ секунду), $n = 2$ (число цилиндровъ).

$$W = 432,87$$

По этому

$$\text{Log. } d = \frac{\text{Log. } 20 - \{ \text{Log. } 0,738 + \text{Log. } 432,87 + \text{Log. } 2 \}}{2}$$

$$\text{Log. } 0,738 = 1,86806$$

$$\text{Log. } 432,87 = 2,63636$$

$$\text{Log. } 2 = 0,30103$$

$$2,80545$$

$$\text{Log. } 20 = 1,30103$$

$$\begin{array}{r} - 2,80545 \\ \hline - 1,50442 \end{array}$$

$$\text{Log. } d = \frac{-1,50442}{2} = -0,75221 = \bar{1},24779 = \text{Log. } 0,1769$$

$$d = 0,1769 \text{ футовъ} = 2,1228 \text{ дюйма.}$$

Густота воздуха въ регуляторъ. Положимъ что діаметръ воздухопроводныхъ трубъ одинъ футъ, а разстояніе отъ регулятора до сопла 100 футовъ, тогда для формулы (b):

$$c' = c \left\{ 1 + 0,0886 L \frac{d^4}{D'^5} \right\} \text{ футовъ.}$$

имѣемъ:

$$c = 0,29 \text{ фут. } L = 100 \text{ фут. } d = 0,1769 \text{ фут. } D' = 1 \text{ фут.}$$

$$\text{Поэтому: } c' = 0,29 \{ 1 + 0,0886 \times 100 (0,1769)^4 \}$$

$$\text{Log. } 0,0886 = \bar{2},94743$$

$$\text{Log. } 100 = 2,$$

$$4 \text{ Log. } 0,1769 = \bar{4},99116$$

$$\text{Log. } 0,29 = \bar{1},46240$$

$$\underline{\bar{3},40099 = \text{Log. } 0,002517}$$

Слѣдовательно,

$$c' = 0,29 + 0,002517 = 0,292517 \text{ фута} = 3,51 \text{ дюйма}$$

Давленіе соответствующее этой высотѣ будетъ:

$$p_2 = 939,5 (2,492 + 0,292517) = 2616,05 \text{ фунтовъ.}$$

Густота воздуха въ воздуходувномъ цилиндрѣ. Положимъ, что подъемъ поршня 6 футовъ, а число подъемовъ въ минуту 10; разстояніе отъ цилиндра до регулятора 20 футовъ; тогда для формулы (c)

$$p_3 = p_2 + \frac{\delta h^2 k^2}{904} \left\{ 17,1576 + 0,002 \frac{4L}{D'} \right\}$$

имѣемъ:

$$h = 6; k = 10; L = 20; p_2 = 2616,05.$$

$$\delta = \frac{0,03568(2,492 + 0,292517)}{1 + 0,004 \times 15^\circ} = \frac{0,03568 \times 2,7845}{1,06}$$

$$\text{Log. } 0,03568 = \bar{2},55242$$

$$\text{Log. } 2,7845 = 0,44475$$

$$\underline{\bar{2},99717}$$

$$\text{Log. } 1,06 = 0,02531$$

$$\underline{\bar{2},97186 = \text{Log. } 0,093726}$$

$$\delta = 0,093726 \text{ фунтовъ.}$$

Поэтому:

$$p_3 = 2616,05 + \frac{0,093726 \times 36}{9,04} | 17,1576 + 0,002 \times 80 |.$$

$$\text{Log. } 0,093726 = \bar{2},97186 \quad \text{Log. } 0,002 = \bar{3},3103$$

$$\text{Log. } 36 = 1,55630 \quad \text{Log. } 80 = 1,90309$$

$$\underline{0,52816}$$

$$\underline{1,20112}$$

$$\text{Log. } 9,04 = 0,95617$$

$$\underline{1,55199}$$

$$\underline{0,44801 = 1,55199}$$

$$\underline{2,75611 = \text{Log. } 0,05703}$$

$$\text{Log. } 17,1576 = 1,23445$$

$$\underline{0,78644 = \text{Log. } 6,1155}$$

Слѣдовательно,

$$p_3 = 2616,05 + 6,1155 + 0,05703 = 2622,22.$$

Если положить что весь выдувного клапана $q = 1$ фунту, а площадь его $a' = 0,5$ к. ф., то сопротивленіе, отъ тяжести клапана, будетъ:

$$0,25 \frac{q}{a'} = \frac{0,25}{0,5} = 0,5 \text{ фунта.}$$

По этому:

$$p_3 = 2622,22 + 0,5 = 2622,72 \text{ фунтовъ.}$$

Диаметръ воздуходувнаго цилиндра. Для формулы (с):

$$D = \sqrt{\frac{101,86 \times Q}{k(h - h'')}}$$

имѣемъ: $\frac{Q}{k} = \frac{20}{2} = 10$ кубическихъ футовъ въ секунду,

$h = 6$ футовъ.

По формулѣ (d):

$$h'' = \frac{21}{20} h \left(1 - \frac{p}{p^3}\right)$$

$$\text{гдѣ } p = 2340 - 0,5 = 2339,5.$$

$$p^3 = 2622,72.$$

$$h'' = \frac{21}{20} \times 6 \left(1 - \frac{2339,5}{2622,72}\right)$$

$$\text{Log. } 2339,5 = 3,56912$$

$$\text{Log. } 2622,72 = 3,41875$$

$$-0,04965 = 1,95037 = \text{Log. } 0,89202$$

$$h'' = \frac{21}{20} \times 6 \{1 - 0,89202\} = 0,6802 \text{ футовъ.}$$

Вставляя эти величины въ формулу (с), получимъ:

$$D = \sqrt{\frac{101,86 \times 10}{10(6 - 0,6802)}} = \sqrt{\frac{101,86}{5,3198}}$$

$$\text{или Log. } D = \frac{\text{Log. } 101,86 - \text{Log. } 5,3198}{2}$$

$$\text{Log. } 101,86 = 2,00811$$

$$\text{Log. } 5,3198 = 0,72589$$

$$1,28222$$

$$\text{Log. } D = \frac{1,28222}{2} = 0,64111 = \text{Log. } 4,3763$$

$$D = 4,3763 \text{ футовъ или почти } D = 4,4 \text{ фута.}$$

Высота воздухоуднаго цилиндра. По формуль (f):

$$H = 1,1 h + fD.$$

Принимая коэффициент тренія $f=0,15$,

$$H = 1,1 \times 6 + 0,15 \times 4,4 = 7,26 \text{ фута.}$$

Объемъ регулятора. Называя чрезъ:

$$V = 2\pi'D^2H = 2 \times 0,785 \times (4,4)^2 7,27 = 220,96 \text{ кубическихъ футовъ,}$$

объемъ обоихъ воздухоудныхъ цилиндровъ.

Коефициентъ n для объема nV постоянного регулятора, какъ извѣстно, выражается такъ:

$$n = \frac{0,207(b + c)}{xc}$$

гдѣ $b = 2,492, c = 0,515$ (высота духомѣра въ регуляторѣ); дѣлая $X=0,04$ получимъ:

$$n = \frac{0,207}{0,04} \times \frac{2,807}{0,315} = 5,175 \times 8,87 = 45,59$$

Но при двухъ цилиндрахъ неравномерность движенія уменьшастся на половину, по этому объемъ регулятора будетъ:

$$\frac{nV}{2} = \frac{45,56 \times 220,96}{2}$$

$$\text{Log. } 45,56 = 1,65858$$

$$\text{Log. } 220,96 = 2,34421$$

$$\hline 4,00279$$

$$\text{Log. } 2 = 0,30103$$

$$\hline 3,70176 = \text{Log. } 5032,22$$

$$\frac{pv}{2} = 5032,22 \text{ кубических футовъ.}$$

Работа движителя, для дѣйствія воздухоплавнаго цилиндра, выражается формулою (А):

$$T = 2,3026pv \text{Log.} \frac{p_3}{p} + (pv - p_3v'') + \frac{(pv - p_3v'')}{2gp_3} \delta u^2 + \\ 0,3456f^2 D^2 p_3 h - p(v - v'').$$

гдѣ: $p = 2340 - 0,5 = 2339,5$ фунтовъ $= 58,487$ пуд.

$$p_3 = 2622,72 \text{ фунта} = 65,568 \text{ пудовъ.}$$

$$h = 6 \text{ футовъ.}$$

$$U = \frac{kh}{60} = \frac{10 \times 6}{6} = 1 \text{ футъ.}$$

$$D = 4,4 \text{ фута.}$$

$$V = \frac{21}{20} \frac{\pi D^2 h}{4} = 105,17 \text{ кубическихъ футовъ.}$$

$$v'' = \frac{v}{20} = 5,258 \text{ кубическихъ футовъ.}$$

$$\delta = 0,093726 \text{ фунтовъ} = 0,002343 \text{ пуда.}$$

$$f = 0,15.$$

Поэтому:

$$T = 2,3026 \times 58,487 \times 105,17 \text{ Log.} \frac{65,568}{58,487} \\ + (58,487 \times 105,17 - 65,568 \times 5,258) \\ + \frac{(58,487 \times 105,17 - 65,568 \times 5,258) 0,002343}{64,4 \times 65,568} \\ + 0,3456 (0,15)^2 (4,4)^2 \times 65,568 \times 6 \\ - 58,487 (105,17 - 5,258).$$

$$\text{Log. } 65,568 = 1,81662$$

$$\text{Log. } 58,487 = 1,76706$$

$$\text{Log. } 0,04956 = \bar{2},69513$$

$$\text{Log. } 2,3026 = 0,36221$$

$$\text{Log. } 58,486 = 1,76706$$

$$\text{Log. } 105,17 = 2,02189$$

$$2,84629 = \text{Log. } 701,9$$

$$2,3026 \text{ pVLog. } \frac{P}{P_s} = 701,9$$

$$\text{Log. } 58,487 = 1,76706$$

$$\text{Log. } 105,17 = 2,02189$$

$$3,78895 = \text{Log. } 6151$$

$$\text{Log. } 65,568 = 1,81662$$

$$\text{Log. } 5,258 = 0,72082$$

$$2,53744 = \text{Log. } 344,7$$

$$(pV - p_s V'') = 6151 - 344,7 = 5806,3$$

$$\text{Log. } 58,487 = 1,76706$$

$$\text{Log. } 105,17 = 2,02189$$

$$3,78895 = \text{Log. } 6551$$

$$\text{Log. } 65,568 = 1,81662$$

$$\text{Log. } 5,258 = 0,72082$$

$$2,53744 = \text{Log. } 344,7$$

$$6151 - 344,7 = 5806,3$$

$$\text{Log. } 5806,3 = 3,76390$$

$$\text{Log. } 0,002346 = \bar{3},37033$$

$$1,13423$$

$$\text{Log. } 64,4 = 1,80889 \quad 1,13423$$

$$\text{gLo. } 65,568 = 1,81662 \quad 3,62551$$

$$3,62551 - 2,49128 = 3,50872 = \text{Log. } 0,003226$$

$$\frac{(pV - p_3 V'') \delta u^2}{2g p_3} = 0,003226$$

$$\text{Log. } 0,3456 = 1,53857$$

$$2 \text{ Log. } 0,15 = 2,35218$$

$$2 \text{ Log. } 4,4 = 1,28690$$

$$\text{Log. } 65,568 = 1,81662$$

$$\text{Log. } 6 = 0,77815$$

$$\hline 1,77242 = \text{Log. } 59,212$$

$$0,3456 f^2 D^2 p_3 h = 59,212$$

$$\text{Log. } (105,17 - 5,258) = 1,99961$$

$$\text{Log. } 58,487 = 1,76706$$

$$\hline 3,76617 = \text{Log. } 5843,42$$

$$p(V - V'') = 5843,42$$

Алгебраическая сумма предыдущихъ результатовъ:

$$5806,3$$

$$701,9$$

$$59,212$$

$$0,003226$$

$$\hline 6567,415226$$

$$5843,42$$

$$\hline 723,995226$$

Слѣдовательно, почти:

$$T = 724 \text{ пудо-фунтовъ.}$$

Выше было положено, что въ минуту поршень дѣлаетъ $k = 10$ размаховъ, по этому:

$$\frac{Tk}{60} = \frac{724}{6} = 120,6 \text{ пудо-фунтовъ,}$$

или $\frac{T_k}{60 \times 15} = \frac{120,6}{15} = 8,04$ паровых лошадей,

будет работа двигателя въ одну секунду для одного цилиндра. Для обоихъ цилиндровъ:

$$\frac{2T_k}{60 \times 15} = 16,08 \text{ паровыхъ лошадей.}$$

Для передачнаго механизма прибавляется $\frac{1}{4}$ или $\frac{1}{16}$ часть вычисленной работы.



ОБЪ ИЗДАНИИ

ГОРНАГО ЖУРНАЛА

ВЪ 1849 ГОДУ.

Ученый Комитетъ Корпуса Горныхъ Инженеровъ будетъ продолжать въ 1849 году изданіе Горнаго Журнала, начатое съ 1825 года. Предметы, входящіе въ составъ журнала, суть:

1. Горныя законоположенія.
2. Минералогія, Геологія, Геогнозія и Петроматогнозія.
3. Химія, Физика, Атмосферологія и Теорія земнаго Магнетизма.
4. Горное или Рудокopное искусство.
5. Металлургія и Заводское дѣло.
6. Монетное дѣло.
7. Соляное дѣло.
8. Горная и заводская Механика.
9. Горная Статистика.
10. Библиографія Горная.
11. Смѣсь.

Каждый мѣсяць будетъ выходить одна книжка Горнаго Журнала, составляющая отъ осьми до десяти печатныхъ листовъ и болѣе, съ надлежащими при нихъ картами и чертежами. Цѣна за все годовое изданіе полагается, съ пересылкою во



въ мѣста, а въ столицѣ и съ доставкою на домъ, девять рублей серебромъ; а для чиновниковъ, служащихъ по Горной и Соляной части, шесть рублей серебромъ.

Подписка на Горный Журналъ принимается въ Ученомъ Комитетѣ Корпуса Горныхъ Инженеровъ, въ помѣщеніи, занимаемомъ Департаментомъ Горныхъ и Соляныхъ дѣлъ въ домѣ Министерства Финансовъ, въ Малой Милліонной. Относится, или прямо въ Комитетъ, или къ Секретарю онаго Полковнику *Юссу*. Иногородныя особы благоволятъ адресоваться въ Газетную Экспедицію С. Петербургскаго Почтамта.



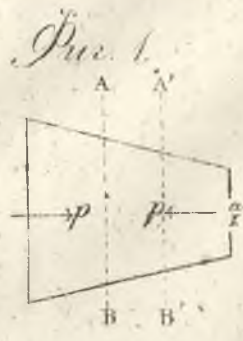
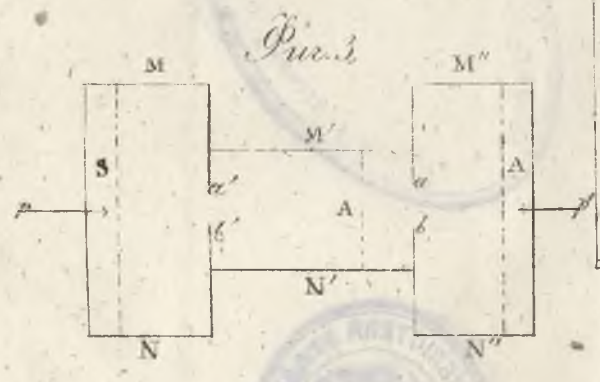
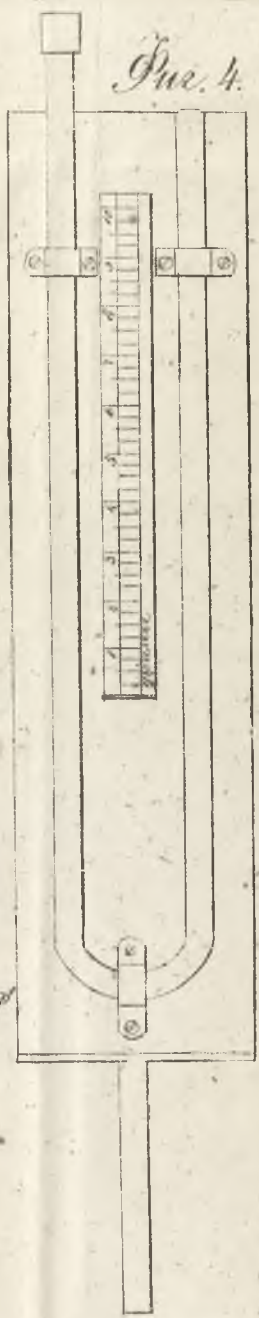
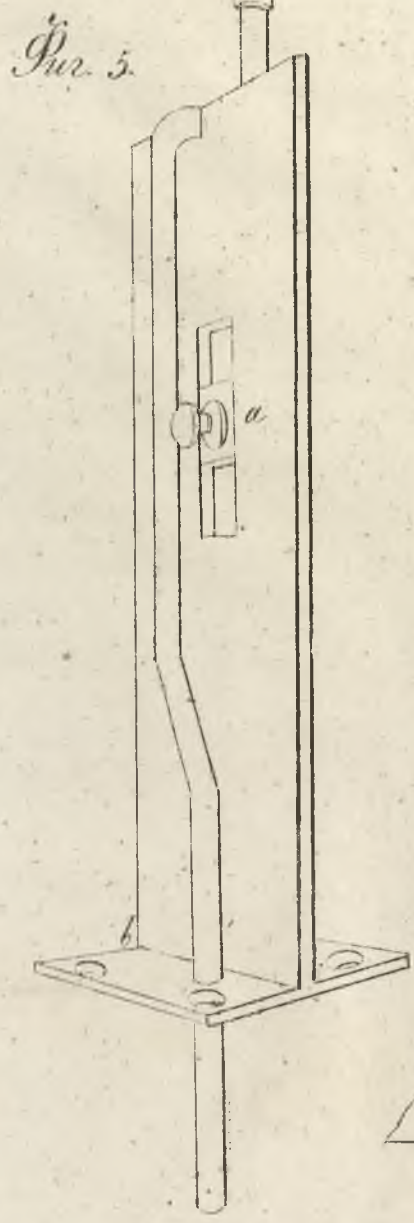
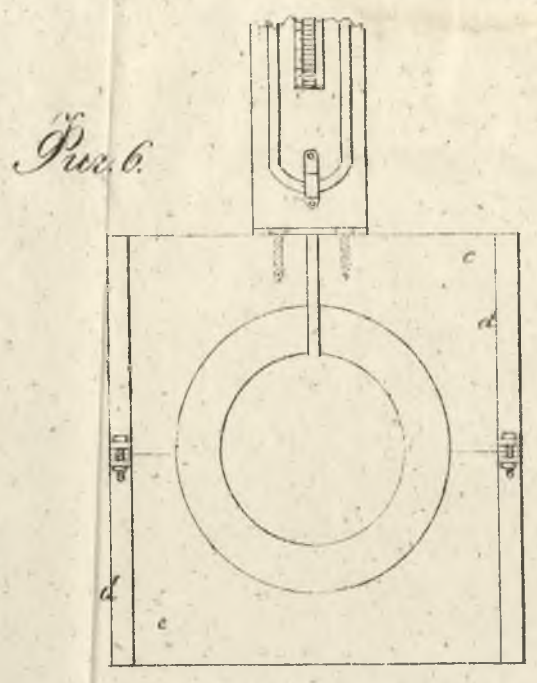
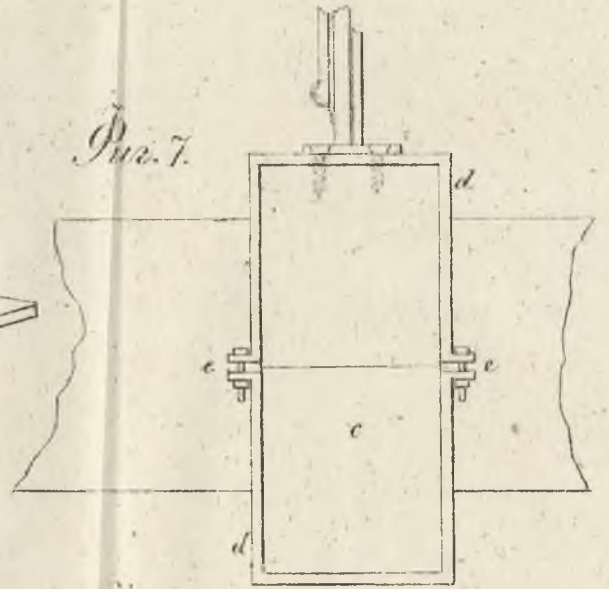
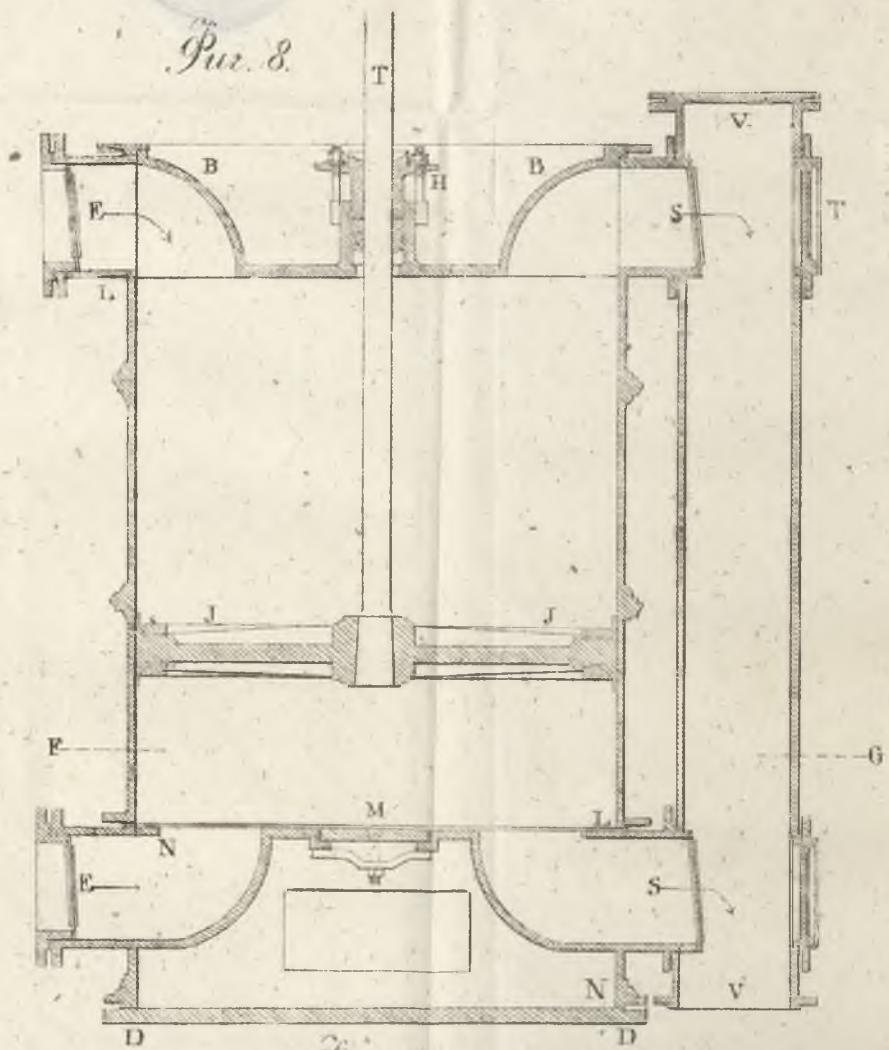
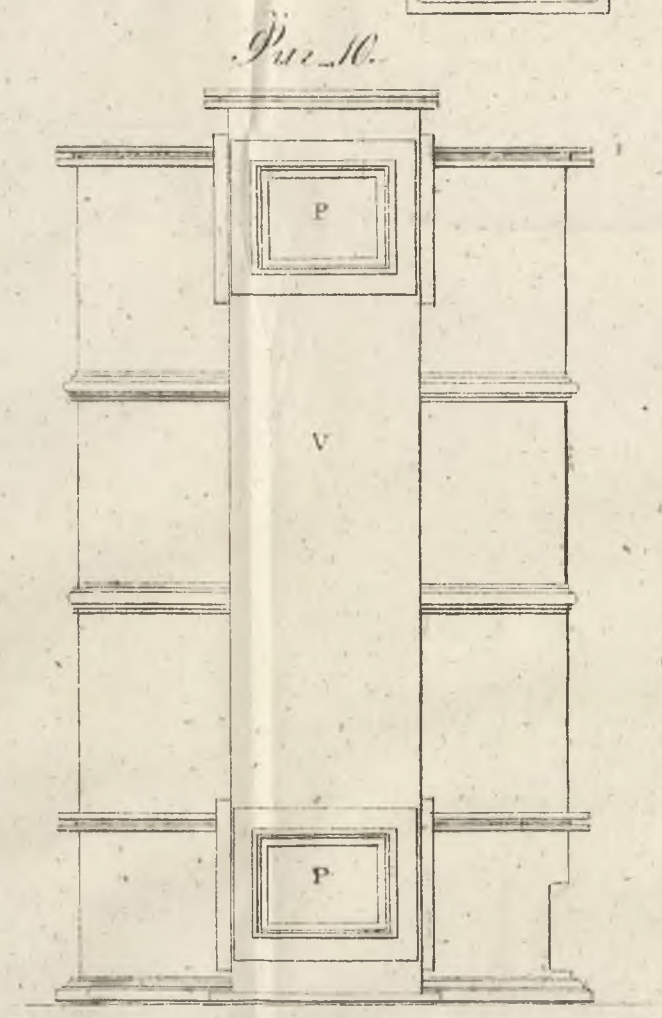
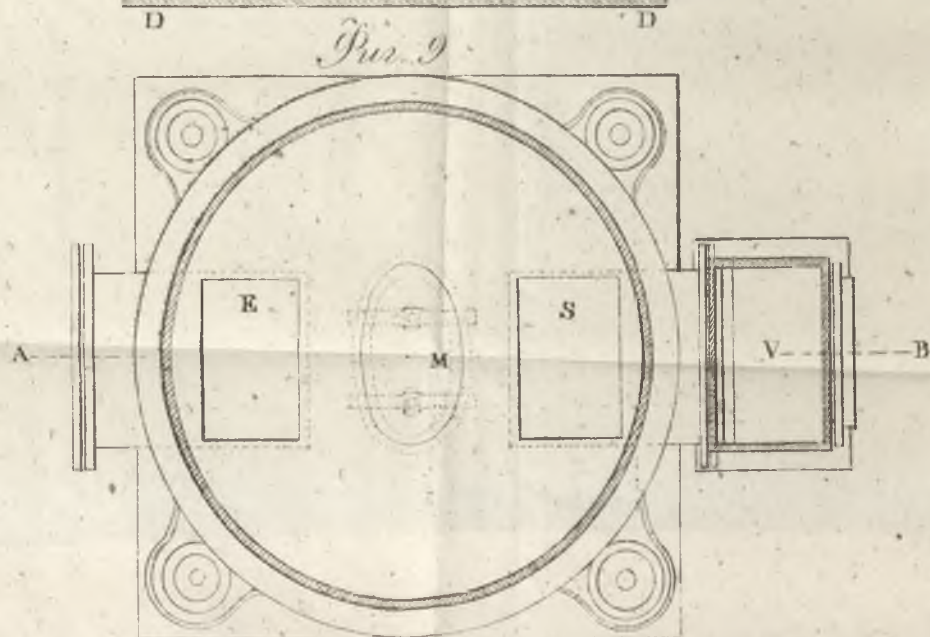
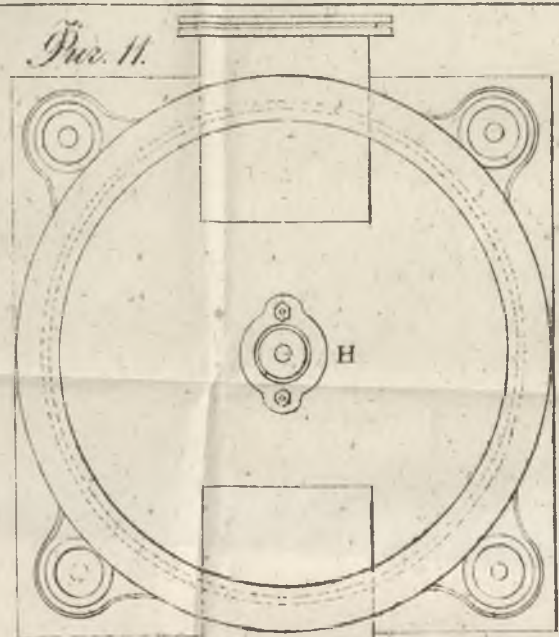


Fig. 12.

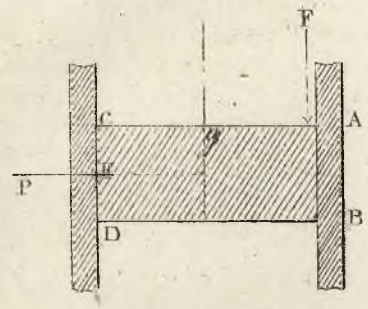


Fig. 13.

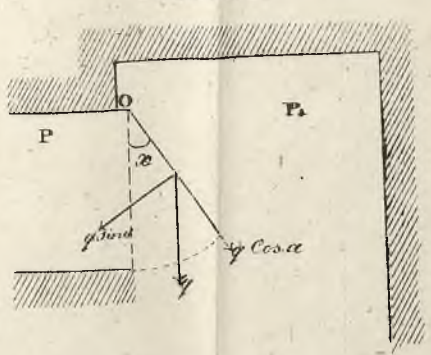


Fig. 14.

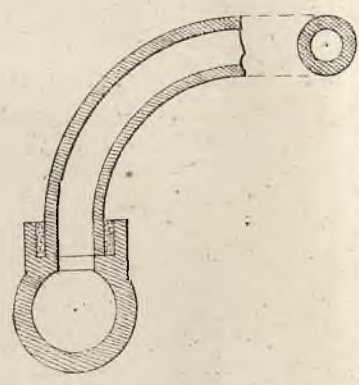


Fig. 15.

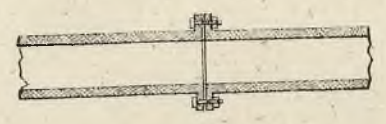


Fig. 18.

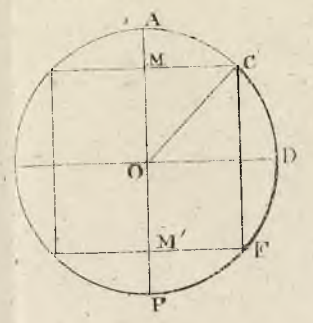


Fig. 16.

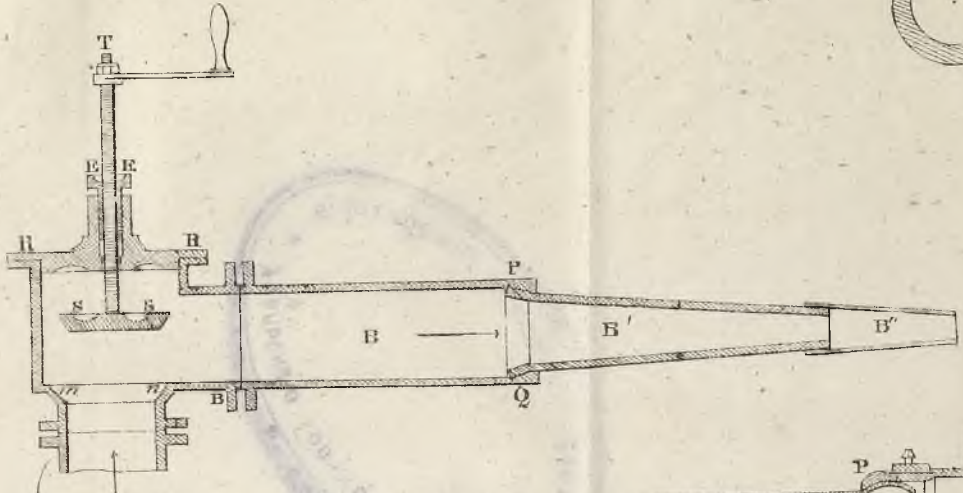


Fig. 17.

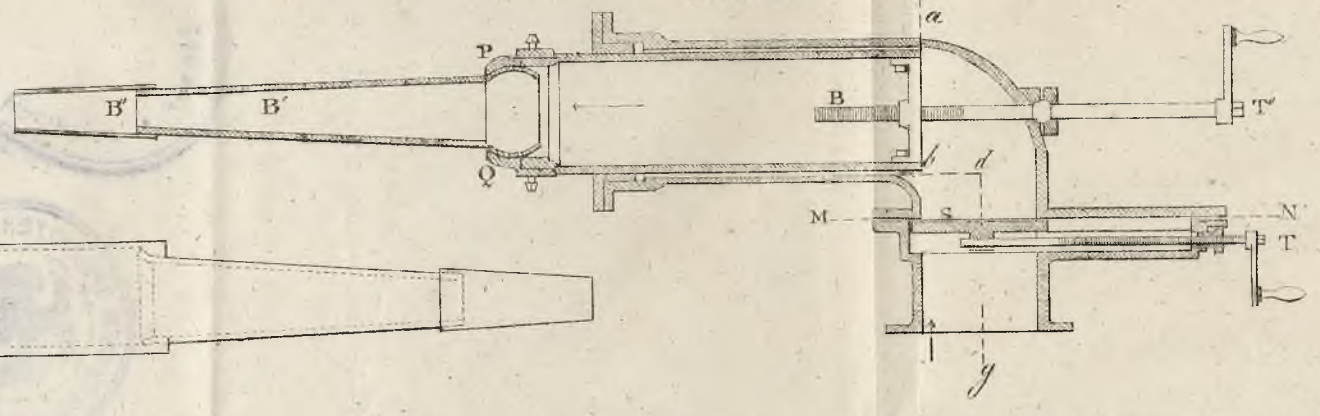


Fig. 20.

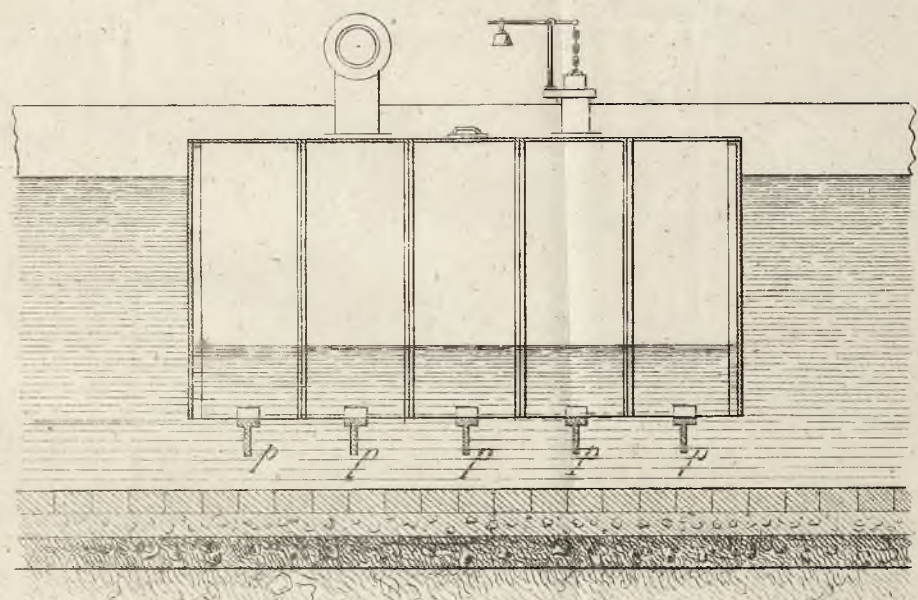


Fig. 21.

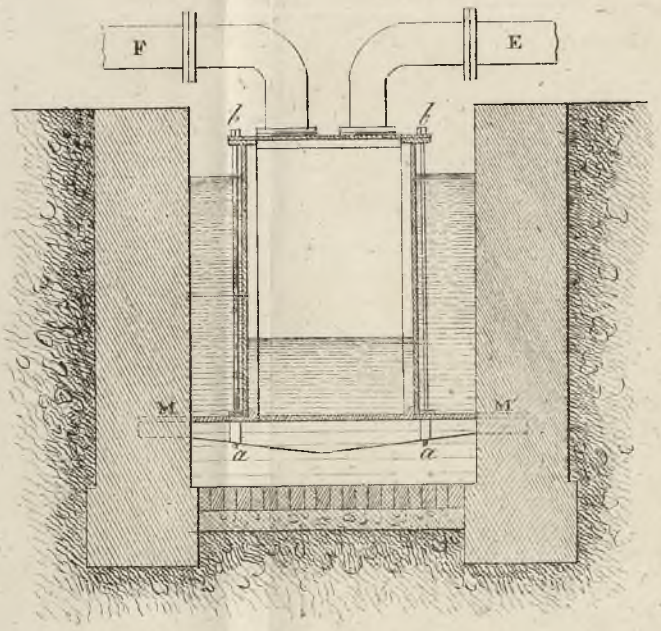


Fig. 22.

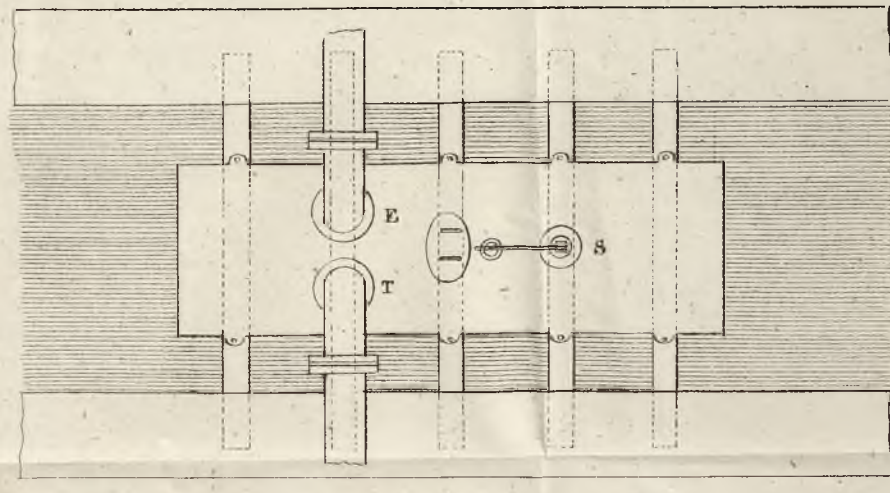
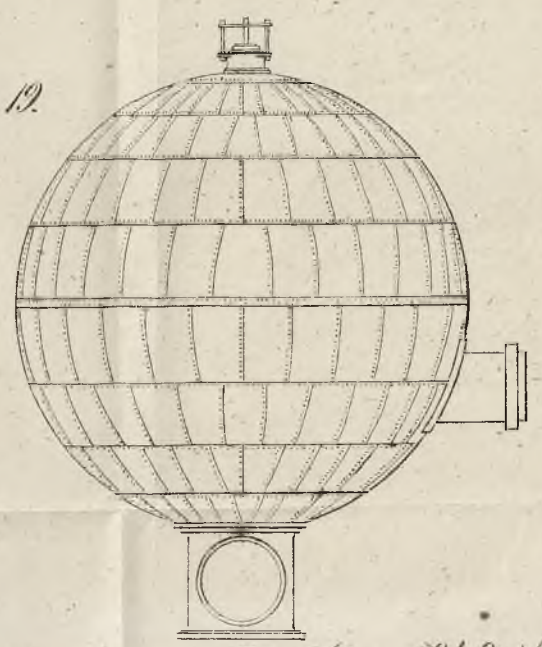


Fig. 19.



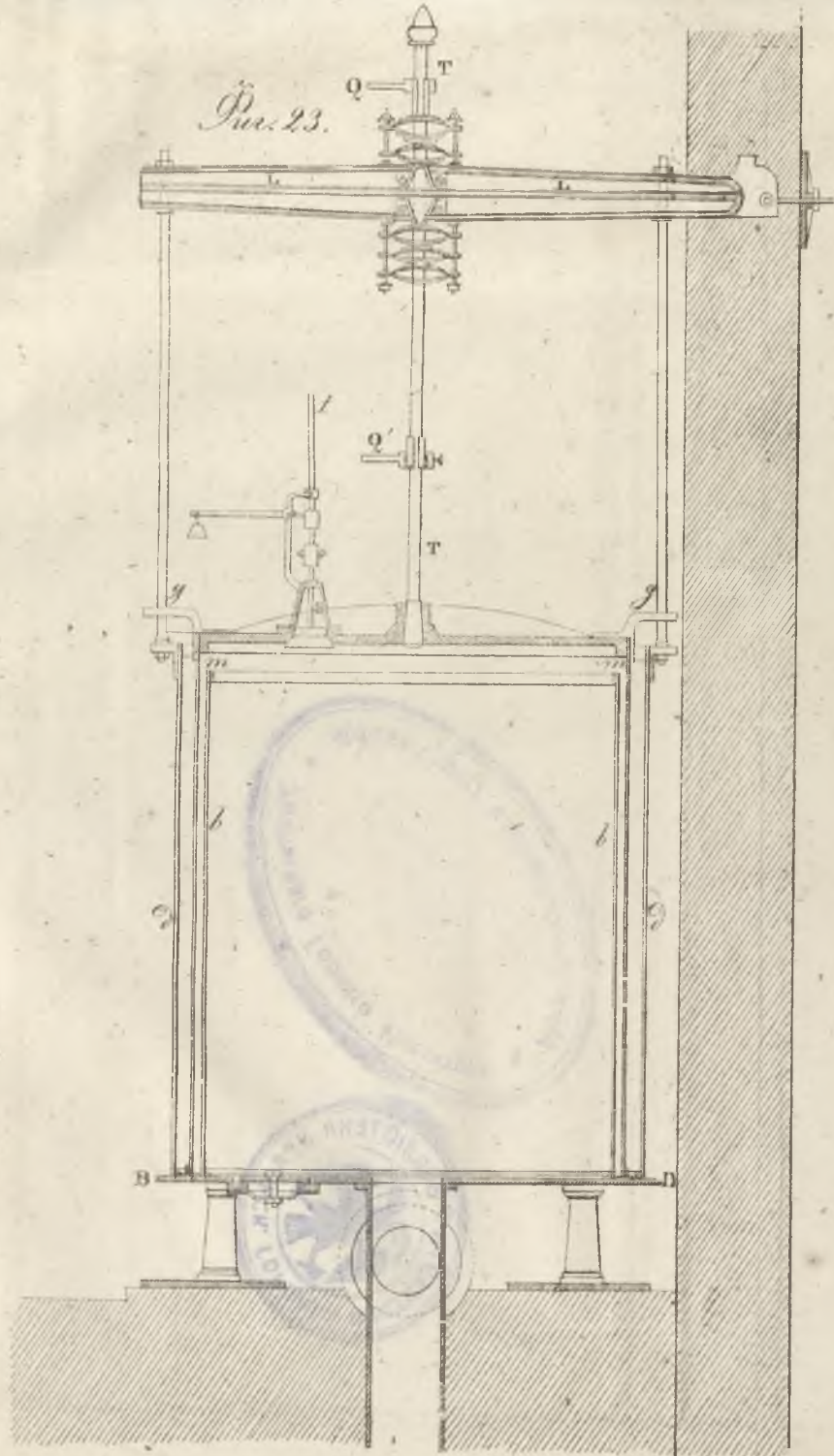


Fig. 23.

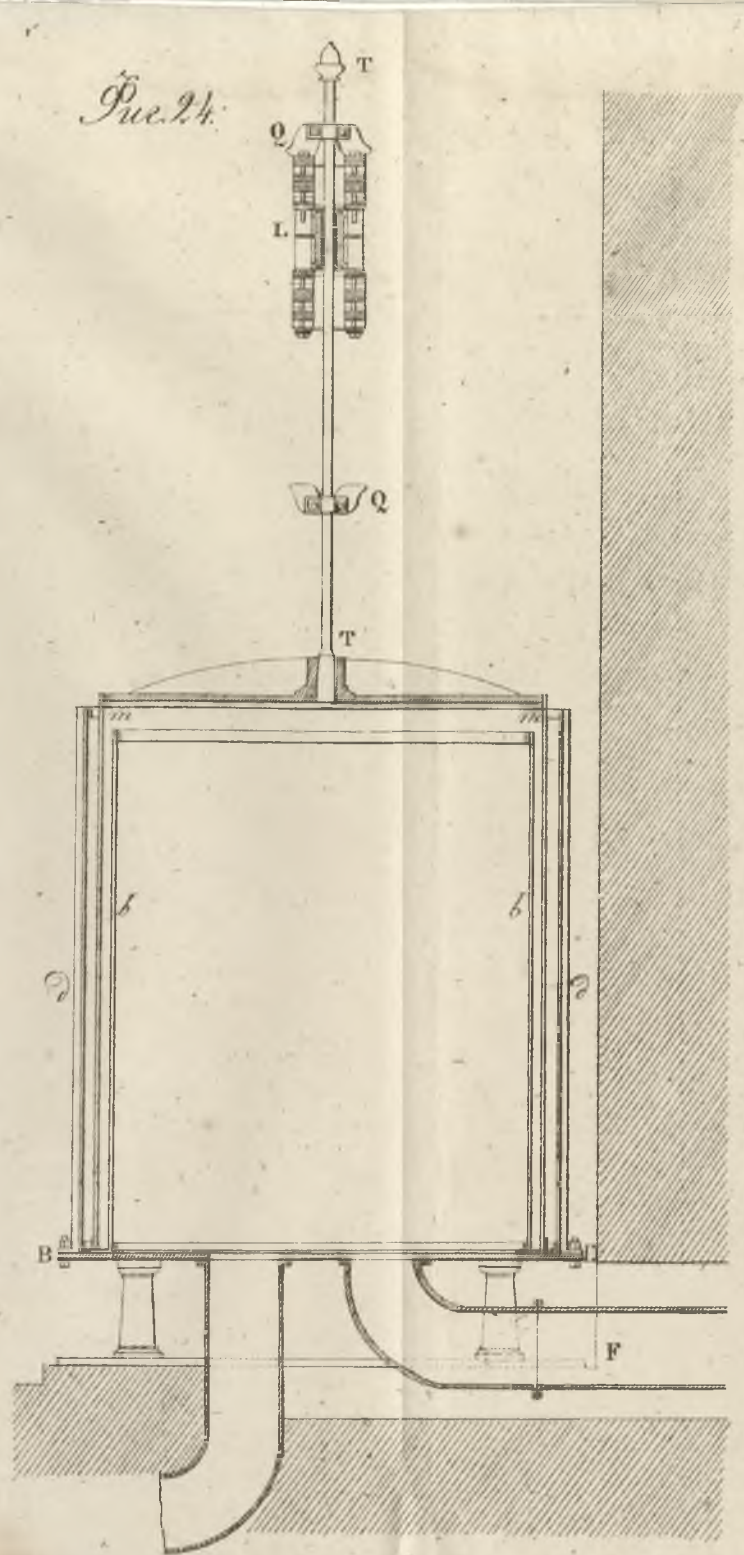


Fig. 24.

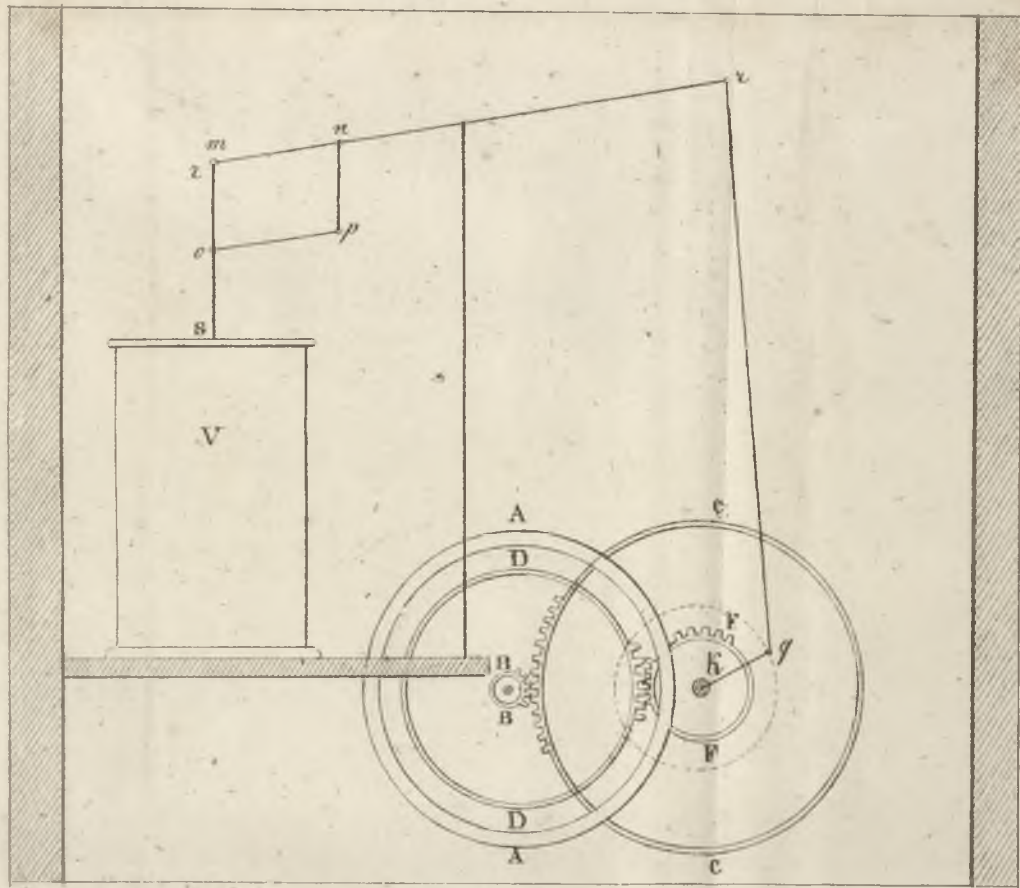
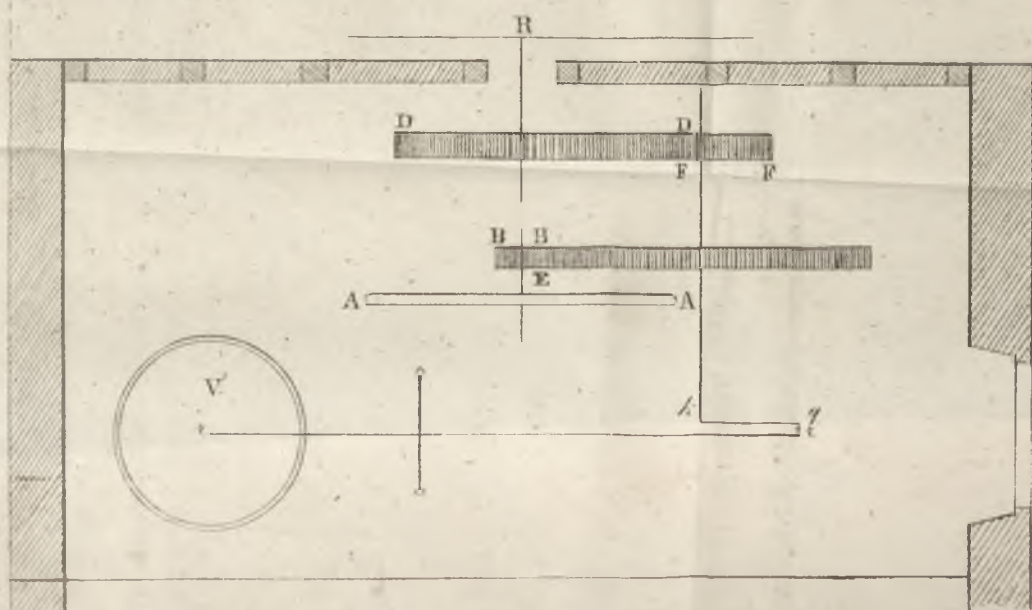
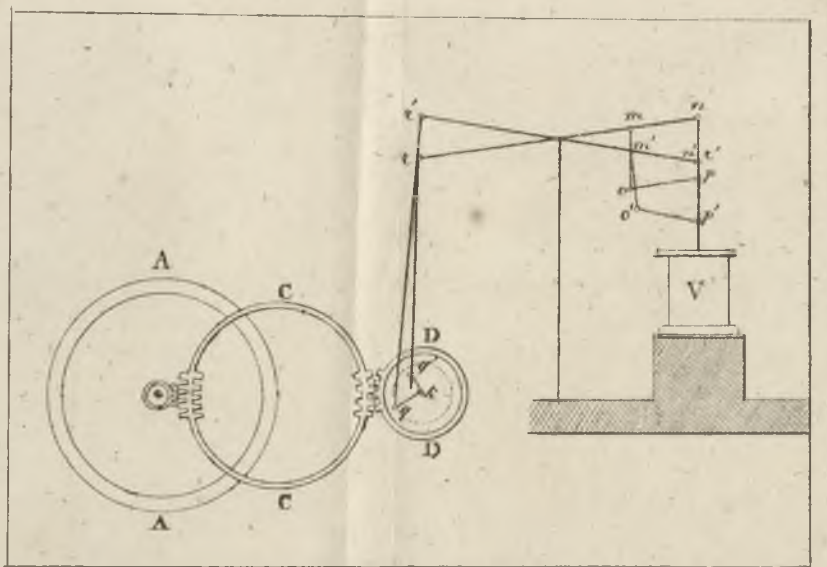
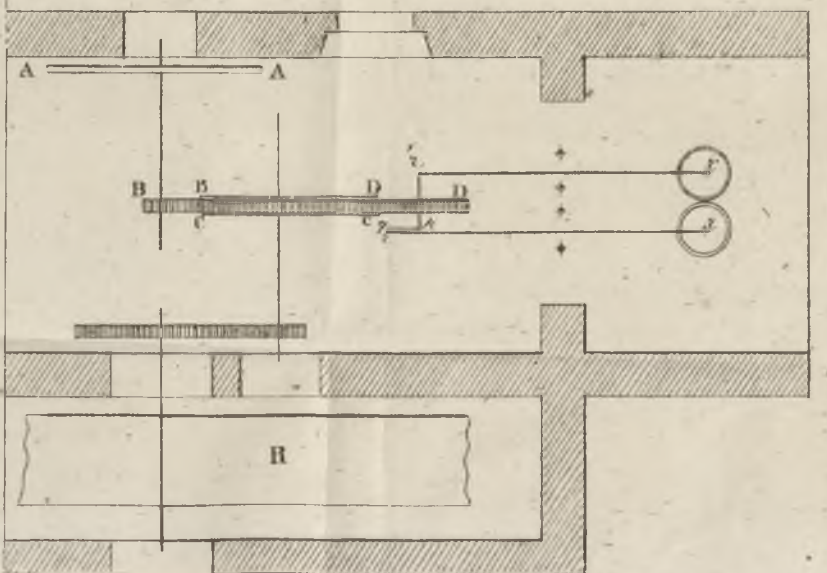


Fig. 28.

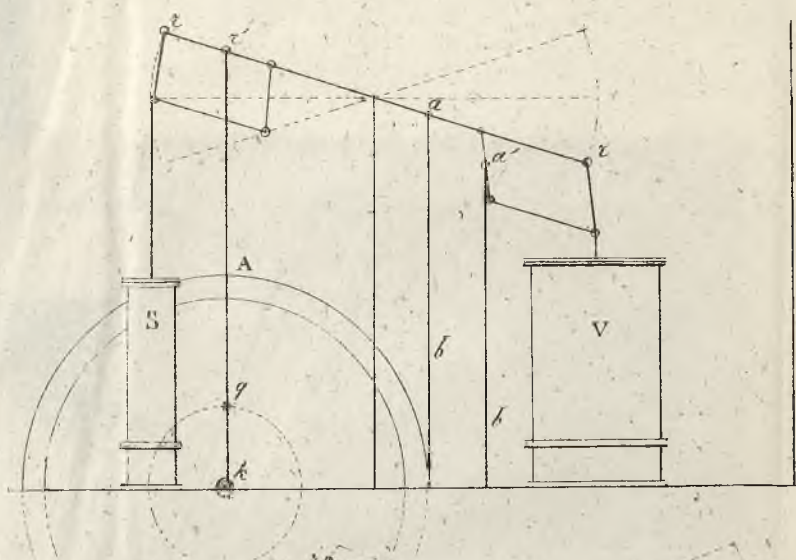


Fig. 30.

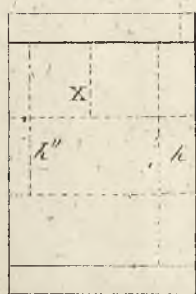
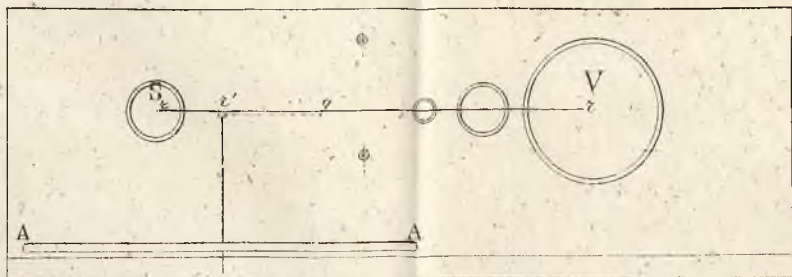


Fig. 29.

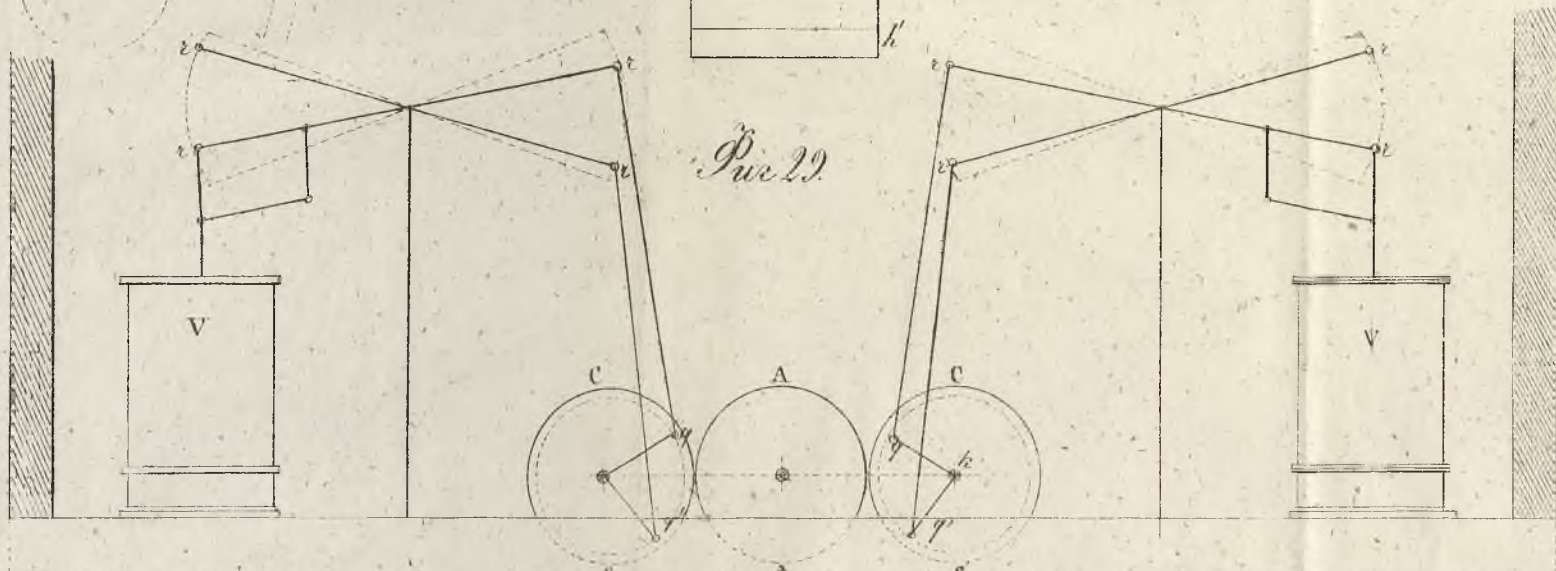
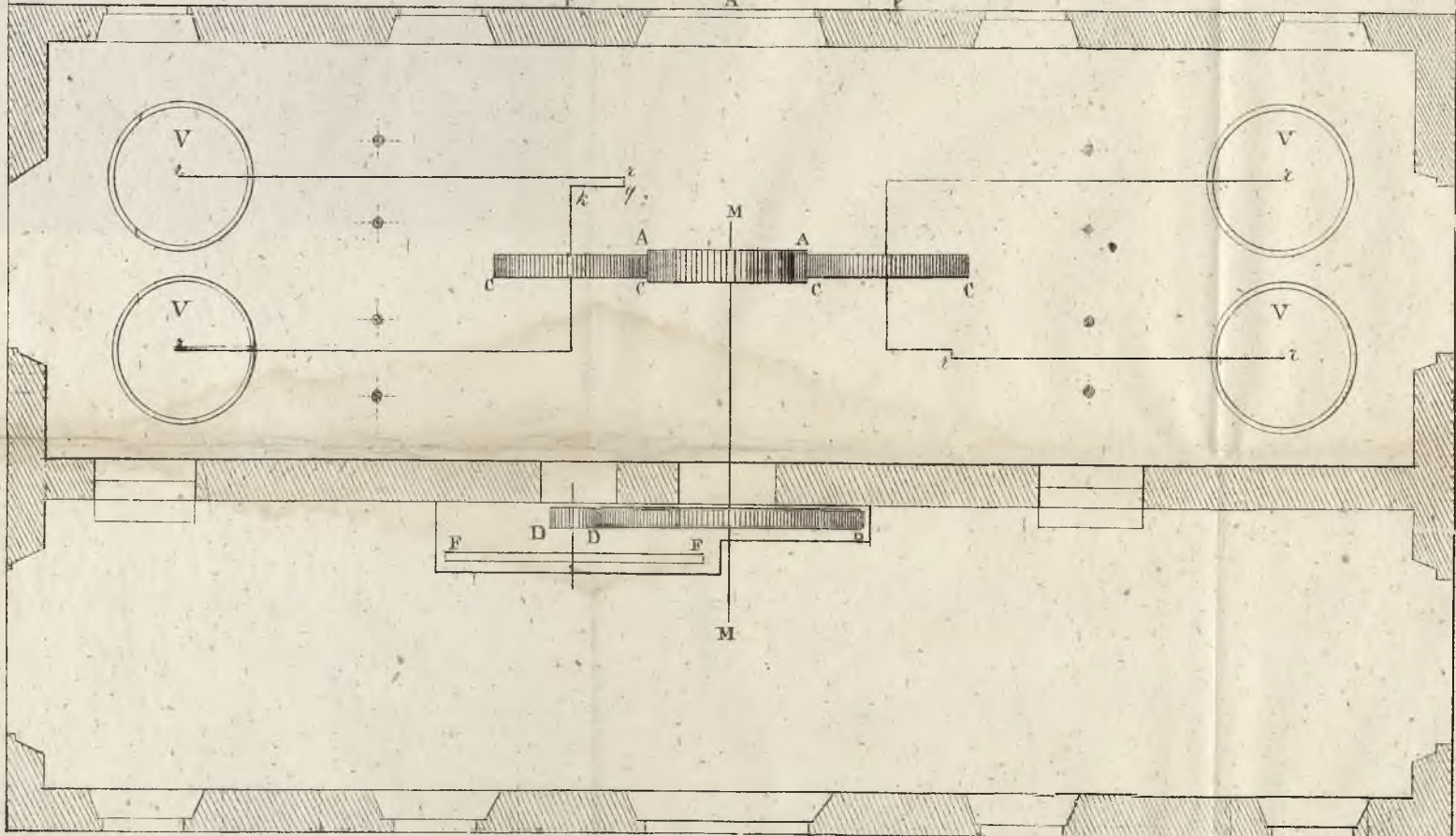
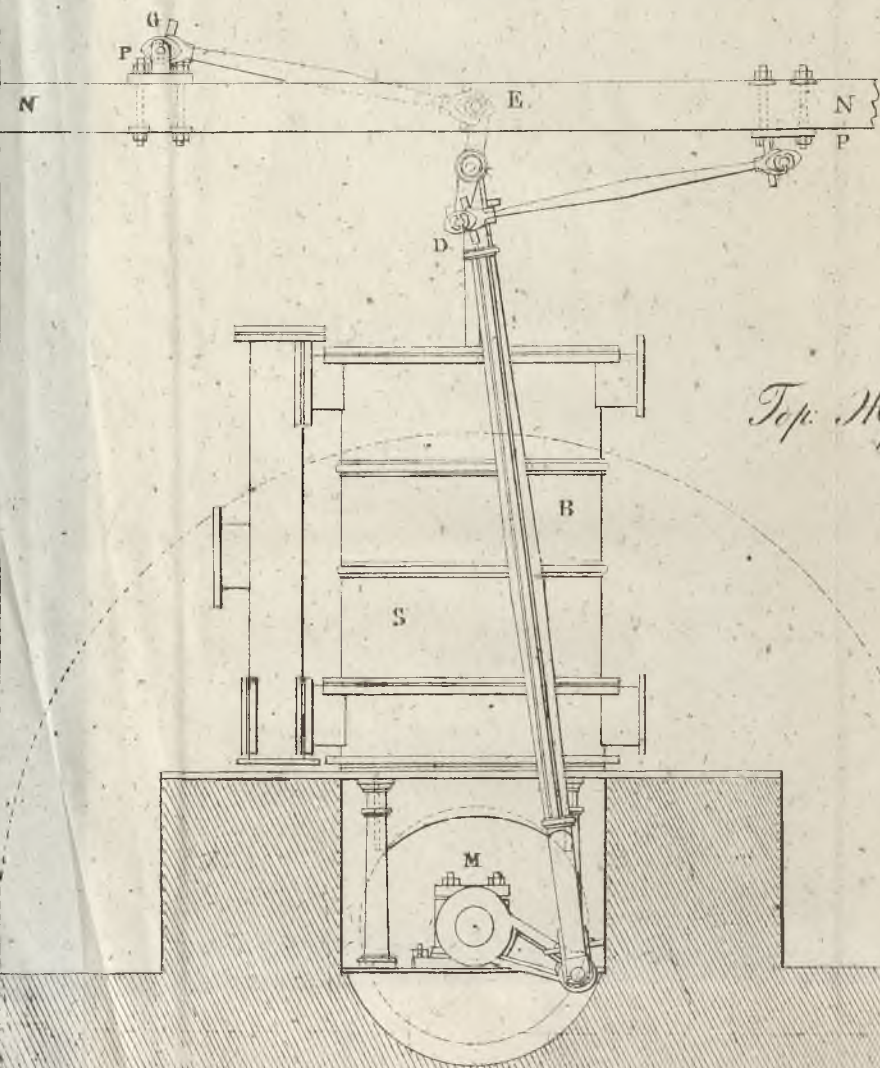
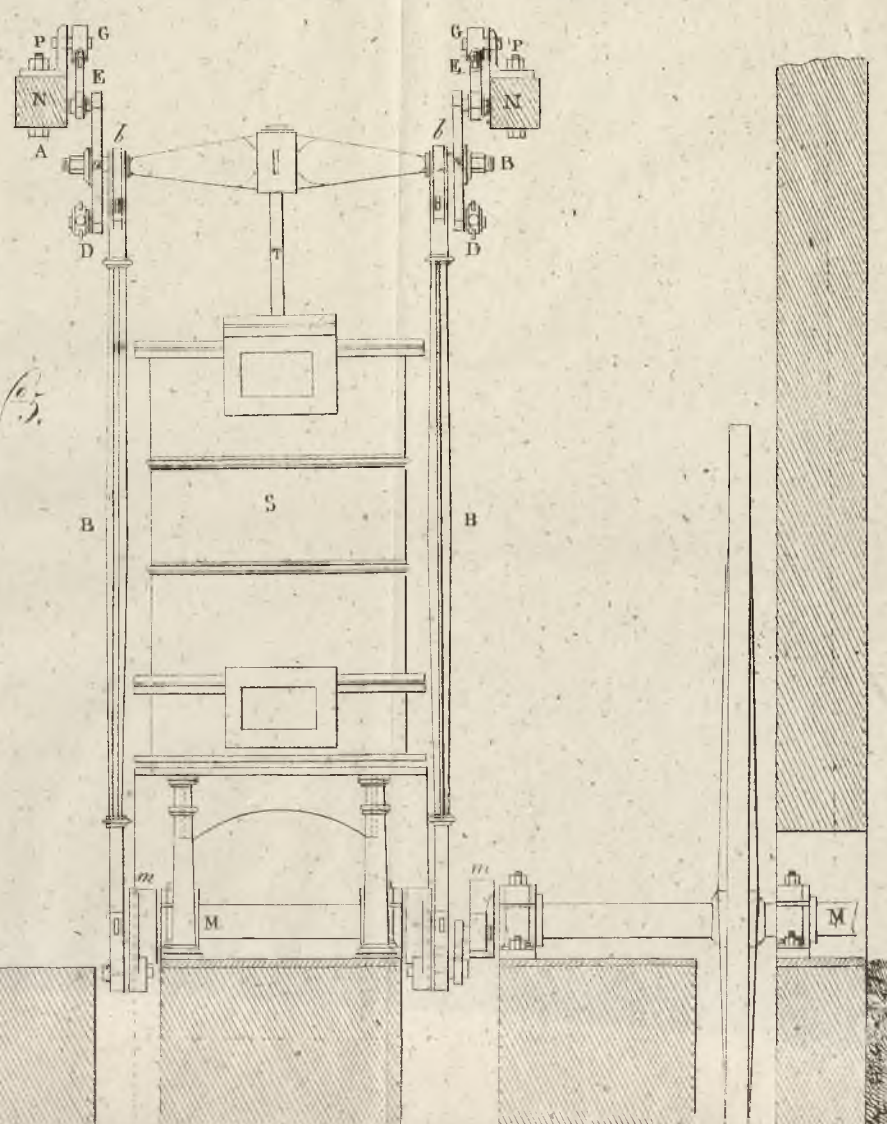


Fig. 27.



Top. Мyp. 1818. N° 5.



Къ статье: Лекція Геологіи.

Фиг. 1.



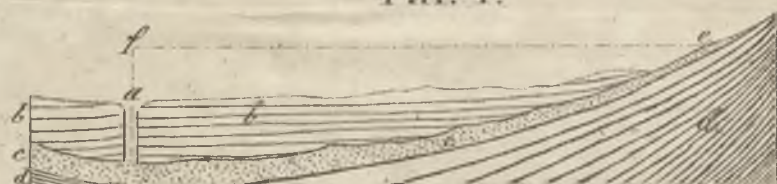
Фиг. 2.



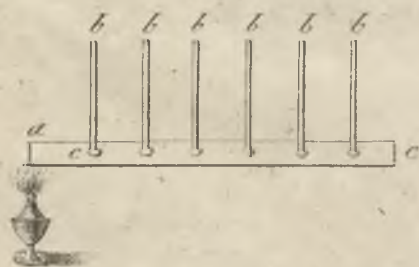
Фиг. 3.



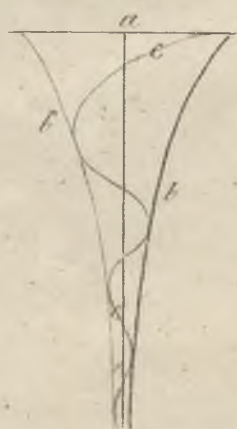
Фиг. 4.

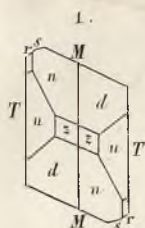
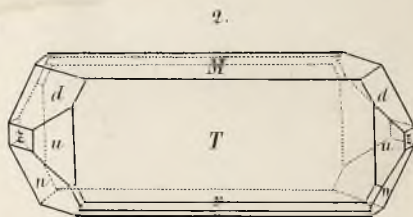
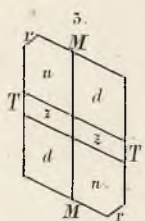
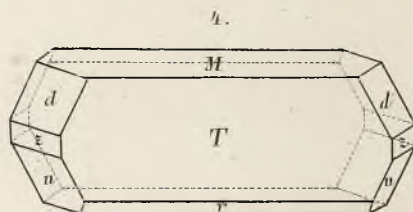
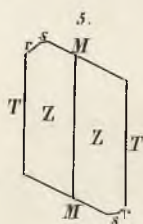
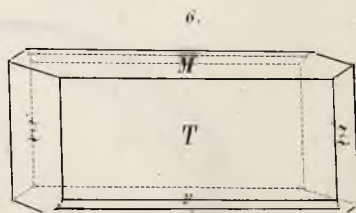
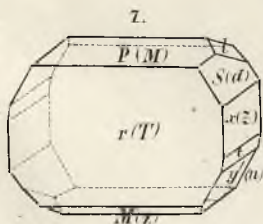
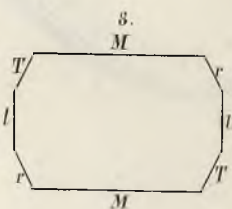
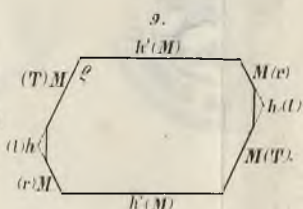


Фиг. 5.

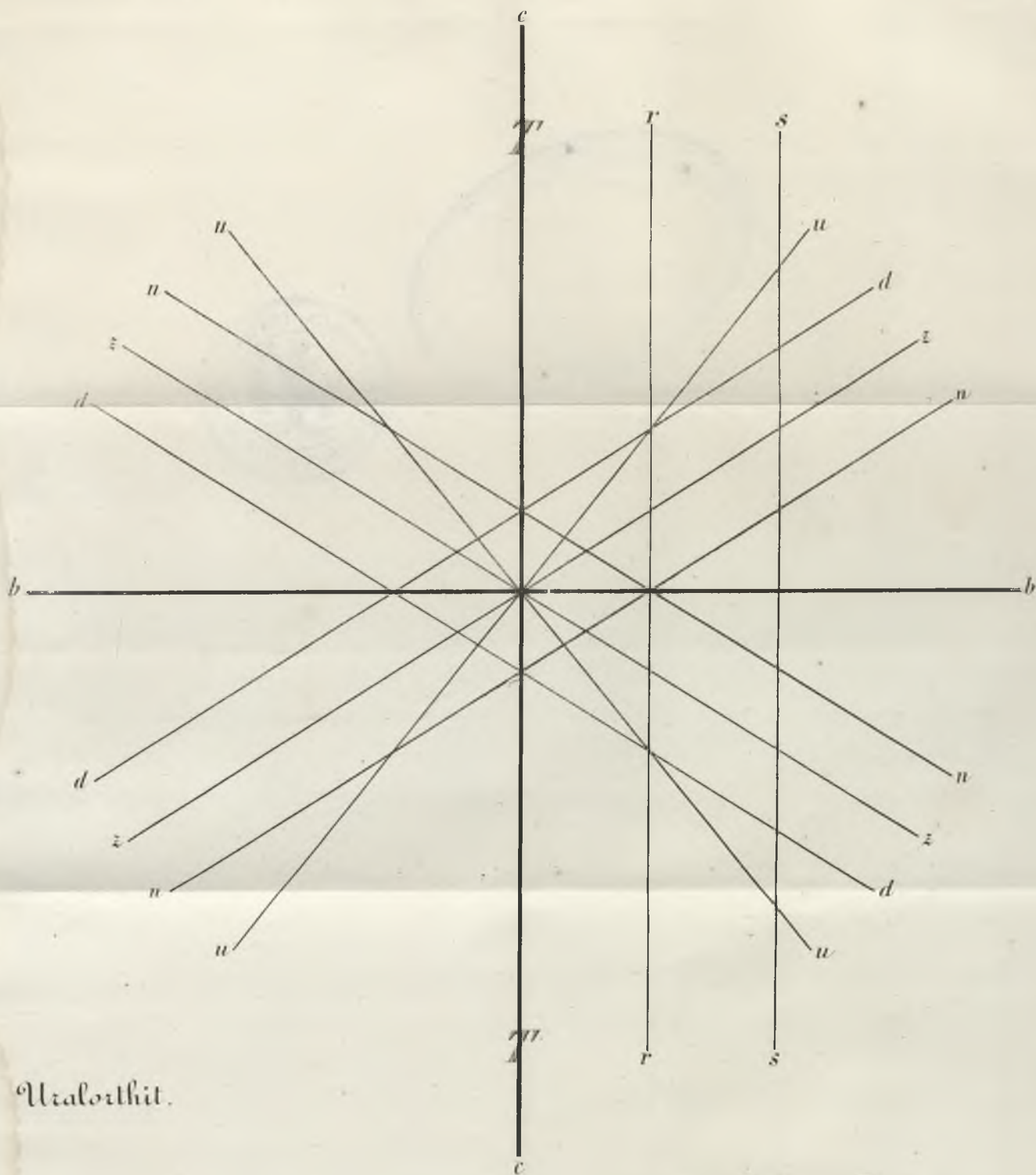


Фиг. 6.





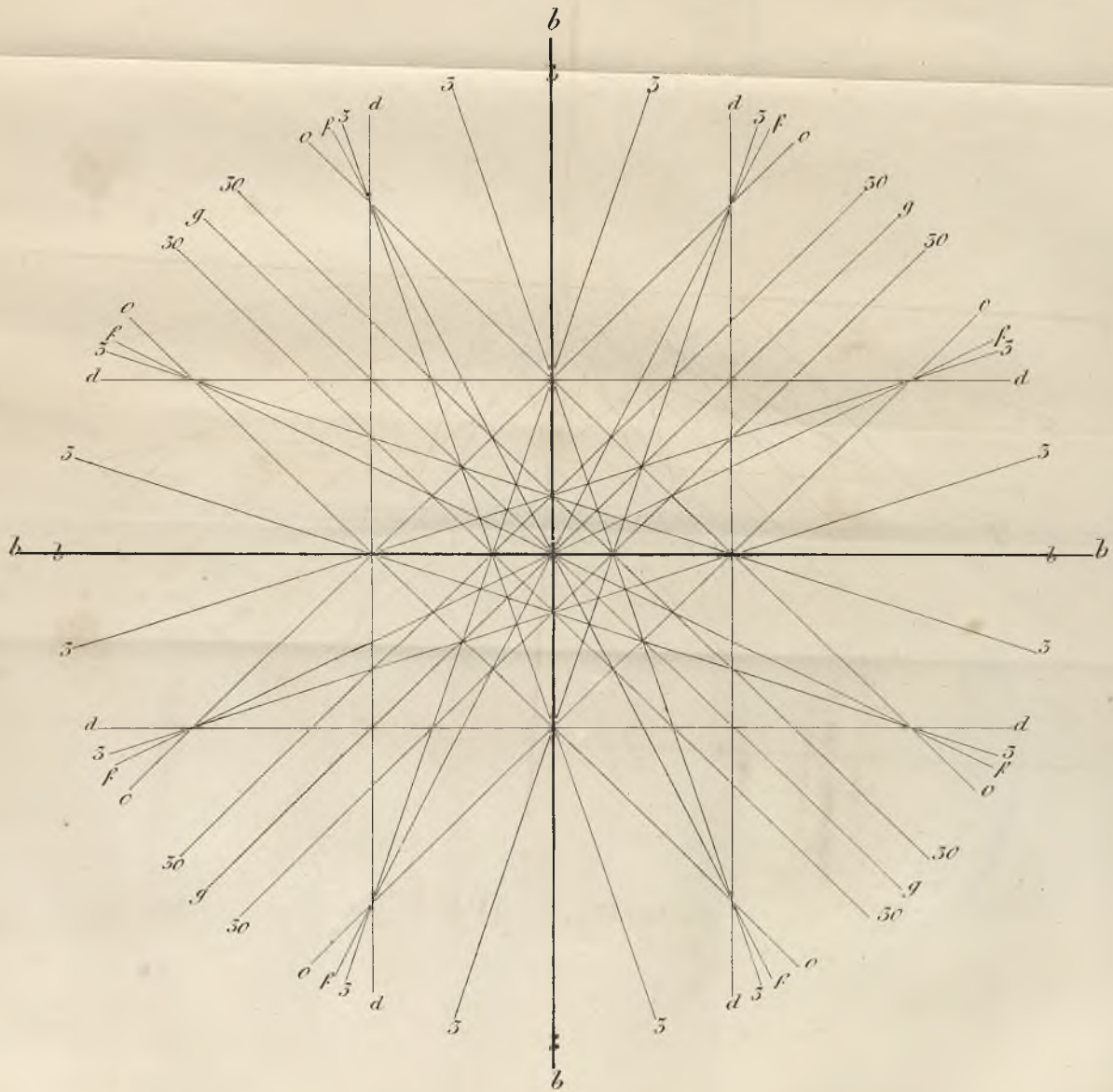
Uralorthit.



Utaoithit.

Skapolith (Baikal.)

Фиг. 5.



04.

00-30K.

