



## ГОРНОЕ И ЗАВОДСКОЕ ДѢЛО.

629  
7-67

### КОКСОВАНИЕ КАМЕННЫХЪ УГЛЕЙ.

Статья Профессора Флека, дополненная по Гильону <sup>1)</sup>.

Металлургическіе процессы уже съ давнихъ поръ нуждались въ пламени горючихъ матеріаловъ, которое служило-бы возстановляющимъ средствомъ и въ тоже время не давало-бы копоти. Древесный уголь вполне удовлетворялъ этому требованію, но цѣна его, вмѣстѣ съ цѣною лѣса, стала быстро возрастать. По этому-то очень скоро по примѣненіи каменнаго угля, какъ горючаго матеріала, начались попытки коксовать послѣдній, чтобы тѣмъ сдѣлать употребленіе его всестороннимъ. По этому коксованіе можно считать столь-же древнимъ какъ и самое знакомство съ каменнымъ углемъ. Приготовленіе кокса въ большихъ размѣрахъ началось при желѣзныхъ заводахъ богатыхъ каменно-угольныхъ округовъ Англіи и Германіи. На древнюю извѣстность кокса германскаго приготовленія, не смотря на незначительность мѣсть, изготовляющихъ коксъ, указываетъ уже названіе Zünder или Cünder, которымъ обозначали еще въ XIII столѣтіи обожженный и залитый водою каменный уголь, употреблявшійся въ кузницахъ. Впервые коксованіе началось въ большихъ размѣрахъ въ Англіи, откуда оно перешло въ концѣ прошедшаго столѣтія, въ качествѣ побочнаго производства при желѣзномъ дѣлѣ, на континентъ Европы. Изъ сочиненія М. Jars «О разработкѣ каменнаго угля въ Англіи» мы видимъ, что съ 1640 г. коксъ сталъ примѣняться для плавки въ Дербиширѣ; затѣмъ съ 1713 г. начались частыя попытки примѣнить каменный уголь къ доменной плавкѣ; въ 1774 г. въ Ньюкестлѣ были въ ходу новыя доменные печи, дѣйствовавшія на коксѣ, перестройка которыхъ производилась около 1763 г. Въ 1788 г. въ Англіи около 48200 тоннъ чугуна было проплавлено уже на коксѣ, и только 13100 тоннъ — на древесномъ углѣ; большая часть послѣдняго въ 1740 г. падаетъ на графство Gloucester; во всей-же Великобританіи къ этому времени имѣлась всего 51 древесноугольная печь, кото-

<sup>1)</sup> Переводъ Горнаго Инженера Лебедева.

рыя выплавляли въ годъ до 17,350 тоннъ чугуна. Въ Бельгіи первыя коксовыя доменные печи были построены въ 1821 году. На континентѣ Европы коксованіе впервые было введено въ Верхней Силезіи, гдѣ 3 ноября 1796 г. въ Глейвицѣ была пущена въ ходъ первая на континентѣ коксовая доменная печь.

Не смотря на благоприятные результаты употребленія кокса на Глейвицскомъ заводѣ, на прочихъ желѣзныхъ заводахъ Пруссіи примѣненіе его не шло быстро.

Въ Вестфалии въ 1852 г. дѣйствовали только 2 коксовыя доменные печи на заводѣ Berg bei Vorbeck; на заводахъ Gute Hoffnung и Prinz-Rudolph въ тоже время дѣйствовали 2 доменные печи на смѣси древеснаго угля съ коксомъ; остальные 8 печей вестфальскаго округа дѣйствовали исключительно на древесномъ углѣ. Въ рейнскомъ округѣ въ томъ-же году дѣйствовало 78 древесноугольныхъ печей.

Въ 1854 г. количество получаемаго въ Пруссіи чугуна распредѣлялось по отдѣльнымъ округамъ слѣдующимъ образомъ:

	Чугуна получалось	
	на коксѣ.	на древесномъ углѣ.
въ Силезіи . . . . .	43,9 %	56,1 %
» Вестфалии. . . . .	64,7 %	35,3 %
» Рейнскомъ округѣ . . . . .	27,7 %	72,3 %

Въ Вестфалии выплавка чугуна на коксѣ сдѣлала значительно большіе успѣхи сравнительно съ Силезскимъ округомъ только вслѣдствіе болѣе благоприятныхъ условій.

По мѣрѣ развитія плавки чугуна на коксѣ приготовленіе кокса стало принимать все большіе и большіе размѣры и наконецъ въ нѣкоторыхъ каменноугольныхъ округахъ Германіи приобрѣло, такъ сказать, право гражданственности.

Коксѣ стали требоваться въ это время на желѣзныя дороги, вслѣдствіе чего въ нѣкоторыхъ мѣстностяхъ, лежащихъ вдали отъ желѣзныхъ заводовъ, стали исключительно заниматься коксованіемъ угля, напр. въ 1820 г. были основаны въ Burg'скомъ каменноугольномъ округѣ Плауенской долины, близъ Дрездена, первые коксовальныя пункты; въ 1830 г. были устроены въ заводскомъ округѣ «Junger Wolfgang» близъ Цвикау 4 коксовальныя печи, съ цѣлью доставлять коксѣ на заводъ Anton близъ Шварценбурга; позднѣе, по заключеніи условія съ Саксонско-Баварскою желѣзною дорогою, эти печи стали приносить весьма хорошій доходъ. Въ 1860 г. Цвикауское каменноугольное общество изготовило въ 394 печахъ около милліона центнеровъ кокса; изъ этого количества почти  $\frac{1}{3}$  пошла на заводъ «Königin Marien», остальные  $\frac{2}{3}$  по большей части шли на отопленіе локомотивовъ.

7.172.111

*Коксованіе въ кучахъ (Meilerverkokung).*

Слѣдя за коксованіемъ съ самаго его возникновенія, мы видимъ, что почти каждый годъ появлялись новые способы коксованія, и появленіе ихъ вполне естественно. Первые попытки замѣнить при доменной плавкѣ древесный уголь каменнымъ не увѣнчались успѣхомъ и привели экспериментаторовъ къ мысли выдѣлять изъ каменнаго угля особымъ способомъ углежженія сѣру, которая, по ихъ мнѣнію, находится въ добытомъ углѣ и вредитъ качеству чугуна. Эта работа производилась, какъ и при обугливаніи дровъ, въ кучахъ, сложенныхъ изъ крупныхъ кусковъ каменнаго угля.

Кучамъ придавали вначалѣ округленную форму съ основаніемъ отъ 3 до 5 метровъ въ поперечникѣ; онѣ имѣли у краевъ 3, а въ центрѣ 5 дециметровъ высоты. Уголь покрывался сначала соломой или листьями, а затѣмъ землею. Обжиганіе шло сверху внизъ. По заживаніи кучи ее покрывали каменноугольною мелочью, смоченною водою, и затѣмъ засыпали мелкимъ углемъ съ цѣлью прекратить горѣніе въ тѣхъ мѣстахъ, въ которыхъ прекращалось выдѣленіе пламени. Нѣсколько позже стали устраивать продолговатыя четырехъ-угольныя кучи, для основанія которыхъ выбирали мѣста болѣе возвышенныя, которыя покрывали мелкимъ углемъ и плотно утрамбовывали. По направленію длинной оси кучи протягивали шнуръ, по обѣимъ сторонамъ котораго на разстояніи 8 дециметровъ другъ отъ друга (для жирнаго угля полагалось меньшее разстояніе) вбивали деревянные колышки, около 6 дециметровъ высотой (фиг. I). Затѣмъ по направленію шнура укладывали самые большіе куски угля одинъ противъ другаго и въ наклонномъ другъ къ другу положеніи, такъ чтобы по длинной оси кучи оставался каналъ. Этому каналу придавали ширину различную, смотря по горючести угля; чѣмъ уголь тощѣе, тѣмъ каналъ долженъ быть шире. Къ самымъ большимъ кускамъ угля прислоняютъ опять рядами крупный уголь и въ дальнѣйшіе ряды идетъ постоянно уголь меньшей крупности, вслѣдствіе чего пустые промежутки становятся все меньше и меньше. Болѣе мелкій уголь идетъ на заполненіе этихъ промежутковъ, а угольная мелочь на покрывку кучи. Ширина подобной кучи достигаетъ обыкновенно 3 или 4 м., длина же ея бываетъ различна и зависитъ отъ величины площади, для нея выбранной, а также отъ количества кокса, которое желаютъ получить при одномъ пожогѣ. Кучи, вслѣдствіе постоянно уменьшающейся величины кусковъ угля, по направленію отъ середины къ бокамъ, принимаютъ форму бочарнаго свода; высота ихъ въ серединѣ достигаетъ отъ 3—4, а по бокамъ 2—3 дециметровъ.

При жирномъ углѣ кучи устраиваются выше, и въ тоже время покрывка ихъ изъ каменноугольной мелочи дѣлается толще, съ цѣлью лучше удерживать

теченіе воздуха. Напротивъ того, при тощемъ углѣ, при небольшихъ размѣрахъ кучь и слабой ихъ покрывкѣ, теченіе воздуха совершается быстрѣе. Когда куча сложена, то колышки вынимаютъ, и въ образовавшіяся такимъ образомъ трубки забрасываютъ куски зажженного угля; по прошествіи 5 или 6 часовъ, коксованіе распространяется по всей кучѣ (Meiler zum Treiben gelangt). Съ этого момента необходимо засыпать каменноугольнымъ мусоромъ всѣ тѣ мѣста кучи, на покрывкѣ которыхъ появится бѣлая зола.

Коксованіе при тощемъ углѣ продолжается отъ 12—20 часовъ, при жирномъ-же отъ 36—48 часовъ. Атмосферныя вліянія въ большинствѣ случаевъ играютъ важную роль при коксованіи, такъ безвѣтріе и дождливая погода часто значительно замедляютъ пожегъ. По окончаніи пожега кучѣ даютъ охлаждаться отъ 3—4 дней, а затѣмъ приступаютъ къ разломкѣ кучи, начиная обыкновенно съ короткой стороны послѣдней.

Въ Англій было принято устанавливать въ срединѣ кучи коническую трубу (около 2 м. высоты), которую складывали изъ огнеупорныхъ кирпичей (фиг. 2). Основаніе такой трубы составляетъ рядъ кирпичей, расположенныхъ кругомъ; на этомъ основаніи кладутся новые ряды кирпичей, пока труба не достигнетъ извѣстной высоты, но при этомъ въ ней оставляются горизонтальныя отверстія въ 4 сантиметра поперечникомъ. Вслѣдствіе жара, развивающагося при коксованіи, поверхности кирпичей сплавляются и послѣдніе образуютъ какъ-бы одну массу. Верхняя часть трубы, возвышающаяся надъ кучей, не имѣетъ отверстій и закрывается кирпичемъ или желѣзною заслонкою. Куски угля располагаютъ горизонтальными кругами около трубы, причемъ стараются верхнимъ кругамъ, наиболѣе удаленнымъ отъ основанія трубы, придавать меньшіе размѣры. При такомъ расположеніи кусковъ угля, куча принимаетъ форму конуса, покрытаго сверху мелкимъ углемъ и окружающаго собою трубу. Конусъ этотъ окончательно покрывается слоемъ нѣсколько влажнаго угольного мусора въ 5 сантим. толщиною. Зажиганіе кучи производится забрасываніемъ горящаго угля въ трубу, а управленіе коксованіемъ внутри ея производится сниманіемъ по временамъ наружной покрывки изъ угольного мусора. По прошествіи нѣсколькихъ дней, при надлежащемъ ходѣ процесса, отдѣленіе дыма и пламени на поверхности кучи прекращается, тогда трубу запираютъ, набрасываютъ на кучу коксовой мелочи и оставляютъ ее охлаждаться.

Въ нѣкоторыхъ каменноугольныхъ округахъ устраиваютъ кучи значительно большихъ размѣровъ съ 3 или нѣсколькими трубами, расположенными въ разстояніи 3 м. другъ отъ друга; въ этихъ случаяхъ основанія трубъ соединяются другъ съ другомъ и съ поверхностью кучи каналами изъ кусковъ каменнаго угля. Управленіе коксованіемъ, въ разсматриваемыхъ случаяхъ, производится открываніемъ и закрываніемъ боковыхъ каналовъ. Особый способъ коксованія въ кучахъ, который былъ введенъ въ Англій въ началѣ этого столѣтія, представляетъ то преимущество, что даетъ возможность за-

медлять или ускорять коксованіе и получать при этомъ желаемый продуктъ. Такъ, при употребленіи жирнаго угля, для полученія возможно большаго количества кокса, уменьшаютъ число и размѣры каналовъ; при тощемъ углѣ, для полученія высокой температуры, а слѣдовательно и плотнаго кокса, число и размѣры каналовъ увеличиваютъ. Для собиранія во время коксованія выдѣляющихся изъ кучъ продуктовъ перегонки каменнаго угля, Blackwell въ Додлеѣ сталъ помѣщать при основаніи средней трубы чугунную трубу въ 3 или 4 дециметра діаметромъ, которая соединялась съ другою общею трубою (Sammelrohr), расположенною на 6 дециметровъ ниже верхней части кучи, и ведущею въ конденсаторы и резервуары, раздѣленные множествомъ металлическихъ пластинъ. Какъ труба, такъ и вертикальная трубка, были снабжены, для регулированія перегонкою,—клапанами. Кучи закрывались почти герметично сырымъ угольнымъ мусоромъ и зажигались забрасываніемъ горящихъ углей. Подобная куча, вмѣщающая до 25 тоннъ угля, даетъ при коксованіи около 750 галлоновъ дегтя и амміачной воды, изъ которой можно приготовить до 56 килограммовъ сѣрнокислаго аммонія.

Чтобы получить изъ каменнаго угля, содержащаго сѣру, коксъ, по возможности безъ сѣры, въ срединѣ кучи устраиваютъ изъ камня, описанный выше, дырчатый каналъ, оканчивающійся на верху трубою. Когда куски угля раскалятся, при помощи этого канала пускаютъ черезъ кучу сильную струю воздуха, которая и сжигаетъ сѣру (безъ сомнѣнія при этомъ сгораетъ и часть кокса).

На фиг. 3 и 4 изображена въ вертикальномъ разрѣзѣ и въ планѣ печь Smith'a и Swinnerton'a, устроенная съ цѣлю получать коксъ съ возможно меньшимъ содержаніемъ сѣры. Эта печь ограничена стѣнами *g*, *h*, *i* и *k* и имѣетъ сообщеніе съ наружнымъ воздухомъ: при помощи отверстій *l*, служащихъ для нагрузки и выгрузки печи; при помощи главной трубы *p*, и наконецъ при посредствѣ малыхъ трубъ *n*, закрываемыхъ заслонками. Смотря по величинѣ внутренняго пространства печи устраиваютъ одну или нѣсколько камеръ *m m* съ дырчатыми стѣнами; эти камеры соединяются съ малыми трубами *m*, а также и съ главною трубою *p*, помощью наклонныхъ каналовъ *oo*. Когда куски угля, покрытые слоемъ коксоваго мусора, раскалятся до извѣстной температуры, тогда открываютъ двери *l*, причемъ наружный воздухъ вступаетъ черезъ камеры *m* въ каналы *o* и въ трубу *p*, и на пути своемъ сжигаетъ сѣру (а вмѣстѣ съ тѣмъ и часть угля). Малыя трубы *n* запираются при этомъ заслонками. При коксованіи углей съ незначительнымъ содержаніемъ сѣры запираютъ задвижки *q* въ каналахъ *o* и открываютъ заслонки *r* въ трубахъ *n*; при этомъ теченіе воздуха бываетъ гораздо слабѣе. О выгодахъ, доставляемыхъ этою печью, положительнаго не извѣстно ничего; во всякомъ случаѣ можно полагать, что она даетъ количество кокса, одинаковое по вѣсу съ тѣмъ, которое получается въ кучахъ; только качество перваго продукта настолько выше, что покрываетъ всѣ издержки по постройкѣ подобной печи.

Для разъясненія явленій, происходящихъ при коксованіи въ кучахъ, а также въ печахъ, равно какъ для поясненія примѣяемости печей различной конструкціи при коксованіи различныхъ сортовъ угля, самый вѣрный ключъ представляетъ химическій составъ углей.

По извѣстнымъ взглядамъ на соотношеніе между химическимъ составомъ и физическими свойствами ископаемыхъ углей, можно сказать, что способность послѣднихъ коксоваться главнѣйшимъ образомъ зависитъ отъ содержанія въ нихъ водорода, съ увеличеніемъ количества котораго увеличивается и способность углей спекаться. И такъ мы знаемъ, что способность плотнаго антрацитового угля коксоваться находится въ близкой связи главнѣйшимъ образомъ съ высказанными здѣсь предположеніями; въ то же время эти предположенія не устраняютъ способности коксоваться другіе сорта угля съ незначительнымъ содержаніемъ свободнаго водорода, если только способы коксованія таковы, что образованіе плотнаго кокса представляется дѣломъ возможнымъ. Къ самымъ существеннымъ условіямъ, при которыхъ коксованіе каменныхъ углей (полученіе плотнаго кокса) представляется возможнымъ, принадлежатъ:

1) устройство возможно лучше защищеннаго отъ дѣйствія воздуха пространства, гдѣ происходитъ коксованіе, и

2) высокія температуры разложенія, отъ управленія которыми главнѣйшимъ образомъ зависитъ способность неспекающихся углей давать коксъ; кромѣ того сюда должно отнести

3) условіе, зависящее отъ качества и количества заключающихся въ угляхъ минеральныхъ составныхъ частей, присутствіе которыхъ обусловливаетъ способность многихъ неплавкихъ углей съ большимъ содержаніемъ золы давать коксъ.

Способность такихъ углей коксоваться въ данномъ случаѣ можетъ быть объяснена съ одной стороны такъ: раскаленные во время коксованія частицы золы обусловливаютъ разложеніе выдѣляющихся углеродистыхъ водородовъ, причемъ освобождающіеся графитъ связываетъ отдѣльныя частицы угля въ коксующей массѣ и дѣлаетъ коксъ тверже; съ другой стороны зола, какъ флюсъ можетъ способствовать соединенію частицъ угля. Уже въ 1840 г. на станціи жел. дороги Rieza въ Саксоніи коксовался англійскій промытый уголь съ 20% золы, и получаемый продуктъ шелъ на отопленіе локомотивовъ Лейпцигъ-Дрезденской желѣзной дороги (одной изъ первыхъ въ Германіи). Точно также Dr. Bleibtreu совѣтуетъ коксовать съ известью угольный мусоръ (Gruskohlen), содержащій въ одинаковомъ количествѣ сѣру и золу. Судя по замѣткамъ Бишофа, управляющаго заводомъ Бернарды въ Зоннебергѣ, видно, что тамъ для уменьшенія количества золы, богатой кремнеземомъ въ угляхъ Schwein'скаго рудника близъ Штокгейма, послѣдніе коксовались въ печахъ, съ примѣсью извести, причемъ составныя части золы стекали въ видѣ тягучихъ шлаковъ черезъ рѣшетки коксовальныхъ печей. Приведенныя здѣсь манипуляціи главнѣйшимъ образомъ служатъ для выдѣленія изъ

углей сѣры; для коксованія же, именно для полученія твердаго кокса, имѣетъ большое значеніе и легкоплавкая зола, качество которой не оказываетъ по крайней мѣрѣ вліянія на ходъ коксованія трудно спекающихся углей и на получаемый продуктъ. Сверхъ того достоинъ замѣчанія еще слѣдующій фактъ: уголь, *самъ по себѣ* и содержащій значительное количество неплавких глинистыхъ и кремнистыхъ минеральныхъ примѣсей, вліяніемъ послѣднихъ при употребленіи какъ горючій матеріалъ, настолько теряетъ способность вспучиваться, что является какъ спекающійся уголь (Sinterkohle).

Приведенныхъ замѣчаній достаточно, чтобы показать, какое существенное условіе при полученіи того или другаго сорта кокса представляетъ количество и качество золы, даже въ тѣхъ случаяхъ, когда анализами уже доказано качество угля и присутствіе опредѣленнаго выше количества водорода въ углистомъ остаткѣ, отдѣленномъ отъ золы. Это вліяніе, на которое до 1840 г. въ Германіи обращали очень мало вниманія, съ этого времени стало въ высшей степени важно, тѣмъ болѣе, что приготовленіе кокса и коксовых кирпичей (briquettes) въ новѣйшее время составляетъ исключительный и самый выгодный способъ пользованія каменноугольною мелочью. Способность весьма мелкаго спекающагося угля, примѣняемаго для покрышки кучъ, отдѣльно или въ смѣси съ крупнымъ, связывать массу угля, и способность его придавать коксу большую плотность, не могла укрыться отъ вниманія первыхъ фабрикантовъ кокса, употреблявшихъ для покрышки кучъ каменноугольную мелочь. Вотъ почему коксованіе чистыхъ (klager) углей въ коксовальныхъ печахъ началось въ Англіи уже съ середины прошедшаго столѣтія; тогда-какъ на континентѣ оно появилось гораздо позднѣе. По мѣрѣ истребленія штуфнаго угля, каменноугольная мелочь накоплялась на нѣмецкихъ заводахъ до тѣхъ поръ, пока ея примѣненіе не составило для заводовъ самаго существеннаго вопроса. При опытахъ надъ непосредственнымъ коксованіемъ каменноугольной мелочи, получаемый продуктъ былъ доставляемъ для отопленія локомотивовъ и представлялъ горючій матеріалъ тяжелый, съ большимъ содержаніемъ золы, шлакующей и въ большинствѣ случаевъ легко измельчающійся; количество этого матеріала было улучшено механическимъ удаленіемъ пустой породы и промывкою. Вообще введеніе промывныхъ устройствъ и отсадныхъ машинъ сильно подняло примѣняемость каменноугольной мелочи, которая безъ этого была никуда не годна; изъ нея стали получать продуктъ, который въ нѣкоторыхъ случаяхъ превосходитъ даже коксъ, получаемый изъ штуфнаго угля. Опыты de Marsilly показали, что штуфный уголь съ 7<sup>0</sup>/<sub>0</sub> золы и угольная мелочь съ 15<sup>0</sup>/<sub>0</sub> пустой породы въ нѣкоторыхъ случаяхъ могутъ быть поставлены рядомъ. Промывкою послѣдней можно уменьшить въ ней содержаніе минеральныхъ частей до 5<sup>0</sup>/<sub>0</sub>, такъ-что коксъ, получаемый изъ штуфнаго угля, въ количествѣ 68<sup>0</sup>/<sub>0</sub>, будетъ содержать 10,3 <sup>0</sup>/<sub>0</sub> золы, а коксъ промытой мелочи, полученный въ томъ-же количествѣ, 7,3 <sup>0</sup>/<sub>0</sub>, слѣдовательно пирометрическая способность послѣдняго будетъ на 3<sup>0</sup>/<sub>0</sub> выше.

Каменноугольная мелочь, въ которой промывкой количество золы доведено до minimum'a, идетъ, по свойствамъ своей горючей массы, при коксованіи въ преобладающемъ количествѣ, и, по своему химическому составу, даетъ въ коксовальныхъ печахъ лучшій продуктъ, сравнительно съ таковымъ-же изъ штуфнаго угля, богатаго содержаніемъ золы.

### *О коксованіи въ печахъ (Ofenverkokung).*

Первыя литературныя свѣдѣнія о коксовальныхъ печахъ мы заимствуемъ изъ брошюры 1769 года, подъ заглавіемъ «*Nachricht von der in England eingefuhrten Weise die Steinkohlen abzuschwefeln und zu Zunder zu machen*». Въ этой брошюрѣ имѣется чертежъ коксовальной печи (фиг. 5 и 6) и поверхностное описаніе ея дѣйствія, впрочемъ безъ указанія количества процентовъ получаемаго кокса.

Мы представляемъ здѣсь рисунокъ этой печи, ибо она, судя по всѣмъ имѣющимся источникамъ, должна представлять самую древнюю форму коксовальныхъ печей на Континентѣ Европы. Въ появившемся въ 1850 году сочиненіи de Marsilly «о приготовленіи кокса въ Бельгіи и сѣверной Франціи» имѣется описаніе подобныхъ же печей различныхъ размѣровъ и сравненіе ихъ производительности. Размѣры малой печи этой конструкціи таковы: длина 3,0 метра, ширина 2,5 м., высота свода надъ подомъ 1,5 м. Подъ плоскій и имѣеть эллиптическую форму.

Большія печи имѣють слѣдующіе размѣры: длина отъ 5,5 до 6,1 м., ширина отъ 2,5 до 2,7 м., высота свода 1,25 до 1,5 м.

Опыты надъ коксованіемъ въ этихъ печахъ привели de Marsilly къ слѣдующему заключенію: въ отношеніи доброкачественности кокса и производительности большія печи представляютъ преимущество передъ всѣми прочими. Смотря съ экономической точки зрѣнія, можно сказать тоже.

Высказанныя этимъ уважаемымъ авторомъ мнѣнія о способахъ коксованія можно отнести только къ углямъ, обладающимъ опредѣленную способностью спекаться, такъ какъ нельзя достигъ при нѣкоторыхъ обстоятельствахъ, съ печами этой старой конструкціи желаемыхъ результатовъ; на это указываютъ многочисленныя усовершенствованія въ устройствѣ коксовальныхъ печей, продолжающіяся и до настоящаго времени.

Выводы же de Marsilly даютъ намъ поводъ стараться ближе познакомиться съ процессомъ коксованія, чтобы эмпирическимъ путемъ опредѣлить значеніе особыхъ устройствъ коксовальныхъ печей для извѣстныхъ сортовъ угля.

Ходъ процесса разложенія органическихъ тѣлъ, при дѣйствіи высокихъ температуръ и при устраненіи притока воздуха, а также свойства, получаю



щихся при этомъ продуктовъ, зависятъ: 1) отъ температуры, при которой происходитъ разложеніе и 2) отъ состава органическаго вещества.

Что касается температуры разложенія, то къ ней вообще можетъ быть примѣненъ извѣстный основной законъ: «чѣмъ выше температура разложенія, тѣмъ проще химическій составъ продуктовъ разложенія». Этотъ законъ относится ко всѣмъ органическимъ соединеніямъ и имѣетъ въ настоящее время примѣненіе при разборѣ процесса приготовленія свѣтильнаго газа изъ дерева и ископаемыхъ горючихъ. Температура разложенія или то число градусовъ, при которомъ начинается переходъ находящихся въ тѣлѣ элементовъ въ простыя соединенія, зависитъ отъ числа и рода имѣющихся элементовъ и большею частью лежитъ выше 100° Cels.

При дѣйствіи высокой температуры сначала выдѣляются газообразные элементы: кислородъ, водородъ и азотъ, притомъ такимъ образомъ, что первые два, при медленномъ повышеніи температуры, выдѣляются въ парообразномъ состояніи, въ видѣ такъ называемой гигроскопической воды. Взаимныя отношенія элементовъ воды въ органическихъ соединеніяхъ при другихъ условіяхъ могутъ быть иныя: по мѣрѣ повышенія температуры разложенія, химическое сродство водорода къ кислороду ослабляется; чѣмъ больше температура органическаго тѣла приближается къ температурѣ разложенія воды, тѣмъ слабѣе стремленіе этихъ газовъ образовать воду. При дальнѣйшемъ процессѣ разложенія, углеродъ, при соприкосновеніи съ элементами воды, способствуетъ ихъ соединенію для образованія новыхъ тройныхъ соединеній, состоящихъ изъ углерода, водорода и кислорода, каковы на примѣръ, уксусная кислота, древесный спиртъ, карболевая кислота, и выдѣляется вмѣстѣ съ элементами воды въ парообразномъ состояніи, въ видѣ какого нибудь изъ этихъ соединеній. Наконецъ, при дальнѣйшемъ накаливаніи, наступаетъ температура разложенія этихъ летучихъ тройныхъ соединеній, такъ что образованіе ихъ въ коксуемомъ органическомъ веществѣ становится невозможнымъ. Тутъ начинается уже отдѣленіе паровъ и газовъ, состоящихъ изъ двухъ элементовъ, соединеній углерода съ водородомъ, каковы пары дегтя и соединеній углерода съ кислородомъ, угольной кислоты и окиси углерода. Если органическое тѣло содержитъ также азотъ, то вначалѣ разложенія отдѣляются соединенія изъ углерода, водорода и азота: анилинъ, пироллинъ и другіе летучіе алкалоиды, а при повышеніи температуры до температуры разложенія этихъ соединеній, начинаютъ отдѣляться въ газообразномъ состояніи амміакъ и ціанъ. Итакъ, при медленномъ повышеніи температуры разложенія, можно всегда судить объ окончательномъ продуктѣ разложенія, химическій составъ котораго будетъ тѣмъ проще, чѣмъ выше температура, и тѣмъ сложнѣе, чѣмъ она ниже. Если органическое тѣло подвергнуть температурѣ, при которой уже не могутъ больше образоваться тройныя соединенія, то, допуская, что теплота дѣйствуетъ съ одинаковою силою на всѣ части этого тѣла, будутъ отдѣляться только двойныя соединенія и

эти послѣднія, въ свою очередь, будутъ тѣмъ больше приближаться къ постояннымъ газамъ, чѣмъ выше температура, при которой послѣдніе образовались.

Отсюда слѣдуетъ, что количество свѣтильнаго газа будетъ тѣмъ больше, чѣмъ сильнѣе и равномѣрнѣе температура ретортъ или печи. Равномѣрность разложенія органическихъ веществъ при дѣйствіи высокой температуры зависитъ, какъ уже видно изъ вышеприведеннаго положенія, отъ способа и степени распределенія теплоты по массѣ разлагаемаго тѣла. На ходъ разложенія, т. е. на образованіе продуктовъ разложенія одинаковаго состава, вліяютъ, ускоряя или замедляя его: 1) теплопроводность органическаго вещества, 2) потеря теплоты, отнимаемой отдѣляющимися продуктами разложенія и стѣнками сосудовъ.

Органическія тѣла, какъ извѣстно, представляютъ дурные проводники тепла; ископаемыя горючія, какъ тѣла содержація углеродъ, проводятъ теплоту также гораздо хуже минераловъ и металловъ. Сообщенное имъ количество теплоты обнаруживаетъ свое химическое дѣйствіе исключительно на ихъ поверхности, откуда и начинается отдѣленіе, соответствующихъ извѣстной температурѣ, продуктовъ разложенія.

Если уменьшить въ квадратъ силу источника теплоты, нагрѣвающаго вещество, удаляя послѣдній, то мы ясно увидимъ, что процессъ обугливанія ископаемаго горючаго будетъ идти тѣмъ медленнѣе и продукты разложенія будутъ тѣмъ разнообразнѣе по своему составу, чѣмъ оно плотнѣе уложено или чѣмъ въ большихъ кускахъ было введено въ пространство, гдѣ совершается обугливаніе. На равномѣрность процесса обугливанія дѣйствуетъ также ослабляющимъ образомъ обозначенная цифрою 2) потеря теплоты, увлекаемой продуктами разложенія. Эти послѣдніе отнимаютъ въ моментъ своего образованія отъ дѣйствующаго источника теплоты количество тепла, необходимое для превращенія ихъ въ газообразное состояніе; причѣмъ эта теплота переходитъ въ скрытое состояніе и отдѣляется вмѣстѣ съ продуктами перегонки изъ области процесса разложенія; съ другой стороны, слабая теплопроводность ископаемыхъ горючихъ нѣсколько вознаграждаетъ за эту потерю теплоты.

Эти разсужденія показываютъ, что равномѣрное обугливаніе органическихъ тѣлъ зависитъ не столько отъ количества теплоты, сколько отъ способа ея распределенія; чѣмъ послѣдній совершеннѣе, тѣмъ равномѣрнѣе идетъ процессъ разложенія и тѣмъ менѣе разнообразны продукты разложенія.

Качественный составъ послѣднихъ зависитъ отъ качественного состава обугливаемаго тѣла, но вообще, руководствуясь имѣющимися результатами, можно вывести заключеніе, что участіе углерода въ образованіи тройныхъ и двойныхъ продуктовъ разложенія зависитъ главнѣйшимъ образомъ отъ содержанія водорода. Чѣмъ это содержаніе больше, тѣмъ больше образуется углеводородовъ.

Мы замѣтили еще, что свободного водорода больше въ вспучивающихся угляхъ (Backendekohlen), чѣмъ въ неплавкихъ (Sandkohlen) и спекающихся (Sinterkohlen)..

Поэтому, если желаютъ изъ послѣдняго угля получить плотный коксъ, соотвѣтствующій углямъ вспучивающимся, то его необходимо быстро подвергнуть дѣйствию возможно высокой температуры, чтобы получить, черезъ разложеніе выдѣляющихся при этой температурѣ въ небольшомъ количествѣ паровъ углеводородовъ, извѣстное количество графита, достаточное для соединенія частицъ угля. Количество графита будетъ тѣмъ больше, чѣмъ больше количество углерода, получаемого отъ разложенія паровъ дегтя. Изъ этого слѣдуетъ, что отношеніе количества свободного (disponible) водорода къ количеству углерода можетъ служить вспомогательнымъ средствомъ при изученіи углей.

Наконецъ, если вспучивающійся уголь быстро подвергнуть дѣйствию температуры, соотвѣтствующей температурѣ коксованія неплавкаго угля, то при этомъ, какъ извѣстно, обнаруживается вспѣниваніе или вздуваніе угля, объясняющееся поднятіемъ всей массы угля вслѣдствіе быстрого выдѣленія газовъ. Для устраненія этого вспучиванія должно или возвышать медленно температуру, а также медленно и продолжительно вести процессъ коксованія, или можно препятствовать поднятію массы угля механическимъ давленіемъ сверху. Послѣдняго можно достигъ, помѣщая въ коксовальную печь большую массу угля. Принимая сказанное во вниманіе, на практикѣ должно, при коксованіи вспучивающихся углей, нагружать печь плотно, а при коксованіи неплавкихъ и спекающихся—слабо. Равномѣрности накаливанія каменныхъ углей въ коксовальныхъ печахъ достигаютъ, придавая поду печи выпуклую форму; сводъ же въ это время служитъ отражателемъ для теплородныхъ лучей, направляя ихъ на верхній слой угля. Это обстоятельство послужило основаніемъ къ устройству старыхъ печей для коксованія вспучивающихся углей; подобная печь изображена на фиг. 5 и 6. Отверстіе для выхода газовъ въ этой печи находится подъ отверстіемъ для нагрузки печи. Было бы рациональнѣе устроить это послѣднее въ серединѣ печнаго свода.

Печи, построенныя въ 1840 году на станціи Riza Лейпциго-Дрезденской желѣзной дороги, для коксованія вспучивающихся углей, все-таки были устроены по англійскому образцу (фиг. 7 и 8). Фиг. 7 представляетъ вертикальный, а фиг. 8—горизонтальный разрѣзъ такой печи. Коксовальное пространство имѣетъ около 3,3 м. высоты и ширины, длина горна около 4 м. Труба четырехугольная въ 1,25 м. высотой и въ 3 дециметра шириною; подъ имѣетъ наклонъ въ 1,5 децим. Дверное отверстіе въ 1 м. высоты и ширины оно запирается желѣзною заслонкою, въ верхней части которой, на высотѣ 8 децим. отъ пода печи, имѣются 4 отдушины, расположенныя въ рядъ и имѣющія въ поперечникѣ 7,5 сантим. Съ каждой стороны двернаго отверстія въ наружныя стѣны печи вдѣланы 2 крюка *e*, служащіе для поддержки

железной поперечины, въ которую рабочей упираетъ инструментъ при выгрузкѣ кокса. Въ этой печи коксуются 50 центнеровъ вспучивающагося угля въ 72 часа, 24 центнера неплавкаго угля въ 24 часа и 36 центнеровъ спекающагося угля въ 48 часовъ. Нагрузка производится черезъ трубу *b*.

На королевскихъ каменноугольныхъ коняхъ, въ Цаукеродѣ, въ Плауенской долинѣ, были примѣнены для коксованія угольнаго мусора печи слѣдующаго устройства. Коксовальное пространство *a* (фиг. 9 и 10) имѣло при основаніи почти круглую форму и только немного заострялось близъ двернаго отверстія. Ширина пода печи 3,6 м., длина его, если не считать глубину двернаго отверстія въ 0,9 м., ровно 3,8 м; подъ выгнутый и наибольшая глубина его 5 сантим. Вертикальныя стѣнки имѣютъ различную высоту и соединяются цилиндрическимъ сводомъ *c*, поднимающимся надъ подомъ печи въ самой высшей своей точкѣ всего на 1,25 м. и описаннымъ радіусомъ почти въ 2,3 м. Газы, освобождающіеся при коксованіи, выводятся изъ печи двумя трубами *b* и *b'*, изъ коихъ первая *b* располагается вблизи двернаго отверстія, а вторая *b'* на противоположномъ концѣ печи. Эти трубы четырехугольной формы и имѣютъ слишкѣмъ 1,3 м. высоты и 0,4 м. въ поперечникѣ. Чугунныя дверцы состоятъ изъ двухъ половинокъ и запираютъ выгрузное отверстіе не вполнѣ, а такъ—что остается свободный проходъ для воздуха въ верхнюю часть печи, покрытую сводомъ. Это устройство даетъ возможность воздуху входить въ необходимомъ количествѣ во внутренность печи.; *e*, какъ и при предъидущей печи, есть крючекъ, поддерживающій железную поперечину. Подъ печи сложенъ изъ кирпичей, приготовленныхъ изъ сильно обожженной глины, а внутреннія стѣны и сводъ, изъ огнепостоянныхъ кирпичей.

Трудность полученія большихъ кусковъ кокса и невозможность устранить образованіе коксовой мелочи при разгрузкѣ вышеописанныхъ коксовальныхъ печей, а также значительная потеря времени при постепенной ихъ разгрузкѣ, побудили устраивать коксовальныя печи съ двумя дверями, такихъ размѣровъ и такой конструкціи, чтобы можно было разомъ извлекать всю массу кокса. Подобныя печи были устроены въ первый разъ 20 лѣтъ тому назадъ въ Maubeuge.

Основаніе этихъ печей сложено изъ естественныхъ камней и представляетъ двѣ стѣны, соединенныя кирпичнымъ сводомъ V V (фиг. 11 и 12).

Ось этого свода параллельна оси печи и имѣетъ нѣкоторый наклонъ къ горизонту. При лучшемъ грунтѣ основныя стѣны могутъ быть сдѣланы ниже, чѣмъ это показано на чертежѣ. Для прохода воздуха и для лучшаго регулированія процессомъ коксованія, устроены параллельно основнымъ стѣнамъ два канала *d d*, соединяющіеся со внутренностью печи четырьмя отверстіями *e* (фиг. 14). Горнило печи, боковыя стѣны и сводъ сложены изъ огнеупорныхъ кирпичей; боковыя стѣны обложены однимъ или нѣсколькими рядами обыкновенныхъ кирпичей; остальныя стѣны сложены изъ естественныхъ камней. Для защиты отъ дождевой воды крыша печи покрыта толстымъ слоемъ из-

весткового раствора. Дверное отверстие огорожено чугуною рамою, прочно укрѣпленною помощью двухъ чугуныхъ столбовъ *gg* (фиг. 13), которые въ свою очередь скрѣплены гайками (или чеками) съ желѣзными связями, проходящими въ *h h* по всей длинѣ стѣнъ. Къ дверямъ укрѣплена зубчатая штанга *h A* и *h' A*, (фиг. 12), которая сцепляется съ зубчатымъ колесомъ съ рукоятями. Это колесо вращаетъ за рукояти одинъ рабочій при открываніи и запираніи дверей. Зубчатое колесо съ рукоятями покоится на чугунной рамѣ, въ пазахъ которой дверь можетъ скользить внизъ и вверхъ, и удерживается въ определенномъ положеніи желѣзными стержнями *К К*.

Нагрузка печи производится со стороны *nn* (фиг. 14); здѣсь имѣется желѣзный листъ, вмѣщающій все количество предназначеннаго для коксованія каменнаго угля, который бросается съ него лопатами въ печь.

Передъ противоположнымъ выгрузнымъ отверстиемъ устроена кирпичная платформа *vv*. Кромѣ обыкновенныхъ инструментовъ, употребляющихся при коксованіи, въ настоящее время примѣняется еще особый снарядъ, назначенный для быстрой разгрузки печи. Этотъ снарядъ (фиг. 14) состоитъ изъ желѣзнаго стержня *yy'*, который помѣщается въ печь передъ нагрузкою, по направленію ея оси, и остается тамъ до выгрузки; при помощи этого стержня и желѣзнаго гребка весь коксъ можетъ быть извлеченъ разомъ. Такой гребокъ представленъ въ планѣ и въ увеличенномъ масштабѣ на фиг. 15.

Два стержня *zz* (фиг. 14) изъ круглаго желѣза, вставленные въ два уха, служатъ въ помощь стержню *yy* при вытаскиваніи тяжелаго гребка, вѣсъ котораго простирается до  $1\frac{1}{2}$  центнеровъ. Гребокъ приводится въ движеніе воротомъ, соединяющимся съ стержнями *zz* желѣзною цѣпью, которая проходитъ еще черезъ направляющій роликъ. Печное пространство имѣетъ 5 м. длины и 2,5 м. ширины; весьма плоскій сводъ соединяется съ боковыми стѣнами печи на высотѣ 4 дециметровъ отъ пода и въ средней своей части отстоитъ отъ пода всего на 8 децим. Надъ сводомъ устроена труба въ 1 м. высотой и въ 3 децим. діаметромъ; стѣнки этой трубы въ 3 децим. толщиною должны быть сложены изъ хорошаго огнеупорнаго кирпича, ибо температура горѣнія выдѣляющихся газовъ весьма высока. Дверь для нагрузки устраивается выше пода на 3,5 децим.

Передъ нагрузкою этихъ коксовальныхъ печей ихъ прогреваютъ въ теченіе 2 или 3 дней весьма осторожно, сожигая въ горнилѣ, при умѣренномъ притокѣ воздуха, куски крушаго угля. Когда температура печи возвысится настолько, что заброшенный въ нее уголь будетъ воспламеняться, тогда два рабочихъ вставляютъ въ горнило черезъ выгрузное отверстие желѣзные стержни *yy'* (фиг. 14), стараясь помѣстить ихъ, какъ можно точнѣе, по направленію оси печи. Несоблюденіе этой предосторожности можетъ повлечь за собою порчу стѣнъ при выгрузкѣ кокса. Около  $\frac{1}{3}$  всей насадки вводится въ печь черезъ заднее, вышележащее выгрузное отверстие, причемъ стараются, чтобы угольная мелочь распредѣлялась по поду печи по возможности равномерно.

По окончаніи нагрузки печи рабочій влезаетъ на нее, запираетъ вращеніемъ рукояти нагрузныя двери и отворяетъ противоположное выгрузное отверстіе, черезъ которое и забрасывается остальная  $\frac{1}{5}$  всей насадки. Никогда не слѣдуетъ отворять обѣ двери одновременно, ибо обнаруживающійся при этомъ токъ воздуха можетъ быстро охладить печь. Размѣры печи таковы, что допускаютъ насадку отъ 27 до 30 гектолитровъ, (95 до 105,75 куб. фут.) коксующуюся въ періодъ отъ 24 до 36 часовъ. Если, по прошествіи этого времени, не выдѣляется болѣе газовъ, то можно приступать къ разгрузкѣ печи. При этомъ одинъ рабочій при помощи рукояти отворяетъ нагрузную дверь, два же другихъ рабочихъ вставляютъ въ это время стоймя гребокъ и укрѣпляютъ къ нижнему его уху при помощи желѣзной чеки (Vorstekeisen) стержень  $y y'$ . Затѣмъ поверхъ кокса кладутъ желѣзные стержни  $zy zy'$  (фиг. 14) и также укрѣпляютъ ихъ чеками къ верхнимъ ушамъ гребка. За всѣмъ этимъ запираютъ нагрузную дверь и отворяютъ противоположную выгрузную. Всѣ три стержня, лежащіе въ печи, соединяются съ воротомъ при помощи цѣпи и крюка; при вращеніи послѣдняго, вся масса кокса извлекается почти на  $1\frac{1}{2}$  метра передъ выгрузное отверстіе. Сила требующаяся для перемѣщенія кокса вначалѣ должна быть значительна, но лишь только всей массѣ сообщено движеніе, она можетъ быть быстро уменьшена. Вынутую глыбу кокса рабочій разбиваетъ на куски и быстро обливаетъ водою.

Вполнѣ признавая выгоду къ косовальнымъ печамъ въ Maubeuge относительно полученія кокса въ большихъ кускахъ и устраненія образованія коксовой мелочи, которая прежде получалась въ большомъ количествѣ, я пришелъ въ первый разъ къ мысли устроить въ печахъ этой конструкціи каналы  $d$  и  $l$  (фиг. 14), съ цѣлью проводить во внутренность печи для полученія высокихъ температуръ необходимое количество воздуха. Въ трехъ прежде описанныхъ косовальныхъ печахъ притокъ воздуха былъ болѣе или менѣе случайный. Ясно, что по разгрузкѣ и охлажденіи печи имѣющаяся въ ней температура не можетъ быть достаточна, чтобы воспроизвести процессъ коксованія во вновь заброшенной массѣ угля. Поэтому-то для полученія болѣе высокихъ температуръ должно сжигать часть насадки, причемъ развивающаяся теплота даетъ возможность обуглиться оставшейся мелочи. Чтобы, при примѣненіи этого принципа, дѣйствіе теплоты было равномерное, необходимо управлять притокомъ воздуха такъ, чтобы процессъ коксованія большей части угольной мелочи на счетъ сгорѣвшей меньшей ограничивался извѣстнымъ образомъ. Для достиженія этой цѣли устроены вышеописанныя воздухопроводныя отверстія, открываніемъ и запираніемъ которыхъ можно поддерживать горѣніе въ желаемой степени.

На этомъ принципѣ были устроены старыя косовальныя печи въ Саарбрюкенѣ и на многихъ французскихъ желѣзныхъ заводахъ. Фиг. 16 представляетъ вертикальный разрѣзъ подобной печи, а фиг. 17 горизонтальный разрѣзъ фигуры 16 по  $A B$ . Длина пода печи 3 м., а ширина 2 м.; наибольшая

высота печного пространства 1 м. Труба *b*, служащая въ то-же время для засыпки угля, имѣетъ 6 децим. высоты и 22 сантим. въ поперечникѣ. Для облегченія регулированія притокомъ воздуха, во внутреннихъ стѣнахъ печи, на высотѣ почти 45 сантим. отъ пода, устроенъ подковообразный каналъ, окружающій печное пространство и открывающійся въ *O' O'* по бокамъ двери. Воздухъ, вступающій въ отверстія *O' O'*, направляется въ 9 поперечныхъ каналовъ *O*. . . и течетъ по нимъ въ верхнюю часть печи, гдѣ сжигаетъ выдѣляющіеся при коксованіи газы. Висячая дверь *t* запираетъ выгрузное отверстіе почти совершенно, такъ что черезъ нее поступаетъ въ печь весьма небольшое количество воздуха. Сводъ и внутреннія стѣны въ Саарбрюкенской печи сложены изъ песчаника. Пространство между сводомъ и этими стѣнами заполнено глиною и шлаками. Величина насадки простирается отъ 40 до 50 куб. футовъ; процессъ коксованія продолжается отъ 20 до 24 часовъ. По нагрузкѣ печи свѣжимъ углемъ двери запираются, такъ что притекающій воздухъ можетъ соприкаться только съ выдѣляющимися газами, а никакъ не съ коксующимся углемъ, а тѣмъ менѣе съ образовавшимся коксомъ. Конецъ операціи, какъ уже сказано выше, опредѣляется прекращеніемъ отдѣленія пламени и еще тѣмъ, что поверхность кокса покрывается тонкимъ налетомъ золы. (Иногда въ трещинахъ на поверхности кокса замѣчаются волосообразныя скопленія выдѣливагося графита).

Въ настоящее время, чтобы окончательно останавливать притокъ воздуха, закрываютъ всѣ каналы и, если нужно, то прикрываютъ устье трубы. По окончаніи операціи коксъ оставляется еще нѣкоторое время въ печи, причемъ онъ, отъ сильнаго нагрѣванія, становится тверже и нѣсколько сжимается. Это послѣднее обстоятельство особенно важно для углей вспучивающихся, такъ какъ при ихъ коксованіи вся масса сильно увеличивается въ объемѣ, а это приноситъ значительный вредъ твердости кокса <sup>1)</sup>.

Вообще мы имѣемъ полное право рекомендовать, изъ всѣхъ до сихъ поръ описанныхъ печей, печи съ высокимъ сводомъ для вспучивающихся углей, а печи съ низкими сводами—для неплавкаго и спекающагося угля. Въ послѣднихъ печахъ низкіе и плоскіе своды обусловливаютъ сильнѣйшее накаливаніе, распространяющееся во всѣ стороны; это-же составляетъ главное условіе при коксованіи вспучивающихся углей. Въ подтвержденіе этого вывода можно привести сообщеніе господина Sack'a, управляющаго заводомъ Eintracht въ Силезіи, сдѣланное въ 1850 году. Этимъ сообщеніемъ ркомендуются для коксованія каменныхъ углей коксовальныя печи особой конструкціи, которыя были расположены впервые въ числѣ 10 въ двойномъ ряду. Каждая печь занимаетъ круглую площадь въ 3,3 м. діаметромъ. На такой площади возведенъ кожухъ въ 0,5 м. высотой, который прикрывается купольнымъ сводомъ.

<sup>1)</sup> Scheerer, Lehrbuch der Metallurgie.

имѣющимъ въ полуперечникѣ 1,66 м. Такой высокій сводъ облегчаетъ выходъ газовъ и настолько замедляетъ процессъ коксованія, насколько это было желательнo въ предъидущемъ случаѣ. Поверхъ свода въ 16 сантим. толщиною сдѣлана шлаковая забойка, увеличивающая сопротивленіе послѣдняго внутреннему давленію. Надъ вершиною свода возвышается круглая труба въ 1,3 м. высотой и въ 55 сантиметровъ діаметромъ; она служитъ для отвода газовъ и можетъ, по желанію, при помощи заслонки открываться и запирается. Въ разстояніи 1 м. отъ трубы вставлено въ сводъ нѣсколько трубокъ, которыя расположены по кругу въ 4 сантим. діаметромъ; эти трубки служатъ для прохода воздуха, необходимаго для сожиганія поднимающихся продуктовъ разложенія и для поддержанія внутри печи необходимой температуры разложенія. Въ этомъ случаѣ коксованіе почти исключительно идетъ на счетъ теплоты, отраженной сводомъ. Дверное отверстіе, имѣющее 1 м. длины и 1 м. ширины, закрывается заслонкою съ небольшимъ отверстіемъ, черезъ которое, смотря по ходу коксованія, можно также пускать въ печь воздухъ. Одна печь вмѣщаетъ отъ 72 до 80 прусскихъ шеффель угля, (139,68 до 155,20 куб. фут.) которыя располагаются въ ней слоемъ въ 5 или 6 дециметр. толщиною.

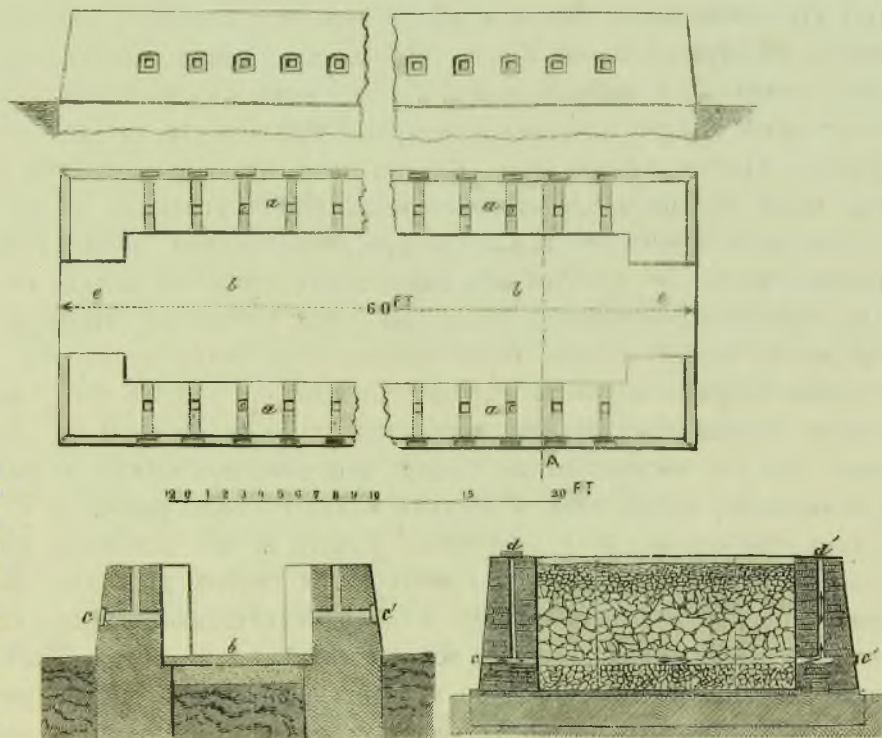
По нагрузкѣ печи верхніе воздушные каналы отворяются только тогда, когда коксованіе достигаетъ извѣстнаго періода, опредѣляющагося по выдѣленію большаго количества дыма; послѣ этого періода отверстія остаются открытыми до конца операціи. Если выдѣленіе горящихъ газовъ еще незначительно, то запираются все отверстія печи за исключеніемъ отверстія въ дверяхъ. Передъ разгрузкою печь оставляютъ охлаждаться въ теченіи 18 часовъ. Качество кокса, получаемого въ этихъ печахъ, можетъ удовлетворить всемъ требованіямъ, если только дѣлать большія насадки, при легко вспучивающемся углѣ, и малыя—при углѣ спекающемся. Изъ полуторнаго объема каменнаго угля получается 1 или 1,2 объема кокса, но плотность послѣдняго будетъ стоять къ плотности угля въ отношеніи обратномъ этому.

Въ княжествѣ Шаумбургъ-Липпе въ Sullbeck'ѣ и Obernkirchen'ѣ, гдѣ добывается уголь весьма чистый и мягкій, но при коксованіи сильно вспучивающійся, стали вводить въ періодъ времени отъ 1840 до 1845 года открытыя коксовальныя печи, которыя отличаются отъ до сихъ поръ описанныхъ тѣмъ, что требуютъ для постройки небольшихъ средствъ и даютъ очень плотный коксъ. Преимущества этихъ печей дали поводъ къ многократной ихъ постройкѣ въ Рейнскомъ, Вестфальскомъ и Силезскомъ горныхъ округахъ, гдѣ до этихъ поръ коксъ обладалъ свойствомъ очень сильно вспучиваться, такъ что при большомъ объемѣ и не имѣя достаточной твердости, онъ съ трудомъ могъ перевозиться на большія разстоянія. Подобная печь, коксующая заразъ отъ 108—270 гектолитровъ, имѣетъ слѣдующіе устройство и размѣры:

Горнъ въ 4 м. длиною и 1,66 м. шириною ограничивается стѣнами *aa* въ



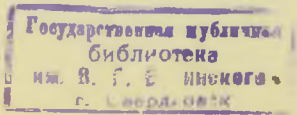
2 м. высотой и 1,6 м. толщиной; стѣны съ внутренней стороны на толщину въ 0,5 м. сложены изъ огнеупорныхъ камней.



П. 172111

Съ одной изъ короткихъ сторонъ печи во всю высоту стѣны сдѣлано отверстіе шириною въ 0,95 м. черезъ которое можно входить въ печь. Въ длинныхъ стѣнахъ устроены отверстія *сс*, имѣющія въ наружной части кладки форму коническую, а во внутренней (изъ огнеупорныхъ камней) призматическую. Эти отверстія, расположенныя въ разстояніи 0,65 метр. одно отъ другаго и отъ пода, на обоихъ концахъ имѣютъ 0,14 и 0,10 м. ширины и соединяются съ вертикальными каналами *д*, открывающимися на верхней части стѣнъ и замѣняющими собою трубы. Подобное соединеніе каналовъ даетъ возможность управлять въ надлежащей степени коксованіемъ; въ случаѣ же замедленія операціи, отъ дѣйствія вѣтра или отъ какихъ либо другихъ причинъ, къ устью вертикальныхъ каналовъ ставятъ чугунныя трубки въ 2 метра высотой, снабженныя для прочности нѣсколькими кольцами.

Подъ дѣлаютъ изъ огнепостоянныхъ кирпичей, которые кладутъ на плотно утрамбованную землю; въ нѣкоторыхъ же округахъ, для защиты отъ почвенной воды, подъ печи устраиваютъ на плоскомъ сводѣ. Угольную мелочь немного смачиваютъ водою и располагаютъ на подѣ горизонтальнымъ слоемъ, причеиъ стараются плотно убитъ ее ногами. Нагрузивши печь до горизонта боковыхъ отверстій, въ послѣдніе вставляютъ деревянныя брусья, такой дли-



ны, чтобы концы ихъ выдавались изъ печи, т. е. чтобы въ послѣдствіи они могли быть вынуты. Окончивъ нагрузку, каменноугольную мелочь покрываютъ слоемъ земли или угольнаго мусора отъ 12 до 15 сантим. толщиною, который плотно утрамбовываютъ. Затѣмъ вынимаютъ изъ каналовъ деревянные брусья, отчего образуются новые поперечные каналы, составляющіе какъ-бы продолженіе первыхъ, и забрасываютъ въ отверстія съ противувѣтряной стороны зажженные уголья или сосновыя дрова. Сдѣлавъ это, тотчасъ закрываютъ отверстія глиною или пескомъ. Внутри печи, отъ образующагося теченія воздуха, огонь быстро распространяется, зажигаетъ уголь, и, по прошествіи 6 или 8 часовъ, достигаетъ уже до противоположнаго конца канала. По наступленіи этого момента тотчасъ открываютъ отверстіе канала съ той стороны, съ которой производилось зажиганіе угля; такое-же отверстіе съ противоположной стороны должно быть заперто. При этомъ необходимо наблюдать, чтобы открываніе каналовъ происходило не раньше того, когда огонь на всемъ своемъ пути будетъ распространяться въ стороны съ одинаковою силою, ибо это обстоятельство имѣетъ существенное вліяніе на равномерность коксованія; кромѣ того, особенная внимательность рабочихъ въ началѣ операции освободитъ ихъ отъ многихъ работъ во все остальное время. Забрасываніе зажженного угля должно повторяться, смотря по тому — вѣтряная или тихая погода, черезъ каждые 2 или 4 часа; отдѣляющееся при этомъ пламя всегда должно направляться къ той стѣнѣ печи, въ которой каналы раньше были закрыты. Если коксованіе не идетъ равномерно по направленію всѣхъ каналовъ, то это можно устранить, оставляя на одной сторонѣ нѣкоторые каналы открытыми на болѣе долгое время чѣмъ другіе и производя зажиганіе на одной сторонѣ не въ одно время. Подобная неравномерность коксованія зависитъ или отъ различія въ качествахъ угля, или отъ небрежнаго трамбованія его при укладкѣ; во всякомъ случаѣ она сильно вредитъ полученію хорошаго кокса. Вся работа при этихъ печахъ заключается въ томъ, что коксовальщикъ открываетъ каналы и старается, чтобы они не засорялись. Для этой работы инструментомъ служитъ легкій желѣзный стержень съ загнутымъ концомъ, помощью котораго выгребаются изъ каналовъ мелкіе куски угля.

Обрушеніе каналовъ, особенно когда послѣдуетъ обрушеніе нѣсколько рядомъ лежащихъ, въ высшей степени затрудняетъ полученіе кокса одинаковаго качества.

Пользованіе господствующимъ вѣтромъ, въ видахъ ускоренія коксованія, весьма важно; устройвъ кирпичную стѣнку, можно облегчать или удерживать теченіе воздуха къ устью каналовъ на верхней плоскости стѣнъ.

По прошествіи почти 8 дней операція коксованія оканчивается (die Kokse werden gar). Этотъ періодъ опредѣляется появленіемъ благаго пламени изъ каналовъ и еще тѣмъ, что масса угля подъ мусорною крышкой становится твердою. По наступленіи этого момента всѣ каналы тщательно закупори-

ваются, тогда огонь постепенно тухнетъ и черезъ два дня обыкновенно его уже не замѣчается. Разбивка и выгрузка кокса, при которыхъ употребляютъ: мотыка, гребки, лопаты и другіе инструменты, представляетъ работу весьма трудную. Она начинается разломкой той концевой стѣны, по направленію отъ которой дуетъ вѣтеръ, увлекающій отдѣляющіеся пары; затѣмъ разбиваются мотыкою куски кокса, обливаются слѣдующій слой водою, начинаютъ разбивать его и т. д.

Получающійся въ этихъ печахъ коксъ раздѣляется на высотѣ горизонтальныхъ каналовъ на два отдѣльные слоя и состоитъ изъ разной величины кусковъ съ шестоватою отдѣльностью; такіе, куски весьма красивой формы, попадаютъ особенно часто въ верхнемъ слоѣ; они тверды, плотны и нерѣдко разбиваются на части въ 1 м. шириною и 3 децим. толщиною.

Принимая во вниманіе продолжительность разгрузки и соединенныя съ нею затрудненія, въ нѣкоторыхъ округахъ стали устраивать при печахъ этой конструкціи двѣ двери одну противъ другой.

Такія печи состоятъ только изъ двухъ стѣнъ со многими отверстіями, которыя ничѣмъ не соединены между собою. Затѣмъ нашли выгоднымъ соединять основныя стѣны нѣсколькихъ печей (на чертежѣ четырехъ), чтобы тѣмъ оказывать сильнѣйшее сопротивленіе внутреннему давленію, которое обнаруживается особенно сильно и во всѣ стороны при коксованіи вспучивающихся углей.

Всѣ данныя, касающіяся шаумбургерскихъ печей, которыя въ теченіи нѣсколькихъ лѣтъ пользовались всеобщимъ одобреніемъ, по большей части взяты мною изъ сообщенія господина Brand'a въ Глейвитцѣ, который самъ ввелъ эти печи въ 1850 году въ Верхней Силезіи. Два года спустя шаумбургерскія печи были устроены уже въ Иббенбюргенѣ, Эссенѣ и Бохумѣ. Въ Бохумѣ для ускоренія коксованія или для ускоренія теченія воздуха внутри печи былъ поставленъ вентиляторъ, дѣлавшій 800 оборотовъ въ минуту и доставлявшій въ одно время воздухъ къ 3—4 отверстіямъ; при такомъ устройствѣ можно скоксовать уголь въ теченіе 6 часовъ. Въ Саарбрюкенѣ были также введены открытыя шаумбургерскія печи, на томъ основаніи, что закрытыя печи обходились очень дорого, ибо, по свойствамъ тамошнихъ углей, требовалась при коксованіи весьма высокая температура, при которой очень портились своды.

Слѣдующая табличка можетъ довольно ясно указать на развитіе и измѣненія способовъ коксованія въ Саарбрюкенѣ.

Годы.	Число кучъ.	Число сводчатыхъ печей.	Число шаумбургерскихъ печей.	Общая сумма.	Добыча въ процентахъ.
1842—1873	9	142	—	151	58,65
1844	9	202	—	211	59,40
1845	9	202	—	211	58,09
1846	9	300	—	309	57,02

Годы.	Число кучь.	Число сводчатыхъ печей.	Число шаумб. печей.	Общая сумма.	Добыча въ процентахъ
1847	7	404	—	471	57,52
1848	—	404	—	404	56,32
1849	—	404	2	406	55,06
1850	—	404	86	790	55,00
1851	—	399	88	487	55,50
1852	—	396	118	514	55,00
1853	—	394	153	547	56,00

Видимое изъ этой таблицы увеличеніе числа шаумбургерскихъ печей въ Саарбрюкенскомъ бассейнѣ можетъ быть объяснено не только увеличивающеюся потребностью въ коксѣ и причинами, высказанными уже раньше, но также и тѣмъ, что въ этихъ печахъ получается коксъ весьма плотный и особенно пригодный для отапливанія локомотивовъ. Причина полученія такого кокса лежитъ въ томъ, что въ шаумбургерскихъ печахъ можно имѣть, разумѣется сжигая часть угля, такую высокую температуру, особенно внутри коксуемой массы, которую нельзя получать въ сводчатыхъ печахъ, описаннаго устройства. Этимъ объясняется также болѣе плотное соединеніе частицъ кокса и тѣ причины, по которымъ въ Глейвицѣ было получено:

въ кучахъ . . . . .	94 <sup>0</sup> / <sub>100</sub>	по объему кокса и	6 <sup>0</sup> / <sub>100</sub>	угара.
въ сводчатыхъ печахъ . . . . .	99,98 <sup>0</sup> / <sub>100</sub>	»	»	0,2 <sup>0</sup> / <sub>100</sub> »
въ шаумбургерскихъ . . . . .	80,0 <sup>0</sup> / <sub>100</sub>	»	»	20,0

Вообще взглядъ практиковъ на эти печи различенъ; производительность же ихъ всегда зависитъ отъ качества угля, и всего выгоднѣе строить ихъ для углей, слабо вспучивающихся. Этимъ объясняется обстоятельство, по которому съ 1859 года въ Вальденбургскомъ округѣ открытыя печи стали замѣняться закрытыми, а въ Вормскомъ, наоборотъ, онѣ были введены и удержались. Въ Бохумѣ (Вестфалія) было въ дѣйстви:

	Закрытыхъ.	Открытыхъ печей.
1857 г.	202	156
1859 »	605	200
1861 »	602	195

Дымъ, выдѣляющійся большими массами, особенно при началѣ коксованія, приноситъ большой вредъ окрестностямъ коксовальныхъ пунктовъ съ шаумбургерскими печами. Это обстоятельство было причиною изданія особаго указа въ 1853 г., которымъ запрещалось устройство этихъ печей въ коро-

левскомъ округѣ близъ Дюссельдорфа, а также ограничивалось въ известной степени ихъ распространіе.

По мѣрѣ ближайшаго ознакомленія съ процессомъ коксованія и со всѣми его условіями, владѣльцамъ коксовальныхъ печей стало приходиться на мысль сохранять часть горючаго матеріала, необходимаго почти при всѣхъ производствахъ, замѣняя его отдѣляющимися при коксованіи газами.

Henrard, директоръ безъимяннаго общества желѣзныхъ заводовъ въ Couillet въ 1835 году первый сдѣлалъ предположеніе употреблять отдѣляющіеся при коксованіи газы для отопленія паровыхъ котловъ при доменной воздуходувной машинѣ. Введеніе большихъ размѣровъ коксовальныхъ печей старой конструкціи, представлявшихъ передъ прежними печами малыхъ размѣровъ преимущество относительно полученія болѣе однороднаго и болѣе плотнаго кокса, дало возможность осуществить этотъ проэктъ. При этомъ сняли съ большихъ бельгійскихъ коксовальныхъ печей три трубы, при помощи которыхъ думали имѣть внутри печей болѣе высокія температуры. Въ это время Brunfault взялъ патентъ на усовершенствованіе конструкціи коксовальныхъ печей, согласно которому подъ послѣднихъ нагрѣвался отдѣляющимися при коксованіи газами. Это устройство какъ-бы превратило коксовальныя печи въ аппараты для обугливанія, такъ какъ нагрѣваніе пода въ нѣкоторой степени можно было уподобить дѣйствию газовой реторты.

Вышеупомянутое общество построило печи конструкціи владѣльца патента, вмѣщавшія отъ 18 до 20 гектолитровъ угля; въ этихъ печахъ получался коксъ болѣе крѣпкій, а въ послѣдствіи увеличили и производительность ихъ, умѣряя процессъ коксованія. По принципу патента Brunfault'a газы, отдѣляющіеся при коксованіи, отводились сперва подъ печь, а оттуда подъ паровые котлы; двери этихъ коксовальныхъ печей запирались весьма плотно, и воздухъ, необходимый для сжиганія газовъ, входилъ черезъ отверстіе для нагрузки; притокъ послѣдняго можно точно регулировать при помощи заслонокъ. Подъ паровымъ котломъ устраивается еще запасная рѣшетка, при помощи которой отапливается котель въ случаѣ остановки дѣйствія коксовальныхъ печей.

Фиг. 18 представляетъ разрѣзъ по линіи А В фигуры 19, а фиг. 20 по линіи С D. Газы отдѣляющіеся при коксованіи проходятъ изъ трубъ *a a* черезъ отверстія *p p* и криволинейные каналы *ll* въ дымоходы *vv*, устроенные подъ подомъ печи; отсюда они поднимаются по трубѣ *f* (фиг. 20) при *K* въ дымоходы около кипятильниковъ; затѣмъ идутъ по верхнимъ дымоходамъ *o o* (фиг. 18), нагрѣвая на своемъ пути котель. Наконецъ газы соединяются въ каналѣ *W* поверхъ рѣшетки, откуда направляются уже въ дымовую трубу *S*. Если желаютъ вычистить котель, не останавливая дѣйствія коксовальной печи, то закрываютъ заслонки *r r* и открываютъ оба канала *R, R* или по крайней мѣрѣ одинъ изъ нихъ

Опыты надъ испареніемъ воды въ котлахъ, установленныхъ надъ коксовальными печами въ Seraing'ѣ, дали слѣдующіе результаты:

1) Въ котлѣ съ нагрѣвательною поверхностью въ 11,60 кв. м. и вмѣстимостью въ 4,34 куб. м., помѣщенномъ надъ коксовальною печью, въ теченіе 130 часовъ было превращено въ парь, упругостью въ 4 атмосферы, 19,000 литровъ воды, слѣдовательно на одинъ часъ приходится 146,16 литровъ. Такое количество пара вполне удовлетворяетъ дѣйствию паровой машины съ охлажденіемъ, но безъ расширенія, часовая работа которой = 2.810,655 килогр. метра = 10,4 паровымъ лошадямъ.

2) Въ другомъ котлѣ съ нагрѣвательною поверхностью въ 16,9 кв. метра, поставленномъ надъ двумя коксовальными печами, въ теченіе часа образовалось 276,66 литровъ пара упругостью въ 4 атмосферы.

Это количество пара, доставляемое той-же машинѣ, производило работу въ 19,7 паровыхъ силъ, слѣдовательно, на каждую коксовальную печь приходится 9,85 паровыхъ лошадей.

При этихъ опытахъ, произведенныхъ инженеромъ Andrae, въ каждую печь насаживалось 2,910 килог. угольной мелочи и получалось 1,904 килогр. или 65,4 % кокса.

Подобные результаты дали возможность сдѣлать заключеніе, что пароваго котла въ 130 силъ, поставленнаго надъ 5 коксовальными печами, будетъ достаточно въ Seraing'ѣ для дѣйствія двухъ доменныхъ воздуходувныхъ машинъ. Профессоръ Valerius разсчиталъ, что при этой системѣ въ Seraing'ѣ на каждые 1,000 килогр. чугуна будетъ приходиться 1,3 франка изъ расходовъ по содержанію воздуходувныхъ машинъ; тогда-какъ при старой системѣ, т. е. при обыкновенныхъ паровыхъ машинахъ, на 1,000 килогр. приходилось 6 франковъ. Въ настоящее время двѣ доменные печи, воздуходувные машины которыхъ пользуются теряющимся жаромъ коксовальныхъ печей, выплавляютъ ежедневно до 3,000 килогр. чугуна; слѣдовательно при этой системѣ нагрѣванія котловъ сберегается ежегодно до 54,750 франковъ.

Не смотря на приведенныя выгоды, расположеніе котловъ надъ коксовальными печами имѣетъ въ нѣкоторыхъ случаяхъ и свои невыгодныя стороны, изъ коихъ главнѣйшія слѣдующія: отдѣляющіеся при коксованіи газы портятъ стѣнки котла сильнѣе, чѣмъ газы, отдѣляющіеся при обыкновенныхъ топкахъ; расположеніе котла надъ коксовальною печью требуетъ большей арматуры для послѣдняго и большаго числа паропроводныхъ и водопроводныхъ трубъ, а все это вмѣстѣ значительно увеличиваетъ издержки по постройкѣ. Поддерживать паропроводныя трубы въ полной исправности довольно затруднительно, вслѣдствіе чего часть пара теряется отъ не герметичности соединений и отъ охлажденія; зимою эта потеря бываетъ такъ значительна, что работа пара превращается въ нуль. Наконецъ часто бываетъ необходимо для полученія должнаго количества пара вести процессъ коксованія вопреки правиламъ, иногда-же, при исправленіи воздуходувныхъ машинъ, приходится во время коксованія отворять печныя двери. Исправленіе и чистка пароваго котла во время дѣйствія коксовальныхъ печей крайне затруднительны, а от-

дѣляющіеся при этомъ черезъ трубу газы сильно вредятъ кладкѣ и котлу, накаливая ихъ до весьма высокой температуры (Lürmann).

Эти недостатки, обнаружившіеся въ нѣкоторыхъ коксовальныхъ пунетахъ Бельгіи и Германіи, дали поводъ поставить паровой котелъ на заводѣ Hochdahl, близъ Дюссельдорфа, рядомъ съ коксовальными печами; эти послѣднія, какъ и давно уже дѣйствовавшія печи въ Саарбрюкенѣ, были построены по системѣ François. Близъ рудника Heinitz въ Нейнкирхенѣ есть коксовальная фабрика Schmidborn'a и Gebr. Röchling'a, гдѣ два паровыхъ котла, служащія для дѣйствія трехъ большихъ грохотовъ, нагрѣваются газами отъ 20 большихъ коксовальныхъ печей системы Haldy, такимъ образомъ, что газы поступаютъ изъ печей прямо въ дымоходы рядомъ съ ними стоящихъ котловъ. Кромѣ того подъ котлами устроены запасныя рѣшетки.

Въ коксовальныхъ печахъ François газы вступаютъ черезъ отверстія А (фиг. 21) въ боковой каналъ Е (фиг. 22); отсюда черезъ отверстіе, прикрываемое, по желанію, заслонкою, проходятъ въ каналъ F, находящійся подъ каналомъ Е. Изъ F газы идутъ черезъ отверстія К (фиг. 23) разрѣзъ черезъ основные каналы) въ каналы подъ подомъ G, H, а оттуда или прямо въ трубу черезъ MCD, или, если заслонка въ М (фиг. 21) заперта, а заслонка b (фиг. 23) открыта, въ паровые каналы сосѣдней печи, которую они нагрѣваютъ передъ нагрузкой. Отверстія В служатъ для нагрузки печи, и во время коксованія бываютъ всегда закрыты. Черезъ D газы идутъ подъ паровые котлы, расположенные сбоку печей и снабженные рѣшетками на случай остановка послѣднихъ.

12 коксовальныхъ печей въ рудничномъ округѣ Hruschau въ Моравіи устроены также на основаніи принципа François, но улучшены инженеромъ Gobiet.

Внутренность печи представляетъ каналъ въ 0,8 м. шириною и въ 1,4 м. высотой, имѣющій на всемъ своемъ протяженіи одинаковые размѣры и запирающійся съ обоихъ концовъ чугунными дверцами. Печи располагаются параллельно одна возлѣ другой и раздѣляются стѣнкою въ 0,5 м. толщиною, въ которой сдѣланы одинъ подъ другимъ два канала EF (фиг. 22); точно также подъ подомъ печи устроено два канала GH. Воздухъ, необходимый для сжиганія газовъ, доставляется здѣсь не черезъ дверныя отверстія, какъ въ печахъ François, а, какъ въ печахъ Dulait, черезъ отверстія въ кладкѣ, которыя имѣютъ 0,3 м. длины и ведутъ прямо въ каналы EF. Печь наполняется углемъ на  $\frac{2}{3}$  своей высоты. При началѣ операціи обнаруживается сильное выдѣленіе газовъ, которые вступаютъ черезъ боковыя отверстія А въ каналы Е и F, затѣмъ текутъ по каналамъ G и H, пока наконецъ не соединятся въ главномъ каналѣ, устроенномъ выше печи на заднемъ ея концѣ и не направятся оттуда въ дымовую трубу въ 16 м. высоту.

Подобная печь системы François-Gobiet вмѣщаетъ до 60 центнеровъ каменноугольной мелочи, которая засыпается черезъ отверстія В. Коксованіе

продолжается отъ 36—40 часовъ. Разгрузка производится при помощи крана, который можетъ перемѣщаться по рельсамъ и устанавливается передъ каждою печью. Такой кранъ состоитъ изъ зубчатого колеса и зубчатой штанги, длина которой равна длинѣ печи; передъ колесомъ укрѣплена въ вертикальномъ положеніи чугунная плита одинаковой ширины съ печнымъ пространствомъ, которая можетъ, при помощи ролика, двигаться въ печь и выдвигаться изъ нея. Надъ печью устроенъ другой подвижной кранъ, при помощи котораго можно подымать до необходимой высоты обѣ двери, двигающіяся въ пазахъ. Приподнявши двери, начинаютъ работать первымъ краномъ, который приводится въ быстрое движеніе 4 рабочими и выталкиваетъ изъ печи всю массу кокса. Затѣмъ коксъ тщательно заливается водою. Эти коксовальныя печи даютъ 60—70% твердаго кокса. Для управленія 20 печами нужно всего 8 рабочихъ. Издержки на постройку 12 печей этой системы въ Hruschau равны 18,335 флоринамъ.

1) плата каменщикамъ за кладку стѣнъ . . . . .	3,178 флор.
2) » за разныя другія работы . . . . .	621 »
3) стоимость огнеупорнаго матеріала . . . . .	5,920 »
4) » кирпичей и проч. . . . .	3,333 »
5) » желѣзныхъ частей . . . . .	3,283 »
6) » устройства крановъ . . . . .	2,000 »

---

18,335 флориновъ.

Срокъ службы этихъ печей опредѣленъ въ 5 лѣтъ, въ которые возвратится затраченный капиталъ и оплатятся приходящіеся на него проценты. Приготовленіе одного центнера кокса обходится всего въ 6,42 крейцера: изъ нихъ 0,22 кр. идетъ на жалованье смотрителю, 1,90 кр. на плату рабочимъ, 0,25 на содержаніе въ исправности инструментовъ и 4,05 кр. на уплату части затраченнаго капитала съ процентами на него.

Въ рудничномъ округѣ Witkowitz поставлены 3 группы коксовальныхъ печей, причемъ въ составъ каждой входятъ 8 печей и 2 паровыхъ котла въ 24 м. длиною и въ 1,25 м. діаметромъ, которые доставляютъ паръ машинамъ. Печи эти старой конструкціи для коксованія вспучивающихся углей. Отверстія дымоходовъ, изъ которыхъ два ведутъ подъ котлы, а одно въ атмосферу, могутъ открываться и закрываться при помощи заслонокъ и служатъ для прохода газовъ, которые начинаютъ сжигаться воздухомъ еще внутри печи <sup>1)</sup>. Паровые котлы поставлены сверху печей.

Кромѣ этого способа соединенія паровыхъ котловъ съ коксовальными пе-

---

<sup>1)</sup> Jicinsky, Steinkohlen-Revier von Märisch-Ostrau. Wien 1865.



чами въ 1858 году былъ примѣненъ другой. Инженеръ Hagen въ Ганноверѣ, во избѣжаніе охлажденія газовъ, по выходѣ послѣднихъ изъ печи, поставилъ на заводѣ Georg-Marien паровые котлы подѣ коксовальными печами. Здѣсь газы, выдѣлявшіеся изъ 9 печей, проводились черезъ боковыя стѣнки послѣднихъ въ 4 канала, которые располагались подѣ печами въ поперечномъ къ нимъ направленіи. Въ каждомъ изъ такихъ каналовъ имѣется кривая трубка, которая соединяется съ другими подобными трубками помощью особаго резервуара, лежащаго внѣ системы. Эти огневыя трубки въ случаѣ порчи легко могутъ быть отдѣлены отъ резервуара и, не нарушая дѣйствія коксовальныхъ печей, могутъ быть вынуты изъ каналовъ и опять въ нихъ вставлены. Есть одинъ примѣръ, который показываетъ намъ весьма неблагопріятные результаты пользованія коксовальными газами для нагрѣванія котловъ. На шахтѣ Berglust близъ Hähnichen'a, въ окрестностяхъ Дрездена, въ 1858 году стали отводить газы изъ простыхъ коксовальныхъ печей съ купольнымъ сводомъ и округленно-продолговатымъ подомъ черезъ верхнюю часть задней стѣнки прямо въ общій каналъ, который открывался подѣ котломъ угленосной машины и сжигался тамъ притекающимъ атмосфернымъ воздухомъ. Разрушительное дѣйствіе пламени, въ смѣси съ сѣрнистою кислотою, отдѣляющеюся изъ углей Гайнихенскаго бассейна, которые всегда содержатъ большее или меньшее количество сѣрнаго колчедана, вызвало необходимость частыхъ починокъ котельнаго днища. Это обстоятельство заставило по прошествіи года начать коксованіе съ примѣсами мелкаго промытаго угля, содержащаго извѣстѣ (Waschkohle), который до тѣхъ поръ употреблялся для отопленія котловъ. Результаты этихъ испытаній не были благопріятны, такъ что вскорѣ пришлось совсѣмъ отказаться отъ устройствъ, которыя при другихъ условіяхъ принесли бы значительную выгоду.

Безъ сомнѣнія, этимъ не отвергается выгодное пользованіе коксовальными газами, изложенными выше способами; оно бываетъ даже необходимымъ въ тѣхъ случаяхъ, когда качества угля не допускаютъ сложныхъ устройствъ для коксованія.

Въ бассейнѣ Плауенской долины, близъ Дрездена, послѣ многихъ опытовъ, съ цѣлью ввести измѣненія въ конструкціи коксовальныхъ печей, нашли необходимымъ возвратиться къ тѣмъ аппаратамъ, въ которыхъ газы сгораютъ большею частью внутри самой печи, такъ какъ только этимъ путемъ видѣли возможность соединять куски кокса въ одну массу. Получаемый съ шлемграбеновъ Гайнихенскаго завода каменно-угольный остатокъ (шламъ) можетъ считаться продуктомъ почти ничего нестоющимъ, ибо большею частью онъ даетъ коксъ рыхлый, легко распадающійся и весьма мелкій; въ тоже время промытая на заводѣ Burgk угольная мелочь съ шахты Neue Hoffnung и Wilhelmine продается, а остающійся шламъ собирается на шлемграбенахъ и идетъ въ коксовальныя печи, причемъ изъ него получается продуктъ плотный и хорошихъ качествъ. Подобное явленіе объясняется частью меньшимъ

содержаніемъ нечистотъ въ бургскихъ угляхъ, а частью инымъ способомъ отсадки, при которомъ, особымъ способомъ управленія рѣшетомъ, заставляютъ послѣднее исполнять и роль штостерда.

Прежде примѣненія коксовальныхъ газовъ для нагрѣванія паровыхъ котловъ, воздуходушныхъ и подъемныхъ машинъ, начались попытки нагрѣвать этими газами самыя коксовальныя печи. Для рѣшенія этой задачи начали устраивать небольшія печи, подъ и стѣны которыхъ нагрѣвали отдѣляющимися при коксованіи газами, причемъ сначала пользовались только скрытою теплотою послѣднихъ, а затѣмъ исключительно теплотою, отдѣляющеюся при ихъ сожиганіи. При подобномъ устройствѣ процессъ коксованія вступилъ въ полныя свои права, ибо, съ одной стороны, здѣсь представлялось, въ видахъ правильности и полноты процесса коксованія, препятствіе сожиганію кокса, черезъ что увеличивалась добыча послѣдняго; съ другой стороны, коксовальныя печи, подобно ретортамъ, нагрѣвали теплотою, отдѣляющеюся при сожиганіи газовъ. Противъ введенія такихъ печей можетъ говорить только большая ихъ стоимость, сравнительно съ старыми печами, дающими одинаковое съ ними количество кокса. За то при иныхъ сортахъ угля, для которыхъ эти печи могутъ считаться лучшими, коксованіе идетъ быстрѣе, количество получаемого кокса больше, а сверхъ того уменьшаются и издержки на постройку малыхъ печей, когда ихъ по нѣскольку соединяютъ въ одну систему. Такія печи ставятся обыкновенно въ одинъ рядъ, плотно прилегаютъ другъ къ другу своими длинными боковыми стѣнками и окружаются однимъ общимъ кожухомъ; поэтому-то все пространство между тонкими внутренними стѣнками печей, можетъ разсматриваться какъ одно общее печное пространство. Первая постройка подобныхъ печей самой простой конструкціи обошлась дешевле постройки такого количества шаумбургерскихъ печей, которое доставляло бы одинаковое количество кокса, такъ какъ послѣднія, стоя отдѣльно другъ отъ друга, требуютъ значительно больше матеріала для наружныхъ стѣнъ. Сверхъ того, усовершенствованіе снарядовъ для разгрузки печи и заливанія кокса устранило тяжелую ручную работу при старыхъ печахъ съ круглымъ или овальнымъ подомъ; въ настоящее же время въ усовершенствованіи этихъ снарядовъ сдѣланы еще большія успѣхи.

Въ Бельгіи <sup>1)</sup> усовершенствованіе въ конструкціи коксовальныхъ печей шло рука объ руку съ усовершенствованіями въ способахъ коксованія. Сначала тамъ были устроены печи старой конструкціи, которыя постепенно измѣнялись, пока ни стали наконецъ нагрѣвать ихъ подовъ отдѣляющимися газами.

Въ старыхъ англійскихъ печахъ въ 6 м. длиною,  $1\frac{1}{2}$  м. высотой и 2 м. шириною, въ серединѣ подъ имѣлъ наклонъ въ 0,45 м. и горнило раздѣля-

<sup>1)</sup> Blume, Notizen über belgische Koksöfen. Berg und Hüttenmännische Zeitung 1855.

лось двумя перегородками *SS* (фиг. 24—26) на 3 части. Затѣмъ подъ сводомъ печи были устроены двѣ боковыя стѣнки *tt*, которыя образовали съ прежними стѣнками вертикальные каналы *uu*, назначенные для провода газовъ подъ подомъ печи. При такомъ измѣненіи, ширина печи уменьшилась и изъ 2 м. сдѣлалась равною 1,6 м., длина же и ширина пода остались тѣ-же. Газы соединялись подъ подомъ печи въ среднемъ каналѣ *w*, откуда направлялись по главному каналу *x*, позади цѣлаго ряда печей, въ дымовую трубу *r* (фиг. 24). Труба *q*, въ серединѣ свода при такомъ измѣненіи конструкціи была заложена.

Подобнымъ же образомъ были измѣнены и другія коксовальныя печи (*back-ofenförmigen Herdöfen*). Въ нихъ подъ подомъ, при помощи трехъ перегородокъ, было устроено 4 канала, которые съ одной стороны соединялись съ печнымъ пространствомъ, помощью двухъ каналовъ по бокамъ свода, а съ другой стороны—съ атмосферою, посредствомъ двухъ трубъ, которыми оканчивались съ задняго конца каналы подъ подомъ. Послѣ этихъ измѣненій количество получаемого кокса поднялось съ 63% на 68%, слѣдовательно, потеря отъ сгорания кокса, доходившая при прежнемъ способѣ коксованія до 5%, была устранена.

По примѣненіи данныхъ правилъ результаты коксованія дѣлались тѣмъ лучше и количество получаемого кокса становилось тѣмъ значительнѣе, чѣмъ больше была нагрѣвательная поверхность печи въ отношеніи къ обугливаемой массѣ. На растрескиваніе угля имѣютъ особенное вліяніе внѣшніе дѣтели; растрескиваніе-же кокса обусловливается неодинаковымъ напряженіемъ частицъ его во внутренней массѣ, и направленіе трещинъ здѣсь всегда перпендикулярно къ накаливаемой поверхности. Въ печахъ старой конструкціи, въ которыхъ теплородные лучи отражались и подомъ и сводомъ, столбы кокса располагались большею частью перпендикулярно къ поду; они располагались также и горизонтально, когда теплота отражалась главнѣйше стѣнами печи. Кромѣ того посреди массы кокса всегда рѣзко выдѣляется трещина параллельная длиннымъ сторонамъ печи, которая образуется отъ совокупнаго дѣйствія теплородныхъ лучей, отраженныхъ длинными стѣнами печи. При такихъ условіяхъ коксъ вынимается изъ печи очень удобно; онъ бываетъ плотенъ, крѣпокъ и разбивается на куски въ 1 или 2 дециметра длиною. Существованіе продольной рѣзкой трещины въ массѣ кокса указываетъ, что ширина печи имѣетъ надлежащіе размѣры. Если послѣдняя очень велика, то на мѣстѣ этой трещины уголь коксуется не вполне. Наоборотъ, если печь слишкомъ узка, то отраженные обѣими стѣнами лучи пересѣкаются, и коксъ получается мелкій (*die Kokse zerfallen zu Zinder*). При значительной ширинѣ печи и при недостаточномъ нагрѣваніи печнаго свода, на коксѣ замѣчаются такъ называемыя «черныя ноги» (*die schwarzen Füße*), представляющія рыхлую стекловатую (*gefrittete*) смѣсь частицъ угля и разложеннаго асфальта, который падаетъ во время коксованія со свода печи (*Barré, Reise in Belgien und Preussen*).

Почти всѣ новыя печи, построенныя на основаніи высказаннаго выше принципа, имѣютъ форму горновъ; подѣ ихъ, за исключеніемъ улейныхъ печей и печей Talabot, имѣетъ форму длиннаго прямоугольника, короткая сторона котораго относится къ длинной какъ 1: 4 или какъ 1: 9. Ширина этихъ печей измѣняется отъ 0,4 м. до 1,1 м., а длина отъ 3 до 6 м.; высота боковыхъ стѣнъ не превосходитъ 1 м., а радіусъ плоскаго свода бываетъ отъ 0,5 до 1 м. Малыя печи, метра въ 3 длину, имѣютъ одну только дверь, и задняя узкая сторона ихъ закрыта кладкою. Большія печи, подобно печамъ въ Maubeuge, имѣютъ 2 рабочихъ отверстія и подѣ ихъ нѣсколько наклоненъ къ выгрузному отверстию. Толщина боковыхъ стѣнъ равна ширинѣ кирпича, т. е. 0,15 до 0,2 м. Подобныя стѣны оказываютъ вполне достаточное сопротивление расширяющейся массѣ угля, такъ-какъ при расположеніи печей въ одномъ ряду онѣ образуютъ одно массивное цѣлое и давленіе на одну печь распредѣляется на всѣ. Для циркуляціи газовъ служатъ проложенныя въ боковыхъ стѣнкахъ горизонтальные и вертикальные каналы, которые соединяются съ каналами подѣ подомъ печи. Послѣдніе поддерживаютъ въ то же время подѣ печи, состоящій изъ тонкихъ плитъ и покоящійся на стѣнкахъ подовыхъ каналовъ и на цоколѣ наружныхъ стѣнъ.

Сначала были устроены, на тѣхъ-же основаніяхъ какъ печи Fabry, печи системы Smet, которыя здѣсь мы и опишемъ.

Каждая печь Smet, подобная тѣмъ, которыя были поставлены въ числѣ 34 въ одномъ ряду на заводѣ Smet близъ Шарлеруа и въ числѣ 48 на заводѣ Wendel'я близъ Саарбрюкена, имѣетъ 6 м. длины, 0,65 м. ширины и 1,20 м. высоты подѣ серединою свода. Площадь поперечнаго сѣченія печи равняется 0,749 кв. м. Газы выходятъ изъ печи черезъ два отверстія въ сводѣ и идутъ оттуда (фиг. 27—29) налѣво въ боковые каналы *o* и *p*; отсюда они направляются черезъ особую трубу подѣ подѣ печи, гдѣ перемѣщаются по двумъ продольнымъ каналамъ и выходятъ наконецъ черезъ *q* въ дымовую трубу. Каждая печь нагрѣвается такимъ образомъ лѣвую стѣнку и подѣ, правая-же стѣнка нагрѣвается газами справа стоящей печи. Въ крайней печи съ правой стороны газы циркулируютъ черезъ обѣ боковыя стѣнки, толщина которыхъ, какъ и всѣхъ стѣнъ печей этой системы, не превышаетъ 0,15 м. Труба (фиг. 29) располагается по средней линіи печи, гдѣ газовые потоки должны соединяться, но послѣдніе остаются раздѣленными и внутри трубы помощью перегородки; такая труба возвышается надъ печью на 3—4 м. и въ верхней своей части складывается изъ обыкновенныхъ кирпичей. При хорошемъ ходѣ коксованія, изъ трубы не долженъ отдѣляться дымъ, а только безцвѣтные газы. Для регулированія процессомъ устраивается клапанъ *k*. Печи инженера Fabry, устроенныя впервые въ 1854 году, отличаются тѣмъ, что газы выдѣляются здѣсь черезъ отверстія въ боковыхъ стѣнкахъ горна *ss* (фиг. 30—33). Эти стѣнки сложены изъ огнеупорныхъ камней въ 0,2 м. длины, 0,2 м. ширины и 0,1 м. высоты. Вертикальныя отверстія образуютъ

собою узкую щель, не болѣе 5 миллим. въ поперечникѣ, черезъ которую отдѣляется большая часть газовъ; оставшаяся-же часть ихъ выходитъ черезъ два верхнія отверстія въ сводѣ печи. Газы, какъ и въ печахъ Smet, направляются въ боковые каналы *tt* въ 0,4 м. шириною, затѣмъ въ каналы *uu* подъ подомъ печи, откуда они поступаютъ уже черезъ *v* въ общую трубу *w*.

Печи нагружаются на высоту, превышающую въ 2 раза ширину печи (0,4 м.); величина нагрузки до 30 гектолитровъ, которые располагаются ровнымъ слоемъ на подѣ печи въ 6 м. длиною. Выгрузка печи производится такимъ образомъ, какъ это было описано при печахъ въ Moubeuge. Печные дверцы двойныя, окружены рамою и вращаются на желѣзномъ стержнѣ; онѣ прикрываютъ печное пространство на всей его высотѣ. При началѣ операціи обыкновенно открываютъ отверстія на противовѣтряной сторонѣ и не закрываютъ ихъ до тѣхъ поръ, пока не выдѣлится большая часть паровъ; затѣмъ эти отверстія забиваютъ глиняными пробками. Эта первая операція продолжается послѣ нагрузки въ теченіе 6 или 7 часовъ; весь же процессъ коксованія оканчивается въ 24 часа. Постройка одной печи обходится въ 600 франковъ, а продолжительность службы ея простирается до 10 лѣтъ.

Улейныя печи (Fours en ruche<sup>1)</sup>). Вокругъ каменной части *aa* (фиг. 34—36) расположены по направленію радіусовъ 24 печи, подъ которыхъ имѣеть трапециoidalную форму и нѣкоторый уклонъ въ одну сторону. Фиг. 34 представляетъ разрѣзъ по оси одной изъ радіальныхъ печей и фасадъ всего сооруженія; фиг. 35 представляетъ отъ А до В видъ печей сверху, отъ В до С горизонтальный разрѣзъ чрезъ средину печей, а отъ С до А горизонтальный разрѣзъ черезъ каналы подъ подами; фиг. 36 есть вертикальный разрѣзъ по линіи EF.

Нагрузка каждой печи или каждаго отдѣленія производится черезъ отверстіе *b*. Въ дверцахъ *c* оставляется отверстіе *d* для наблюденія. Газы, выдѣляющіеся изъ угля, сгораютъ на счетъ воздуха, который входитъ въ печь черезъ дверцы изъ печи они направляются черезъ отверстія *eee* въ каналы въ стѣнахъ, раздѣляющихъ двѣ печи, а откуда подъ подъ. Каналы *ee* дѣлаются двойными въ той части стѣнъ, гдѣ допускаетъ это толщина послѣднихъ; такимъ образомъ здѣсь каждая печь имѣеть отдѣльные каналы; но близь центра, какъ это видно въ *xu*, они открываются попеременно въ правую и въ лѣвую печь.

Подъ подомъ газы циркулируютъ по каналамъ *ff*, какъ это показываютъ стрѣлки на фиг. 35. Отсюда они направляются по вертикальному каналу *i*, который и отводитъ ихъ въ центральную трубу. Въ каждое отдѣленіе вмѣщается 35 гектолитровъ; процессъ коксованія продолжается 48 часовъ. Раз-

<sup>1)</sup> Cours de Metallurgie générale par Aug. Gillon 1869 p. 103—107.

грузка производится или гребками, или при помощи механизмовъ, которые могутъ примѣняться и при другихъ печахъ съ одною дверью. Для выгрузки кокса, передъ нагрузкою кладутъ въ печь прочный желѣзный стержень, къ концу котораго укрѣпляется поперечина, назначенная для захватыванія всей массы кокса. Этотъ стержень и поперечина остаются въ печи во все время коксованія. По окончаніи коксованія открываютъ двери, прицѣпляютъ къ выдающемуся концу стержня цѣпь отъ ворота и приводятъ послѣдній въ движеніе, причѣмъ вся масса кокса сразу извлекается изъ печи на наклонную кирпичную площадку *gg*, которая окружаетъ собою все сооруженіе. Ниже площадки устроена желѣзная дорога для телѣжки съ воротомъ, который можетъ быть поставленъ около каждой печи.

Въ конструкціи этихъ печей, именно въ расположеніи каналовъ, впоследствии были сдѣланы нѣкоторыя измѣненія. Мы укажемъ на тѣ измѣненія, которые представляла модель улейной печи на всемірной парижской выставкѣ 1867 г.

Газы выходятъ изъ печи черезъ 14 отверстій въ правой стѣнкѣ и черезъ 9 отверстій въ лѣвой; сѣченія этихъ отверстій увеличиваются по мѣрѣ удаленія отъ двери. Изъ 14 отверстій газы поступаютъ въ каналъ *m* (фиг. 37), а изъ 9 отверстій—въ каналъ *n*, откуда уже они проходятъ въ трубу. Такимъ образомъ здѣсь каждая печь нагревается собственными газами. При устройствѣ фиг. 35, при открываніи дверецъ одной печи, воздухъ входитъ не только въ каналы этой печи, но и въ каналы сосѣднихъ печей, причѣмъ, естественно, послѣднія охлаждаются. Противодѣйствовать этому охлажденію возможно только увеличивая продолжительность коксованія. При устройствѣ-же фиг. 37 каналы каждой печи изолированы отъ каналовъ другихъ печей. На кровлѣ сооруженія положены рельсы, по которымъ движутся вагоны съ откиднымъ дномъ; этими вагонами доставляется уголь отъ дробильныхъ машинъ къ печамъ. Опыты надъ измѣненными улейными печами, сдѣланные въ 1866 году на заводѣ *Laumonier* въ *Saint-Ghislain*, дали результаты весьма хорошіе.

Первыя улейныя печи, устроенныя въ Бельгіи въ 1861 г., имѣли въ *Longterne-Ferrand à Elouges* 12 отдѣленій, а въ *Aggarre* 24, но онѣ не имѣли каналовъ ни въ боковыхъ стѣнкахъ, ни подъ подомъ <sup>1)</sup>. Газы изъ печи направлялись прямо въ центральную трубу. Изобрѣтатель печей этой системы *Blaton* предполагалъ, что для сжиганія газовъ нѣтъ надобности проводить воздухъ прямо въ печь, а что для послѣдней цѣли достаточно то количество воздуха, которое входитъ черезъ отверстіе *e* близъ трубы. Несостоятельность подобнаго предположенія была скоро доказана. При сгораніи газовъ въ трубѣ послѣдняя скоро засорялась; кромѣ того самое коксованіе въ этихъ печахъ съ сплошными стѣнками могло идти удовлетворительно только при сжига-

<sup>1)</sup> *Revue Universelle*, 1862, t. II. p. 471.

ни газовъ воздухомъ, который проводили черезъ небольшие отверстія въ дверцахъ.

Нынѣшняя система улейныхъ печей, при которой нагрѣваются газами боковыя стѣнки и подъ, была создана по примѣру другихъ системъ, хорошіе результаты которыхъ были доказаны большими опытами. Улейныя печи заслуживаютъ одобренія потому, что имѣютъ по одной двери, вслѣдствіе чего уменьшается потеря теплоты; кромѣ того центральная массивная часть можетъ играть здѣсь роль регулятора теплоты для всѣхъ печей. Нѣкоторые видятъ въ этой системѣ еще то преимущество, что все сооруженіе занимаетъ относительно мало мѣста. Тушеніе кокса производится впрыскиваніемъ въ печь воды помощью нагнетательнаго насоса; но подобный способъ тушенія нельзя одобрять, такъ-какъ онъ способствуетъ разрушенію кладки и охлажденію печи. Подобное охлажденіе можетъ быть полезно противъ вспучиванія кокса изъ жирныхъ углей, во всѣхъ-же другихъ случаяхъ оно рѣшительно вредно, такъ-какъ вызываетъ напрасную трату угля, который сжигается для сообщенія печи потерянной теплоты. Вполнѣ возможно заливать коксъ внѣ печи; водопроводныя-же трубы могутъ быть перенесены въ этомъ случаѣ изъ пода печей на окружность сооруженія.

24 печи улейной системы, со стѣнками и подомъ нагрѣваемыми газами, съ устройствомъ аппарата для разгрузки, желѣзною дорогою и проч., и съ уплатою преміи изобрѣтателю въ 10000 фр., стоятъ около 30000 фр. Подобныя печи устроены въ Agrappe, въ Saint-Ghislain, въ Longterne-Ferrand, у Гна-Cambier въ Louvrière, у Coppée въ Frameries, у Blondiaux въ Thy le Château и въ Эссенѣ въ Пруссіи.

При описаніи коксовальныхъ печей различнаго устройства мы упоминали и о печахъ François. Въ шестидесятыхъ годахъ на заводахъ Königin-Marien близъ Цвикау было поставлено 64 печи этой конструкціи; онѣ имѣютъ 6 м. длины, 1,4 м. ширины и 1,6 м. высоты. Съ лицевой стороны каждая печь закрывается дверцами, которыя поднимаются помощью ворота, устроеннаго поверхъ печи. Въ печь нагружается до 120 прусс. шеффель (232,8 куб. фут.) угольной мелочи, изъ которой, по прошествіи 48 часовъ, получается 54% кокса. Газы поступаютъ изъ печи черезъ три канала въ одной изъ боковыхъ стѣнокъ въ два канала подъ подомъ печи, которые расположены по длинной оси послѣдней и ведутъ въ дымовую трубу. Такимъ образомъ здѣсь каждая печь вполнѣ независима отъ другихъ печей. Это измѣненіе въ печахъ François, введенное Naldu, представляетъ тотъ недостатокъ, что при нагрузкѣ печь сильно охлаждается. Во время работы воздухъ входитъ черезъ отверстія въ дверцахъ, которыя при началѣ коксованія должны быть открыты. Разгрузка печи производится при помощи ворота и зубчатой штанги, которая заразъ извлекаетъ всю массу кокса.

На рудникѣ Heinitz близъ Нейнкирхена въ 1864 г. было въ дѣйствиіи 72 печи системы François въ 24 ф. длины, въ 33 д. ширины и въ 30 д. высоты до

каналовъ, которыя вмѣщали отъ 90 до 100 центнеровъ угольной мелочи; затѣмъ 72 печи той-же системы, но улучшенныя *Haldu*, въ 18' длины, 42" ширины и 30" высоты до каналовъ, въ которые насаживалось отъ 75 до 80 центнеровъ; наконецъ 40 печей съ вертикальными каналами съ двухъ сторонъ и съ 3 каналами подъ подомъ печи. Въ этихъ послѣднихъ печахъ газы поступали черезъ вертикальные каналы въ боковые, подъ подомъ печи, затѣмъ направлялись вертикально черезъ средній такой же каналъ въ задній главный.

Устроенная на этомъ рудникѣ машина для разгрузки печей представляетъ особой конструкціи локомобиль, могущій перемѣщаться по рельсовому пути. Онъ движется по рельсамъ *AA*, положеннымъ параллельно лицевой сторонѣ коксовальныхъ печей, стоящихъ влѣво отъ конца его *ВВ*, и состоитъ изъ трехъ частей (фиг. 38—41).

1) Изъ желѣзнаго вагона *СС*, основанія и движителя всего аппарата.

2) Изъ паровой машины съ котломъ, топкою и системою колесъ, необходимыхъ для движенія аппарата.

3) Изъ части, при движеніи которой впередъ совершается разгрузка коксовальной печи.

Вагонъ одновременно исполняетъ нѣсколько назначеній: онъ поддерживаетъ весь механизмъ, даетъ возможность вѣрно поставить аппаратъ во время работы и наконецъ служить для перемѣщенія механизма при разгрузкѣ *цѣлаго ряда печей*.

Онъ состоитъ изъ одной внутренней и трехъ наружныхъ частей, прочно связанныхъ между собой. Внутренняя часть *DD* представляетъ прочную раму, которая покоится на 8 колесахъ и соединена съ брусками *aa* (фиг. 39 и 40) имѣющими форму двойнаго *T*, и съ склепанными съ ними поперечинами *bb*. Въ поперечинахъ *bb* вставлены подшипники для осей 8 колесъ; эти послѣднія имѣютъ по 2 закраины, между которыми помѣщается рельсъ. Назначеніе этихъ колесъ—оказывать сопротивленіе движенію аппарата во время разгрузки; поэтому-то устройство ихъ и отличается отъ устройства обыкновенныхъ желѣзнодорожныхъ колесъ.

Поперечины *b' b'*, расположенныя близъ концовъ аппарата и служащія для большей прочности, устроены такъ-же, какъ поперечины *bb*, и каждая изъ нихъ снабжена 2 колесами (фиг. 38 и 40). Наконецъ, для полной неподвижности отдѣльныхъ частей, ставятъ подкосы *ee*, которые съ одной стороны соединяются съ *T*-образными поперечинами, а съ другой съ продольными брусками *aa*. Для устраненія прогиба этихъ подкосовъ ихъ распираютъ стержнями *dd*.

Для той же цѣли устроены подъ частью внутренняго вагона, поддерживающаго наибольшій грузъ, связи *ss* (фиг. 39). Вагонъ приводится въ движеніе помощью снаряда, показаннаго на фигурѣ 41, и перемѣщается (фиг. 40) въ пространствѣ *EE* по направленію длинной оси *ee*, съ которой прочно



соединены 4 колеса. Этотъ снарядъ помѣщается на площадкѣ, покрывающей пространство  $EE$ , и поддерживается стойками  $FF$  (фиг. 41). Движеніе рукоятей, при помощи коническихъ колесъ  $ff$ , передается вертикальной оси, а отъ послѣдней, при помощи другихъ двухъ коническихъ колесъ, горизонтальной оси  $ee$ . Подобная передача такъ сильна, что весь аппаратъ можетъ перемещаться двумя рабочими.

Наконецъ можно видѣть на фиг. 38 и 39 укрѣпленные къ внутреннимъ продольнымъ брусамъ вагона подшипники, изъ которыхъ одинъ, обозначенный буквами  $GG$ ..., на фиг. 38 представленъ въ разрѣзѣ, а на фиг. 39 сбоку. Въ эти подшипники вставляются оси роликовъ, служащихъ для поддержанія длинной зубчатой штанги  $P$ , которая, естественно, должна быть постоянно въ равновѣсіи и защищаться отъ прогиба.

Паровая машина, съ изображенными въ  $NN$  паровымъ котломъ и тонкою, питается паромъ, который входитъ, необозначеннымъ на чертежѣ путемъ, черезъ  $G$  въ золотниковую коробку. Имѣя поршень въ 8" діаметромъ и при ходѣ послѣдняго въ 6", она дѣлаетъ въ минуту отъ 90 до 120 оборотовъ и производитъ работу, при упругости пара въ 46 фунтовъ, равную 4 паровымъ лошадямъ, а при упругости въ 56 фунт., равную 6 паровымъ лошадямъ.

Подобная машина, по своимъ небольшимъ размѣрамъ и легкости, можетъ вполне замѣнять локомобиль.  $hh$  (фиг. 40) представляютъ основныя плиты паровой машины съ стоячимъ цилиндромъ, которыя укрѣпляются къ вагону помощью болтовъ. Такъ какъ поршневой стержень замѣняетъ здѣсь трубка значительнаго діаметра, то поверхность, на которую дѣйствуетъ паръ, представляетъ довольно узкую кольцеобразную площадку.

При такомъ устройствѣ поршневаго стержня требуются очень большіе сальники, которые, находясь на обоихъ концахъ цилиндра, устраняютъ примѣненіе направляющихъ (*Geradführung*), чѣмъ уменьшаютъ высоту цилиндра и дѣлаютъ его легче. Въ самой трубкѣ укрѣпленъ, при помощи прочной части  $ii$ , качающійся стержень, соединенный съ этою послѣднею помощью болта и гайки.

Трубчатые поршневые стержни, естественно, должны имѣть достаточную длину, чтобы вполне плотно и точно двигаться въ сальникахъ.

Отъ рукояти  $R$  движеніе передается оси  $RR$ , которая соединена съ золотниковымъ стержнемъ  $l$  и покоится въ двухъ подушкахъ, а затѣмъ маховому колесу  $L$  и маленькому зубчатому колесу  $m$ , съ которымъ сдѣпляется большое зубчатое колесо  $M$ , приводящее въ движеніе, насаженное на одной съ нимъ оси и прочно съ послѣднею соединенное, колесо  $n$ . Чтобы достигъ болѣе сильной передачи, колесо  $n$  заставляютъ сдѣпляться съ большимъ колесомъ  $N$ , на оси котораго укрѣплена массивная шестерня  $O$ , зацѣпляющая зубцы штанги  $P$  и заставляющая эту послѣднюю медленно подвигаться впередъ. Чтобы штанга—эта весьма цѣнная часть механизма—

возможно сильнѣе сопротивлялась излому и была бы легче употреблявшихся прежде штаногъ четырехугольнаго поперечнаго сѣченія, она дѣлается, какъ показывается фиг. 39, пустотѣлою и укрѣпляется къ высокой желѣзной полосѣ, имѣющей форму двойнаго Г. Нижняя часть этой желѣзной полосы скользитъ по описаннымъ уже роликамъ GG, которые снабжены закраинами и способствуютъ точному перемѣщенію штанги по направленію ея длины.

Для той же цѣли служить и массивная шастерня O.

Головка зубчатой штанги BB, прочно соединенная съ послѣднею помощью заклепокъ, настолько высока, что черезъ нее не могутъ переваливаться во время разгрузки печи куски кокса, которые могли бы портить машину. Во время работы она вводится въ печь и опирается на подъ послѣдней, назначенными для этой цѣли роликами. Сверхъ того два ролика, показанные на фиг. 40, устраняютъ порчу боковъ зубчатой штанги и треніе послѣднихъ о вертикальныя боковыя стѣнки печи. Длина штанги, естественно, зависитъ отъ длины печи; она должна доходить до задняго отверстія послѣдней и геометрически точно совпадать съ ея осью, такъ чтобы при обратномъ движеніи системы зубчатыхъ колесъ она безпрепятственно могла быть выдвинута.

Прежде чѣмъ перейти къ спеціальному разбору описанныхъ до сихъ поръ коксовальныхъ печей, слѣдуетъ еще упомянуть о двойныхъ коксовальныхъ печахъ Frommont'a и Gendebien'a, устроенныхъ на томъ же принципѣ, какъ и печи о двухъ рѣшеткахъ.

Печи Frommont'a, распространившіяся въ теченіи нѣсколькихъ лѣтъ кромѣ Бельгіи также въ Вестфалии и Саарбрюкенѣ, представляютъ обыкновенныя этажныя печи. Здѣсь газы изъ нижняго горна (фиг. 42—44) поднимаются въ верхній черезъ 7 отверстій *a* и черезъ такое же число каналовъ въ верхней его стѣнкѣ; затѣмъ, вмѣстѣ съ газами верхней печи, они направляются по противоположной сторонѣ подъ подъ нижней печи. Тутъ они циркулируютъ по каналамъ *cc*, нагрѣваютъ короткую заднюю стѣнку и нижнюю боковую, перемѣщаясь еще по каналамъ *d*, прежде выхода въ дымовую трубу. Двери для загрузки этихъ печей, имѣющихъ 3 м. длины, устраиваются одна противъ другой, такъ что наклонъ пода первой противоположенъ наклону второй. Дѣйствіе печей таково, что при насадкѣ въ 22 прусскихъ шеффеля (42,68 куб. фут.) онѣ въ одно время даютъ одинаковое количество кокса, тѣмъ не менѣе обѣ печи другъ отъ друга не зависятъ и управляются различными рабочими.

Ширина обѣихъ печей не одинакова: верхняя въ 0,9 м., а нижняя въ 1,10 м. Это обстоятельство, какъ ничтожнымъ оно ни кажется, служить причиною не вполне одинаковой величины пасадовъ для обѣихъ печей и того факта, что въ верхней печи процессъ коксованія окаличивается немного раньше, чѣмъ въ нижней. Разнообразная форма камней, пужныхъ для постройки этихъ печей, значительно повышаетъ ихъ стоимость; для устройства всѣхъ необходимыхъ каналовъ надо до 60 различныхъ сортовъ камня.

Печи *Gendebien'a* <sup>1)</sup> (фиг. 45—47) Поды печей АА лежатъ выше подовъ находящихся между ними печей ВВ. Двери однихъ печей располагаются съ одной стороны сооруженія, а двери другихъ—съ другой; дѣйствіе этихъ печей поочередное. Газы изъ печи А направляются къ отверстиямъ GG и идутъ внизъ по вертикальнымъ каналамъ *aa*, откуда проходятъ въ каналы *bb* подъ подомъ печи; отсюда они вступаютъ въ каналы *cc*, въ которыхъ движутся по обратному направленію; изъ *cc* поднимаются они по каналамъ *dd* къ ходамъ *ee*, расположеннымъ поверхъ сводовъ, гдѣ смѣшиваются и увлекаются въ трубу. Газы изъ печи В совершаютъ подобный же путь, кромѣ крайнихъ печей, въ которыхъ газы передъ выходомъ въ трубу поступаютъ въ два канала *ii'* и нагрѣваютъ такимъ образомъ наружную боковую стѣнку. Газы сжигаются въ каналахъ наружнымъ воздухомъ, который входитъ черезъ отверстія *oo* въ передней (или задней) стѣнкѣ и нагрѣвается, проходя по каналамъ *mm*, въ которыхъ кирпичныя стѣнки дырчатая; отсюда воздухъ направляется множествомъ отверстій къ газовому потоку.

Нагрузка угля производится при помощи лопатъ, а выгрузка кокса при помощи крючьевъ. Размѣры, которые имѣли эти печи вначалѣ, были таковы: длина 3,5 м. (очень затрудняющая работу по нагрузкѣ и выгрузкѣ), ширина 1,20 м. (при такой ширинѣ необходимо употреблять жирный уголь); высота 1,25 м. Въ такую печь вмѣщалось 1800 кил. Для коксованія полужирныхъ углей были построены печи шириною отъ 0,65—0,75 м., насадка же угля дѣлалась выше. Было предположено улучшить и упростить конструкцію этихъ печей, а именно: укрѣпить двери снаружи печи, производить нагрузку черезъ отверстія въ сводахъ и уничтожить каналы поверхъ печи. Въ самомъ дѣлѣ, горѣніе внутри печи исключительно совершается близъ поверхности угля, слѣдовательно верхняя часть печи будетъ нагрѣваться достаточно. Дѣлая же сѣченіе печнаго пространства нѣсколько меньше дверей, нисколько не затруднимъ механической разгрузки.

Хотя разница въ горизонтахъ задней и передней стороны сооруженія не превышаетъ 0,40 м., тѣмъ не менѣ земляныя работы здѣсь довольно значительны. Путь газовъ въ печахъ *Gendebien'a* меньше чѣмъ въ печахъ *Smits*, но за то сѣченіе каналовъ больше. Каждая печь нагрѣваетъ только свой подъ, что при широкихъ печахъ имѣетъ неблагоприятное дѣйствіе на быстроту нагрѣванія вскорѣ послѣ выгрузки, особенно когда масса угля не охватывается съ двухъ сторонъ газами сосѣднихъ печей, которые въ этотъ моментъ отличаются особенною напряженностью. Когда же печи имѣютъ ширину не болѣе 0,75 м., нагрѣваніе съ боковъ будетъ вознаграждать нагрѣваніе отъ пода; такимъ образомъ здѣсь достигаютъ накаливанія сначала насчетъ

<sup>1)</sup> Cours de Metallurgie par Aug. Gyllon 1869. p. 96—98.

сильнаго жара сосѣднихъ печей, а когда послѣдній ослабнетъ, то насчетъ теплоты при горѣннй газозъ этой печи, которое становится въ это время уже довольно энергичнымъ. При узкихъ печахъ подъ подомъ устраиваютъ только три канала, соединяя два канала *се* въ одинъ.

Печи Gendebien'a были устроены на заводѣ Montigny Sur-Sambre въ департаментѣ Allier въ Астуріи, гдѣ въ теченіе 1853 и 1854 г. дѣйствовало 90 печей; затѣмъ долгое время существовали эти печи на заводѣ Ougrée. Стоимость устройства 29 печей, которыя составляютъ одно цѣлое, простирается до 15000 фр.; ежегодное содержаніе ихъ обходится въ 2300 фр.; стоимость приготовленія тонны кокса простирается до 1,15 фр.; полная стоимость тонны кокса для завода = 18,50 фр.

Уголь (1320 кил. стоятъ 13 фр.)	17,16 фр.
Плата рабочимъ при печахъ . . . . .	0,80 »
Плата за раздробленіе угля . . . . .	0,35 »
Починка . . . . .	0,19 »

Управленіемъ 5 системъ печей въ Montigny занято 10 партій рабочихъ, по два человекъ въ каждой, разбивка-же и очистка угля передана отдѣльному лицу, которое нанимаетъ 5 мужчинъ и 7 женщинъ или дѣтей.

Описанными съ историческою послѣдовательностью устройствами для коксованія каменныхъ углей заканчивается цѣлая эпоха процесса коксованія. Но для яснѣйшаго пониманія слѣдующихъ затѣмъ различныхъ конструкцій печей необходимо сказать объ этой эпохѣ еще нѣсколько словъ. Самыя старыя устройства для коксованія суть закрытыя кучи; онѣ представляютъ передъ открытыми то преимущество, что даютъ возможность превращать въ большія массы кокса каменноугольную мелочь, которую нельзя коксовать въ большомъ количествѣ въ кучахъ и стойлахъ. Шаумбургскія печи, смотря съ этой-же точки зрѣнія, стоятъ въ первомъ ряду; но, съ усовершенствованіемъ кучъ Smith'омъ и Swinneston'омъ, онѣ нашли въ послѣднихъ сильныхъ соперниковъ.

Покрытіемъ сводомъ горновыхъ печей (Herdofen) и съ новымъ введеніемъ Bascofen'овъ, поясъ коксованія былъ перемѣщенъ изъ внутренней массы угля на его поверхность. Коксованіе шло здѣсь насчетъ теплоты, отраженной подомъ, и теплоты, отдѣляющейся при сожиганнй газозъ въ свободной части печи подъ сводомъ.

Въ этомъ отношеніи мы различаемъ:

1) Старыя Bascofen'ы съ случайнымъ и измѣняющимся притокомъ воздуха, который входитъ черезъ отверстія въ дверцахъ и черезъ трубы. (Печи въ Цаукеродѣ).

2) Коксовальныя печи съ правильнымъ притокомъ воздуха, входящимъ черезъ отверстія въ сводѣ (печи въ Maubeuge, Саарбрюкенѣ, Силезскія сводчатыя печи съ отверстіями въ сводѣ).

На производительность печей имѣло большое вліяніе

3) Перемѣщеніе источника теплоты изъ внутренности печнаго пространства на его периферію, т. е. устройство коксовальныхъ печей, подъ и стѣны которыхъ нагрѣвались отдѣляющимися газами. Это усовершенствованіе, введенное Brunfaut'омъ, затрудняло постройку малыхъ печей, что и видно на печахъ Smet, Fabry и François, а также въ двойныхъ печахъ Frommont.

Процессъ горѣнія коксовальныхъ газовъ въ нагрѣвающихся каналахъ, который и вызываетъ главнѣйшимъ образомъ обугливаніе, за исключеніемъ печей Gendebien'a, какъ это видно изъ описанія, совершается насчетъ воздуха, входящаго черезъ различныя отверстія внутрь печи. Этотъ воздухъ изъ печнаго пространства поступаетъ прямо въ каналы, вслѣдствіе чего значительно уменьшается эффектъ, который можетъ представить подобный способъ нагрѣванія печей. Слой золы, который замѣчается на поверхности кокса, извлеченнаго изъ печей François-Haldy на заводѣ Königin-Marien, образуется вслѣдствіе сжиганія части кокса воздухомъ, входящимъ черезъ отверстія дверецъ въ печное пространство. Если желаютъ, чтобы печное пространство дѣйствовало только какъ аппаратъ для обугливанія, то необходимо вводить воздухъ для сожиганія газовъ непосредственно въ каналы печи, а отнюдь не въ пространство, гдѣ совершается коксованіе. На этомъ принципѣ устроены печи Talabot, Dulait, а также печи инженера Gobiet въ каменноугольномъ округѣ Hruschau въ Моравіи; эти послѣднія впервые были устроены въ 1846 и 1847 въ Agrappe <sup>1)</sup>.

Печи Talabot представляютъ лежачіе цилиндры, радіусъ которыхъ равенъ 0.65 м.; эти цилиндры, какъ показываетъ фиг. 49, имѣютъ 3,5 м. длины и сильно наклонены къ лицевой сторонѣ. Газы изъ печи поступаютъ сначала въ пространство *c* (фиг. 48), откуда они направляются по многимъ вертикальнымъ каналамъ въ *d*, а затѣмъ по каналамъ *e* подъ цилиндры. Отсюда они идутъ по *f* до большаго канала *g*, который проходитъ подъ всѣми печами и сообщается съ дымовою трубою, общею для 12 печей.

Надъ каналомъ *c* находятся еще маленькія отверстія, которыя служатъ для прохода воздуха черезъ *o* въ *c*. Печи нагружаются сверху черезъ воронки *bb* (фиг. 48), надъ которыми устраивается желѣзный крюкъ для опрокидыванія надъ ними вагоновъ.

Насадка въ 30 гектолитровъ занимаетъ  $\frac{2}{3}$  высоты печи, и по простествіи 48 часовъ, даетъ 68—70 % кокса. На заднемъ концѣ печи въ *h* находится желѣзная дверь (фиг. 51), одѣтая камнемъ (Charmottesteinen); кромѣ того здѣсь имѣется другая желѣзная дверь *t* (фиг. 49), которая обмазывается глиною. Въ первой двери *h* сдѣлано съ нижней стороны маленькое четырехугольное отверстіе, въ 7 сантиметровъ шириною. Черезъ это отверстіе

<sup>1)</sup> Oesterr. Zeitschrift für Berg und Hüttenwesen, 1863 № 52.

вставляется въ печь до передней дверцы длинный желѣзный стержень (фиг. 52); онъ вкладывается еще до нагрузки и остается въ печи до тѣхъ поръ, пока масса угля уменьшится настолько, что вокругъ стержня образуется каналъ; послѣ этого стержень уже можно вынуть, но обыкновенно его оставляютъ до разгрузки печи. Когда уголь соксовался, къ переднему концу стержня прикрѣпляютъ цѣпь и поднимаютъ помощью ворота переднюю дверь печи; затѣмъ стержень вынимаютъ помощью ручнаго ворота, который можетъ перемѣщаться передъ рядомъ печей по желѣзной полосѣ.

Дверь *h* служитъ при этомъ какъ-бы поршнемъ, который выталкиваетъ всю массу кокса. Каждая печь имѣетъ двѣ такихъ двери и вторая ставится на мѣстѣ первой при слѣдующей нагрузкѣ. Масса кокса втальвивается двумя рабочими въ полукруглый кожухъ, который ставится непосредственно за цилиндромъ и можетъ разсматриваться какъ продолженіе нижней его половины; въ этомъ кожухѣ коксъ остается 30—40 часовъ или до выгрузки слѣдующей насадки. Получаемый въ этихъ печахъ коксъ очень крѣпокъ; но, вслѣдствіе радіальной трещиноватости, легко расщепляется, такъ что при разгрузкѣ столбики кокса легко ломаются и даютъ много мелочи.

На газовомъ заводѣ Dubochet, въ Парижѣ, въ 1854 г. были построены инженеромъ Powel'emъ трубчатая печи съ наклоннымъ горномъ; эти печи были введены затѣмъ и въ Германію подъ именемъ коксовальныхъ печей Dubochet. Въ 1854 г. онѣ были построены въ числѣ 50 на заводѣ Wendel'я; но затѣмъ ихъ замѣнили печами Appolt'a.

Фиг. 53 представляетъ продольный разрѣзъ коксовальной печи Dubochet. Эта послѣдняя состоитъ изъ перегонной печи А (Destillirofen) и печи для охлажденія В (Abkühlungsofen). Поды обѣихъ печей лежатъ на наклонной дугѣ круга, радіусъ котораго равенъ 44,9 м; эта кривая при верхней части перегонной печи наклонена къ горизонту подъ угломъ въ  $52^\circ$ , а при нижнемъ концѣ печи для охлажденія—подъ угломъ въ  $30^\circ$ . Ширина обѣихъ печей въ свѣту равна 2 м., а высота ихъ, считая по нормали до пять (Kämpfer) свода, равна 7,4 м. Печь для перегонки окружена вертикальнымъ сводомъ изъ огнеупорныхъ камней. Фиг. 55 представляетъ разрѣзъ печи по линіи *v w*. Нижнее отверстіе прикрывается чугуною дверцою *a*, изогнутою по кругу и одѣтою огнепостоянными кирпичами; при подъемѣ эта дверца вращается, при помощи двухъ рукоятей, около оси, упирающейся въ подставку *b*. Подобная-же, но горизонтальная, дверца закрываетъ верхнее отверстіе перегонной печи *fg*; она очень удобно подымается при помощи вертикальнаго рычага *p*. Близъ верхняго отверстія въ вершинѣ свода находится круглago сѣченія короткій каналъ *d*, который соединяется изогнутою чугуною трубкою полукруглаго сѣченія съ каналомъ *k*, соединяющимся съ серединою горизонтальнаго канала *i*, проходящаго поперекъ свода. Каналъ *i* продолжается въ обѣ стороны и входитъ въ массу боковыхъ стѣнъ печи, гдѣ онъ соединяется съ двумя трубами К, направленными внизъ, какъ это показываетъ пунѣтиръ на

фиг. 53. Подъ подомъ печи эти двѣ трубы соединяются съ поперечнымъ каналомъ *l*, проходящимъ черезъ всю ширину печи. Въ крышѣ этого канала имѣется 7 отверстій, которыя распределены равномерно по всей ширинѣ печи.

Отъ этихъ 7 отверстій идутъ подъ подомъ 7 каналовъ, которые направляются вверхъ и внизъ по всей длинѣ перегонной печи. Сверху они закрыты, а снизу, близъ конца пода, наоборотъ, вся система каналовъ соединяется и окончательно образуетъ одинъ поперечный каналъ, подъ котораго имѣетъ въ серединѣ отверстие, соединяющееся съ огневымъ каналомъ *n*, идущимъ по направлею цѣлаго ряда печей. Устройство каналовъ подъ подомъ печи уясняется фигурой 55, которая представляетъ разрѣзъ системы каналовъ по плоскости, параллельной криволинейной поверхности пода печи. Для 50 печей устраивается одинъ огневой каналъ *n*, поперечное сѣченіе котораго постепенно возрастаетъ, по мѣрѣ увеличенія числа соединяющихся съ нимъ печей. Это возрастаніе сѣченія канала *n* зависитъ отъ наклона пода печи; около трубы послѣдній имѣетъ высоту въ 2,37 м. Для 100 печей (расположенныхъ въ одномъ ряду) устраивается 2 огневыхъ канала, которые изгибаются въ серединѣ ряда печей подъ прямымъ угломъ и соединяются съ общемою трубою. Труба въ 50 м. высотой, и при устьѣ имѣетъ 2 м. ширины въ свѣту.

Подъ поперечнымъ каналомъ *l* въ серединѣ печи устраивается топка *C* съ поддуваломъ; пламя съ рѣшетки поступаетъ въ систему каналовъ подъ подомъ. Чтобы раздѣлять пламя равномерно, средний изъ 7 каналовъ закрывается камнемъ, который служитъ отражателемъ. Въ стѣнахъ, пересѣкающихся надъ топкою, устроены небольшіе каналы *m*, которые соединяютъ 7 продольныхъ каналовъ съ атмосферою.

Между перегонною печью и печью для охлажденія устроенъ въ концѣ ряда печей доступный ходъ *o*. Нормальное сѣченіе печи для охлажденія по линіи *xu* представлено на фиг. 54. Верхнее отверстие закрывается висячею дверцою, а нижнее—двустворчатою. Сводъ печи ступенчатый и къ нему укрѣплены желѣзные косые рельсы для перемѣщенія крана. Надъ ходомъ *o* соединяются чугуныя части обѣихъ печей слѣдующимъ образомъ: одна рама окружаетъ отверстие печи для охлажденія *B*, а другая лежитъ на подѣ печи надъ ходомъ *o*. Къ внутренней поверхности боковыхъ стѣнъ примыкаютъ двѣ другихъ стѣнки, которыя соединяются, на высотѣ свода печи для перегонки, поперечною плитою, на которую опирается сводъ. Эти чугуныя части соединены болтами и скрѣплены съ кладкою желѣзными связями.

Позади первыхъ боковыхъ стѣнъ (*Wangen*) сложены толстыя стѣны, окружающія печь для охлажденія и печь для перегонки, которыя покоятся на плоскомъ сводѣ, покрывающемъ ходъ *o* и соответствующемъ наклону косаго крана. При такомъ устройствѣ, съ одной стороны стѣны и подъ печей не прерываются; съ другой стороны распределяется равномерно давленіе печи для перегонки на боковыя стѣны печи для охлажденія. Къ косой рамѣ на

поверхности пода укрѣпляется дверь, открывающаяся внизъ. Закрытая она поддерживается помощью особаго ворота, укрѣпленнаго на каменномъ основаніи.

Во время дѣйствія печи поступаютъ слѣдующимъ образомъ: сначала должно прогрѣть печь, для чего на рѣшетку *C* забрасываютъ каменный уголь и разводятъ довольно сильный огонь, который поддерживаютъ до тѣхъ поръ, пока пространство для перегонки ни получитъ температуры краснаго каленія. Затѣмъ нагружаютъ печь для перегонки до верху, засыпая уголь черезъ двери и оставляя незасыпаннымъ отверстіе *d*, подъ которымъ дѣлаютъ лопаткою углубленіе.

Нагрузка производится при помощи угольныхъ вагоновъ, которые перемѣщаются по желѣзной дорогѣ *e*, устроенной надъ печною клажею. Выдѣляющіеся при коксованіи угля газы поступаютъ черезъ *d* въ каналъ *k*, а изъ него въ середину поперечнаго канала *i*; здѣсь они раздѣляются на два потока—правый и лѣвый, которые черезъ трубы *K* поступаютъ въ поперечный каналъ *l*. Тутъ они проходятъ черезъ 7 отверстій въ крышѣ канала *l* въ систему каналовъ подъ подомъ печи, гдѣ встрѣчаютъ, проходящій по каналамъ *m*, воздухъ, который и воспламеняетъ ихъ. Для регулированія притокомъ воздуха въ каналахъ *m* устроены заслонки. Проходящее вдоль пода печи пламя выходитъ черезъ главный каналъ *n* въ трубу. Когда коксованіе почти оканчивается, и выдѣленіе газовъ становится столь незначительнымъ, что сильное нагрѣваніе дѣлается невозможнымъ, тогда разъединяютъ печь съ каналомъ въ трубу, запирая заслонку надъ каналомъ *o*, и открываютъ заслонку, ведущую въ каналъ *r*, по которому газы поступаютъ въ сосѣдную печь. Въ каждую печь нагружается до 108 центнеровъ каменнаго угля, коксующагося меньше чѣмъ въ трое сутокъ. По окончаніи коксованія открываютъ помощью крана верхнюю заслонку печи для охлажденія, причемъ нижняя дверь ея остается закрытою, а затѣмъ отворяютъ нижнюю дверь печи для перегонки. Потерявши при этомъ опору, коксъ разомъ спускается въ охлаждающее пространство. Когда двери запрутъ снова, то замазываютъ глиною щели между ними и рамами.

Чтобы глина подвергалась сверху дѣйствію жара только отчасти, поднимаютъ помощью ворота косую дверь, находящуюся въ плоскости пода печи; затѣмъ замазываютъ глиною щели со стороны хода *o*. Послѣ всего этого нагружаютъ снова пространство *A*.

Каждая печь Dubochet, подобная печамъ на заводѣ Wendel'я, стоитъ около 2000 талеровъ и даетъ въ сутки 30 центнеровъ кокса, составляющихъ 60% потребленнаго угля. Газообразные продукты, отдѣляющіеся изъ 50 печей, нагрѣваютъ котлы паровой машины въ 25 силъ, которая приводитъ въ дѣйствіе 2 устройства для промывки угля. Каждое такое устройство состоитъ изъ мельницы, раздѣлительнаго барабаннаго грохота, 4 промывныхъ ящичковъ и 5 порій, служащихъ для подъема промытой мелочи.



Способъ прохода воздуха въ каналы, гдѣ циркулируютъ газы, въ описанныхъ здѣсь печахъ Talabot Dubochet, не устраняетъ охлажденія первыхъ и нѣкоторой потери теплоты вслѣдствіе различія температуръ обоихъ газовъ. Такимъ образомъ можно ожидать, что отвердѣнію кокса послѣ сильнаго выдѣленія газовъ будетъ вредить слишкомъ быстрое охлажденіе печной кладки. Далѣе практики замѣтили, что способъ перемѣщенія кокса въ печахъ Dubochet не уничтожаетъ остановка ихъ дѣйствія во время работы механизмовъ, употребляющихся для разгрузки, и заставляетъ опасаться частыхъ починокъ. И дѣйствительно, эти печи не удовлетворяли тѣмъ требованіямъ и ожиданіямъ, которыя возлагали на нихъ на заводахъ Wendel'я; на этомъ-то основаніи, какъ сказано уже выше, печи Dubochet замѣнены тамъ печами другой системы.

Введеннымъ при приготовленіи кокса принципомъ ретортнаго обугливанія, на которомъ были устроены печи Talabot и Dubochet, впоследствии съ гораздо большимъ успѣхомъ воспользовались Appolt и Dulait.

Печи Appolt особенно выдаются по своей производительной способности; кромѣ того въ нихъ примѣненъ принципъ увеличенія коксующихся поверхностей и нагрѣванія коксовальнаго пространства сгорающими газами при помощи нагрѣтаго воздуха.

Въ печахъ Dulait каждая двѣ печи, которыя соединены своими короткими задними сторонами, образуютъ систему, въ которой стѣны одной печи нагрѣваются газами другой. Газы выходятъ въ *a* (фиг. 57) изъ задней части сводоваго пространства и направляются отсюда черезъ каналъ *b* въ поду; затѣмъ они идутъ въ *c* подъ подъ другой печи, гдѣ распредѣляются по каналамъ *dd*; отсюда по каналамъ *eee* въ боковой стѣнѣ они направляются снизу вверхъ, входятъ въ *ff* въ пространство надъ сводомъ и выходятъ въ *g* въ трубу. Одна стѣнка каждаго канала состоитъ, какъ это показываетъ фиг. 59. въ увеличенномъ масштабѣ, изъ нѣсколькихъ рядовъ полыхъ камней, которые, будучи приставлены одинъ къ другому, образуютъ двѣ трубки въ 5 сантиметровъ діаметромъ.

Эти послѣднія идутъ параллельно длинѣ подовыхъ и боковыхъ каналовъ и соединяются между собою при концѣ каждаго канала *a* (фиг. 59) помощью маленькаго соединительнаго камня. Въ верхней трубкѣ устроенъ съ одной стороны рядъ мелкихъ отверстій, которыя сообщаются съ газовыми каналами. Воздухъ, необходимый для сжиганія газовъ внутри каналовъ, входитъ съ передней стороны печи въ нижнюю трубку, нагрѣвается здѣсь, идетъ затѣмъ въ верхнюю трубку, откуда и выходитъ въ газовые каналы черезъ боковыя отверстія въ видѣ тонкихъ струй.

Трубки спереди закрываются глиняными пробками, изъ коихъ нижнюю вынимаютъ, когда желаютъ впустить воздухъ. На фиг. 56 можно видѣть множество этихъ парныхъ трубокъ, которыя особенно сгруппированы на нижней части печи. Въ каждой печи имѣется около 2,000 маленькихъ боковыхъ

отверстій, которыя пробиваются желѣзнымъ остріемъ тотчасъ передъ кладкою трубчатыхъ камней, а въ каждомъ трубчатомъ камнѣ ихъ имѣется по три. Печи Dulait имѣютъ 3 м. длины, 0,85 м. ширины и 1,3 м. высоты. Каждые 24 часа насаживается 14 гектолитровъ угля, которые даютъ 75% кокса. Для устройства этихъ печей необходимо около 24 нумеровъ различныхъ камней.

Двадцать печей, построенныхъ по принципу Dulait въ рудничномъ округѣ Hruschau, стоили 23.327 флориновъ, которые распредѣлялись такъ:

1) на привилегированную премію гражданскому инженеру Dulait . . . . .	1,600	флориповъ
2) содержаніе и жалованье строительнымъ агентамъ . . . . .	851	»
3) плата и путевыя издержки бельгійскимъ каменщикамъ . . . . .	3,537	»
4) за огнестойный матеріаль . . . . .	9,256	»
5) другіе строительные матеріалы . . . . .	3,798	»
6) чугуныя части . . . . .	3,887	»
7) вспомогательныя работы . . . . .	122	»
	<hr/>	
	23,327	»

По прошествіи 5 лѣтъ долженъ быть возвращенъ этотъ капиталъ съ процентами, слѣдовательно ежегодно 20 печей должны возвращать 5,265 фл. Въ каждую такую печь насаживается 22 центнера угля, которые коксуется въ 23 часа. Конецъ операціи опредѣляется болѣе сильнымъ выдѣленіемъ пламени черезъ нагрузное отверстіе.

Коксъ вынимается изъ печи, помощью гребковъ, въ видѣ большихъ кусковъ, которые заливаются водою. Чтобы во время этой работы стѣны не охлаждались слишкомъ сильно, необходимо запирать всѣ открытые воздушные каналы сосѣдней печи, которые съ нею сообщаются. По извлеченіи кокса печныя двери остаются въ теченіи 15 минутъ не вполне закрытыми, такъ что атмосферный воздухъ можетъ входить въ печь и сжигать осѣвшую въ каналахъ копоть.

Для управленія 20 печами необходимо 6 рабочихъ, причемъ надо заботиться, чтобы вода, нужная для заливанія кокса, имѣлась въ возможно близкомъ разстояніи отъ печей, и чтобы не отвозилось на дальнее разстояніе отъ печей больше 15% кокса

Одинъ центнеръ кокса обходится 7,69 крейцеровъ, которые распредѣляются такъ:

на плату смотрителю . . . . .	0,25	кр.
рабочимъ . . . . .	2,00	»
починку инструментовъ . . . . .	0,25	»

погашеніе затраченнаго капитала съ приходящими- ся на него % . . . . .	5,19 кр.
	<hr/> 7,69 кр.

Кокса получается по вѣсу до 70%, но при приѣмѣ считаютъ только 65%,<sup>1)</sup> такъ какъ полагаютъ, что уголь при нагрузкѣ печи не вполнѣ вѣрно взвѣшивается, а частью крошится и утрачивается.

Система Dulait<sup>2)</sup> была много разъ испытана. Причемъ, какъ это часто бываетъ въ подобныхъ случаяхъ, приходили къ мнѣніямъ совершенно противоположнымъ. Одни видѣли замѣчательное превосходство печей Dulait; другіе, вполнѣ признавая остроуміе устройства, не рекомендовали ихъ для углей жирныхъ; наконецъ многіе не рѣшались послѣ опытовъ вводить ихъ по дороговизнѣ. На заводахъ John Cockerill въ Seraing ихъ оставили. Тамъ нашли, что мѣстные жирные угли даютъ коксъ болѣе твердый и болѣе плотный въ старыхъ печахъ, устройство которыхъ обходится сверхъ того въ два раза дешевле. На заводѣ общества Witry въ Ougrée были построены для сравненія печи Dulait и Smet. Размѣры каждой печи Dulait были таковы: длина 7 м., но насадка занимаетъ только 6; ширина 0,74 м.; величина насадки доходить до 2,200 кил., которые коксуется въ 24 часа; производительность печи = 78%. Размѣры печи Smet такіе: длина 7 м. и насадка занимаетъ всю эту длину; ширина 0,68 м.; величина насадки 2,000 кил., которые коксуется въ 24 часа; производительность печи выражается 77%. Первые даютъ значительно меньше дыма сравнительно съ вторыми. Несмотря, что постройка печей Dulait обходится дороже и управленіе ими труднѣе сравнительно съ другими печами, въ Ougrée было рѣшено ввести эту систему. Это было прямымъ слѣдствіемъ опытовъ, при которыхъ цѣнность постройки была поставлена на второмъ планѣ.

Приверженцы системы Dulait не принимаютъ результаты, которые выражаютъ собою полную производительность печи при самомъ тщательномъ управленіи ею. Они полагаютъ, что угли общества Cockerill при опытахъ въ Dolhain, Brasquegnies и даже въ Seraing давали не менѣе 75% крупнаго, кокса а не 71,34%, какъ считаетъ общество.

Смотря съ теоретической точки зрѣнія, они не принимаютъ, что печи при доступѣ воздуха не будутъ давать одинаковое количество кокса съ печами совершенно замкнутыми, даже при образцовомъ уходѣ за первыми. На заводѣ Witry въ Ougrée производительность печей Dulait оказывается больше производительности печей Smet, но разница эта весьма незначительна; впрочемъ Dulait не сомнѣвается, что по истеченіи нѣкотораго времени, производительность ихъ, подобно печамъ подъ его непосредственнымъ наблюденіемъ, под-

<sup>1)</sup> Jicinski, das Steinkohlenrevier, von Mährisch-Ostrau.

<sup>2)</sup> Revue Universelle. Mars et Avril 1873 Rem. par Gyllon.

нимется на 3 или 4 единицы. Справедливо замѣчаютъ, что печи Dulait требуютъ постоянныхъ и кропотливыхъ заботъ, которыя не соответствуютъ привычкамъ рабочихъ; этимъ по всей вѣроятности и объясняется та чувствительная разница въ дѣйстви печей во время опытовъ и въ періодъ обыкновенной работы. По мнѣнію Dulait такой взглядъ отрицаетъ всякій промышленный прогрессъ; онъ не хочетъ понять, что улучшение результатовъ не составляетъ правила заводской работы, и полагаетъ, что если промышленники не получаютъ каждый день лучшихъ результатовъ при своихъ печахъ, то это происходитъ отъ ихъ небрежности. Въ подтвержденіе сказаннаго, онъ указываетъ, не уходя далеко отъ Льежа, на результаты печей въ Dolhain и Tilleur. Общество Dolhain имѣло печи Smet, которыя въ теченіе 5 мѣсяцевъ въ 1860 г. давали немного менѣе 71% кокса; затѣмъ оно построило 40 печей Dulait, которыя дали, судя по рапорту управляющаго, въ теченіе 2 мѣсяцевъ среднимъ числомъ 79,17% крупнаго кокса отличнаго качества и 1,75% мелкаго, слѣдовательно всего 80,92%. Угольное общество Val-Benoit и Grand-Bas послѣ многихъ опытовъ со своими углями отдало преимущество печамъ Dulait и построило въ 1865 г. въ Tilleur группу въ 30 печей этой системы; результаты дѣйствія ихъ побудили вскорѣ устроить другую группу съ такимъ-же числомъ печей. Среднимъ числомъ печи давали 78% очень хорошаго кокса; величина насадки, смотря по качеству угля, измѣнялась отъ 2,300 до 2,400 кил.; процессъ коксованія продолжался 24 часа. Въ печахъ, дѣйствующихъ при насадкѣ въ 3,600 кил., процессъ коксованія продолжается отъ 42—44 часовъ. Были построены также печи Dulait для 4,200 кил. угля, которые коксовались въ 78 час. Сказанное до сихъ поръ относится только къ производительности печи. Другую невыгодную сторону печей Dulait видятъ въ дороговизнѣ ихъ устройства. Можно принять, что, при настоящей цѣнѣ матеріаловъ и рабочихъ рукъ, стоимость печи Dulait съ механическою разгрузкою, дающей въ сутки 2,400 кил. кокса, доходить до 2,700 франковъ, не считая издержекъ по устройству основанія и покупкѣ земли. Инженеры, которые предпочитаютъ систему Dulait, возражаютъ на это тѣмъ, что печи названной системы могутъ дѣйствовать въ теченіе 10 лѣтъ, требуя ничтожныхъ починокъ, тогда-какъ печи Smet уже по прошествіи 5 лѣтъ требуютъ такого ремонта, стоимость котораго равна половинѣ стоимости постройки новой печи. Если къ этому преимуществу печи Dulait прибавить еще способность ея сильно пагрѣваться, вмѣщать большую насадку и давать относительно большее количество кокса, вопреки результатамъ нѣкоторыхъ заводовъ, то можно будетъ сказать, что эта система превосходить другія, особенно при работѣ съ полужирнымъ углемъ, съ углемъ *gras-altère* и съ углями низкаго качества.

Dulait построилъ въ различныхъ каменноугольныхъ бассейнахъ Бельгій 1,100 печей и около 100 печей за границей: во Франціи, Пруссіи и Австріи.

Печи Соррѣе имѣютъ очень большое распространеніе. Въ Бельгій насчитываютъ 524 печи дѣйствующихъ (большая часть изъ нихъ находится въ

въ окрестностяхъ Льежа) и 192 строящихся; въ Пруссіи имѣется 1305 печей въ дѣйствиіи и 138 строится; во Франціи дѣйствуетъ 186; въ Англіи на заводѣ The Corré Coke Company въ Thorncliffe'ѣ дѣйствуетъ 30 печей, и кромѣ того строится новая группа въ 30 печей.

Довольно полное описаніе этой системы было помѣщено недавно въ Transactions of the North of England Institute of Mining and Mechanical Engineers (March and April 1873). Оно составлено Emerson Bainbridge, директоромъ рудниковъ герцога Норфолькскаго. Въ этой статьѣ можно найти очень подробное описаніе, которое къ сожалѣнію мы не можемъ привести здѣсь.

Какъ и въ предъидущей системѣ, здѣсь устраивается цѣлый рядъ печей, которыя образуютъ по двѣ отдѣльныя группы (фиг. 60). Газы изъ двухъ печей одной группы выходятъ чрезъ отверстія *a a*, расположенныя по всей длинѣ сводовъ; затѣмъ они спускаются по вертикальнымъ каналамъ *b* подъ подъ одной изъ печей, здѣсь они нагрѣваются и идутъ подъ сосѣдней печи. Отсюда газы спускаются по вертикальному каналу *c* въ широкій ходъ А, который отводитъ ихъ прямо въ трубу или сначала подъ котель, а затѣмъ въ трубу. Газы сжигаются горячимъ воздухомъ, который вступаетъ множествомъ струй частью въ самую печь въ *d, d*, а частью въ вертикальные каналы въ *e, e*. Притокъ воздуха регулируется заслонками DD и FF.

Въ галереяхъ подъ каменную кладкою циркулируетъ свѣжій воздухъ, который охлаждаетъ и берегаетъ все устройство. Онъ входитъ черезъ MM и идетъ по 4 галереямъ NN со стѣнками изъ обыкновенныхъ кирпичей; въ точкѣ Z, въ центрѣ всего сооруженія, воздухъ подымается и входитъ въ каналы *o o*, которые и вводятъ его въ трубы V V. Для уменьшенія потери теплоты сводъ печи покрываютъ слоемъ глины въ 0,50 м. толщины, на который кладутъ кирпичи плашмя.

Обыкновенные размѣры печи слѣдующія: длина 9 м., ширина 0,45 м., высота 1,20 м. Процессъ коксованія продолжается 24 часа. При продолжительности коксованія въ 48 час. ширина печи доходитъ до 0,60 м., а высота до 1,70 м. Уголь забрасывается быстро черезъ три отверстія для нагрузки *t, t, t*.

Особенности печи Соррѣе слѣдующія:

1) Незначительная ширина и расположеніе каналовъ, особенно выгодное для коксованія не очень жирныхъ углей.

2) Сжиганіе газовъ помощью двойнаго тока воздуха, при которомъ совершенно устраняется выдѣленіе дыма.

3) Соединеніе горящихъ газовъ въ одномъ каналѣ, откуда они съ выгодною могутъ употребляться для нагрѣванія котловъ. Полагаютъ, что одна печь можетъ давать теплоты въ количествѣ, достаточномъ для развитія работы въ 3 или 4 паровыя силы. Эта сила употребляется для дробленія угля, для загрузки печей и проч.

4) Наконецъ ходы (галереи) для охлажденія и сохраненія кладки.

Вотъ смѣта на постройку 26 печей этой системы, изъ которыхъ каждая въ теченіе сутокъ даетъ около 2 тоннъ кокса.

Основанія подъodomъ 26 печей въ 1,85 м. длиною.

Если основаніе каждой печи стоить 2,500 фр. то основанія всѣхъ обо- шлись въ . . . . .	55,000	франковъ.
Помѣщеніе для дробилки и машины . . . . .	7,000	»
Машина въ 20 силъ безъ расширенія (sans détente)	4,000	»
Питательный насосъ . . . . .	1,400	»
Одна дробилка Carr'a . . . . .	3,400	»
Аппаратъ для выгрузки кокса съ паровымъ котломъ	8,200	»
Передаточные механизмы . . . . .	3,500	»
Камни для основанія подъ машину . . . . .	1,000	»
Ремни . . . . .	1,600	»
6 вагоновъ . . . . .	2,700	»
2 цѣпи (chaines à godets) . . . . .	4,000	»
Резервуаръ для воды . . . . .	1,800	»
1 котель съ арматурою, дымовою трубою и проч.	14,000	»
Водопроводныя трубы и краны . . . . .	1,400	»
Желѣзная дорога для аппарата выталкивающего коксъ . . . . .	3,000	»
Разные непредвидѣнные расходы . . . . .	3,000	»
Итого . . . . .	116,200	франковъ.

Стоимость кокса для завода, принимая производительность печи только въ 70% и цѣну угля для завода 1 фр. за 1,000 килогр., опредѣлится такъ:

Издержки на приготовленіе кокса, обнимающія собою нагрузку угля въ вагоны, выгрузку кокса изъ печи и проч. . . . .	1 фр. 20 сент.
Ежегодное погашеніе 15% затраченнаго капитала . . . . .	1 » —
Издержки на управленіе, содержаніе конторы и проч. . . . .	— 30
1,430 килограммовъ угля . . . . .	42 » 90
Тонна кокса . . . . .	45 фр. 40 сент.

Стоимость тонны кокса изъ промытаго угля на 4 фр. дороже.

Въ первыхъ печахъ Соррѣсъ былъ замѣченъ недостатокъ, прочности вслѣд-  
ствіе незначительной толщины вертикальныхъ стѣнокъ; дѣйствительно стѣнки  
имѣли только 0,33 м. толщины, да сверхъ-того въ нихъ оставлялась пустота въ  
0,09 м. шириною для прохода газовъ. Въ настоящее время эти стѣнки уже  
дѣлаются на столько прочными, что высказанное здѣсь замѣчаніе теряетъ  
для нихъ все свое значеніе.

Первая печь братьевъ Appoltъ была построена въ 1855 г. на ихъ заводѣ  
въ St. Avoild въ Мозельскомъ департаментѣ Франціи; затѣмъ начали постройку  
второй печи этой системы, бѣльшихъ размѣровъ, на прусскомъ государствен-

помъ рудникѣ Sulzbach-Altenwald. Въ 1858 году печи братьевъ Appolt были устроены уже въ Dudweiler'ѣ на заводахъ Wendel'я, также въ Marquise въ Сѣверной Франціи и на рудникѣ Gluckhülf близъ Hermsdorf'a въ Силезіи. По словамъ изобрѣтателей, эти печи представляютъ слѣдующія преимущества:

1) Онѣ даютъ относительно наибольшее количество кокса, не вредя качеству послѣдняго, такъ-какъ коксованіе въ закрытыхъ пространствахъ ведется безъ малѣйшаго притока атмосфернаго воздуха къ кокеющей массѣ.

2) Постройка ихъ нисколько не дороже постройки другихъ улучшенныхъ печей, но продолжительность службы ихъ больше.

3) Принимая во вниманіе значительную ихъ производительность (80 прусскихъ тоннъ въ 24 часа), должно сказать, что онѣ занимаютъ меньше мѣста сравнительно съ другими коксовальными печами.

4) Онѣ легче нагружаются и разгружаются, а потому плата занимающимся разгрузкою рабочимъ можетъ быть значително уменьшена.

5) Такъ-какъ газы, выдѣляющіеся изъ этихъ печей, имѣютъ очень высокую температуру, то они съ легкостью могутъ примѣняться для отопляванія котловъ и т. д.

Чтобы достигъ тѣхъ преимуществъ, которыя приписываются печамъ Appolt, должно имѣть для газовъ большую нагрѣвательную поверхность, совершеннѣе сжигать послѣдніе въ каналахъ и наконецъ сообщать всѣмъ частямъ печи возможно равномерную температуру, соединяя отдѣльные пространства для коксованія.

По наблюденіямъ Barré, печи Appolt не вполне достигаютъ своей цѣли, и получаемый въ нихъ коксъ не бываетъ во всей своей массѣ одинаковъ и крѣпокъ; тощіе угли могутъ коксоваться съ выгодой, какъ это было замѣчено въ Зульцбахѣ, только въ смѣси съ  $\frac{3}{4}$  жирнаго угля.

Фиг. 61 представляетъ фасадъ, фиг. 62 вертикальный разрѣзъ фигуры 65 по линіи GH, фиг. 63 вертикальный разрѣзъ фигуры 65 по линіи АВ, фиг. 64 горизонтальный разрѣзъ фигуры 62 по линіи CD и фиг. 65 горизонтальный разрѣзъ фигуры 62 по EF. Внутреннее пространство печи, въ которомъ происходитъ коксованіе, представляетъ продолговатую четырехугольную камеру въ 5,33 м. длиною, 3,49 м. шириною и 4 м. высотой; эта камера перегородивается стѣнками изъ огнепостоянныхъ кирпичей на 12 отдѣленій *k*. Фиг. 66 и 67 представляютъ одно подобное отдѣленіе въ увеличенномъ масштабѣ и въ разрѣзѣ, сдѣланномъ по двумъ взаимно перпендикулярнымъ плоскостямъ.

Эти отдѣленія, въ которыя нагружается каменный уголь, также въ 4 м. высотой и имѣютъ прямоугольное основаніе, со сторонами въ 1,24 и 0,43 м. Стѣнки ихъ *q*, въ 0,12 м. толщиной, на всей своей высотѣ имѣютъ одинаковый наклонъ въ 0,06 м., такъ что площадь сѣченія верхней части этихъ отдѣленій равняется всего  $1,12 \times 0,33$  м. Стѣнки двухъ сосѣднихъ отдѣленій въ серединѣ раздѣляются промежуткомъ въ 0,20 или 0,25 м.; подобный же промежутокъ имѣется между стѣнками отдѣленій и стѣнками камеры,

которая окружает послѣднія. Такимъ образомъ между стѣнками отдѣленій и вокругъ нихъ остается непрерывное пустое пространство *i*. Внутреннія стѣнки камеры *c* (фиг. 65), въ 0,12 м. толщиною, сложены изъ огнеупорныхъ камней; ихъ окружаютъ массивныя наружныя стѣны *m*, которыя отдѣляются отъ внутреннихъ промежуткомъ *e*, заполняемымъ рыхлыми, плохо проводящими теплоту веществами. Такой промежутокъ оставляется съ двойною цѣлью: 1) для уменьшенія потери теплоты и 2) для свободнаго расширенія внутреннихъ стѣнъ печи.

Огнепостоянными камнями *b*, которые входятъ своими концами въ стѣны двухъ сосѣднихъ отдѣленій или съ одной стороны въ стѣну отдѣленія, а съ другой въ футеровку печи, соединяются между собою различныя части послѣдней въ одно прочное цѣлое. Эти соединительные камни размѣщены довольно близко другъ отъ друга по всѣмъ сторонамъ отдѣленій, въ каждомъ изъ которыхъ ихъ насчитываютъ до 60; они препятствуютъ движенію стѣнъ отдѣленій внаружу или внутрь, а такъ-какъ послѣднія кромѣ того защищаются сверху кладкою, а снизу фундаментомъ печи, то вся постройка представляется весьма солидною.

12 отдѣленій *k* размѣщены по 6 въ двухъ рядахъ, параллельныхъ длиннымъ сторонамъ печи (фиг. 65). Въ каждомъ изъ нихъ имѣется сверху отверстіе *o* (фиг. 62, 66 и 67) для засыпки каменнаго угля, а снизу отверстіе *p* для выгрузки кокса. На высотѣ 0,45 м. отъ отверстія *p* въ стѣнахъ отдѣленій сдѣлано два ряда отверстій *f*, въ 0,14 м. шириною и въ 0,02 м. высотой. Съ каждой длинной стороны отдѣленія имѣется 9, а съ каждой короткой 3 такихъ отверстія. Въ верхней части отдѣленій имѣется еще три подобныхъ отверстія *f*, но послѣднія расположены только по длиннымъ сторонамъ. Черезъ всѣ эти отверстія во время коксованія каменнаго угля отдѣляющіяся газы проходятъ въ пустое пространство *i*, гдѣ они сжигаются и тѣмъ доставляютъ необходимую для коксованія теплоту. Воздухъ, необходимый для сжиганія газовъ, входитъ черезъ отверстія *a* по сторонамъ и внизу печи. Теплоты, развивающейся въ пространствѣ *i*, вполне достаточно для коксованія всѣхъ углей, которые способны только отдѣлять газы. Сдѣланныя въ самой верхней части отдѣленій или нѣсколько ниже отверстія *f* необходимы, ибо въ противномъ случаѣ деготь, отдѣляющійся при коксованіи жирныхъ углей, проходя снизу вверхъ всю массу кокса, будетъ выдѣлять много углерода, который можетъ затруднять опусканіе кокса. Отверстія *f* и *f'* нарочно дѣлаютъ только въ 0,02 м. высотой, съ тѣмъ, чтобы мелкіе куски угля могли скатываться къ нимъ немного, причемъ образующійся изъ нихъ коксъ не будетъ уходить далеко въ отверстія и всегда будетъ извлекаться изъ нихъ при спеканіи всей массы. Можно сказать вообще, что только небольшая высота этихъ отверстій способствуетъ увеличенію массы кокса при разгрузкѣ отдѣленій на вѣсѣ той части послѣдняго, которая могла-бы остаться въ отверстіяхъ.

По направленію длинныхъ сторонъ печи устроены каналы *g* и *g'* въ



которые направляется пламя и сгорѣвшіе газы изъ пространствъ *i*, окружающихъ отдѣленія, и которыя отводятъ ихъ въ трубы. Такихъ каналовъ обыкновенно бываетъ двѣнадцать, а именно: съ каждой длинной стороны печи три нижнихъ *g* и три верхнихъ *g'*. Нижніе каналы *g*, имѣющіе 0,25 м. высоты и 0,25 м. ширины, идутъ горизонтально до середины наружныхъ стѣнъ печи, затѣмъ направляются вертикально вверхъ и отърываются въ горизонтальномъ каналѣ *h*. Для управленія тягою всѣ эти каналы имѣютъ въ вертикальной своей части заслонки *r*. Четыре горизонтальные каналы *h* и *h'* имѣютъ одинаковую высоту отъ 0,54 до 0,67 м.; ширина же ихъ различна: наружные каналы *h*, съ которыми сливаются каналы *g*, имѣютъ въ поперечникѣ 0,25 до 0,29 м., внутренніе же каналы *h'*, которые принимаютъ каналы *g'*, имѣютъ всего 0,17 м. ширины. Каждые два рядомъ лежащіе канала *h* и *h'* раздѣляются стѣнкою въ одинъ кирпичъ и соединяются съ одною трубою, слѣдовательно всѣхъ трубъ двѣ. Каждая труба имѣетъ 0,48 м. ширины въ свѣту и возвышается надъ платформою печи на 5 м. Внутри, до самого верху, она обложена огнепостояннымъ кирпичемъ, а внизу, на высотѣ 1 м., раздѣлена вертикальною стѣнкою на два отдѣленія, которыя соотвѣтствуютъ двумъ каналамъ, соединяющимся съ этою трубою. Для чистки этихъ каналовъ устроены отверстія *j* и *j'*. Всѣ части печи, подвергающіяся дѣйствию огня, сложены изъ огнепостоянныхъ кирпичей хорошаго качества.

Пустыя пространства, которыя окружаютъ отдѣленія, сверху закрыты двумя рядами огнепостоянныхъ кирпичей; на нихъ сложена стѣнка изъ обыкновенныхъ кирпичей, которая и составляетъ собственно толщину печи. Въ этой стѣнкѣ, для болѣе свободнаго ея расширенія, оставляются иногда пустоты *s* (фиг. 62). Платформа печи имѣетъ небольшой наклонъ отъ длинныхъ сторонъ и обложена, съ цѣлью защитить каменную кладку отъ поврежденій, чугунными плитами (фиг. 61 и 62). Верхняя часть отдѣленій, проходящая черезъ всю кладку печи, устроена такъ: обѣ длинныя стороны, которыя на высотѣ 4 м. имѣютъ наклонъ къ основанію, сложены затѣмъ вертикально до самого верху; обѣ же короткія стѣнки внутри имѣютъ ступенчатую форму. Такимъ образомъ верхній конецъ каждаго отдѣленія имѣетъ квадратное отверстіе со сторонами въ 0,33 м. Отверстіе *o* имѣетъ закраину, въ которую входитъ крышка изъ толстыхъ огнеупорныхъ камней; эта крышка охватывается желѣзнымъ кольцомъ съ рукоятями, при помощи которыхъ она можетъ быть поднята.

Стѣны отдѣленій покоятся на чугунныхъ рамахъ *u*, въ 0,33 м. толщиною. Эти послѣднія опираются длинными своими сторонами на сводъ; впрочемъ сводъ можно замѣнить чугунными балками, какъ это показано на фиг. 67. При основаніи пустыхъ пространствъ, на высотѣ 0,27 м. отъ чугунной рамы, положены огнеупорные камни. Ниже печи, параллельно длиннымъ ея сторонамъ, устроено два хода, которые прикрываются вышеупомянутыми сводами и расположены такъ, что одинъ ходъ проходитъ подъ однимъ рядомъ

отдѣлений, а другой—подъ другимъ. (Это показываетъ фиг. 63, обыкновенно же устраиваютъ еще другіе ходы перпендикулярно этимъ). Снаружи, до горизонта чугунныхъ рамъ, печь имѣетъ вертикальныя стѣны, а отсюда до платформы стѣны эти косо наклонены въ одну сторону.

Чугунныя двери  $p$ , въ 0,02 м. толщиною, составляютъ дно отдѣлений (фиг. 69 представляетъ видъ ихъ снизу, а фиг. 68 вертикальный разрѣзъ фигуры 69 по линіи АВ) и укрѣплены тремя прочными желѣзными связями къ стержню, который вращается въ двухъ хомутахъ, укрѣпленныхъ къ рамѣ. Снизу короткихъ сторонъ рамы укрѣплены двѣ желѣзныя скобы  $x$ , въ которыя могутъ входить концы желѣзной полосы  $x'$ , которая укрѣплена помощью болта къ срединѣ нижней стороны дверцы. Эта полоса можетъ вращаться около болта и поддерживать запертую дверь, когда входитъ своими концами въ скобы  $x$ . Двери запираются снаружи помощью желѣзнаго ключа  $y$ , который представленъ на фиг. 70. По обѣимъ длиннымъ сторонамъ печи въ наружныхъ стѣнахъ, по направленію дверныхъ осей, сдѣланы отверстія, въ которыя вставлены чугунныя трубки; эти послѣднія, на концѣ, подъ рамою, имѣютъ четырехугольное сѣченіе, которое дѣлаетъ невозможнымъ ихъ вращеніе.

Ключъ вставляется въ такую трубку и охватываетъ своимъ концомъ съ четырехугольною вырѣзкою четырехгранный конецъ оси. На другой четырехгранный конецъ ключа, который выдается изъ печи, одѣвають рукоятъ V (изображенную на фиг. 71), при вращеніи которой вращается и ось двери, причемъ послѣдняя, смотря по направленію этого вращенія, запирается или отворяется.

Днища пустыхъ пространствъ очищаются черезъ отверстія  $d$  (фиг. 63 и 65), сдѣланныя съ этою цѣлью въ наружныхъ стѣнахъ печи. Маленькія отверстія  $a$ , расположенныя на различной высотѣ на наружныхъ стѣнахъ печи, имѣютъ двоякое назначеніе: доставлять воздухъ для сжиганія газовъ и давать возможность наблюдать за ходомъ процесса. Снаружи эти отверстія прикрываются желѣзными заслонками, при помощи которыхъ можно регулировать притокомъ воздуха. Кромѣ того имѣются воздушныя каналы, которые открываются внизу въ пустыя пространства. Эти послѣдніе пересѣкаютъ, какъ показываетъ на фиг. 64, 66 и 67 буква  $n$ , сводъ, поддерживающій чугунныя рамы или замѣняющія его чугунныя балки. Такимъ образомъ воздухъ поступаетъ въ нихъ съ половины своего пути.

Для удобнѣйшаго доступа къ верхнимъ воздушнымъ отверстіямъ и от-верстіямъ для чистки, около двухъ длинныхъ сторонъ печи устроены двѣ площадки, которыя соединяются лѣстницею; по такой-же лѣстницѣ можно подняться и на платформу печи, которая огорожена желѣзными перилами. Для прочности на верхнюю часть печи одѣты 2 кольца. Четыре части, изъ которыхъ составляется каждое кольцо, имѣютъ въ срединѣ раздвижныя болты (Stellschrauben). Эти кольца дѣлаютъ кладку болѣе прочною, а раздвиж-

ные болты дают возможность расширяться печи при накаливании полыхъ пространствъ *i*. Для прочности нижней части печи, въ нее вставлены четыре толстыя желѣзныя связи.

Въ каждое отдѣленіе уголь засыпается сразу изъ желѣзнаго вагона, который перемѣщается по рельсамъ, положеннымъ на платформѣ надъ каждымъ рядомъ отдѣленій. Этотъ вагонъ, представленный на фиг. 72 и 73 съ двухъ взаимно перпендикулярныхъ сторонъ, имѣетъ видъ четырехугольнаго ящика, который снизу оканчивается четырехугольною воронкою съ квадратнымъ отверстиемъ, запираемымъ заслонкою. Чтобы защитить дверцы, которыми запираются снизу пространства для коксованія, отъ дѣйствія огня, а также чтобы достигъ болѣе плотнаго ихъ запиранія и уменьшить потерю теплоты, передъ началомъ коксованія, т. е. передъ засыпкою каменнаго угля, ихъ покрываютъ слоемъ коксовой мелочи, около 0,30 м. толщиною. Засыпка коксовой мелочи производится при помощи изображеннаго на фиг. 74 и 75 небольшого желѣзнаго вагона, который перемѣщается по тѣмъ же рельсамъ, какъ и вагонъ для каменнаго угля. При разгрузкѣ этого вагона его раскачиваютъ на оси въ ту и другую сторону, стараясь распределить коксовую мелочь по дну отдѣленія возможно равномернѣе.

Коксъ выгружается изъ отдѣленій и перевозится въ вагонахъ, изображенныхъ на фиг. 77 и 78. Такой вагонъ сдѣланъ изъ листоваго желѣза, въ 6 миллиметровъ толщиною, и имѣетъ 2,60 м. длины, 1,03 м. ширины и 1,12 м. высоты. Онъ покоится на двухъ желѣзныхъ осяхъ, изъ которыхъ одна находится близъ его середины; при такомъ устройствѣ вагонъ легко можетъ быть наклоненъ при высыпаніи кокса. Этотъ вагонъ перевозится по рельсамъ, которые положены въ ходахъ подъ печью.

Передняя сторона его, снабженная дверцою, для защиты отъ жара раскаленнаго кокса, обложена внутри огнестоянными кирпичами, которые прочно скрѣплены желѣзными полосами. Остальныя три стороны вагона имѣютъ двойныя стѣнки изъ листоваго желѣза, между которыми остается пустой промежутокъ въ 5 сантиметр. шириною; въ этотъ промежутокъ наливается вода, которая, испаряясь, охлаждаетъ коксъ и защищаетъ желѣзо отъ дѣйствія жара. Сверху вагонъ окружаетъ желѣзный желобъ R, который также наполняется водою и въ который ставится плоскій желѣзный ящикъ S; выдающиеся внизъ края ящика S, въ которые также наливается вода, входятъ въ желобъ и образуютъ такимъ образомъ гидравлическій запоръ. Дно вагона покрывается передъ каждою выгрузкою кокса слоемъ сыраго коксоваго мусора, который защищаетъ его отъ дѣйствія жара.—Когда коксъ въ вагонѣ достаточно охладится, съ послѣдняго снимаютъ крышку S и отвозятъ на другомъ вагонѣ *t* (фиг. 76 и 77) до мѣста W, назначеннаго для выгрузки. При разгрузкѣ вагона выбиваютъ дверныя задвижки *l*, поднимаютъ наверхъ дверцу помощью небольшого ключа (фиг. 79), который надѣвается на конецъ стержня *P*, затѣмъ захватываютъ двумя большими рукоятями за скобу *J* и

наклоняють вагонъ, такъ-что весь коксъ высыпается въ W. Чтобы коксъ не падалъ въ вагоны при разгрузкѣ отдѣленій съ слишкомъ большою силою, въ ходахъ подъ отдѣленіями положены на прочныхъ опорахъ, соединенныхъ со стѣнами, наклонныя чугуныя плиты, какъ это показано на фиг. 61 и 62. При открываніи дверей коксъ падаетъ очень быстро на эти плиты; здѣсь его разбиваютъ на болѣе мелкія части желѣзными инструментами и спускаютъ въ вагоны. Въмѣсто того чтобы защищать стѣнки вагона слоемъ воды, можно обкладывать ихъ изнутри огнеупорными камнями, какъ это дѣлаютъ съ дверями. Въ этомъ случаѣ коксъ, тотчасъ по выѣздѣ вагоновъ изъ ходовъ, опрыскивается водою, затѣмъ высыпается и охлаждается уже дальше на воздухѣ.

*Операция коксованія.*—Чтобы прогрѣть печь, устраиваютъ внизу отдѣленій на переносныхъ чугуныхъ рамахъ колосники, которые можно было бы удобно вынуть; затѣмъ обкладываютъ внутреннія стѣнки отдѣленій, на высоту 0,30 м. отъ этой рѣшетки, плоскими и нѣсколько наклонными огнеупорными кирпичами, которые защищаютъ стѣнки отъ шлаковъ, образующихся при сплавленіи золы. На колосникахъ разводятъ умѣренный огонь, который поддерживаютъ, забрасывая сверху куски каменнаго угля. Верхнее отверстіе отдѣленія остается открытымъ, пока стѣнки его ни примутъ температуру темнокраснаго калѣнія. Затѣмъ запираютъ верхнее отверстіе, вслѣдствіе чего пламя съ устроенныхъ колосниковъ направляется черезъ боковыя отверстія коксовальнаго пространства въ пустые промежутки и сообщаетъ такимъ образомъ всѣмъ частямъ печи надлежащую температуру. Въ это время заслонки каналовъ только немного отворяютъ, чѣмъ заставляютъ часть газовъ проходить черезъ воздушныя отверстія и высушивать наружныя стѣны. По прошествіи 8 или 10 дней, при постоянно усиливаемомъ огнѣ, вся печь нагрѣвается до 1200 или до 1400° Cels. Послѣ этого уже можно начать засыпку угля для коксованія.

Когда теплота распредѣлится въ печи по возможности равномерно и обнаружится возможность управлять ходомъ коксованія помощью заслонокъ и воздушныхъ отверстій, тогда приступаютъ къ нагрузкѣ отдѣленій углемъ, причемъ считаютъ за лучшее нагружать по очереди отдѣленія въ обоихъ рядахъ. При началѣ дѣйствія каждаго отдѣленія, сперва вынимаютъ колосники и устроенную футеровку, спуская ихъ внизъ. Затѣмъ одинъ рабочій приподнимаетъ ключемъ дверь, въ то время какъ другой ударяетъ молотомъ по прикрѣпленной къ ней полосѣ, вслѣдствіе чего концы этой полосы входятъ въ скобы *x* и не позволяютъ двери открываться. Послѣ этого засыпаютъ въ отдѣленіе изъ маленькаго вагона коксовый мусоръ и подкатываютъ вагонъ съ каменнымъ углемъ, который высыпается при подъемѣ заслонки. За всѣмъ тѣмъ закрываютъ верхнее отверстіе крышкою, которую обмазываютъ смѣсью угольнаго мусора и глины. Лишь только каменный уголь придетъ въ соприкосновеніе съ раскаленными до красна стѣнками отдѣленія, тотчасъ начнутъ

выдѣляться газы, которые будутъ проходить черезъ боковыя отверстія въ пустыя пространства, сгорать тамъ и тѣмъ способствовать дальнѣйшему нагрѣванію печи.

По прошествіи часа повторяютъ ту же операцію съ другимъ отдѣленіемъ и это продолжается до тѣхъ поръ, пока всѣ отдѣленія ни будутъ нагружены углемъ. Такъ какъ въ теченіе дня, по мѣрѣ нагрузки отдѣлений углемъ, выдѣленіе газовъ увеличивается, то слѣдуетъ нѣсколько больше отворять заслонки. Напротивъ того, въ теченіе ночи дѣйствіе печи идетъ слабѣе, поэтому, по мѣрѣ уменьшенія выдѣленія газовъ, слѣдуетъ мало по малу закрывать заслонки.

По прошествіи 24 часовъ операція коксованія оканчивается, такъ что каждое отдѣленіе на другой день въ тотъ часъ, въ который оно наканунѣ было наполнено углемъ, разгружается. При этомъ, извѣстнымъ уже образомъ, отворяютъ помощью ключа дверь; коксъ падаетъ на наклонныя чугунныя плиты, гдѣ его разбиваютъ и спускаютъ въ вагоны, которые движутся подъ отдѣленіями. Когда вагонъ вывезутъ изъ хода, его покрываютъ для охлажденія крышкою S, или же коксъ прямо въ вагонѣ спрыскиваютъ водою и высыпаютъ. Затѣмъ двери отдѣленія запираются, и послѣднее тѣмъ же порядкомъ снова нагружается углемъ. Всѣ отдѣленія разгружаются одно послѣ другаго въ тѣ часы дня, въ которые наканунѣ они были нагружены углемъ, такъ что въ каждомъ отдѣленіи насадка коксуется всегда въ 24 часа. Можно безъ всякихъ вредныхъ послѣдствій коксовать уголь промытой и еще сырой.

Если въ извѣстной степени уменьшить притокъ воздуха и выдѣленіе газовъ, то можно прекратить нагрузку и выгрузку печи въ теченіе субботы и воскресенья, при этомъ печь сохранить теплоту на столько, что въ слѣдующій рабочій день можно тѣмъ же порядкомъ начать коксованіе. При хорошемъ устройствѣ печи, которое обуславливается, конечно, и мѣстными условіями, каменный уголь заготавливается для коксованія на горизонтѣ платформы, откуда онъ и доставляется къ печи. Въ противномъ случаѣ, можно относительно дешево доставлять уголь на платформу, поднимая его туда небольшою паровою машиною, пользующеюся теряющимъ изъ печи жаромъ.

*Принципы, на которыхъ основана конструкція коксовальной печи Appolt.*

Описанное устройство печи соотвѣтствуетъ тѣмъ условіямъ, которыя были приведены изобрѣтателями въ введеніи.

Такъ какъ отдѣленія печи въ теченіе всего процесса коксованія остаются закрытыми сверху и снизу, а газы всегда отдѣляются черезъ боковыя отверстія подъ нѣкоторымъ давленіемъ, то они вполне могутъ быть разсматриваемы какъ замкнутыя пространства. Такой взглядъ подтверждается еще и

тѣмъ, что газы, въ случаѣ образованія трещинъ во внутреннихъ стѣнахъ, не всасываются прямо трубою, а поступаютъ большею частью въ окружающія отдѣленія пустя пространства. Точно также при образованіи трещинъ въ наружныхъ стѣнахъ, атмосферный воздухъ будетъ поступать только въ пустя пространства, а не прямо въ отдѣленія. Нерадѣіе или неловкость рабочихъ во время процесса, которыя прежде имѣли большое вліяніе на выходъ кокса, здѣсь не имѣютъ никакого вліянія, такъ какъ воздухъ никогда не можетъ проникнуть внутрь коксовальнаго пространства.

Необходимая большая нагрѣвательная поверхность имѣется здѣсь потому, что вся масса каменнаго угля раздѣляется на части, относительно небольшой толщины, изъ которыхъ каждая накаливается по всей своей поверхности сгорающими въ пустыхъ пространствахъ газами. При такомъ устройствѣ печь, въ которой одновременно коксуется около 17,000 килограммовъ угля, имѣетъ нагрѣвательную поверхность почти въ 190 кв. м., а такая поверхность относительно въ два или три раза больше нагрѣвательной поверхности въ другихъ усовершенствованныхъ печахъ. Раздѣленіе массы коксующагося угля на части небольшой толщины представляетъ еще то преимущество, что каменный уголь легче проникается теплотою и быстрѣе коксуется.

Здѣсь достигается болѣе быстрое и совершенное сжиганіе газовъ сравнительно съ другими печами тѣмъ, что воздухъ входитъ черезъ множество отверстій въ наружныхъ стѣнахъ печи и можетъ свободно и непрерывно циркулировать вмѣстѣ съ газами въ большомъ пространствѣ. Совершенное и интенсивное сжиганіе газовъ обуславливается еще и тѣмъ, что послѣдніе входятъ многочисленными, относительно тонкими, струями, которыя быстрѣе и удобнѣе могутъ смѣшаться съ воздухомъ. Соединительными камнями, которые проходятъ черезъ пустя пространства, движеніе газовъ нисколько не затрудняется; напротивъ того, эти камни крѣпко соединяютъ стѣны пустыхъ пространствъ, такъ что все цѣлое представляетъ прочную массу, отдѣльныя части которой оказываютъ вполне достаточное сопротивленіе внутреннему давленію. Выходъ газовъ во многихъ мѣстахъ, особенно же въ нижней части коксовальнаго пространства, представляетъ то преимущество, что во всѣхъ частяхъ печи получается одинаковая температура. Раскаленные газы, вступая въ пустое пространство снизу, по естественнымъ законамъ будутъ направляться къверху и такимъ образомъ распредѣляться по всему пространству. Колебаніе температуры, которое всегда замѣчается въ другихъ печахъ, въ періодъ отъ засыпки угля до выгрузки кокса, здѣсь не имѣетъ мѣста; въ печахъ Appolt всегда имѣется одинаковый жаръ, такъ какъ различныя отдѣленія нагружаются и разгружаются по простѣіи извѣстнаго промежутка и въ опредѣленномъ опрядкѣ; точно также продолжительность коксованія опредѣляется извѣстнымъ временемъ.

Такъ какъ нагрѣвательная поверхность въ отношеніи объема печи здѣсь значительно больше, въ сравненіи съ другими печами, то естественно и по-

теря теплоты чрезъ наружныя стѣны здѣсь относительно меньше. Кромѣ того, отверстіе для нагрузки въ печахъ Appolt очень мало и всегда закрыто, отверстіе же для выгрузки тщательно защищается толстымъ слоемъ коксовой мелочи, слѣдовательно чрезъ эти части также теряется теплоты относительно меньше.

Вертикальное положеніе коксовальныхъ пространствъ составляетъ самую существенную сторону этой системы и представляетъ слѣдующія преимущества: 1) оно даетъ возможность сдѣлать выгодное отношеніе между нагревательною поверхностью и поверхностью для охлажденія, что допускаетъ коксованіе очень большихъ массъ угля въ относительно небольшомъ пространствѣ; 2) при вертикальномъ положеніи коксовальныхъ пространствъ, когда насадки каменнаго угля имѣютъ наибольшее измѣреніе въ высоту, печь занимаетъ, сравнительно съ своею производительностью, менѣе мѣста, чѣмъ другія печи; 3) конструкція печи весьма прочна, такъ какъ въ ней нѣтъ ни одного свода подвергающагося дѣйствию пламени, и коксъ во время выгрузки не разрушаетъ ея стѣны; 4) такъ какъ нагрузка и разгрузка совершаются очень быстро, то стѣны коксовальныхъ пространствъ охлаждаются при этомъ незначительно, что имѣетъ вліяніе на быстроту коксованія слѣдующей насадки; 5) вслѣдствіе давленія въ коксовальныхъ пространствахъ довольно высокаго столба угля получается коксъ болѣе плотный, чѣмъ въ другихъ печахъ, что имѣетъ большое значеніе при употребленіи кокса для металлургическихъ процессовъ.

Принимая во вниманіе сказанное, не трудно видѣть, что при устройствѣ этихъ печей въ основаніе были поставлены слѣдующія условія: 1) вести коксованіе каменнаго угля въ закрытомъ пространствѣ исключительно на счетъ выдѣляющихся газовъ, при чемъ получается относительно большее количество кокса и устраняется вредное вліяніе на ходъ процесса нерадѣнія со стороны рабочихъ; 2) всасывать газы трубами не изъ коксовальныхъ пространствъ, а изъ пространствъ, окружающихъ послѣднія, чѣмъ также осуществляется принципъ закрытаго пространства; 3) раздѣлять коксующуюся массу угля на части незначительной толщины, чѣмъ ускоряется процессъ коксованія; 4) увеличить этимъ раздѣленіемъ какъ можно болѣе нагревательную поверхность; 5) уничтожить нагревательные каналы, которые существовали въ другихъ печахъ, и замѣнить ихъ однимъ общимъ большимъ пространствомъ, въ которомъ газы могли бы свободно циркулировать; 6) примѣнить систему соединительныхъ камней, которые дѣлали бы печь болѣе прочною и не стѣсняли бы въ ней движеніе газовъ; 7) выпускать газы въ видѣ тонкихъ струй при помощи большаго числа отверстій, особенно изъ нижней части коксовальнаго пространства; 8) вводить воздухъ во многихъ мѣстахъ въ пространствѣ для сжиганія газовъ, которыя окружаютъ коксовальныя пространства; 9) располагать коксовальныя пространства вертикально; 10) не подвергать дѣйствию огня сводовъ или пода; 11) производить выгрузку кокса при посредствѣ вѣса

послѣдняго, употребляя при этомъ вагонъ, который значительно облегчаетъ и сокращаетъ работу.

Результаты, которые были доставлены до сихъ поръ печами Appolt, слѣдующіе: первая пробная печь была построена St. Avold на Мозелѣ, гдѣ была доказана справедливость принциповъ, лежащихъ въ основаніи этой системы коксованія разнообразными опытами съ различными сортами угля. Послѣ этихъ первыхъ опытовъ была устроена другая печь большихъ размѣровъ въ Зульцбахѣ близъ Саарбрюкена. Она оказала, послѣ многихъ важныхъ улучшеній, которыя заводчики примѣнили потомъ къ другимъ строившимся печамъ, результаты весьма удовлетворительные. Во время непрерывнаго дѣйствія печей въ теченіе нѣсколькихъ мѣсяцевъ заводчикомъ Wendel было дано разрѣшеніе коксовать значительное количество жирнаго каменнаго угля Саарбрюкенскаго бассейна. Этотъ уголь коксовался въ новой печи и давалъ среднимъ числомъ 68% кокса, что вполне соответствовало количеству кокса, который получался при многихъ опытахъ коксованія въ тигляхъ. Получаемый коксъ былъ нѣсколько не хуже приготовляемаго въ обыкновенныхъ печахъ. Въ этой же печи коксовались также угли и другихъ странъ, при чемъ получались слѣдующія количества кокса прекраснаго качества.

Изъ жирнаго угля Люттихскаго бассейна и бассейна Шарлеруа	80—82%
» » » бассейна Руръ (Вестфалія)	77—78%
» » » Англии	73,6%
» » » Луарскаго бассейна.	77,5%

Эти количества вполне соответствуютъ количествамъ кокса, получавшимся въ тигляхъ. Коксованіе смѣси изъ тощаго и жирнаго угля въ различныхъ пропорціяхъ увѣнчалось также хорошими результатами.

Въ началѣ 1856 года была построена печь этой системы въ Rive-de-Gier (Луара), которая также дѣйствовала безъ перерыва въ теченіе нѣсколькихъ мѣсяцевъ и давала большой процентъ кокса; при этомъ конструкція печи оказалась вполне прочною. Она представляетъ только тотъ недостатокъ, что имѣетъ всего 6 отдѣленій, почему не можетъ быть съ пользою употреблена при продолжительномъ коксованіи, такъ какъ при этихъ условіяхъ заработная плата будетъ сравнительно высока.

Четвертая печь имѣетъ нормальные размѣры и 12 отдѣленій. Она находится въ Marquise (Pas-de-Calais) на желѣзномъ заводѣ братьевъ Pinart, которые разрѣшили ея постройку послѣ поѣздки ихъ инженера въ Rive-de-Gier, гдѣ онъ видѣлъ дѣйствіе тамошней печи и убѣдился въ преимуществахъ этой системы. Сдѣланное выше описаніе и относится къ этой печи, но на изображающемъ ее чертежѣ, какъ и на другихъ относящихся сюда чертежахъ, сдѣланы нѣкоторыя измѣненія, которыя практика нашла полезными. Печь въ Marquise была пущена въ ходъ 1 сентября 1857 года, и съ этого вре-



мени дѣйствуетъ правильно и непрерывно; результаты дѣйствія ея слѣдующія:

1) Каждое отдѣленіе вмѣщаетъ, смотря по качеству угля, отъ 1350 до 1400 килограммовъ, слѣдовательно въ 12 отдѣленіяхъ помѣщается отъ 16000 до 17000 килограммовъ.

2) Процессъ коксованія оканчивается вполне въ 24 часа.

3) Разгрузка и нагрузка совершаются легко и безъ всякаго вреда для рабочихъ. Этими операціями заняты обыкновенно днемъ, тогда какъ ночью идетъ самый процессъ коксованія. Насадки каменнаго угля не поднимаются, а готовятся на горизонтѣ платформъ.

Печь управляется 4 рабочими; но это число при нѣсколькихъ печахъ можетъ быть уменьшено. Въ этомъ случаѣ общая сумма заработной платы можетъ быть значительно меньше сравнительно съ обыкновенными печами.

4) Точное взвѣшиваніе насадокъ каменнаго угля и полученнаго въ различныхъ отдѣленіяхъ печи кокса, а также общіе результаты коксованія въ теченіе мѣсяца показали, что употреблявшіеся каменные угли (французскій, англійскій и бельгійскій) даютъ наибольшее количество кокса, т. е. равное количеству, получаемому изъ тѣхъ же углей въ тигляхъ. Именно было получено изъ:

Англійскаго угля . . . . .	72—73%
Угля Сѣвернаго департамента . . . . .	76%
Бельгійскаго угля . . . . .	80—82%

что на 10 или 12% превышаетъ количество кокса, получаемаго въ обыкновенныхъ печахъ.

5) Коксъ, получаемый изъ печи въ Marquise, идетъ тамъ въ доменные печи, причѣмъ онъ оказался очень хорошаго качества; дѣйствительно, коксъ этотъ очень твердъ, плотенъ и вообще обладаетъ всѣми качествами, которыя требуются отъ кокса, назначеннаго для металлургическихъ операцій.

6) Оказалось, что при сжиганіи газовъ, выдѣляющихся изъ каменныхъ углей, въ пустыхъ пространствахъ печи получается больше жара, чѣмъ его требуется для коксованія и поддержанія въ печи нормальной температуры. Поэтому представляется возможность значительную часть этихъ газовъ употреблять для освѣщенія, выдѣливъ изъ нихъ деготь и амміачную воду, или для нагрѣванія паровыхъ котловъ и т. д.

7). До сихъ поръ внутреннія стѣны печи Marquise не представляютъ и слѣдовъ поврежденій или негодности.

Изобрѣтатели считаютъ необходимымъ, для постройки печи въ 12 отдѣленій, подобной печи въ Marquise, по съ нѣкоторыми упрощеніями, слѣдующія количества матеріаловъ.

<i>Для каменной работы.</i>		куб. м.	<i>Для чугунных частей.</i>		килогр.
Отесанных естественных камней	8,05		Части, замѣненные ящикомъ, килогр. которыхъ (въ концѣ 1851 г.) стоилъ 0,30 франка . . . . .		5935
Огнепостоянныхъ кирпичей . . . . .	61,27		Части замѣненные чугуннымъ горномъ, килогр. которыхъ стоить 0,25 фр.		2000
Обыкновенныхъ . . . . .	167,29				
Бута . . . . .	54,35				
<i>Для плотничныхъ работъ.</i>		куб. м.	<i>Для желѣзныхъ частей.</i>		килогр.
На перила для площадокъ . . . . .	3,36		Части, за килограммъ которыхъ (въ концѣ 1857 г.) платилось:		
„ ступени и доски для площадокъ	48,35		0,40 франка . . . . .	884	
„ лекала (gabarits) при постройкѣ отдѣлений (впослѣдствіи употреблялись другія) . . . . .	140,15		0,50 „ . . . . .	393	
„ рамы (chassis) внутри этихлекаль . . . . .	1,52		0,60 „ . . . . .	1168	
			0,80 „ . . . . .	271	
			1,00 „ . . . . .	378	
			1,25 „ . . . . .	82	
			1,50 „ . . . . .	84	

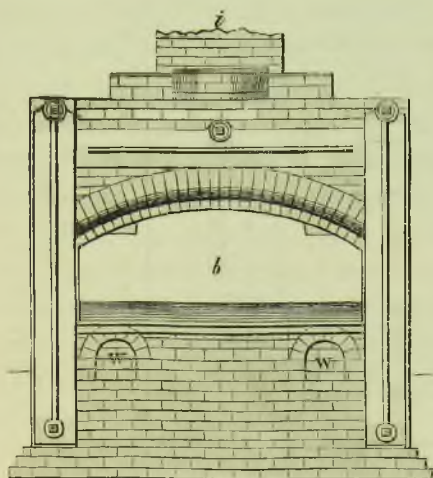
При помощи этой таблицы можно легко подсчитать во всякомъ мѣстѣ стоимость постройки печи, которая при обыкновенныхъ условіяхъ обходится въ 14—15000 франковъ.

*Преимущества, которыя представляетъ этотъ способъ коксованія.* Изобрѣтатели приводятъ слѣдующія преимущества, которыя представляетъ ихъ система коксованія передъ всѣми до сихъ поръ употреблявшимися:

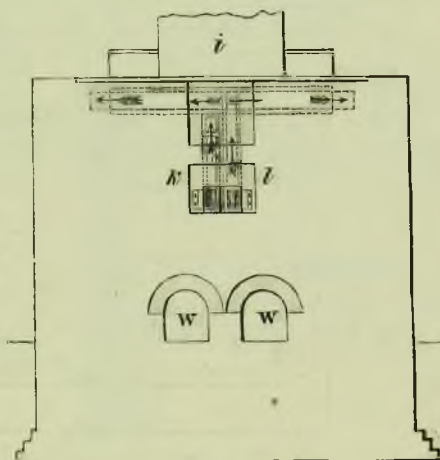
1) Постройка печи по этой системѣ, принимая во вниманіе ихъ производительную способность, обходится дешевле постройки другихъ улучшенныхъ печей. Эти послѣднія, какъ напр., печи въ Саарбрюкенѣ, стоили около 3000 фр. и давали въ сутки 1200 килогр. кокса; въ тоже время печь Appolt, которая давала въ сутки 12000 килогр., т. е. въ десять разъ больше, обошлась въ 15,000 фр., т. е. всего въ пять разъ дороже Саарбрюкенской. И такъ при одинаковой производительности кокса стоимость печи Appolt составляетъ всего половину стоимости другихъ печей. 2) Конструкція ея прочнѣе и не такъ легко подвергается порчѣ, почему издержки на ремонтъ здѣсь будутъ относительно меньше. 3) Принимая во вниманіе производительность печи, она занимаетъ меньше мѣста, чѣмъ всѣ другія. 4) Въ печи Appolt изъ всѣхъ каменныхъ углей получается наибольшее количество кокса, т. е. равное получаемому изъ этихъ углей въ тигляхъ. 5) Получаемый коксъ обладаетъ большою плотностью и особенно пригоденъ для металлургическихъ операций. 6) Работы при печи очень легки и не представляютъ ни малѣйшей опасности, что имѣетъ вліяніе на пониженіе заработной платы. 7) Въ печи развивается больше теплоты, чѣмъ нужно для коксованія, поэтому часть ея можетъ идти для нагрѣванія котловъ или другихъ аппаратовъ. 8) Благодаря быстротѣ, съ которою каменные угли проникаются теплотою, эта печь особенно пригодна для коксованія полужирныхъ углей и смѣси жирныхъ съ тощими.

Трудно вспучивающіеся угли хорошо коксовать въ печахъ Jones, на которыя въ 1858 г. былъ полученъ патентъ. Здѣсь часть газовъ сжигается въ коксовальномъ пространствѣ.

На прилагаемыхъ рисункахъ представлена печь Jones. Печное пространство имѣетъ прямоугольную форму и подъ его наклоненъ къ переднему кон-

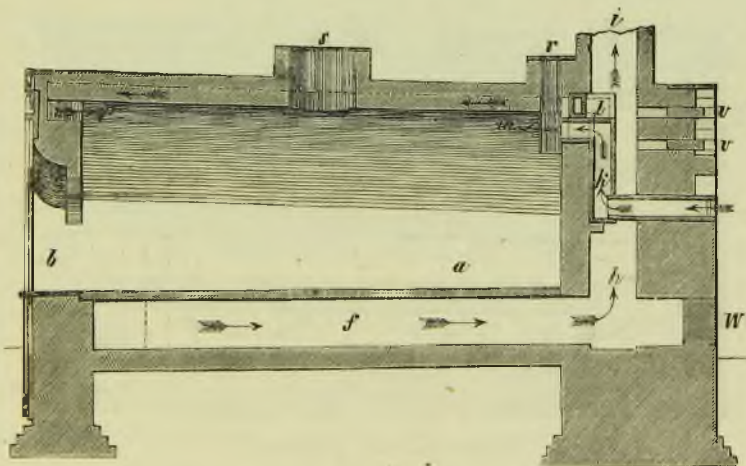


Передній фасадъ.



Задній фасадъ.

цу отъ *a* къ *b* (см. продольный разрѣзь). Стѣны печнаго пространства вертикальныя, а сверху оно покрыто сводомъ. Спереди, въ *b*, находится покрытое

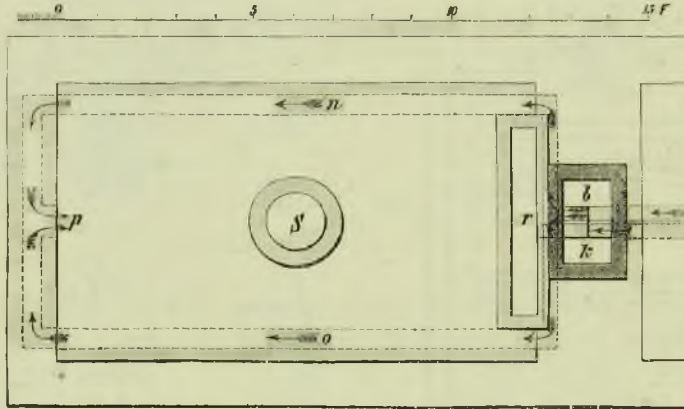


Вертикальный продольный разрѣзь.

сводомъ отверстіе, которое забирается кирпичемъ. Въ сводѣ, покрывающемъ печное пространство, имѣются два отверстія, изъ нихъ одно круглое з помѣщается

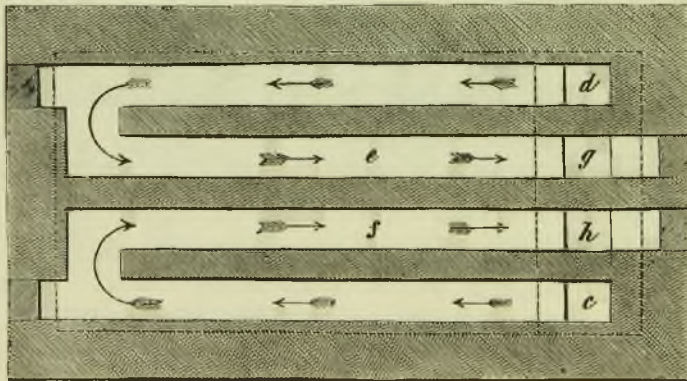
въ серединѣ, а другое узкое и продолговатое  $r$ —у задняго конца. Во время операціи отверстія эти запираются крышками и засыпаются пескомъ.

Въ задней стѣнѣ оставлены два сводомъ покрытыя отверстія  $c$  и  $d$  (см. поперечный разрѣзь), откуда сверху вниз идутъ каналы, направляющіеся подъ подомъ къ передней стѣнѣ печи, какъ это показываютъ стрѣлки на прилагаемомъ при семь горизонтальномъ разрѣзѣ. На переди печи каналы



П л а н ъ.

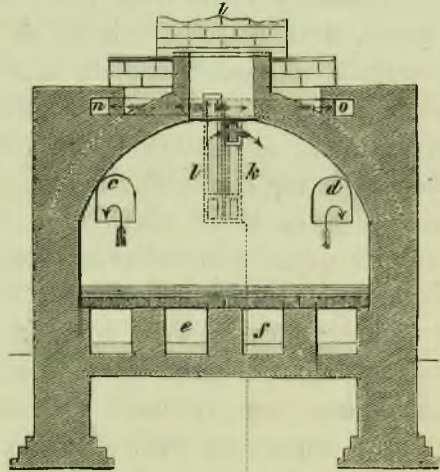
эти соединяются съ каналами  $e$  и  $f$ , также расположенными подъ подомъ и имѣющими направленіе къ задней стѣнѣ, гдѣ они, помощью вертикальныхъ каналовъ  $g$  и  $h$ , соединяются съ трубою  $i$ . Последняя возвышается на 2,44 метра надъ печью и снабжена клапаномъ; верхнее отверстіе ея имѣетъ площадь



Горизонтальный разрѣзь.

въ 90 кв. сантиметровъ. Отверстія  $W W$ , покрытыя сводами и показанныя на переднемъ и заднемъ фасадахъ печи, устроены для чистки горизонтальныхъ каналовъ, расположенныхъ подъ подомъ. Во время хода печи эти отверстія забраны кирпичемъ. Чугунныя трубки  $k$  и  $l$ , находящіяся съ задней стороны

печи, однимъ концомъ выходятъ внаружу (см. продольный разрѣзь). Обѣ эти трубки съ наружной стороны снабжены заслонками (см. задній фасадъ). Трубка *k*, пройдя черезъ трубу *i*, другимъ концомъ выходитъ въ печное пространство въ *m* (см. продольный разрѣзь). Трубка же *l*, поднавшись до горизонта вершины печнаго свода, соединяется съ двумя каналами *n* и *o* (см. поперечный разрѣзь), которые направляются къ передней стѣнѣ печи и тамъ входятъ во внутреннее пространство черезъ *p* (см. планъ и продольный разрѣзь). Отверстія *vv* въ задней стѣнѣ печи (см. продольный разрѣзь) даютъ возможность наблюдать за ходомъ операціи, во время которой каждое изъ нихъ закладываютъ кирпичемъ. Подъ печи находится на значительномъ разстояніи отъ основанія, и печныя стѣны скрѣплены чугунными плитами и желѣзными связями, какъ это показано на переднемъ фасадѣ.



Вертикальный поперечный разрѣзь.

Уголь закидывается въ печь черезъ отверстіе *s* и располагается ровнымъ слоемъ на поду. Затѣмъ отверстіе *b* забираютъ кирпичемъ, а чтобы воздухъ не могъ отсюда проникать внутрь печнаго пространства, снаружи, на нѣкоторомъ разстояніи, въ этомъ мѣстѣ подставляется желѣзная дверь, которая помощью желѣзной поперечины закрѣпляется въ вертикальномъ положеніи. Промежутокъ между этой дверью и кирпичной стѣной засыпается мелкимъ коксомъ. Если печь находится постоянно въ ходу, то она удерживаетъ въ себѣ достаточно теплоты для того, чтобы заброшенный въ нее при началѣ слѣдующей операціи уголь тотчасъ-же воспламенялся. Необходимый для горѣнія воздухъ проходитъ по трубкамъ *k* и *l*, нагрѣтымъ до красна, и входитъ въ печное пространство черезъ *m* и *p* въ нагрѣтомъ состояніи. Притокомъ его управляютъ помощью заслонокъ. Летучіе продукты разложенія уходятъ черезъ отверстія *c* и *d*, опускаются внизъ и, пройдя взадъ и впередъ подъ подомъ, по каналамъ *g* и *h* отводятся въ трубу. Благодаря такому устройству, расположенный на поду печи уголь коксуется совершенно при тѣхъ-же условіяхъ, какъ въ ретортѣ. При надлежащемъ ходѣ печи, вся насадка ея кажется черезъ отверстія *v v* доведенною до ярко-краснаго каленія.

Сожиганіе газовъ внутри коксовальнаго пространства, при описанномъ здѣсь устройствѣ, имѣетъ значеніе для весьма тощихъ углей и всегда соединено съ сожиганіемъ части кокса; но такъ какъ газы входятъ въ печь въ нагрѣтомъ состояніи, то операція коксованія идетъ быстро.

Печи Кнаб'а, въ которыхъ нагрѣвается одинъ подъ, соединяютъ въ себѣ всѣ недостатки односторонняго нагрѣванія коксовальнаго пространства, не

представляютъ никакихъ существенныхъ выгодъ и могутъ примѣняться исключительно для полученія плотнаго, звонкаго кокса изъ тощихъ углей, такъ какъ въ нихъ коксовальныя газы служатъ только для нагрѣванія пода, тогда какъ не обращается никакого вниманія на нагрѣваніе боковыхъ стѣнъ или свода печи.

Описаніе такой печи оправдываетъ только что выраженное мнѣніе. Нагрузка печнаго пространства  $A'$  (фиг. 80) производится черезъ каналъ  $L$ , который запирается затѣмъ желѣзною крышкою, обмазанною глиною. Подъ печи изъ огнепостоянныхъ кирпичей поддерживается столбами  $D$ , которые поставлены въ каналѣ  $C$ , предназначенномъ для провода газовъ. Когда температура печи становится довольно высокою, газы начинаютъ выдѣляться черезъ каналъ  $M$  въ сводѣ печи и направляются оттуда въ двѣ большія желѣзныя бочки наполненныя коксомъ, гдѣ осаждается почти вся дегтярная вода. Отсюда газы проводятся въ систему трубокъ, изъ которой мало по малу они поступаютъ черезъ вертикальныя трубки въ пріемникъ съ водою, гдѣ выдѣляется изъ нихъ остальная часть дегтярной и амміачной воды. Затѣмъ газы снова направляются въ печь и входятъ въ пространство  $A$ , гдѣ сжигаются огнемъ на рѣшеткѣ; отсюда они идутъ въ каналъ  $C$ , раздѣляются на заднемъ концѣ печи на двѣ струи, которыя поступаютъ направо и налево въ каналы  $E E$  съ заслонками  $F$  и наконецъ черезъ  $H$  и  $J$  въ трубу. Въ этой печи, какъ уже было замѣчено, нагрѣваніе боковыхъ стѣнокъ, а равно и свода, весьма слабое, поэтому можно сказать, что печи Кнаб'а пригодны только для коксованія трудно вспучивающихся углей и для полученія относительно постоянной температуры.

По указаніямъ *Warré*, при коксованіи бельгійскихъ углей получалось 5% дегтя и 7% амміачной воды. Если же при устройствѣ аппарата для сгущенія позаботиться, чтобы пары дегтя и воды вступали въ пространство для сжиганія не въ сгущенномъ состояніи, такъ что первые могли-бы вполне выдѣлиться, то развивающейся теплоты при горѣніи несгущенныхъ газовъ будетъ недостаточно для полнаго коксованія. Поэтому-то нельзя ожидать, чтобы эти печи нашли примѣненіе во всѣхъ случаяхъ или чтобы ихъ производительная способность сдѣлалась равной производительной способности описанныхъ уже ранѣ печей.

Конструкція печей Кнаба подвергалась многократнымъ измѣненіямъ <sup>1)</sup> Въ 1859 г. *Letoret* настолько измѣнилъ эти печи, что получилъ привиллегію; въ 1862 г. была выдана другая привиллегія *Gilbert*'у. На фиг. 82, 83 и 84 представлена печь системы *Letoret*.

$L, L$  отверстія для нагрузки, которыя во время коксованія закрываются,  $i, j$  дверцы, черезъ которыя вставляются гребки для разравниванія угля.  $i, i$  дверцы, черезъ которыя выгружаютъ коксъ.

<sup>1)</sup> Cours de Metallurgie par Aug. Gyllon 1869 p. 128—130.

М отверстие для выхода газообразныхъ и парообразныхъ продуктовъ перегонки угля.

N трубка, по которой поступаютъ эти продукты въ коробку o, а оттуда въ общую трубку P, P, P...

O запоръ, который представленъ на фиг. 85 въ разрѣзѣ и служитъ для разъединенія печи съ общею трубою во время нагрузки и разгрузки.

P, P главная труба, которая отводитъ газы и пары изъ печей въ ящики R, R, гдѣ послѣдніе направляются въ рядъ маленькихъ трубокъ S, S, S. Отсюда газы идутъ въ ящики R', R', поставленные у одного конца трубокъ S, и достигаютъ наконецъ трубъ P' P', проходя послѣдовательно трубы T, T, T, коробки R'' R'', трубы S', S', коробки R''' R''' и трубки T' T'; трубы P' P', проводятъ газы въ колонны U, U.

Раздѣлительныя трубы S, S, S' S' служатъ охладителями, такъ какъ онѣ по всей длинѣ своей поливаются водою. Верхнія трубы S', S', въ которыхъ циркулируютъ менѣ горячіе газы, обливаются холодною водою, которая стекаетъ затѣмъ на нижнія трубы S, S, гдѣ циркулируютъ газы болѣе горячіе.

Колонны U, U, въ которыя поступаютъ наконецъ газы, наполнены коксомъ; здѣсь стущается амміачная вода. Скопленія смолы и амміачной воды образуются и въ другихъ частяхъ этого аппарата-конденсатора.

X, X, X суть гидравлическіе клапаны, устроенные на случай взрыва. Изъ колоннъ U, U... газы направляются по трубкамъ V, V въ трубу P'', откуда они идутъ по трубкамъ m, m... въ маленькія топки a, a, устроенныя подъ подомъ печи. На этихъ топкахъ сжигается уголь самого дурнаго качества, который воспламеняетъ газы; эти послѣдніе, проходя каналъ b, b, нагрѣваются подъ; затѣмъ вступаютъ въ ломаный каналъ c d d d, c' d' d' d' и нагрѣваются одну изъ боковыхъ стѣнокъ; отсюда газы идутъ уже въ трубу e.

Первая печь въ цѣлой группѣ имѣетъ для нагрѣванія двухъ боковыхъ стѣнокъ двойную систему боковыхъ каналовъ и двѣ дымовыя трубы.

Система Letoret отличается дороговизною, и потому она можетъ съ выгодною примѣняться только для углей съ большимъ содержаніемъ летучихъ веществъ.

Печи Кнаба имѣютъ два м. ширины, 1 м. высоты и 7 м. длины; въ нихъ нагружается 75 гектолитровъ, которые коксуются въ 96 часовъ. Въ печахъ Letoret въ 5 м. длиною и 1,5 ширины насадка въ 6,000 кил. коксуется въ теченіе 72 часовъ. Эти аппараты должны содержаться какъ можно лучше, и фабрика продуктовъ перегонки каменнаго угля должна быть образцомъ по своей чистотѣ.

Продукты перегонки каменнаго угля послужили средствомъ для приготовленія различныхъ веществъ, нужныхъ въ промышленности, напр., смолы, бензина, нафталина, амміака и различныхъ амміачныхъ солей, примѣняемыхъ при земледѣліи и различныхъ фабрикаціяхъ.

Мы уже видѣли въ введеніи къ процессамъ коксованія, что при полученіи кокса, назначеннаго для доменной плавки, стараются выдѣлить изъ каменныхъ углей сѣру и что это выдѣленіе находится въ такой связи съ содержаніемъ въ каменныхъ угляхъ сѣрнаго колчедана, что разложеніе послѣдняго бываетъ возможно только тогда, когда онъ находится въ ископаемыхъ угляхъ въ сравнительно ничтожномъ количествѣ, или когда самый процессъ коксованія ведется такимъ образомъ, что одновременно съ нимъ, дѣйствіемъ атмосфернаго воздуха, сѣрнистое желѣзо переводится въ окись. Уже въ 1847 г. Riegelmann <sup>1)</sup> обратилъ на это вниманіе и предложилъ, для выдѣленія сѣры, извлеченный изъ печи коксъ облить водою (это дѣлалось въ большей части коксовальныхъ фабрикъ) и проводить паръ черезъ массу раскаленнаго кокса, причемъ сѣрный колчеданъ будетъ превращаться въ окись желѣза, а образующійся сѣрнистый водородъ выдѣляться. Нѣсколько позднѣе мы узнали изъ отчетовъ горнаго фрейбергскаго общества (іюль 1854 г.), что на желѣзномъ заводѣ барона von Burgk были начаты съ вышеупомянутой цѣлью опыты, послѣ того какъ попытки выдѣлять сѣру изъ желѣзныхъ рудъ помощью пара по Норденскиольдскому способу увѣнчались полнымъ успѣхомъ. Тамъ, передъ выгрузкою кокса, впускали въ печь подъ извѣстнымъ давленіемъ водяной паръ, который дѣйствуетъ нѣкоторое время на массу раскаленнаго кокса, причемъ изъ послѣдняго выдѣляется  $\frac{2}{3}$  всего количества сѣры. Для болѣе совершеннаго дѣйствія необходимо, чтобы водяной паръ проникалъ всю массу кокса, здѣсь-же онъ соприкасается только съ поверхностью кокса и не проникаетъ въ его массу. Въ Wales для этой цѣли были устроены особыя печи съ двойнымъ подомъ; верхній подъ былъ продырявленъ и служилъ для прохода водяныхъ паровъ въ коксовальное пространство, гдѣ послѣдніе должны были выдѣлять изъ угля сѣру. Чтобы вполне оцѣнить этотъ способъ выдѣленія сѣры, мы должны бросить взглядъ на ходъ самаго процесса коксованія. Здѣсь мы видимъ, что возможность обмѣннаго разложенія водянаго пара и сѣрнаго колчедана обнаруживается при извѣстной температурѣ въ періодъ окончанія процесса коксованія, т. е. тогда, когда вся масса кокса принимаетъ такое сложеніе, при которомъ никакимъ образомъ проникновеніе ея паромъ дѣлается невозможнымъ.

На этомъ основаніи директоръ Inne въ Бурбахъ <sup>1)</sup> предложилъ дѣйствовать водяными парами на извлеченный изъ печи и раскаленный коксъ, который предварительно разбивается на куски; затѣмъ онъ совѣтуетъ для охлажденія облить его водою. Желаящимъ ознакомиться ближе съ этою операціею мы рекомендуемъ названную статью, въ которой описано примѣненіе этого способа къ печамъ различныхъ системъ. Здѣсь-же мы скажемъ, что подобный

<sup>1)</sup> Le Technologiste 1847 page 533.

<sup>1)</sup> Berg und Huttenmännische Zeitung 1861 № 40.



способъ даетъ возможность выдѣлить сѣру только съ поверхности кусковъ кокса, а слѣдовательно задача освобожденія кокса отъ сѣры далеко еще не разрѣшается. Пока за лучшее и простѣйшее средство для удаленія колчедана должно считать хорошия промывныя устройства, изъ которыхъ промытый уголь поступаетъ въ печи въ сыромъ состоянн; влажность послѣдняго при коксованнн способствуетъ разложенню оставшагося въ углѣ сѣрнаго колчедана.

# ХИМІЯ, ФИЗИКА И МИНЕРАЛОГІЯ.

## ОТКРЫТІЕ МЕТЕОРИТОВЪ У ОВИФАКА ВЪ ГРЕНЛАНДІИ <sup>1)</sup>

Г. ЧЕРМАКА.

Въ то время, когда *Норденшильдъ* сообщилъ первое извѣстіе объ открытіи свободныхъ массъ желѣза возлѣ базальтовой жилы въ Гренландіи и о нахожденіи такихъ же кусковъ желѣза въ самомъ базальтѣ, онъ высказалъ мнѣніе, что куски эти имѣють метеорическое происхожденіе <sup>2)</sup> *Велеръ* <sup>3)</sup> и *Добре* <sup>4)</sup>, произведя точныя изслѣдованія означеннаго страннаго желѣза, подтвердили это предположеніе. Массы желѣза оказались въ нѣкоторыхъ отношеніяхъ очень различными отъ всего, что до сихъ поръ было найдено. Хотя по вытравленіи на нихъ являются такія же Видманштетовы фигуры, какъ и у настоящаго метеорнаго желѣза, напр. у Аграмскаго, и хотя найдено такъ же содержаніе никкеля, характеризующаго всякое желѣзо метеорическаго происхожденія, но анализъ далъ значительное количество угля, равно какъ и необыкновенно большое количество кислороднаго соединенія желѣза, вѣроятно магнетита. Въ такомъ отношеніи тѣла эти до сихъ поръ не встрѣчались ни въ какомъ метеорическомъ желѣзѣ.

Если-бы въ упомянутой мѣстности нашли только однѣ свободныя массы желѣза, то никто, не смотря на ихъ несовершенное сходство съ метеорическимъ желѣзомъ, никогда не усомнился-бы въ ихъ метеорномъ происхожденіи; но открытіе того-же желѣза, въ находящемся тутъ базальтѣ, заставляетъ уже быть при опредѣленіи болѣе осторожнымъ.

<sup>1)</sup> Изъ *Mineralogische Mittheilungen*, 1874, 2 Heft. Переводъ съ нѣмецкаго *Н. Н. Кошарова* (сына).

<sup>2)</sup> Redogorelse för en expedition till Gronland. Kongl. Jetensk Akad. Forh. Stonkholm 1870, стр. 1059. См. объявленіе въ этихъ сообщеніяхъ 1871, стр. 109.

<sup>3)</sup> *Göttinger Gelehrte Anzeigen*, 1872. стр. 197 (11 мая 1872).

<sup>4)</sup> *Comptes rendues*. Томъ 74, стр. 1542 (24 іюня 1872) и томъ 75, стр. 240 (29 іюля 1872)

Нельзя считать невозможнымъ, что, въ то время, когда выходилъ наружу расплавленный базальтъ, на тоже самое мѣсто упало множество метеоритовъ. Это совпаденіе двухъ необыкновенныхъ событій въ одной и той же точкѣ хотя очень невѣроятно, но все-таки возможно.

Можно, слѣдовательно, согласиться съ *Норденшильдомъ*, что въ минуту изверженія упало множество метеоритовъ въ расплавленный базальтъ, котормъ и было замкнуто. Можно также принять, что одна часть метеоритовъ освободилась отъ базальта позже, черезъ вывѣтриваніе.

Но все-таки нѣкоторые колебались присоединиться къ такому объясненію столь необыкновеннаго открытія, такъ какъ возможно тоже и другое объясненіе.

Массы желѣза могли также быть вынесены базальтомъ изъ глубины и при вывѣтриваніи этого послѣдняго частью выпасть, частью въ немъ остаться. Если-бы это предположеніе было вѣрно, то описанное явленіе представило бы давно ожидаемую параллель къ извѣстному факту, именно: что нѣкоторые базальты приносятъ изъ глубины куски оливиновой породы, имѣющіе также большое сходство съ метеоритами.

Съ самаго начала *Норденшильдъ* старался однако опровергнуть это предположеніе, указывая на то, что многіе изслѣдованные куски желѣза имѣютъ вполне метеорическую форму (вылитые метеориты); также и по явленіямъ, представляемымъ кусками при дѣйствіи на нихъ высокой температуры, производящей образованіе окиси углерода, заключалъ онъ, что эти массы желѣза не были никогда подвержены высокой температурѣ. Противъ такого мнѣнія можно представить фактъ, что форма метеоритовъ соотвѣтствуетъ обыкновенно формѣ обломковъ, а эта послѣдняя форма очень свойственна оторваннымъ кускамъ оливиновой породы, заключеннымъ въ базальтъ и въ базальтовомъ туфѣ; напримѣръ, между кусками оливиновой породы изъ Капфенштейна въ Штейермаркѣ встрѣчаются многіе, имѣющіе форму, тождественную съ метеоритами. Даже относительно измѣняемости при накаливаніи, достаточно упомянуть только, что явленіе это, замѣчающееся во время опытовъ при обыкновенномъ атмосферномъ давленіи, ни въ какомъ случаѣ не могло бы имѣть мѣста до тѣхъ поръ, пока эти массы желѣза, хотя и окружены горячею серединою, находились подъ давленіемъ значительно высокой жидкой базальтовой массы. Кромѣ того, сдѣланное возраженіе можно-бы было встрѣтить предположеніемъ, что массы желѣза имѣли первоначально другой составъ и что содержаніе въ нихъ кислорода, который обуславливаетъ нынѣшнюю перемѣну при накаливаніи, было заимствовано ими въ теченіи времени изъ атмосферы. Предположеніе это нѣкоторымъ образомъ оправдывается наблюденіемъ, которое показываетъ намъ, что найденныя массы желѣза, привезенныя въ наши широты изъ болѣе холодныхъ странъ, въ короткое время совершенно окисляются и ржавѣютъ. Этотъ процессъ окисленія могъ уже начаться, хотя и въ меньшемъ размѣрѣ, даже еще въ холодномъ мѣстопребываніи желѣза.

Если же далѣе окажется труднымъ допустить, чтобы жидкій базальтъ былъ въ состояніи держать на себѣ тяжелые самородки желѣза, то стоитъ лишь вспомнить, что все зависитъ отъ степени тягучести жидкости и скорости изверженія.—Бальзатовая тѣстообразная масса, нѣсколько тягучежидкая и скоро выходящая наружу, въ состояніи сдерживать на себѣ и тяжелые куски.

При такомъ состояніи вопроса было важно, чтобы *Наукиоффа*, при слѣдующей экспедиціи 1871 года, главною задачею которой было привести тяжелые куски желѣза, оставленные *Норденшильдомъ*, принявъ на себя трудъ дальнѣйшаго изслѣдованія базальтовой жилы, содержащей въ себѣ эти замѣчательныя включенія.

Изъ отчета *Наукиоффа* усматривается, что явленіе это еще обширнѣе и разнообразнѣе, нежели оно съ перваго взгляда показалось. Въ названной базальтовой жилѣ, порода которой во всѣхъ отношеніяхъ одинакова съ встрѣчающимися вблизи базальтами, являются включеніями не только плоскіе или кругловатые куски желѣза, но также куски долеритовой породы, которая частью содержитъ въ себѣ частички самороднаго желѣза и троилита; наконецъ въ базальтѣ находятся шарики троилита, сросшіеся съ гизингеритообразнымъ минераломъ.

Уже *Велеръ* и *Добре* обратили вниманіе на силикатовую смѣсь, которая была приставши къ кускамъ, подвергшимся ихъ изслѣдованіямъ. Теперь эта смѣсь была открыта въ большемъ количествѣ, частью свободною отъ желѣза. Изъ изслѣдованія *Наукиоффа* слѣдуетъ, что включенія долерита совершенно отличны отъ окружающаго ихъ базальта и составлены подобнымъ же образомъ, какъ метеориты, состоящіе изъ авгита и анортита изъ Ювинаса (*Juvinas*), Ионцака (*Jonzac*) и Штаннерна (*Stannern*), смѣсь которыхъ *и. Розе* назвалъ Эвкритомъ (*Eukrit*); далѣе слѣдуетъ, что троилитъ имѣетъ составъ, сходный съ тѣмъ, который встрѣчается въ нѣкоторыхъ метеорныхъ желѣзахъ.

По этимъ сообщеніямъ, до сихъ поръ извѣстныя находки въ Овифакѣ можно объяснить тѣмъ, что рой метеоритовъ, который состоялъ какъ изъ эвкрита, такъ и изъ желѣза и троилита, соединился съ базальтомъ въ то время, когда этотъ послѣдній былъ въ жидкомъ состояніи; и въ самомъ дѣлѣ *Норденшильдъ*<sup>1)</sup> распространилъ до сего свое, уже раньше высказанное, предположеніе.

Надо однако согласиться, что новыя изслѣдованія допускаютъ также другое объясненіе, въ вышеупомянутомъ смыслѣ.

Во всякомъ случаѣ, включенія, о которыхъ было говорено: желѣзо, эвкритъ, троилитъ, похожи на соответствующія составныя части извѣстныхъ метеоритовъ; но въ самомъ дѣлѣ—только похожи, ибо полного совпаденія ни въ какомъ случаѣ не представляется.—Какъ желѣзо, такъ и эвкритъ и троилитъ, въ петрографическомъ и химическомъ отношеніяхъ значительно различны отъ всего

<sup>1)</sup> Kongl. Vetensk. Akad. Förh. Вѣдѣніе 5 апрѣля 1872 г. По цитатѣ *Наукиоффа*.

того, что до сихъ поръ было наблюдаемо въ метеоритахъ. Еслибъ это различіе было на самомъ дѣлѣ такъ важно и такъ существенно, что отношеніе къ метеоритамъ предъ нимъ отступило-бы, то предположеніе, принимающее включенія эти за земные стеллурическіе продукты, взяло бы верхъ.

*Наукоффъ* обращаетъ вниманіе на то обстоятельство, что найденныя массы долерита часто имѣютъ кору, которая химически и петрографически различна отъ внутренности этихъ камней. Также и это наблюденіе не особенно благопріятствуетъ тому предположенію, что предъ нами метеориты, ибо эти послѣдніе, соотвѣтственно ихъ формѣ, которая ихъ характеризуетъ обломками, не имѣютъ такого наружнаго слоя.

Что касается до нахождения каменныхъ и желѣзныхъ массъ въ базальтѣ, то оно, кажется, одинаково благопріятно для обоихъ предположеній. Нахождение шариковъ троилита, рѣдко достигающихъ величины горошинки, могло бы представить, можетъ быть, затрудненія для метеорической гипотезы, ибо, въ случаѣ, когда выходящій наружу базальтъ уже имѣлъ отвердѣвшую кору, маленькія тѣла не могли тогда погружаться въ него, между тѣмъ какъ въ другомъ случаѣ, когда базальтъ въ минуту паденія метеоритовъ еще не имѣлъ коры и былъ такъ жидокъ, что эти шарики могли въ него погружаться, тогда большія, тяжелыя массы желѣза должны были проваливаться очень глубоко. Но съ другой стороны, если состояніе вулканической массы не было на всѣхъ точкахъ одинаково и если троилиты явились густымъ роемъ съ желѣзомъ, или соединенными съ этимъ послѣднимъ, то только тогда приведенное затрудненіе можетъ быть устранено.

Со многихъ сторонъ было выражено мнѣніе, что основательное изслѣдованіе базальтовой жилы объяснило-бы предметъ, а также и *Наукоффъ*, наблюденія котораго доходили только до незначительной глубины, находить, что дальнѣйшія изслѣдованія были-бы весьма желательны. Можетъ быть рѣшатся поэтому въ любопытномъ пунктѣ начать особыя работы и горные поиски, мы скажемъ, на метеориты. Во всякомъ случаѣ открытіе такихъ же включеній глубже—не рѣшило-бы вопроса, между тѣмъ какъ случай, если включеній окончательно глубже не встрѣтятся, былъ-бы необыкновенно благопріятенъ для метеорической гипотезы. До тѣхъ-же поръ—дальнѣйшее изслѣдованіе имѣющагося, и сравненіе его какъ съ метеоритами, такъ и съ базальтовыми включеніями, будутъ средствами для приближенія вопроса къ рѣшенію.

Я получилъ отъ г. Рихарда *фонъ-Драше*, въ Вѣнѣ, кусокъ того эвкрита, который содержитъ частички желѣза, также отъ г. профессора *Г. Лаубе*, въ Прагѣ, осколки облегающаго базальта, равно какъ и эвкрита безъ желѣза. Эти любезно предложенные подарки, за которые я весьма признателенъ жертвователямъ, дали мнѣ средство произвести сравненіе въ означенномъ выше смыслѣ. Лучше всего результаты расположить въ такомъ порядкѣ, чтобы сперва выяснилось свойство несомнѣнныхъ метеоритовъ, о которыхъ я намѣренъ здѣсь также говорить.

*Метеорическій звкритъ.*

О составѣ сюда принадлежащихъ метеоритовъ Ювипаса, Ионцага, Штаншерпа и Петербурга, производилъ уже изслѣдованія *г. Розе* <sup>1)</sup> а также и я <sup>2)</sup> сообщалъ уже ранѣе кое-что о свойствахъ метеоритовъ Штаншерпа; но все-таки я нахожу нужнымъ повторить эти изслѣдованія еще разъ точнѣе, въ смыслѣ предпринимаемаго сравненія. Названные метеориты имѣютъ всѣ, какъ извѣстно, черную, происшедшую отъ сплавленія, и сильно блестящую кору, матовый изломъ и строеніе, соответствующее вулканическому туфу. Ихъ сложеніе повсюду, или же на многихъ мѣстахъ рыхло; при удареніи молоткомъ они издають звукъ, похожій на тотъ, который издають кирпичи. Составъ ихъ — преимущественно кристаллы и кристаллическіе обломки анортита и авгита. Въ микроскопическихъ свойствахъ они очень сходны другъ съ другомъ.

Метеоритъ изъ Ионцага состоитъ преимущественно изъ тонкихъ пластинокъ анортита и столбиковъ авгита, которые менѣе первыхъ. Анортиты встрѣчаются съ рѣзкими контурами, авгиты же имѣютъ рѣдко явственную форму. При сложеніи, соответствующемъ туфу, между кристаллическими частями, распространены очень мелкозернистыя массы, состоящія изъ обломковъ обоихъ минераловъ. Кристаллы анортита достигаютъ иногда въ длину 1 сантиметра, въ падающемъ свѣтѣ являются спѣжно-бѣлыми и притомъ очень хрупки. Въ тоненькой ошлифованной пластинкѣ многіе совершенно просты; остальные же всегда составлены только изъ немногихъ тонкихъ двойниковыхъ пластинокъ. Всѣ, по крайней мѣрѣ у края ихъ разрѣзовъ, безцвѣтны и прозрачны, все же остальное при небольшомъ увеличеніи является немного мутнымъ и окрашеннымъ въ слабокоричневатый цвѣтъ. При сильнѣйшемъ увеличеніи (400) видно, что причиною этой мутности служить присутствіе многочисленныхъ удлиненныхъ или короткихъ и расположенныхъ бусообразно включеній, изъ которыхъ одни идутъ параллельно продольному направленію анортитовъ, а другія, хотя они также параллельны между собою, идутъ наклонно къ этому направленію.

Включенія эти прозрачны, бураго цвѣта и кажутся состоящими изъ стекловидной массы, которая выполнила оставшіяся при ростѣ кристалловъ промежутки. Нѣкоторые изъ этихъ промежутковъ содержатъ въ себѣ черное зернышко, или же находятся въ связи съ большимъ зерномъ чернаго или коричневаго цвѣта. Кромѣ этихъ маленькихъ включеній видны въ анорти-

<sup>1)</sup> Beschreibung und Eintheilung der Meteoriten.

<sup>2)</sup> Tschermak's Mittheilungen 1872, стр. 83.

тахъ большія, удлиненныя, коричневыя влюченія, также какъ и черныя зерна.

Кристаллы авгита встрѣчаются большею частью коротенькими призмачками, или обломками, и рѣдко имѣютъ ясныя кристаллическія очертанія. Тамъ, гдѣ они чисты, цвѣтъ ихъ зеленовато-бурый. Они разбиты грубыми трещинами и большею частью богаты влюченіями, которыя, при слабомъ увеличеніи, являются темными, параллельными штрихами, пересѣкающими призмачки въ косвенномъ направленіи, рѣже идугъ пераллельно длинѣ. Уже *г. Розе* <sup>1)</sup> замѣтилъ эти штрихи въ авгитѣ изъ метеорита Ювинаса;—они, при сильномъ увеличеніи (300—400), имѣютъ то сине-фіолетовый, то коричневый цвѣта и оказываются пылеобразными частичками или роємъ маленькихъ непрозрачныхъ зеренъ. Въ обоихъ случаяхъ эти влюченія распределены слоями. Ихъ можно, можетъ быть, отнести къ хромистому желѣзнику или къ магнитному колчедану.

Кромѣ анортита и авгита въ метеоритѣ видны непрозрачныя частички, которыя, по ихъ состоянію при падающемъ свѣтѣ и по произведеннымъ до сихъ поръ опредѣленіямъ въ подобныхъ же метеоритахъ, можно отнести къ магнитному колчедану, хромистому желѣзнику и самородному желѣзу.

Метеоритъ Ювинаса вообще нѣсколько менѣе крупнозернистъ въ сравненіи съ предъидущимъ и имѣетъ нѣсколько отличное сложеніе. Онъ состоитъ именно изъ небольшихъ частичекъ крупно и мелко-зернистой горной породы; частички эти являются большею частью рѣзко другъ отъ друга отграниченными. Крупно-зернистыя части часто совершенно плотны, какъ нормальная явственно кристаллическая порода; также они содержатъ мѣстами маленькія друзы авгита и анортита, которыя иногда сопровождаются кристаллами магнитнаго колчедана и, до сихъ поръ неопредѣленными, соломенно-желтыми листочками, на которые обращалъ вниманіе *г. Розе*.

Анортитъ и авгитъ встрѣчаются въ плотныхъ частяхъ метеорита свѣжими и не раздробленными, между тѣмъ какъ въ остальномъ они имѣютъ тотъ-же видъ, какъ и соотвѣтствующія части вышеупомянутыхъ метеоритовъ. Въ тонко отшлифованной пластинкѣ, анортитъ, кристаллы котораго здѣсь немного меньше, имѣетъ тотъ же видъ, тоже двойниковое сложеніе, тѣ же влюченія, какъ и въ вышеприведенныхъ метеоритахъ, только съ тою разницею, что влюченія эти немного мельче. Августъ обнаруживаетъ ту же форму и цвѣтъ, тѣ же разсѣлины, тѣ же влюченія. Призмачки авгита чаще разсѣлены изогнутыми поперечными трещинами. Непрозрачныя составныя части, которыя *г. Розе* принялъ за магнитный колчеданъ, хромистый желѣзникъ и за небольшое количество никелистаго желѣза, являются такимъ же образомъ и въ предъидущихъ метеоритахъ. О минералѣ этого метеорита, кажущемся гексагональнымъ, сообщу я при другомъ случаѣ.

<sup>1)</sup> Beschreibung und Eintheilung der Meteoriten стр 130.

Метеоритъ изъ Штаннерна также вообще болѣе мелко зернистъ, нежели предыдущій.—Онъ имѣетъ вышеупомянутое обломочное строеніе, причемъ крупнозернистыя, лучистыя и наконецъ мелкозернистыя кусочки минераловъ, также какъ маленькіе осколки кристалловъ, составляютъ его массу.—Структура эта у этого метеорита болѣе ясная, нежели у обоихъ предшествовавшихъ, обусловливаетъ также то явленіе, что нѣкоторые камни Штаннерна представляются однородными, нѣкоторые состоятъ изъ плотной и зернистой части, и наконецъ нѣкоторые образуютъ совершенно плотную массу.

Въ тонко отшлифованной пластинкѣ апортитъ опять является въ болѣе крупныхъ кристаллахъ, нежели авгитъ. Оба встрѣчаются, какъ въ мелкозернистыхъ массахъ, составленныхъ только изъ осколковъ кристалловъ, такъ и въ лучистыхъ и плотныхъ кускахъ, состоящихъ изъ плотнаго агрегата маленькихъ кристалловъ.

Апортитъ имѣетъ снова тѣ же самыя свойства, которыя передъ симъ были перечислены, только включенія встрѣчаются въ немъ менѣе скученными и менѣе, нежели въ метеоритахъ Ювинаса. Маленькіе кристаллики апортита имѣютъ болшую частію мелкую двойную структуру, авгитъ представляется часто раздробленнымъ и въ немъ часто обнаруживается распаденіе на куски параллельно 001.

Наружный видъ и включенія опять тѣ же самыя какъ и у предыдущихъ метеоритовъ, равно какъ не прозрачныя составныя части такого-же рода какъ и въ этихъ послѣднихъ. О находженіи въ небольшомъ количествѣ повидимому тессеральнаго прозрачнаго минерала, говорилъ я уже раньше <sup>1)</sup>.

Метеоритъ Петербурга, какъ извѣстно, схожъ съ тремя предыдущими метеоритами, но онъ содержитъ, кромѣ апортита и авгита, еще желтый силикатъ, который принимаютъ за оливинъ. Я до сихъ поръ еще не имѣлъ возможности подвергнуть микроскопическимъ изслѣдованіямъ этотъ камень, такъ какъ коллекція не имѣетъ достаточно матеріала для того, чтобы можно было произвести надлежащее испытаніе.

Относительно метеоритовъ Шерготти (Shergotty), которые по составу своему приближаются къ эвкриту, повторю я изъ моихъ прежнихъ извѣстій <sup>2)</sup> только то, что этотъ камень имѣетъ плотное кристаллическое строеніе и состоитъ изъ авгита и маскеленита, тессеральнаго безцвѣтнаго силиката, который составомъ похожъ на лабродоритъ.—Авгитъ этого метеорита встрѣчается въ цѣльныхъ, по виду однородныхъ, недѣлимыхъ, которыя впрочемъ наполнены сѣтообразно расположенными многочисленными трещинами, почему цвѣтъ этого минерала является при падающемъ свѣтѣ свѣтло бурнымъ. Включеній, какъ и въ вышепоименованныхъ авгитахъ, здѣсь не замѣчается.

<sup>1)</sup> *Tschermak's Mittheilungen* 1872 г. стр. 84.

<sup>2)</sup> *Sitzungs Ber. der Wiener Akad. Rd. LXV* отд. 1 стр. 122 и *Tschermak's Mittheil.* 1872, стр. 87.



*Экритъ изъ Овифака.*

Куски, лежащіе передо мной, какъ уже извѣстно, двухъ родовъ. Одинъ родъ содержитъ самородное желѣзо, другой нѣтъ. Обѣ породы имѣютъ мѣстами наружную кору, похожую на кору метеоритовъ, но только уже значительно измѣнившуюся черезъ окисленіе, такъ что нельзя узнать произошла ли она черезъ сплавленіе какъ у метеоритовъ. Съ другой стороны наружное очертаніе и помянутая кора совершенно отличны отъ того, что замѣчаютъ въ базальтовыхъ включеніяхъ, которыя состоятъ изъ оливина и бронзита, ибо въ этихъ послѣднихъ не замѣчается и слѣда коры.

Кусокъ съ самороднымъ желѣзомъ представляется плотно кристаллическимъ. Онъ содержитъ смѣси двухъ родовъ, которыя на короткомъ разстояніи переходятъ другъ въ друга.

Одна смѣсь содержитъ явственно видимое желѣзо, другая же его не содержитъ; эта послѣдняя имѣетъ желѣзно-черный цвѣтъ и содержитъ въ себѣ красящія частички.

Смѣсь съ самороднымъ желѣзомъ кажется сплошнымъ долеритомъ или андезитомъ, имѣетъ зеленовато-черный цвѣтъ и содержитъ частички желѣза, неравномѣрно распредѣленныя кучками. Наибольшія изъ этихъ частей имѣютъ 3 м.м. длины. Онѣ, по вытравленіи полированной плоскости, обнаруживаютъ явственныя фигуры, при чемъ никелистое желѣзо остается въ прямолинейныхъ формахъ ярко блестящимъ, промежутки же дѣлаются матовыми; фигуры отдѣльныхъ частичекъ не имѣютъ впрочемъ того взаимнаго соотношенія, которое такъ ясно усматривается въ метеоритахъ Брагина (Brahin), Риттергрюна (Rittersgrün) и Красноярска. — Частички желѣза кажутся поэтому большею частію не имѣющими другъ съ другомъ никакой связи. Тѣсно соединенными съ частичками желѣза являются черныя точки, которыя можно, быть можетъ, отнести къ магнетиту и графиту, и также по краямъ показываются коричневые канты, которые походятъ на гизингиритообразный минералъ, о которомъ будетъ говорено впоследствии. Кромѣ того съ желѣзомъ являются соединенными маленькія зерна бронзово-желтаго минерала, который можно здѣсь обозначить троилитомъ. Но минералъ этотъ въ другихъ камняхъ является также самостоятельно въ видѣ маленькихъ зеренъ.

Силикатовая смѣсь содержитъ явственныя, видимыя простымъ глазомъ, бороздки, длиною въ 1 м.м., темно-зеленаго полеваго шпата, тогда какъ остальная масса является почти плотною. — Въ тонко ошлифованной пластинкѣ замѣчаютъ прежде всего разрѣзы полеваго шпата, который, по анализу *Наукоффа*, можно принять за анортитъ. — Кристаллы этого полеваго шпата представляются большею частію рѣзко ограниченными; они пересѣкаютъ какъ авгитъ, такъ и самородное желѣзо и магнитный колчеданъ, а потому образо-

вались ранѣе этихъ послѣднихъ. — Они являются обыкновенно составленными изъ немногихъ двойниковыхъ тонкихъ пластинокъ, совершенно прозрачны и содержатъ въ себѣ только большія и притомъ немногія включенія.

Эти послѣднія суть частью черныя зерна, частью коричневыя, неправильно сформировавшіяся, или по продольному направленію анортита растянутыя, прозрачныя, стекловидныя заполненія. — Правильнаго скопленія включеній здѣсь не замѣчается.

Авгитъ свѣтло зеленовато бураго цвѣта, тамъ и сямъ заключаетъ въ себѣ трещины; правильнаго ограниченія не имѣетъ. — Онъ наполняетъ только пустоты, остающіяся между прочими составными частями, точно также какъ это замѣчается во многихъ долеритахъ и діабазахъ. Включенія не многочисленны и состоятъ изъ отдѣльныхъ черныхъ зернышекъ.

Заключающіяся и вкрапленныя здѣсь и тамъ въ смѣси черныя зернышки, которыя встрѣчаются частью между индивидуумами силиката, частью попадаютъ въ этихъ самыхъ педѣлимыхъ, какъ включенія, можно-бы было отнести къ магнетиту, потому что минераль этотъ попадаетъ на другихъ мѣстахъ камня въ большемъ количествѣ; по той же самой причинѣ отдѣльные маленькіе листочки чернаго цвѣта я могъ-бы считать графитомъ.

На кускѣ камня, содержащемъ желѣзо, замѣчается также, какъ уже выше было сказано, желѣзочерная, немного чешуйчатая смѣсь съ черными частичками. Въ тонко отшлифованной пластинкѣ усматривается безцвѣтный полевой шпатъ, въ видѣ короткихъ пластинообразныхъ индивидуумовъ, съ тонкимъ двойниковымъ сложеніемъ и большими включеніями. Эти послѣднія суть или по продольному направленію растянутыя бурныя или черныя выполненія, или же пылеобразно-мелкія черныя зерна, или наконецъ довольно большія, кругловатыя, прозрачныя тѣла фіолетоваго цвѣта. Хотя послѣднія, въ лежащей передо мною пробѣ, и не дозволяютъ распознать кристаллической формы, но все-таки онѣ должны представлять тотъ минераль, который *Наукиоффъ* наблюдалъ въ подобной-же смѣси въ формѣ октаэдра и который онъ принялъ за шпинель.

Исключая полеваго шпата замѣчаются также бурныя зерна, которыя, конечно, слѣдуетъ считать авгитомъ и которыя входятъ здѣсь далеко не въ такомъ количествѣ, въ какомъ попадаетъ авгитъ въ вышеописанной смѣси. Далѣе здѣсь наблюдаются черныя составныя части, которыя большею частью въ падающемъ свѣтѣ выглядятъ полуметаллическими и имѣющими форму зеренъ, и которыя по всѣмъ прежнимъ изслѣдованіямъ можно принять ни за что другое, какъ за магнетитъ, тогда какъ другіе являются въ видѣ черныхъ, неблестящихъ чешуекъ, принадлежащихъ къ марающей составной части и которую можно въ свою очередь принять съ большимъ вѣроятіемъ за графитъ. Здѣсь также находятся въ небольшомъ количествѣ маленькія зернышки троилита.

Эта послѣдняя смѣсь можетъ быть соотвѣтствуетъ той смѣси, которую *Наукоффъ* описалъ подь № 10.

Вторая находящаяся въ моемъ распоряженіи проба представляетъ также темно-сѣровато-зеленую смѣсь, имѣющую равномерно большое сходство съ долеритомъ или діабазомъ. Въ ней замѣчаются простымъ глазомъ довольно большія пластинки полевого шпата, имѣющія до 4 м.м. длины, далѣе—жирно-блестящія черненькія частички съ раковистымъ изломомъ, имѣющія въ поперечникѣ до 2 м.м. Въ тонко ошлифованной пластинкѣ проба эта необыкновенно похожа на силикатовую смѣсь камня, содержащаго самородное желѣзо; однако отдѣльные полевые шпаты крупнѣе, тогда какъ остальная масса представляется мелко кристаллическою.

Въ нѣкоторыхъ полевыхъ шпатахъ замѣчается въ серединѣ слабая мутность свѣтло-бураго цвѣта. При сильномъ увеличеніи обнаруживается, что эта мутность состоитъ изъ множества тонкихъ, вытянутыхъ, между собою параллельныхъ, или же короткихъ, кругловатыхъ включеній, которыя кажутся одинаковыми съ *находящимися въ метеорическомъ эвкритѣ*, съ тою только разницею, что они еще меньше. Большія включенія суть тѣ-же самыя, какъ въ полевомъ шпатѣ, вышеописанной смѣси изъ Овифака. Авгитъ содержится точно также, какъ въ только-что названномъ камнѣ; самороднаго желѣза не замѣчается, вмѣсто того явственно усматривается оливинъ въ видѣ круглыхъ зеренъ, характеризуемый сѣтью трещинъ, которыя часто бываютъ обсажены черными зернышками. Далѣе, въ тонко ошлифованной пластинкѣ наблюдаются вышеупомянутыя пластинки съ раковистымъ изломомъ въ видѣ чернобурыхъ, неправильно ограниченныхъ скопленій, безъ всякаго слѣда кристаллизаціи. Частички эти можетъ быть тоже самое, что гизингеритообразный минералъ *Наукоффа*, который разсматриваетъ его какъ измѣненный продуктъ троилита. Въ смѣси находится также троилитъ маленькими зернами съ рѣзкимъ очертаніемъ; только совмѣстное нахожденіе этихъ двухъ минераловъ не говорить въ пользу такого рода образа происхожденія гизингерита; скорѣе можно бы было предположить, что причиною такого образованія было самородное желѣзо, ибо за это говорить наблюденіе, произведенное въ преждеописанной смѣси, и потому что троилитъ является сросшимся совершенно такимъ же образомъ съ чернымъ гизингеритообразнымъ минераломъ, какъ въ прежней пробѣ съ желѣзомъ.

Въ маленькихъ жеодахъ находится наконецъ также хлорофенъ, легко отличающійся отъ гизингерита свѣтлымъ бурымъ цвѣтомъ и кристаллическимъ сложеніемъ.

Описаніе метеорическихъ эвкритовъ и каменныхъ массъ Овифака показываетъ, что въ свойствахъ обоихъ замѣчаются не незначительныя различія. Является теперь вопросъ, какое значеніе можно придать этимъ различіямъ въ отношеніи затронутого вопроса.

Строеніе метеорическихъ эвкритовъ туфообразное, строеніе-же эвкритовъ изъ Овифака совершенно плотное. Но такія различія встрѣчаются часто у извѣстныхъ метеоритовъ. Обыкновенные метеорическіе камни, хондриты, часто туфообразны, другіе, химически съ этими одинаковые, каковы лодранъ (Lodran), Манбгомъ (Manbhoom), плотны и кристаллическіе.

Составныя части представляютъ большія различія въ отношеніи сложенія и включеній. Тонкія включения, характеристическія для метеорического анортита, отсутствуютъ совершенно въ одной пробѣ изъ Овифака. Но такъ какъ такія включения были найдены въ другой пробѣ, хотя и въ небольшомъ количествѣ, то это различіе не можетъ имѣть особеннаго значенія. Авгитъ въ камняхъ изъ Овифака не имѣетъ характеристическихъ включеній, авгитъ-же метеорическихъ эвкритовъ содержитъ ихъ часто. Это различіе, какъ предъидущее показываетъ, не особенно важно, такъ какъ не все авгиты метеоритовъ имѣютъ подобныя включения (Cf. Shergotty, Busti). Поразительное отличіе заключается въ формѣ авгита. Весь метеорическій авгитъ представляетъ кристаллическія недѣлимые и именно призмачки, тогда какъ авгитъ изъ Овифака не обнаруживаетъ никакой формы и только наполняетъ собою промежутки между остальными минералами,—явленіе, не замѣчаемое, въ метеоритахъ, но характеристичное для долерита, габбро, диабазы. Это состояніе авгита, господствующее въ сложеніи камней Овифака, благопріятствуетъ тому предположенію, которое принимаетъ послѣдніе за продукты земли.

Относительно содержанія желѣза и троилита замѣчается только различіе въ относительномъ количествѣ, что не можетъ имѣть большого значенія. Нахожденіе-же магнетита и графита, не существующихъ въ метеорическомъ эвкритѣ, есть особенность камней Овифака, которая на первый взглядъ могла-бы показаться странною. Но если принять въ соображеніе, что главная масса включеній Овифака состоитъ изъ желѣза, богатаго обоими этими тѣлами, и что составъ самаго желѣза не противорѣчитъ метеорической натурѣ, то придется невольно сдѣлать сравненіе съ метеорическимъ эвкритомъ.

Явленіе, что найденные камни имѣютъ различную структуру и составъ, не согласуется съ тою теоріею, по которой они предполагаются теллурическими продуктами, ибо подобныхъ еще никогда не находили въ изслѣдованныхъ до сихъ поръ базальтовыхъ включенияхъ; напротивъ, въ этомъ усматривается сходство съ метеоритами, тѣмъ болѣе, что при многихъ паденіяхъ метеоритовъ, доставившихъ значительное количество кусковъ, были замѣчены подобныя-же неодинаковости (Штаннернъ, Пултускъ). — Нахожденіе слоя коры, о которомъ говоритъ *Наукоффъ*, равно неблагопріятно какъ для одной, такъ и для другой гипотезъ. Но надо замѣтить, что явленіе это обнаруживается не столь постояннымъ и не столь отличнымъ образомъ, чтобы можно было ему приписать особенное значеніе. На изслѣдованныхъ мною кускахъ я не нашелъ такого слоя коры, не смотря на то, что одинъ изъ нихъ состоялъ изъ двухъ различныхъ смѣсей. Это явленіе можно считать за случайное, такъ какъ такія

же случайности встрѣчаются въ камняхъ Штаннера, состоящихъ изъ трехъ смѣсей, имѣющихъ различный видъ.

Внутреннее свойство описанныхъ камней Овифака не показываетъ по этому ничего такого, что могло-бы противорѣчить произведеннымъ до сихъ поръ изслѣдованіямъ надъ метеоритами, только нахожденіе авгита болѣе сходно съ нахожденіемъ его зъ земныхъ горныхъ породахъ. Принятію-же теллурическаго происхожденія противуствуетъ затронутое уже въ началѣ статьи обстоятельство, что никелистое желѣзо еще не было до сихъ поръ наблюдаемо, какъ составная часть горныхъ породъ земли, и еще менѣе — сонахожденіе этого желѣза съ троилитомъ и графитомъ.

Я поэтому того мнѣнія, что даже тщательное испытаніе всѣхъ обстоятельствъ допускаетъ только то заключеніе, что вышеупомянутыя открытія въ Овифакаѣ должно пока принимать за метеорическія массы.

Если предположить, что отдѣльные куски произошли отъ раздробленія нѣкагого большаго космическаго тѣла, — а къ этому предположенію приводитъ насъ наблюденіе всѣхъ тѣхъ паденій метеоритовъ, которыя доставили довольно большое число камней, — то получается въ результатѣ для прежняго состоянія брекчіеобразная масса, состоявшая какъ изъ желѣза, такъ и изъ кусковъ эвкрита. Брекчій, образованныя изъ желѣза и хондрита, уже издавна извѣстны (метеориты Тулы, Богумилица (Bohumilitz), Копіапо (Copiapo)). Къ этимъ послѣднимъ метеоритъ изъ Овифака могъ-бы образовать параллель.

## ДИНАМИЧЕСКАЯ ТЕОРІЯ ГАЗОВЪ <sup>1)</sup>

В. фонъ-Ланга.

### *Основныя гипотезы.*

Предметъ *динамической теоріи газовъ* есть опредѣленіе, путемъ математическаго анализа, главныхъ ихъ свойствъ и законовъ, предполагая эти газы состоящими изъ отдѣльныхъ частицъ. Кренигъ считаетъ, что эти частицы не производятъ другъ на друга никакого дѣйствія, но всѣ двигаются впередъ по прямолинейнымъ траекторіямъ. При этомъ понятно, что весьма скоро онѣ ударяютъ о другія частицы или о непроницаемую стѣну; но такъ какъ массы частицъ одного и того же газа могутъ считаться равными, то при ударѣ онѣ

<sup>1)</sup> Перевелъ съ нѣмецкаго М. Левицкій.

должны только обмѣняться скоростями <sup>1)</sup>). Стало бытъ первоначальная скорость движенія не измѣняется, и можно взять среднюю арифметическую изъ всѣхъ скоростей частицъ  $u$  за величину постоянную.

Такимъ образомъ траекторія каждой газообразной частицы будетъ состоять изъ прямыхъ, проходимыхъ съ различными скоростями. Среднее значеніе всѣхъ скоростей отдѣльной частицы будетъ также равно  $u$ ; но для опредѣленія его достаточно одного весьма малаго промежутка времени, такъ какъ мы сейчасъ увидимъ, что число соудареній даже въ одну секунду можетъ быть принято за весьма большое.

Длиною пути или путемъ газообразной частицы называется часть траекторіи ея между положеніями при двухъ послѣдовательныхъ ударахъ. Послѣ каждаго удара путь частицы обыкновенно измѣняется и въ теченіи даже весьма непродолжительнаго промежутка времени принимаетъ весьма различныя величины. Но и здѣсь можно принять среднее значеніе этихъ величинъ за нѣкоторую постоянную  $l$ . Если за тѣмъ обозначимъ черезъ  $\theta$  время, истекшее между двумя послѣдовательными ударами частицы, мы должны имѣть

$$l = \theta u \quad (1)$$

а выраженіе  $\frac{1}{\theta} = \frac{u}{l}$  дастъ намъ число такихъ ударовъ одной частицы въ единицу времени. Тогда мы можемъ, при вычисленіи дѣйствія, производимаго ударомъ  $n$  частицъ въ единицу времени принять, что ихъ  $\frac{1}{\theta} n$ , но что каждая изъ нихъ получаетъ всего по одному удару въ каждую единицу времени.

Если мы опредѣляемъ дѣйствіе газообразныхъ частицъ на нѣкоторую точку  $O$ , то нѣтъ надобности принимать во вниманіе тѣ изъ частицъ, которыя удалены отъ  $O$  болѣе чѣмъ на среднюю длину пути  $l$ . Другими словами, мы считаемъ, что всѣ частицы безразлично проходятъ пути, равные среднему  $l$ .

Другое вводимое въ вычисленія упрощеніе, состоитъ въ томъ, что мы принимаемъ всего три взаимно перпендикулярныя направленія движенія частицъ, между тѣмъ какъ эти направленія могутъ быть въ дѣйствительности безконечно различны, хотя всѣ они могутъ разлагаться по тремъ даннымъ прямымъ.

<sup>1)</sup> Въ самомъ дѣлѣ, назовемъ  $P$  и  $P'$  силы, двигающія обѣ частицы  $m$  и  $m'$ , а  $p$  и  $p'$ ,  $s$  и  $s'$  слогающія скоростей ихъ  $s$  и  $s'$ , изъ коихъ двѣ первыя параллельны, а двѣ вторыя перпендикулярны къ силѣ  $K$ , возбуждаемой при ударѣ. Перпендикулярныя слогающія не измѣняются: параллельныя-же будутъ пропорціональны силамъ  $P$  и  $P'$ . Количества движенія и живыя силы до и послѣ удара тѣ-же; стало бытъ  $mp^2 + m'p'^2 = mP^2 + m'P'^2$  и  $mp + m'p' = mP + m'P'$ ; откуда

$$P = p + 2m \frac{P' - p}{m + m'} \quad P' = p' + 2m \frac{P - p'}{m + m'}$$

а при равенствѣ массъ, т. е.  $m = m'$  очевидно  $P = p'$  и  $P' = p$ .

*Расширительная сила.*

Давленіе, производимое газомъ на стѣнки сосуда, происходитъ отъ удара газообразной частицы объ эти послѣднія. Если ударъ этотъ производится частицею, имѣющею массу  $m$ , и если слогающая ея скорости, перпендикулярная къ стѣнкѣ, есть  $u_x$ , соответствующая этой скорости сила  $mu_x$  опредѣлитъ силу удара. Такимъ образомъ для опредѣленія давленія газа надо вычислить количество движенія, передаваемое частицею газа стѣнѣ.

Пусть будетъ  $f$  элементъ этой стѣны на столько малый, чтобъ можно было его считать плоскимъ; эту плоскость примемъ за координатную  $YZ$  прямоугольной системы. Такъ какъ мы допускаемъ движенія частицъ только по тремъ взаимноперпендикулярнымъ осямъ, изъ коихъ двѣ лежатъ въ плоскости  $f$ , единственныя дѣйствующія на эту плоскость силы должны быть направлены параллельно оси  $X$ -овъ. Но и изъ движеній вдоль этой оси мы можемъ принять во вниманіе только оканчивающіяся у плоскости  $f$ , т. е. лежащія внутри цилиндра, имѣющаго основаніе  $f$  и ось, параллельную оси  $X$ -овъ. Между ними также отбрасываемъ все движенія частицъ, отстоящихъ отъ плоскости  $f$  болѣе чѣмъ на длину средняго пути  $l$ . Такимъ образомъ имѣемъ всего  $\frac{n}{3} fl$  дѣйствующихъ частицъ, если  $n$  есть число частицъ въ единицѣ объема газа. Дѣйствіе ихъ въ единицу времени выразится, какъ будто-бы было  $\frac{1}{3} \cdot \frac{n}{3} fl$  частицъ, ударяющихъ о стѣну каждая по одному разу. Такъ какъ этотъ ударъ происходитъ перпендикулярно къ стѣнѣ, количество движенія  $mu$  передастся этой послѣдней и величина удара выразится черезъ  $\frac{1}{3} n f u m^2$ . Если это выраженіе раздѣлить на  $f$ , получимъ величину давленія  $p$ , производимаго газомъ на единицу поверхности стѣны сосуда,

$$p = \frac{nm^2}{3} \quad (2)$$

Формула эта въ первый разъ была выведена Кренигомъ.

Число частицъ, содержимыхъ въ объемѣ газа  $v$ , которое назовемъ  $N$ , очевидно равно  $nv$ ; а потому, умножая объ части уравненія (2) на  $v$ , получимъ:

$$pv = \frac{Nmu^2}{3} \quad (3)$$

Такъ какъ  $N$ ,  $m$ ,  $u$ , для даннаго количества известнаго газа суть величины постоянныя, то и произведеніе  $pv$  постоянное. Другими словами, объемы газовъ обратно пропорціональны давленіямъ, на нихъ дѣйствующимъ; а это известный *Мариоттовъ законъ*.

*Скорость поступательнаго движенія частицъ.*

Въ послѣднемъ уравненіи  $Nm$  ничто иное какъ масса всего газа; если обозначимъ черезъ  $d$  его плотность, мы получимъ:

$$Nm = vd \quad (4)$$

а отсюда также

$$u = \sqrt{3 \frac{p}{d}} \quad (5)$$

*Равенство живыхъ силъ въ газообразныхъ смѣшеніяхъ.*

Разсмотримъ теперь случай, когда въ одномъ сосудѣ заключается два различныхъ газа. Тогда въ одномъ пространствѣ заключаются частицы двухъ родовъ, которыя, вслѣдствіе своего поступательнаго движенія безпрестанно другъ о друга ударяють. Но отъ этихъ ударовъ окончателно каждая частица будетъ имѣть одну и ту-же среднюю живую силу. Чтобы это доказать, возьмемъ двѣ разныя частицы съ неравными массами  $m$  и  $m'$ . При соудареніи ихъ произойдетъ только переходъ слогающихъ  $p$  и  $p'$  скорости параллельныхъ направленію удара въ  $P$  и  $P'$ . Но  $P$  и  $P'$  намъ уже извѣстны (см. примѣч. стр. 78).

$$\begin{aligned} P &= p + 2m' \frac{p' - p}{m + m'} \\ P' &= p' + 2m \frac{p - p'}{m + m'} \end{aligned} \quad (6)$$

откуда легко получимъ:

$$\frac{m}{2} P^2 - \frac{m'}{2} P'^2 = \left( \frac{8mm'}{(m+m')^2} - 1 \right) \left( \frac{m'}{2} p'^2 - \frac{m}{2} p^2 \right) + 4mm' (m - m') pp' \quad (7)$$

Такъ какъ величины  $p$  и  $p'$  одинаково могутъ быть положительными и отрицательными, то одинаково вѣроятно, что послѣдній членъ второй части уравненія будетъ положительный или отрицательный. Поэтому среднее значеніе этого члена есть нуль, а средній результатъ для соударенія двухъ разсматриваемыхъ частицъ будетъ

$$\frac{m}{2} P^2 - \frac{m'}{2} P'^2 = \left( \frac{8mm'}{(m+m')^2} - 1 \right) \left( \frac{m'}{2} p'^2 - \frac{m}{2} p^2 \right) \quad (8)$$

Первый множитель втораго члена есть дробь, меньшая единицы, пока  $m$  и  $m'$  неравны. Въ самомъ дѣлѣ

$$\sqrt{mm'} = \sqrt{m[m + (m' - m)]} = m \left[ 1 + \frac{m' - m}{m} \right]^{1/2}$$



или развертывая по формулѣ бинома

$$\sqrt{mm'} = m \left[ 1 + \frac{1}{2} \frac{m'-m}{m} - \frac{1}{4} \cdot \frac{1}{1 \cdot 2} \cdot \left( \frac{m'-m}{m} \right)^2 + \dots \right] < \frac{m+m'}{2} \quad (9)$$

то есть

$$8mm' < 2(m+m')^2$$

и наконецъ

$$\frac{8mm'}{(m+m')^2} - 1 < 1 \quad (10)$$

а на основаніи этого неравенства мы можемъ сказать, что при соудареніи частицъ неравной массы, средняя разность живыхъ силъ постоянно уменьшается и наконецъ становится равной нулю.

### Температура.

Извѣстно, что свойства тѣлъ измѣняются отъ дѣйствія теплоты. Легче всего это замѣтить, наблюдая объемъ тѣла, который увеличивается при нагрѣваніи и уменьшается при охлажденіи. Давленіе, дѣйствующее на тѣло, мы считаемъ неизмѣннымъ. Если-же у тѣла отнять столько-же теплоты, сколько ему было сперва сообщено, оно возвращается къ первоначальному объему. Это особое состояніе, въ которое тѣло приводится сообщеніемъ ему или отнятіемъ у него теплоты, называется его *температурою*.

Тѣлами одинаковой температуры называются такія, которыя, будучи приведены въ соприкосновеніе, въ какихъ угодно количествахъ, не измѣняютъ своихъ объемовъ. Если-же, наоборотъ, приведемъ въ соприкосновеніе тѣла разныхъ температуръ, одно изъ нихъ станетъ расширяться, а другое сжиматься, т. е. одно отдаетъ часть своей теплоты, а другое ее принимаетъ, пока температуры ихъ ни уравниются.

Если мы имѣемъ возможность доказать равенство температуръ двухъ тѣлъ, то можемъ также сравнивать между собою и неравныя температуры слѣдующимъ способомъ. Берутъ опредѣленный вѣсъ воздуха въ расширяющемся сосудѣ и измѣняютъ при постоянномъ давленіи температуру этого воздуха, пока она ни уравнивается съ температурами сперва тѣла А, потомъ тѣла В. Если воздухъ представлялъ въ первомъ случаѣ объемъ  $v$ , а во второмъ объемъ  $v'$ , то говорятъ, что отношеніе температуръ тѣлъ А и В равно  $v: v'$ . Стало бытъ температура тѣла есть величина пропорціональная объему произвольнаго количества воздуха при постоянномъ давленіи. Обозначая ее черезъ Т, а произвольную постоянную, величину черезъ,  $q$ , можемъ писать

$$v = qT \quad (11)$$

Значеніе  $q$  зависитъ отъ единицъ, выбранныхъ для измѣренія температуръ и объемовъ. Первыя опредѣляются помощью нѣкоторыхъ неизмѣняемыхъ въ природѣ температуръ, каковы, на примѣръ, соответствующія при переходѣ тѣла изъ одного состоянія сцѣпленія въ другое. Пока тающее тѣло не вполне растаяло, температура его не мѣняется; точно также не мѣняется она и при обращеніи жидкости въ пары, пока не испарилась вся жидкость. Такимъ образомъ пользуются температурою тающаго льда и температурою кипящей, при нормальномъ давленіи, воды. Разность между этими двумя температурами Цельсій дѣлится на 100, а Реомюръ на 80 равныхъ частей, именуемыхъ *градусами*.

Для точки тающаго льда и для другой, превышающей первую на  $n$  градусовъ, уравненіе (11) принимаетъ видъ:

$$v_0 = q T_0 \quad v_n = q (T_0 + n) \quad (12)$$

откуда

$$\frac{1}{T_0} = \frac{1}{n} \cdot \frac{v_n - v_0}{v_0} \quad (13)$$

Вторая часть этого уравненія изображаетъ коэффициентъ расширенія  $\alpha$ , соответствующій 1° Цельс., который для воздуха равенъ 0,003665. Съ помощью этого числа найдена температура  $T_0$ , тающаго льда 273°, а слѣдовательно температура кипѣнія воды 373°.

Такимъ образомъ измѣренная температура называется *абсолютною*.

На практикѣ приято называть температурою тѣла разность

$$t = T - T_0 \quad (14)$$

и обозначать температуру тающаго льда черезъ 0°, а кипящей воды—черезъ 100° Цельс. или 80° Реом. Меньшія 0° температуры обозначаются отрицательными числами. Тогда уравненіе (11) пишется:

$$v = q (t + T_0)$$

а для тающаго льда

$$v_0 = q (1 + T_0)$$

Принявъ во вниманіе, что  $T_0 = \frac{1}{\alpha}$ , получимъ окончательно

$$v = v_0 (1 + \alpha t) \quad (15)$$

Изъ уравненій (3) и (11) находимъ

$$T = \frac{2}{3} \cdot \frac{N}{pq} \cdot \frac{m}{2} u^2 \quad (16)$$

а это уравненіе показываетъ, что при постоянномъ давленіи абсолютная температура газа пропорціональна среднему значенію живой силы поступательнаго движенія его частицъ.

Этотъ законъ применимъ и къ тому случаю, когда сравниваются различные газы между собою. Въ самомъ дѣлѣ, можно доказать, что въ уравненіи (16) коэффициентъ при  $\frac{m}{2} u^2$  есть величина постоянная для всѣхъ газовъ. Представимъ себѣ два газа при равномъ давленіи и равной температурѣ и раздѣлимъ ихъ сперва перегородкою. Такъ какъ оба они должны производить одинаковыя давленія, мы должны имѣть изъ уравненія (2)

$$n m u^2 = n' m' u'^2 \quad (17)$$

Если теперь отнимемъ перегородку, температура, если была та-же въ обоихъ газахъ, какъ дознано изъ опыта, не должна измѣниться. Такимъ образомъ отнятіе перегородки не должно произвести разницы въ величинѣ среднихъ живыхъ силъ отдѣльныхъ частицъ. Но это возможно только въ случаѣ первоначальнаго ихъ равенства, то есть при

$$m u^2 = m' u'^2 \quad (18)$$

Въ противномъ случаѣ среднія живыя силы, изображенныя формулою (8), должны непремѣнно измѣниться, по смѣшеніи газовъ.

Раздѣливъ почленно уравненіе (17) на уравненіе (18), находимъ:

$$n = n' \quad (19)$$

и слѣдующій законъ:

*Всѣ газы, при равенствѣ давленій и температуръ, содержатъ въ равныхъ объемахъ равное число частицъ.*

Въ уравненіи (16) величины  $q$  и  $N$  постоянны для равныхъ объемовъ разныхъ газовъ, а потому абсолютная температура газовъ при одномъ и томъ-же давленіи пропорціональна средней величинѣ силы поступательнаго движенія ихъ частицъ.

#### *Плотность и атомный вѣсъ.*

Согласно уравненію (19) для всѣхъ газовъ частное  $v$  на  $N$  должно представлять величину постоянную, при постоянномъ давленіи и постоянной температурѣ. Слѣдовательно, если назовемъ  $s$  удѣльный вѣсъ газа, а  $G$  абсолютный его вѣсъ мы должны имѣть:

$$\frac{v}{N} = \frac{G}{sN} = \text{пост.} \quad (20).$$

Но  $\frac{G}{s}$  есть, очевидно, вѣсъ ( $mg$ ) отдѣльной частицы, такъ что пишемъ также

$$\frac{mg}{s} = \text{пост.} \quad (21)$$

уравненіе, первая часть котораго есть объемъ частицы при наполненномъ безъ промежутковъ пространствѣ.

Если абсолютный вѣсъ газообразной частицы неизвѣстенъ, то тѣмъ не менѣе можно сравнивать послѣднюю формулу съ результатомъ опыта, показывающаго, что частичные вѣса газовъ суть множители на цѣлыя числа *пайныхъ вѣсовъ*, т. е. наименьшихъ относительныхъ вѣсовъ, съ которыми тѣла входятъ въ химическія соединенія. Въ самомъ дѣлѣ, изъ опыта дознано, что въ химическихъ соединеніяхъ относительные вѣса составляющихъ тѣла всегда опредѣленныя величины, относящіяся какъ цѣлыя числа, обозначаемыя черезъ Н, О, Р и проч. при чемъ полагаютъ Н=1. Этотъ законъ приводитъ насъ къ предположенію, что составляющія тѣла суть совокупность атомовъ опредѣленнаго вѣса, могущихъ соединяться не иначе какъ въ цѣлыхъ числахъ. Вотъ причина, почему эти наименьшіе вѣса вмѣсто пайныхъ вѣсовъ принято называть проще *атомнымъ вѣсомъ тѣла*.

Такъ какъ въ химическихъ процескахъ могутъ взаимно дѣйствовать другъ на друга только цѣлыя числа частицъ, частичный вѣсъ долженъ быть всегда множителемъ на цѣлое число атомнаго вѣса. Поэтому мы можемъ положить

$$mg = xa \quad (22)$$

гдѣ  $a$  есть атомный вѣсъ разсматриваемаго газа, а  $x$  нѣкоторое цѣлое число. Уравненіе (21) дастъ тогда

$$\frac{a}{s} = \frac{\text{пост.}}{x} \quad (23)$$

изъ чего слѣдуетъ найденный Гэ-Люссакомъ изъ опыта законъ: *Атомные вѣса газовъ относятся между собою какъ цѣлыя числа*.

Раздѣливъ уравненіе (11) на первое изъ уравненій (12), мы получимъ:

$$v = v_0 \frac{T}{T_0} \quad \text{или} \quad \frac{p}{d} = \frac{P}{D} \cdot \frac{T}{T_0} \quad (24)$$

Здѣсь  $D$  обозначаетъ плотность при нормальномъ давленіи и температурѣ тающаго льда, которую мы можемъ представить и въ видѣ отношенія  $\frac{S_p}{\rho}$ , произведенія удѣльнаго вѣса газа  $\rho$  относительно воздуха при давленіи  $p$  и температурѣ  $T$ , на  $S$  удѣльный вѣсъ воздуха при нормальномъ

давленіи и температурѣ тающаго льда, къ ускоренію тяжести  $g$ . Тогда уравненіе наше приметъ видъ:

$$\frac{v}{a} = \frac{gP}{S\rho T_0} \quad (25)$$

а найденное въ началѣ уравненіе (5) сдѣлается:

$$u = \sqrt{3 \frac{gPT}{S\rho T_0}} \quad (26).$$

При метрѣ и граммѣ, взятыхъ за единицы,  $P = 1032,91 \times 10^4$ ,  $S = 0,00129276 \times 10^6$ ,  $g = 9,80917$ ; подставляя эти числа получимъ въ окончательномъ видѣ выраженіе средней скорости поступательнаго движенія частицъ газовъ

$$u = 48500 \sqrt{\frac{T}{\rho T_0}} \text{ сантиметр.} \quad (27)$$

При температурѣ тающаго льда найдемъ для разныхъ газовъ:

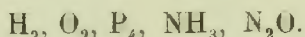
	$\rho$	$u$	
H . . . . .	0,0692	184400	сентим.
O . . . . .	1,1056	46100	»
N . . . . .	0,9713	49200	»
N <sub>2</sub> O . . . . .	1,5241	39300	»
CO <sub>2</sub> . . . . .	1,5201	39300	»
Воздухъ . . . . .	1,0000	48500	»

Замѣняя удѣльный вѣсъ  $s$  въ формулѣ (23) пропорціальною ему величиною  $\rho$ , мы найдемъ также слѣдующій рядъ чисель:

H . . . . .	$\frac{1}{0.0693} = 14.44 = \frac{28.88}{2}$
O . . . . .	$\frac{16}{1.106} = 14.44 = \frac{28.88}{2}$
P . . . . .	$\frac{31}{4.294} = 7.22 = \frac{28.88}{4}$
NH <sub>3</sub> . . . . .	$\frac{17}{0.589} = 28.88 = \frac{28.88}{1}$
N <sub>2</sub> O . . . . .	$\frac{44}{1.524} = 28.87 = \frac{28.87}{1}$

Такимъ образомъ меньшія значенія  $x$ , удовлетворяющія уравненію (23) суть для данныхъ газовъ 2, 2, 4, 1, 1. Стало быть, приходится допустить, что частица водорода состоитъ по крайней мѣрѣ изъ двухъ, а частица фосфора по крайней мѣрѣ изъ четырехъ атомовъ. Для сложныхъ газовъ получился на-противъ всего одинъ атомъ.

Химическія формулы можно писать такъ, чтобъ изъ нихъ прямо получались вѣса частицъ; тогда наши газы изобразятся:



Тогда соотвѣтствующіе этимъ формуламъ объемы будутъ всѣ равны. Но удѣльные вѣса газовъ относятся какъ ихъ частичные вѣса; стало быть, послѣдніе выражаютъ также удѣльные вѣса газовъ относительно водорода.

Опытъ показалъ, что для расширенія воздуха при постоянномъ давленіи на равныя величины, потребны равныя количества теплоты. Стало быть, обращеніе теплоты воздуха пропорціонально возвышенію температуры. Давленіе воздуха здѣсь не имѣетъ никакого значенія, если только оно постоянно.

Теплота измѣряется особыми единицами, равными тому количеству теплоты, которое нужно для возвышенія температуры единицы вѣса воды отъ  $0^\circ$  до  $1^\circ$  термометрической шкалы.

*Теплоемкостью* или *удѣльнымъ теплородомъ* называется количество теплоты, потребное для возвышенія температуры единицы его вѣса на  $1^\circ$ . Различаютъ теплоемкость при постоянномъ объемѣ ( $c'$ ), называемую также истинною теплоемкостью, и теплоемкость при постоянномъ давленіи ( $c$ ). Для твердыхъ и жидкихъ тѣлъ различіе это весьма несущественно, при незначительной ихъ сжимаемости отъ давленія. Съ газами совершенно иное. Давленіе значительно измѣняетъ объемъ; притомъ возвышеніе температуры требуетъ меньшаго количества теплоты при постоянномъ объемѣ, чѣмъ при постоянномъ давленіи. Въ послѣднемъ случаѣ газъ долженъ нѣсколько расшириться и произвести механическую работу, на которую потребна теплота въ нѣкоторомъ опредѣленномъ количествѣ.

Называя  $\Delta U$  количество теплоты, необходимое для согрѣванія вѣса  $G$  газа при постоянномъ объемѣ отъ температуры  $T$  до высшей  $T + \Delta T$ , количество это должно выразиться

$$\Delta U = cG\Delta T \quad (28).$$

Теплоемкость  $c$  при постоянномъ объемѣ, какъ оказалось изъ опыта, по крайней мѣрѣ для постоянныхъ газовъ, не зависитъ отъ давленія и температуры, такъ что это уравненіе даетъ намъ слѣдующее:

$$U = cGT + \text{пост.} \quad (29).$$

Допустимъ при томъ, что при абсолютномъ нулѣ температуры, газъ теплоты вовсе не содержитъ, такъ что одновременно бываетъ  $T = 0$  и  $U = 0$ . Слѣдовательно, постоянная величина послѣдняго уравненія есть нуль, и поглощенная газомъ при постоянномъ объемѣ теплота будетъ

$$U = cGT \quad (30)$$

но обозначая через  $g$  ускореніе тяжести

$$G = gNm \quad (31)$$

а потому

$$U = cgNmT = cgNmT \frac{u^2}{u^2} = 2cg \frac{T}{u^2} E \quad (32)$$

если еще обозначимъ черезъ

$$E = \frac{Nm}{2} u^2 \quad (33)$$

живую силу поступательнаго движенія всѣхъ содержимыхъ въ вѣсѣ  $G$  частицъ. Но уравненіе (32) показываетъ, что можно найти поглощенную газомъ теплоту, умножая живую силу поступательнаго движенія его частицъ на множитель

$$K = 2cg \frac{T}{u^2} \quad (34)$$

Такъ какъ  $u$  не зависитъ отъ давленія, а по уравненію (16) пропорціо-  
нально  $\sqrt{T}$ , то множитель  $K$  постояненъ при перемѣнныхъ давленіяхъ и темпе-  
ратурахъ, такъ что можно сказать:

*Количество теплоты, поглощаемое газомъ при постоянномъ объемѣ, пропорціо-  
нально живой силѣ поступательнаго движенія его частицъ.*

Для опредѣленія  $K$  подставимъ въ послѣднее уравненіе вмѣсто  $u$  его зна-  
ченіе изъ уравненія (27) откуда:

$$K = 2cgr \frac{T_0}{(485)^2} = \frac{cr}{51,75} \quad (35)$$

Но для постоянныхъ газовъ, какъ окись углерода, азотъ, хлористый водородъ,  
имѣемъ весьма приблизительно

$$cr = \frac{c'p}{k} = \frac{0,24}{1,41} = 0,17 \quad (36)$$

такъ что

$$K = \frac{1}{261}, \text{ а } E = 261 U \quad (37)$$

Но живая сила  $E$  равна также работѣ частицъ, считая съ того момента,  
когда ихъ скорость была нулемъ, а температура газа равна абсолютному  
нулю. Тогда слѣдовало бы положить единицу теплоты равною 261 единицѣ  
работы. Но механическая теорія теплоты показываетъ, что каждая единица  
теплоты способна произвести до 424 единицъ работы. Отсюда заключаемъ,  
что теплота, сообщаемая газу при постоянномъ объемѣ, обращается не только

на увеличеніе скорости поступательнаго движенія частицъ, но часть ея (около одной трети) производитъ еще другую работу.

Относительно свойствъ послѣдней могутъ быть сдѣланы всякія допущенія. Частицы могутъ имѣть кромѣ поступательнаго еще и вращательное движеніе, или же атомы внутри каждой частицы могутъ имѣть и вращательныя и колебательныя движенія.

Число 261 найдено впервые Клаузіусомъ. Главное основаніе его исходной точки есть изображеніе черезъ  $\frac{m}{2} u^2$  средней живой силы частицы. Но вѣрность такого допущенія весьма сомнительна:  $u^2$  есть квадратъ средней скорости, но вовсе не средняя арифметическая квадратовъ скоростей. Обозначимъ эту послѣднюю величину черезъ  $(u^2)$ ; всегда будетъ  $(u^2) > u^2$ . Точное отношеніе ихъ зависитъ отъ числа повтореній каждой изъ отдѣльныхъ скоростей въ общемъ числѣ ихъ. По Максвеллу это отношеніе выражается:

$$(u^2) = \frac{3}{8} \pi u^2 \quad (38)$$

а тогда уравненія (32) и (33) становятся:

$$\left. \begin{aligned} U &= \frac{16}{3\pi} c g \frac{T}{u^2} E \\ E &= \frac{N m}{2} (u^2) \\ E &= 304 U \end{aligned} \right\} \quad (39)$$

### *Судареніе покоящихся и движущихся частицъ.*

Чтобъ въ послѣдствіи опредѣлить средній путь газообразной частицы, найдемъ выраженіе вѣроятности столкновенія частицы съ другими, либо движущимися, либо находящимися въ покоѣ. При этомъ различимъ три случая.

I. Разматриваемая частица  $m$  имѣетъ скорость  $u$ , всѣ другія находятся въ покоѣ. Вѣроятность  $W_0$ , что  $m$  въ весьма малый промежутокъ времени  $\Delta t$  встрѣтитъ покоящуюся частицу, очевидно пропорціональна скорости ея; такъ что мы можемъ положить

$$W_0 = \alpha u \quad (40)$$

II. Другія частицы обладаютъ также скоростью  $u$ , но общее для всѣхъ нихъ направленіе движенія составляетъ уголъ  $\varphi$  съ движеніемъ частицы  $m$ . Относительная скорость  $m$ , сравнительно съ другими частицами, будетъ тогда  $\sqrt{u^2 + u^2 - 2u \cos \varphi} = u \sqrt{2} \sqrt{1 - \cos \varphi}$ , а вѣроятность (40) окажется равною  $\alpha u \sqrt{2} \sqrt{1 - \cos \varphi}$

III. Наконецъ частицы стремятся по всѣмъ возможнымъ направленіямъ



со скоростью  $u$ , и каждое направлѣніе одинаково часто встрѣчается. Надо опредѣлить сперва среднюю относительную скорость. Для этого представимъ себѣ шаръ, имѣющій центръ въ  $O$ , а радиусъ равный  $r$ . Скорости перенесемъ параллельно своимъ направлѣніямъ на концы всѣхъ радиусовъ этого шара. Если движеніе частицы  $m$  изображается радиусомъ  $OA$  и если радиусъ  $OB$  составляетъ съ  $OA$  уголъ  $\varphi$ , относительная скорость въ  $A$  есть нуль, въ  $B$  она  $u \sqrt{2} \sqrt{1 - \cos \varphi}$

Если на большомъ кругѣ шара  $AB$  возьмемъ точку  $C$ , лежащую весьма близко къ  $B$ , относительная скорость въ  $C$  будетъ также  $u \sqrt{2} \sqrt{1 - \cos \varphi}$ , а сумма скоростей, соответствующая малой дугѣ  $BC$ , будетъ  $u \sqrt{2} \sqrt{1 - \cos \varphi} \cdot BC$ . Но дугѣ  $BC$  соответствуетъ шаровая полоса, ось которой  $OA$ , а радиусъ  $r \sin \varphi$ ; сумма скоростей для этой полосы будетъ  $2r \pi u \sqrt{2} \sqrt{1 - \cos \varphi} \cdot \sin \varphi \cdot BC$ . Если взять это выраженіе для всѣхъ значеній  $\varphi$  отъ нуля до  $\pi$ , то мы получимъ сумму всѣхъ относительныхъ скоростей, которая по раздѣленіи на площадь  $4r^2\pi$  шара, дастъ среднюю относительную скорость. А эта послѣдняя выразится, положивъ малый уголъ  $BOC = \Delta \varphi$ , слѣдующимъ образомъ:

$$\frac{1}{4r^2\pi} \int_0^\pi 2r^2\pi u \sqrt{2} \sqrt{1 - \cos \varphi} \cdot \sin \varphi \Delta \varphi = u \int_0^\pi \sin \frac{\varphi}{2} \sin \varphi \Delta \varphi = 4u \int_0^\pi \sin \frac{\varphi}{2} \sin \frac{\varphi}{2} \cos \frac{\varphi}{2} \Delta \left( \frac{\varphi}{2} \right) = 4u \int_0^\pi \sin^2 \frac{\varphi}{2} \Delta \sin \frac{\varphi}{2} = \frac{4}{3} u \left[ \sin^3 \frac{\varphi}{2} \right]_0^\pi = \frac{4}{3} u$$

Вѣроятность столкновенія частицъ опредѣлится тогда:

$$W = \alpha \cdot \frac{4}{3} u \quad (41)$$

а потому

$$W : W_0 = 4 : 3 \quad (42)$$

### Коэффициентъ возвращенія

Не прибѣгая болѣе къ вспомогательной гипотезѣ равенства путей для всѣхъ частицъ газа, а принимая во вниманіе, что эти пути на самомъ дѣлѣ различны, рѣшимъ задачу: изъ опредѣленнаго числа  $Z$  частицъ сколько достигнутъ, отъ первоначальнаго своего положенія, разстоянія  $x$ . Другими словами, найдемъ число тѣхъ частицъ, пути которыхъ равны или больше  $x$ . — Разность  $Z - Z_0$  дастъ число частицъ, соударяющихся внутри предѣловъ  $x$ .

Для рѣшенія задачи, рассмотримъ сперва весьма малый путь  $\xi$ ; можно считать число частицъ, удерживаемыхъ на этомъ незначительномъ протяженіи,

пропорциональнымъ длинѣ его и числу частицъ, находящихся при началѣ этого пути. Стало бытъ, въ концѣ прямой  $\xi$  будетъ всего  $Z - \alpha Z \xi = Z(1 - \alpha \xi)$ , гдѣ  $\alpha$  нѣкоторая постоянная, называемая *коэффициентомъ возвращенія*. По прохожденіи газомъ еще такой же длины  $\xi$  имѣемъ:

$$(1 - \alpha \xi) Z - \alpha(1 - \alpha \xi) Z \xi = Z(1 - \alpha \xi)^2;$$

послѣ третьей длины  $\xi$  также

$$(1 - \alpha \xi)^2 Z - \alpha(1 - \alpha \xi)^2 Z \xi = Z(1 - \alpha \xi)^3$$

и наконецъ по прохожденіи какого либо числа  $n$  пространствъ равныхъ  $\xi$

$$Z_x = Z(1 - \alpha \xi)^n$$

Положимъ  $n\xi = x$ ; тогда

$$Z_x = Z \left(1 - \frac{\alpha x}{n}\right)^n$$

но развертывая степень по биному Ньютона и пренебрегая вторыми и высшими степенями величины  $\frac{1}{n}$ , которую можемъ сдѣлать по произволу малою, мы напишемъ:

$$\left(1 + \frac{1}{n}\right)^{-\alpha x} = 1 - \frac{\alpha x}{n}$$

откуда

$$Z_x = Z \left[\left(1 + \frac{1}{n}\right)^n\right]^{-\alpha x}$$

выраженіе вполне точное для бесконечно большихъ значеній  $n$ . Но чѣмъ болѣе возрастаетъ  $n$ , тѣмъ болѣе  $\left(1 + \frac{1}{n}\right)^n$  приближается къ  $e = 2,71828$ , то есть къ основанію Неперовыхъ логарифмовъ. Поэтому, перейдя къ предѣлу, будетъ

$$Z_x = Z e^{-\alpha x} \quad (43)$$

При возрастаніи  $x$ , вторая часть этого уравненія быстро уменьшается и только нѣсколько отдѣльныхъ частицъ будутъ проходить далѣе этого предѣла. Этотъ выводъ теоріи вполне согласенъ съ явленіемъ расширяемости газовъ, гораздо меньшей противъ той, которую слѣдовало бы ожидать отъ значительной скорости ихъ частичнаго движенія.

Если требуется опредѣлить изъ уравненія (43) средній путь, то надо перемножить всѣ частицы на соответствующіе пути, и раздѣлить сумму всѣхъ такихъ частицъ на полное число частицъ. Стало бытъ первымъ вопросомъ

является найти число частицъ, проходящихъ путь  $x$ . Всего ихъ  $Z_x$ , но число  $\alpha Z_x \Delta x$  удерживается весьма тонкимъ слоемъ  $\Delta x$ , пути остальныхъ будутъ больше  $x$ . Стало бытъ, сумма путей частицъ, останавливающихся на концѣ прямой  $x$ , будетъ  $x \alpha Z_x \Delta x$ . Возьмемъ сумму такихъ выраженій для всѣхъ возможныхъ  $x$  и раздѣлимъ ее на  $Z$ . Тогда будетъ:

$$l = \frac{1}{Z} \sum_{x=0}^{\infty} \alpha Z_x x \Delta x = \alpha \sum_0^{\infty} e^{-\alpha x} x \Delta x \quad (44)$$

Но полагая —  $\alpha x = t$  мы этому выраженію придадимъ видъ  $\frac{1}{\alpha} \sum_0^{\infty} e^t t \Delta t$ ; а предѣлъ этой суммы будетъ:

$$\text{пред. } \sum_0^{\infty} e^t t \Delta t = \int_0^{\infty} t e^t dt = (t e^t - \int e^t dt)_0^{\infty} = (t e^t - e^t)_0^{\infty} = 1$$

Стало бытъ

$$\int_0^{\infty} e^{-\alpha x} x dx = \frac{1}{\alpha^2} \quad (45)$$

а поэтому

$$l = \frac{1}{\alpha} \quad (46)$$

Если поставимъ въ уравненіе (43)

$$x = h l$$

то, принимая во вниманіе предъидущее отношеніе, найдемъ:

$$\frac{Z_x}{Z} = e^{-h} = \left( \frac{1}{2,71828} \right)^h = 0,37^h$$

Отсюда мы видимъ, что изъ большаго числа данныхъ частицъ газа, начавшихъ двигаться единовременно, средней длины пути достигаетъ только 37%, а 63% сталкиваются еще до того съ другими частицами. Удвоеннаго разстоянія достигаютъ всего 15%, а упятереннаго — не болѣе 1%.

Коэффициентъ возвращенія  $\alpha$  можетъ бытъ выраженъ въ величинахъ и въ числѣ частицъ. Для этого представимъ себѣ эти послѣднія въ видѣ шаровъ, имѣющихъ діаметръ  $\sigma$ , такъ что соудареніе двухъ частицъ соотвѣтствуетъ взаимному разстоянію ихъ центровъ, равному  $\sigma$ . Стало бытъ, если около центра частицы  $m$  опишемъ шаръ радіусомъ  $\sigma$ , то внутри этого шара не можетъ находиться ни одного центра частицы, такъ какъ до того уже произойдетъ ударъ.

Разсмотримъ теперь опять весьма малый путь  $\xi$ , на которомъ удерживается  $\alpha Z \xi$  частицъ. Удерживаніе это происходитъ столкновениемъ частицъ  $Z$  съ другими, содержимыми въ слой толщины  $\xi$ . Такъ какъ этотъ слой весьма тонокъ, то можно считать всѣ его частицы лежащими на одной плоскости; и послѣднія частицы будутъ занимать часть  $n \xi \sigma^2 \pi$  отъ каждой единицы площади, при чемъ каждая частица изъ числа  $Z$ , которая попадетъ въ это пространство будетъ задержана. Стало бытъ, первоначальное число  $Z$  частицъ должно будетъ относиться къ числу  $\alpha Z \xi$  задержанныхъ, какъ  $1 : n \xi \sigma^2 \pi$ , если только частицы слоя  $\xi$  тотчасъ-же придутъ въ спокойное состояніе. На дѣлѣ этого не случится, частицы этого слоя продолжаютъ двигаться, число проходящихъ черезъ него уменьшается, такъ какъ движеніе увеличиваетъ вѣроятность столкновенія въ отношеніи 4 : 3. Такимъ образомъ окончательно получимъ пропорцію:

$$Z : \alpha Z \xi = 1 : \frac{4}{3} n \xi \sigma^2 \pi$$

откуда

$$\alpha = \frac{4}{3} n \sigma^2 \pi \quad (47)$$

или, пользуясь уравненіемъ (46)

$$nl = \frac{3}{4 \pi \sigma^2} \quad (48)$$

Послѣднее уравненіе показываетъ намъ, что произведеніе  $nl$  не зависитъ ни отъ давленія, ни отъ температуры, — на сколько ими не измѣняется самый видъ частицы.

### *Внутреннее треніе.*

Общее движеніе всего газа должно быть направлено параллельно площади  $XU$ . Если скорость  $v$  этого движенія различна въ разныхъ слояхъ, то слои эти будутъ дѣйствовать либо ускоряюще, либо укосняюще другъ на друга.

Динамическая теорія газовъ объясняетъ это явленіе слѣдующимъ образомъ. Возьмемъ за плоскость  $XU$  произвольный слой газа. Вслѣдствіе ихъ движенія, черезъ нее безпрестанно проходятъ частицы газа. Но скорость этого движенія больше для частицъ, проходящихъ съ одной стороны площади  $XU$  и теряющихъ ее при проходѣ черезъ нее. Такимъ образомъ эти частицы производятъ на частицы площади  $XU$  касательное усиліе, выражаемое моментомъ потеряннаго движенія. Надо опредѣлить этотъ моментъ для части / плоскости  $XU$ . Здѣсь намъ придется опять вычислять только моменты тѣхъ частицъ, которыя отстоятъ отъ плоскости  $XU$  не болѣе какъ на среднюю длину пути  $l$ .

Разсмотримъ слой толщины  $\Delta z$ , находящийся на разстояніи  $z$  надъ плоскостью XY. Изъ общаго числа частицъ пройдетъ ихъ  $f \frac{n}{3\theta} \Delta z$  черезъ плоскость  $f$ , и дойдутъ онѣ до  $l-z$  ниже этой плоскости. Если скорость движенія параллельнаго плоскости XY на разстояніи нуль обозначимъ черезъ  $v_0$ , на весьма незначительномъ разстояніи  $z$  отъ нея эта скорость будетъ  $v_0 + \frac{\Delta v}{\Delta z} z$ , а на разстояніи  $z-l$  она будетъ  $v_0 + \frac{\Delta v}{\Delta z} (z-l)$ . Стало бытъ, всякая частица потеряетъ при прохожденіи черезъ плоскость XY количество движенія

$$m \left[ v_0 + \frac{\Delta v}{\Delta z} z \right] - m \left[ v_0 + \frac{\Delta v}{\Delta z} (z-l) \right] = ml \frac{\Delta v}{\Delta z}.$$

Но частицы слоя  $\Delta z$  потеряютъ

$$f \frac{mnl}{3\theta} \cdot \frac{\Delta v}{\Delta z} \Delta z$$

и дѣйствіе всѣхъ слоевъ отъ  $z=0$  до  $z=l$  мы теперь постараемся опредѣлить. Такъ какъ въ послѣднемъ выраженіи множитель при величинѣ  $\Delta z$  имѣетъ значеніе постоянное, то мы легко получимъ эту сумму, выражающую полное внутреннее треніе, происходящее на плоскости  $f$

$$R = f \cdot \frac{mnl^2}{3\theta} \cdot \frac{\Delta v}{\Delta z} \quad (49)$$

Постоянный коэффициентъ *внутреннаго тренія*, приходящийся на единицу вѣса, будетъ:

$$\frac{\eta}{g} = \frac{mnl^2}{3\theta} \quad (30)$$

обозначая черезъ  $\eta$  коэффициентъ тренія, приходящийся на единицу массы, уравненіе (1) дастъ намъ тогда

$$\eta = \frac{1}{3} g m n l u \quad (51)$$

Но такъ какъ  $m$ ,  $u$ , а также и произведеніе  $nl$  (см. ур. 48) не зависятъ отъ давленія, то то-же должно относиться и къ коэффициенту внутреннаго тренія. Опыты Макуэалля и О. Е. Мейера это вполне подтверждаютъ.

Что-же касается до температуры, то отъ нея зависитъ во всякомъ случаѣ множитель  $u$ , даже если допустить независимость  $nl$ . Стало бытъ, мы можемъ считать  $\eta$  пропорціональнымъ квадратному корню абсолютной температуры (ур. 16). Опыты доказываютъ только одно: что коэффициентъ тренія воздуха при нагрѣваніи замѣтно увеличивается.

Произведеніе  $gmn$  ничто иное, какъ удѣльный вѣсъ газа, который мы

можемъ выразить также черезъ  $S\rho$ , гдѣ  $\rho$  есть удѣльный вѣсъ газа, относительно воздуха, при равенствѣ давленія и температуры, а  $S$  удѣльный вѣсъ послѣдняго. Тогда изъ уравненія (51) получимъ слѣдующее для опредѣленія средней длины пути:

$$l = \frac{3\eta}{\rho S u} \quad (52)$$

Значенія  $\rho$  и  $u$  намъ уже извѣстны, коэффициентъ  $\eta$  опредѣленъ Максвелломъ для воздуха изъ наблюденій надъ маятникомъ, описанныхъ въ его статьѣ: on the viscosity or internal friction of air and other gases, помѣщенной въ Philosophical Transactions of the Royal Society 1866 стран. 249. Формула, опредѣляющая этотъ коэффициентъ по отношенію къ абсолютной температурѣ  $T$ , взявъ за единицы секунду, сантиметръ и граммъ:

$$\eta = 0,0001878 \frac{T}{273} \quad (53)$$

Мейеръ опредѣлилъ для температуры тающаго льда слѣдующія величины  $\eta$ , помощію которыхъ, зная также  $S = 0,001293$ , безъ труда находятъ и соответствующіе пути  $l$  въ сантиметрахъ

	$\eta$	$l$
H . . . . .	0,000093 . . . . .	0,0000169
O . . . . .	0,000211 . . . . .	0,0000096
N . . . . .	0,000183 . . . . .	0,0000089
N <sub>2</sub> O . . . . .	0,000159 . . . . .	0,0000062
CO <sub>2</sub> . . . . .	0,000159 . . . . .	0,0000062
Воздухъ . . . . .	0,000188 . . . . .	0,0000090

#### *Величина газообразной частицы.*

Можно опредѣлить приблизительное значеніе діаметра частицы газа слѣдующимъ способомъ, найденнымъ Лопшидтомъ. Напишемъ уравненіе (48) въ слѣдующемъ видѣ:

$$\sigma = 8 \frac{\pi \rho a^3}{6} l = 8\epsilon l \quad (54)$$

Множитель  $\epsilon$ , очевидно, есть пространство, въ дѣйствительности занимаемое частицами, наполняющими единицу объема, и его можемъ назвать *коэффициентомъ возможнаго сгущенія*. Въ самомъ дѣлѣ, возможное сгущеніе газа опредѣляется отношеніемъ удѣльныхъ вѣсовъ его ( $s:S$ ) въ жидкомъ и газообразномъ состояніи. Но такіе вѣса должны относиться какъ части пространства, занятыя частицами. Еслибъ въ жидкостяхъ все пространство было наполнено

безъ промежутковъ, коэффициентъ  $\varepsilon : S$  былъ бы точно равенъ  $\varepsilon$ . Поэтому надо помнить, что при существованіи и въ жидкостяхъ промежутковъ между частицами и, что уравненіе

$$\sigma = 8 \frac{s}{S} l \quad (55)$$

даетъ намъ только верхній предѣлъ для діаметра частицъ газовъ.

Эту формулу можно примѣнить непосредственно только къ газамъ, получаемымъ въ жидкомъ видѣ, какъ на примѣръ, окись азота  $N_2O$ , удѣльный вѣсъ которой въ жидкомъ видѣ равенъ по Наттереру 1,15. Тогда, пользуясь прежде полученными числами, найдемъ

$$\sigma = 0,00000008 \text{ сантиметра.}$$

Для несжимаемыхъ газовъ можно найти приближенное значеніе ихъ удѣльнаго вѣса въ жидкомъ видѣ изъ того обстоятельства, что удѣльные вѣса химическихъ соединений довольно точно получаются изъ удѣльныхъ вѣсовъ составныхъ частей, смотря на первыя, какъ на простыя механическія смѣшенія. Если имѣемъ два тѣла, которыхъ удѣльные вѣса  $s_1$  и  $s_2$  а, количества по вѣсу  $p_1$  и  $p_2$ , то при простомъ смѣшеніи безъ измѣненія въ объемѣ должно быть:

$$\frac{p_1}{s_1} + \frac{p_2}{s_2} = \frac{p_1 + p_2}{s} \quad (56)$$

гдѣ  $s$  обозначаетъ удѣльный вѣсъ смѣси. Пользуясь этимъ уравненіемъ, находимъ, принимая за удѣльный вѣсъ жидкихъ

Кислорода . . . . .	$\frac{16}{10}$
Водорода . . . . .	$\frac{1}{3,5}$
Азота . . . . .	$\frac{14}{13}$

слѣдующіе удѣльные вѣса состоящихъ изъ нихъ жидкостей

	По вычисленію.	По наблюденію.
Воды . . . . . $H_2O$	1,06	1,00
Азотистой окиси . . . . $N_2O$	1,22	1,15
Азотовой окиси . . . . $NO_2$	1,32	1,45
Азотнаго ангидрида . . $N_2O_5$	1,42	1,55
Амміака . . . . . $NH_3$	0,72	0,76

Принимая допущенные удѣльные вѣса H, O и N находимъ слѣдующіе діаметры частицъ въ сантиметрахъ

$$H . . . . . 0,00000004$$

O . . . . .	0,000000
N . . . . .	0,00000008

### Теплопроводность.

Для нахождения теплопроводности разныхъ газовъ вернемся къ задачѣ о внутреннемъ треніи. Только вмѣсто того, чтобъ принять, что скорости частицъ проходящихъ черезъ элементъ  $f$  плоскости XY и направленныхъ по координатной оси  $x$ , имѣютъ большее значеніе по одну сторону плоскости, чѣмъ по другую, мы теперь примемъ, что скорости поступательнаго движенія частицъ измѣняются съ координатами  $z$  и что температура измѣняется съ каждымъ слоемъ, параллельнымъ плоскости XY. Газообразныя частицы имѣютъ тогда по обѣ стороны отъ  $f$  другую среднюю живую силу, и, по уравненію (39), обладаютъ различными количествами теплоты. Чтобъ найти количество теплоты, проходящее въ данное время черезъ плоскость  $f$ , надо опредѣлить полное измѣненіе средней живой силы всѣхъ частицъ газа, проходящихъ въ это время черезъ плоскость  $f$ . Очевидно, эту переменную живую силу надо будетъ еще умножить на постоянный множитель K.

Число частицъ, подлежащихъ нашему разсмотрѣнію и отстоящихъ на  $z$  къ верху отъ плоскости  $f$ , въ каждую единицу времени есть  $f \frac{n}{3g} \Delta z = f \frac{nu}{3l} \Delta z$ . Средняя живая сила ихъ  $f \frac{nu}{3l} \Delta z \cdot \frac{m}{2} u^2$ . Въ этомъ выраженіи  $n$ ,  $l$  и  $u$  собственно говоря суть функціи  $z$ , по причинѣ измѣняемости температуры. Тѣмъ не менѣе будемъ смотрѣть на  $l$  какъ на постоянную величину, значеніе для которой возьмемъ соответствующее плоскости XY. Чтобъ исправить происходящую при такомъ допущеніи погрѣшность, мы и при полученіи суммы найденныхъ выраженій примемъ  $l$  за постоянную. По уравненію (48) показывается, что, при постоянномъ  $l$ , также и  $n$  постоянно: слѣдовательно одно  $u$  есть величина переменная. Назовемъ  $u_z$  значеніе ея въ разстояніи  $z$  отъ плоскости XY, а  $u$ —на самой этой плоскости. Уравненіе (18) даетъ

$$u_z^2 = u^2 \frac{T_z}{T} \quad (57)$$

а потому выраженіе живой силы принимаетъ видъ

$$l \frac{n m u^3}{3l} \left( \frac{T_z}{T} \right)^{\frac{3}{2}} \Delta z.$$

Такъ какъ  $z$  есть всегда величина весьма незначительная, то можно принять, что температура измѣняется въ предѣлахъ отъ O до  $z$  пропорціонально разстоянію, т. е. что можно положить

$$T_z = T + \frac{\Delta T}{\Delta z} z \quad (58)$$



при чемъ  $z$  есть множитель постоянный. Тогда живая сила выразится:

$$f \frac{n m u^2}{6l} \left( 1 + \frac{\Delta T}{\Delta z} \cdot \frac{z}{T} \right)^2 \Delta z$$

или, развернувъ степень по биному Ньютона и пренебрегая вторыми и высшими степенями  $z$

$$f \frac{n m u^2}{6l} \left( 1 + \frac{3}{2} \cdot \frac{\Delta T}{\Delta z} \cdot \frac{z}{T} \right) \Delta z$$

Всѣ частицы доходятъ до разстоянія  $z = l$ , гдѣ онѣ получаютъ живую силу

$$f \frac{n m u^2}{6l} \left( 1 + \frac{3}{2} \cdot \frac{\Delta T}{\Delta z} \cdot \frac{z-l}{T} \right) \Delta z$$

такъ что терпятъ потерю

$$f \frac{n m u^3}{4 T} \cdot \frac{\Delta T}{\Delta z} \Delta z$$

выраженіе, которое нужно взять для всѣхъ значеній  $z$  отъ 0 до  $l$ . Такъ какъ, множитель величины  $z$  есть величина постоянная,  $\int_0^l (\Delta z) = (z)_0^l = l$ , потеря живой силы проходящихъ черезъ плоскость  $f$  частицъ, будетъ:

$$f \frac{m n u^3}{4 T} \cdot \frac{\Delta T}{\Delta z}$$

Если умножимъ эту величину на

$$K = 2cg \frac{T}{u^2}$$

мы получимъ количество теплоты, проходящее въ единицу времени черезъ плоскость  $f$ :

$$W = f \frac{c}{2} g m n u l \frac{\Delta T}{\Delta z} \quad (59)$$

Раздѣливъ эту величину на  $f$  и на  $\frac{\Delta T}{\Delta z}$  получимъ собственно *коэффициентъ теплопроводности*:

$$\bar{\omega} = \frac{c}{2} g m n u l \quad (60)$$

Величины  $m$  и  $nl$  не зависятъ ни отъ давленія, ни отъ температуры; величина  $u$  не зависитъ отъ давленія, но возрастаетъ пропорціонально квадратному корню абсолютной температуры. Слѣдовательно выраженіе (60) показываетъ, что теплопроводность газа не зависитъ отъ его плотности, но пропорціональна квадратному корню абсолютной температуры.

Принимая во вниманіе уравненіе (51), получаемъ слѣдующую замѣчательную формулу:

$$\bar{\omega} = \frac{3}{2} c\eta \quad (61)$$

Это уравненіе даетъ намъ при сантиметрѣ и граммѣ, взятыхъ за единицу, и при температурѣ тающаго льда:

Н . . . . .	2,4110	0,0003363
О . . . . .	0,1551	0,0000491
N . . . . .	0,1727	0,0000474
Воздухъ . . .	0,1684	0,0000475

Основываясь на числахъ данныхъ, для азота и кислорода, Стефанъ опредѣлилъ опытнымъ путемъ коэффициентъ теплопроводности воздуха равнымъ 0,0000558 для температуръ отъ 0° до 20° по Цельсію; онъ же повѣрилъ опытомъ независимость его отъ плотности газа.

### Разсыпаніе газа.

Представимъ себѣ трубку, ось которой параллельна оси X-овъ, раздѣленную на двѣ половины переборкою. Въ правой половинѣ находится газъ I, а въ лѣвой газъ II. Для обоихъ давленіе и температура одинаковы. Отнимая переборку, мы производимъ смѣшеніе газовъ, и черезъ нѣкоторое время обѣ половины трубки наполнены тою же равномерною смѣсью. Но до того, черезъ всякое поперечное сѣченіе трубки Q, проходитъ опредѣленный объемъ газа I, идущій справа на лѣво, и равный ему объемъ газа II—по обратному направленію. Опредѣлимъ величину этого объема, проходящаго въ единицу времени.

Возьмемъ сперва тотъ случай, когда по обѣ стороны сѣченія Q находится тотъ-же газъ при равномъ давленіи и равной температурѣ и опредѣлимъ число частицъ, проходящихъ справа на лѣво черезъ сѣченіе Q. Достаточно принять во вниманіе только тѣ, которыя пахотятся отъ Q не далѣе какъ въ разстояніи, равномъ средней длинѣ пути  $l_1$  газа; такихъ частицъ приходится на единицу объема  $nl_1$ . Но изъ нихъ только одна треть движется перпендикулярно къ плоскости Q, между тѣмъ какъ обѣ другія трети идутъ къ ней параллельно. Чтобъ найти частицы, проходящія черезъ единицу поперечнаго сѣченія въ единицу времени, надо помножить  $\frac{1}{3} nl_1$  на число соудареній  $\frac{1}{\theta} = \frac{u_1}{l_1}$  въ единицу времени, получимъ  $\frac{1}{3} nu_1$  частицъ.

Но на опытѣ это число оказывается слишкомъ малымъ. Движеніе  $\frac{1}{3} nu_1$  частицъ вправо производитъ разрѣженіе воздуха, выравниваемое потомъ раз-

ностью давленія. Стало быть, въ каждую единицу времени  $\frac{1}{3} ni_1$  частицъ вводятся въ каждую единицу объема; при томъ изъ нихъ одна половина приходитъ справа, другая слѣва. Всѣ онѣ движутся перпендикулярно къ сѣченію  $Q$ , такъ какъ два другія параллельныя къ этому сѣченію направленія всегда совершенно заняты, и при прохожденіи ихъ черезъ  $Q$  оказывается, что еще  $\frac{1}{3} ni_1$  частицъ идетъ справа на лѣво. Но изъ этихъ послѣднихъ надо взять только половину, такъ какъ другая половина передъ тѣмъ была перемѣщена слѣва на право дѣйствіемъ разности давленія.

Такимъ образомъ получаемъ число частицъ, проходящихъ въ единицу времени черезъ единицу поперечнаго сѣченія  $\frac{1}{3} ni_1 + \frac{1}{6} ni_1 = \frac{1}{2} ni_1$ . Раздѣливъ его на  $n$ , найдемъ объемъ разсматриваемыхъ частицъ  $\frac{1}{2} u_1$ .

Далѣе положимъ, что на право отъ сѣченія  $Q$  находится при всѣхъ прочихъ тѣхъ же обстоятельствахъ другой газъ II. И въ этомъ случаѣ, если идетъ извѣстный объемъ  $V$  по одному направленію черезъ поперечное сѣченіе, другаго газа долженъ пройти черезъ то-же сѣченіе въ то-же время равный объемъ  $v$ , ибо въ противномъ случаѣ давленіе не могло бы оставаться вездѣ однимъ и тѣмъ-же. Объемъ  $v$  не можетъ значительно разниться отъ средней арифметической объемовъ  $\frac{1}{2} u_1$  и  $\frac{1}{2} u_2$  которые получились бы, еслибъ по обѣ стороны находился бы или только газъ I или только газъ II. Стало быть имѣемъ приблизительно

$$v = \frac{u_1 + u_2}{4} \quad (62)$$

Затѣмъ мы можемъ перейти къ главному предмету нашей задачи, къ разсмотрѣнію смѣси обоихъ газовъ, дѣйствующей по обѣ стороны поперечнаго сѣченія  $Q$ , при степени сгущенія, зависящей отъ координатъ  $X$ . Пусть это сгущеніе будетъ въ нѣкоторой точкѣ сѣченія  $Q$  для газа I равно  $a_1$ , а для газа II равно  $a_2$ . Другими словами, въ единицѣ объема должно находиться  $a_1$  частей его газа I, и  $a_2$  частей газа II. Стало быть

$$a_1 + a_2 = 1 \quad (63)$$

Положимъ, для большей опредѣленности, что поперечное сѣченіе трубки есть прямоугольникъ съ вертикальными и горизонтальными сторонами. Проведемъ справа и слѣва сѣченія, параллельно къ нему, въ разстояніяхъ  $l$  двѣ плоскости  $E E'$  и назовемъ  $AB, CD, FG$  прямыя, по которымъ плоскости  $Q, E, E'$  пересѣкаютъ одну изъ вертикальныхъ боковыхъ стѣнъ. Въ плоскости  $E$  сгущеніе  $a_1$  обратится въ  $a_1 + \frac{\Delta a_1}{\Delta x} l$ , гдѣ  $l$  есть величина весьма малая. Среднее сгущеніе между  $Q$  и  $E$  будетъ тогда  $a_1 + \frac{l}{2} \cdot \frac{\Delta a_1}{\Delta x}$ ; подобнымъ об-

разомъ среднее сгущеніе газа I между Q и E' будетъ  $a_1 - \frac{l}{2} \cdot \frac{\Delta a_1}{\Delta x}$ .

Раздѣлимъ прямоугольникъ ABCD горизонтальною прямою на двѣ части такія, что еслибъ отдѣлить другъ отъ друга оба газа въ пространствѣ QE, верхняя часть соотвѣтствовала бы газу I. Такимъ же образомъ раздѣлимъ пространство QE' и соотвѣтствующій ему прямоугольникъ ABFG горизонтальною прямою KL. При этомъ очевидно должны удовлетворяться слѣдующія пропорціи

$$\begin{aligned} \text{АН} : \text{АВ} &= 1 : a_1 + \frac{l}{2} \cdot \frac{\Delta a_1}{\Delta x} \\ \text{АК} : \text{АВ} &= 1 : a_1 - \frac{l}{2} \cdot \frac{\Delta a_1}{\Delta x} \end{aligned}$$

а отсюда

$$\text{КН} = \text{АН} - \text{АК} = \text{АВ} l \frac{\Delta a_1}{\Delta x}$$

Стало быть, для горизонтальной полосы S поперечнаго сѣченія, соотвѣтствующей отрѣзку КН, мы получимъ:

$$S = Q l \frac{\Delta a_1}{\Delta x} \quad (64)$$

Если мы теперь представимъ себѣ оба газа въ самомъ дѣлѣ раздѣленными на два горизонтальныхъ слоя, по обѣ стороны АК будетъ находиться только газъ I, а по обѣ стороны ВН—только газъ II. Въ этихъ двухъ мѣстахъ трубы мы видимъ, стало быть, что происходитъ равновѣсіе. При КН, наоборотъ, газы I и II сталкиваются и происходитъ разеѣяніе ихъ. Но по предыдущему имѣемъ слѣдующее выраженіе объема газа I, проходящаго въ единицу времени черезъ сѣченіе КН:

$$\frac{u_1 + u_2}{4} S = \frac{u_1 + u_2}{4} Q l \frac{\Delta a_1}{\Delta x}$$

Это будетъ также объемъ газа I, проходящій черезъ все сѣченіе Q, предполагая только, что l обозначаетъ среднюю длину пути частицъ. Черезъ единицу поперечнаго сѣченія въ единицу времени пройдетъ слѣдовательно объемъ:

$$V = \frac{u_1 + u_2}{4} l \frac{\Delta a_1}{\Delta x} \quad (65)$$

Что-же касается до длины l, то ее нельзя приравнять ни длинѣ l<sub>1</sub> пути газа I, ни длинѣ l<sub>2</sub> пути газа II, такъ какъ частицы газа I проходятъ между частицами газа II и обратно. Тѣмъ не менѣе, значеніе ея можетъ лишь мало

отличаться отъ того, которое приметъ средній путь при однородности частицъ, положивъ величину ихъ діаметра  $\sigma = \frac{\sigma_1 + \sigma_2}{2}$  гдѣ  $\sigma_1$  и  $\sigma_2$  обозначаютъ діаметры частицъ того и другого рода. Тогда уравненіе (48) дастъ намъ:

$$\frac{1}{l} = \frac{4}{3} n \pi \sigma^2 = \frac{4}{3} n \pi \left( \frac{\sigma_1 + \sigma_2}{2} \right)^2 = \frac{1}{4} \left( \frac{1}{V l_1} + \frac{1}{V l_2} \right)^2 \quad (66)$$

а отсюда

$$V = \frac{u_1 + u_2}{\left( \frac{1}{V l_1} + \frac{1}{V l_2} \right)^2} \cdot \frac{\Delta a_1}{\Delta x} = - \frac{u_1 + u_2}{\left( \frac{1}{V l_1} + \frac{1}{V l_2} \right)^2} \cdot \frac{\Delta a_2}{\Delta x} \quad (67)$$

принимая во вниманіе уравненіе (63), по которому

$$\Delta a_1 = - \Delta a_2 \quad (68)$$

Уравненіе (67) показываетъ намъ, что объемъ газа, разсѣивающійся черезъ поперечное сѣченіе трубы въ единицу времени, пропорціоналенъ приращенію степени сгущенія. Коэффициентъ пропорціональности, или *коэффициентъ разстянія* будетъ

$$\Psi = \frac{u_1 + u_2}{\left( \frac{1}{V l_1} + \frac{1}{V l_2} \right)^2} \quad (69)$$

Раздѣливъ числителя и знаменателя этой дроби на  $n$ , мы получимъ въ знаменателѣ только членъ вида  $nl$ , не зависящіе отъ давленія и температуры. Члены же, составляющіе числителя, всѣ вида  $\frac{u}{n}$  или, по уравненію (2) вида  $\frac{3u^3}{mp}$ . Это послѣднее выраженіе показываетъ, что коэффициентъ разсѣянія обратно пропорціоналенъ давленію и прямо пропорціоналенъ абсолютной температурѣ, возвышенной въ  $\frac{3}{2}$ -ую степень.

Эти теоретическіе выводы довольно сходны съ результатами опытовъ Лешмидта, какъ мы легко можемъ убѣдиться изъ слѣдующихъ примѣровъ, полученныхъ при нормальномъ давленіи, температурѣ тающаго льда и секундѣ, сантиметрѣ и граммѣ, взятыхъ за единицы

	$\psi$ по опыту	$\psi$ по вычисленію
H—O . . .	0,722	0,720
H—CO <sub>2</sub> . . .	0,556	0,538
O—CO <sub>2</sub> . . .	0,160	0,163

Лошмидтъ находитъ также на опытѣ пропорціональность  $\phi$  прямую давлению и обратную второй степени абсолютной температуры.

Можно было-бы примѣнить эти наблюдения къ опредѣленію среднего пути изъ уравненія (69). Такимъ образомъ находятъ въ сантиметрахъ

	$\lambda$
H . . . . .	0,0000182
O . . . . .	0,0000091
CO <sub>2</sub> . . . . .	0,0000063

результаты, довольно сходные съ выведенными при помощи коэффициентовъ тренія.

## ГОРНОЕ ХОЗЯЙСТВО и СТАТИСТИКА.

### КАМЕННОУГОЛЬНЫЙ КРИЗИСЪ ВЪ ЕВРОПѢ И НАСТОЯЩЕЕ ПОЛОЖЕНІЕ КАМЕННОУГОЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ ВО ФРАНЦІИ.

А. Лоранскаго.

Недостатокъ каменнаго угля и необыкновенно сильно повысившаяся, въ послѣдніе годы, цѣна послѣдняго, побудила французское національное собраніе обратить серьезное вниманіе на положеніе каменноугольной промышленности во Франціи. Въ засѣданіи 12 іюля 1873 года, національное собраніе положило: «учредить комиссію изъ 15 членовъ, выбранныхъ въ отдѣленіяхъ собранія, которой поручить произвести подробное изслѣдованіе настоящаго положенія каменноугольной промышленности во Франціи и изыскать мѣры къ развитію этой промышленности и приведенію ея въ такое положеніе, чтобы добыча каменнаго угля во Франціи соотвѣтствовала его потребленію».

Въ составъ комиссіи вошли слѣдующіе члены: Колбъ-Бернаръ (Colb-Bernard) (президентъ), Жулльенъ (Jullien) (вице-президентъ), Дюкарръ (Ducarre), Флотаръ (Flotard) (секретари); Брамъ (Brame), де-Ротуръ (des Rotours), Дагирель (Dahirel), Морисъ (Maurice), Парисъ (Paris), Фрессине (Fraissinet), де-Сигни (de Sugny), маркизь де-Франклие (de Franclieu), графъ Меленъ (Melun), де-Марсеръ (de Marcère), Деска (Descat) и де-Лаппаренъ (de Lapparent) (помощникъ секретаря).

Комиссіа немедленно приступила къ занятіямъ и составила программу вопросовъ, которую разослала во всѣ департаменты: къ каменноугольнымъ промышленникамъ, владѣльцамъ рудниковъ, лицамъ торгующимъ каменнымъ углемъ, торговымъ палатамъ, горнымъ инженерамъ, инженерамъ путей сообщенія и проч., однимъ словомъ всѣмъ тѣмъ, до которыхъ могъ касаться изслѣдуемый вопросъ. Всѣ представленныя данныя были подробно разсмотрѣны, провѣрены и дополнены свѣдѣніями о положеніи каменноугольнаго

дѣла въ иностранныхъ государствахъ. Кромѣ того министры: путей сообщенія, торговли и иностранныхъ дѣлъ представили комиссіи обширные и весьма интересные документы. Все это дало комиссіи возможность не только подробно изучить положеніе каменноугольной промышленности во Франціи, но и изслѣдовать причины и размѣръ каменноугольнаго кризиса, разразившагося въ Европѣ. Такъ какъ Франція ежегодно производитъ только 14 мил. тоннъ каменнаго угля, а потребляетъ 22 мил. тоннъ, и вслѣдствіе этого принуждена ежегодно покупать до 8 мил. тоннъ, то цѣна каменнаго угля на заграничныхъ рынкахъ должна оказывать весьма значительное вліяніе на цѣну каменнаго угля во Франціи. Подобное вліяніе не могло не заставить комиссію, для яснаго и вѣрнаго изученія кризиса, обратиться къ разсмотрѣнію положенія каменноугольной промышленности въ другихъ государствахъ. Свои обширные труды комиссія окончила къ началу 1874 года и докладъ ея національному собранію напечатанъ въ *Journal officiel de la Republique Française* (14 августа 1874 г.). Такъ какъ докладъ этотъ представляетъ много интересныхъ данныхъ о причинахъ и размѣрахъ каменноугольнаго кризиса, повліявшаго также и на Россію, то мы считали не безынтереснымъ сдѣлать нѣкоторыя извлеченія изъ обширнаго труда комиссіи.

#### *Характеръ кризиса. Движеніе цѣнъ на каменный уголь и на коксъ.*

Весьма обширныя и подробныя изслѣдованія доказали, что кризисъ выразился единственно только большимъ повышеніемъ цѣнъ на каменный уголь и на коксъ. Что же касается до недостатка ископаемаго горючаго, то значительнаго недостатка нигдѣ не чувствовалось, и никогда не было большой разницы между спросомъ и предложеніемъ. Потребители всегда могли получать нужное количество каменнаго угля, если только они давали за послѣдній тѣ цѣны, которыя требовали производители. Если же иногда являлось затрудненіе достать нужное количество угля, то это происходило по большей части отъ причинъ мѣстныхъ, какъ напр.: худого состоянія путей сообщенія, паники, овладѣвшей потребителями, которые сразу старались закупить громадное количество угля и проч. Что касается до фабричныхъ производствъ, то размѣры ихъ во время кризиса отнюдь не сократились и число недѣйствующихъ печей нисколько не увеличилось.

Если же въ немногихъ мѣстахъ и послѣдовало сокращеніе нѣкоторыхъ производствъ, какъ напримѣръ стекляннаго на сѣверѣ, за то въ другихъ мѣстахъ, гдѣ существовали болѣе благоприятныя условія, производства эти получили весьма значительное развитіе. Такъ какъ каменноугольный кризисъ выразился единственно только въ повышеніи цѣнъ ископаемаго горючаго, то, по мнѣнію комиссіи, для уясненія причинъ кризиса необходимо подробно разсмотрѣть колебаніе цѣнъ въ различные періоды кризиса.



Для правильности выводовъ относительно движенія цѣнъ, комиссія приняла одну цѣну за исходную точку, которую обозначила цифрою 100 и съ нею уже сравнивала послѣдующія цѣны. За исходную точку было выбрано среднее изъ цѣнъ на каменный уголь, существовавшихъ въ 1869 и 1870 годахъ, такъ какъ въ теченіе этихъ двухъ лѣтъ цѣны почти не измѣнялись. Принявъ подобное основаніе и разсматривая движеніе цѣнъ, въ наиболѣе важныхъ каменноугольныхъ бассейнахъ, оказывается, что первоначально цѣна на каменный уголь, на самыхъ рудникахъ, начала повышаться въ Англіи. Такимъ образомъ мѣстомъ начала кризиса надо считать Англію. Если принять среднюю цѣну ньюкэстльскаго угля, въ 1869 и 1870 годахъ, за 100, т. е. за исходную цѣну, то оказывается, что въ началѣ іюля 1871 года цѣна начинаетъ постепенно повышаться и доходить до 120 въ теченіи послѣдней четверти года. Затѣмъ въ началѣ первой четверти 1872 года цѣна возрастаетъ до 133, потомъ къ 1 іюлю до 186, а къ октябрю достигаетъ maximum повышенія—256; т. е. цѣна на каменный уголь въ концѣ 1872 года увеличилась въ 2½ раза сравнительно съ 1870 годомъ. Въ теченіи 1873 года цѣна колеблется между 256 и 230 и только въ концѣ этого года падаетъ до 210.

Въ Бельгіи въ бассейнѣ Шарлеруа повышеніе началось въ январѣ 1872 г., т. е. шесть мѣсяцевъ позже чѣмъ въ Англіи, и въ теченіе первой четверти 1872 года цѣна каменнаго угля дошла до 105, затѣмъ во вторую четверть года—118, потомъ 150, а въ январѣ 1873 года всего maximum—220. Въ началѣ 1873 года начинается уже паденіе цѣны и къ концу 1873 года она доходитъ до 180, а въ началѣ 1874 года еще болѣе падаетъ. Такимъ образомъ въ Бельгіи кризисъ начался шестью мѣсяцами позже чѣмъ въ Англіи; maximum повышенія былъ ниже и послѣдняя цѣна на уголь, т. е. въ концѣ 1873 и въ началѣ 1874 годовъ, была не столь высока какъ въ Англіи.

Что касается до Саарбрюкенскаго бассейна, который снабжаетъ каменнымъ углемъ фабрики и заводы Лотарингіи и части Шампани, то тутъ возрастаніе цѣны каменнаго угля началось въ срединѣ 1871 года и весьма правильно продолжалось до конца 1873 года, когда цѣна на уголь почти удвоилась сравнительно съ тою, которая была до кризиса.

Во Франціи въ бассейнѣ С. Этьеннъ кризисъ начался только во второй четверти 1872 года, т. е. девятью мѣсяцами позже чѣмъ въ Англіи и тремя мѣсяцами позже чѣмъ въ Бельгіи. Цѣна на каменный уголь повышалась постепенно и въ октябрѣ 1873 года достигла maximum 168, на которомъ и остановилась. Сравнительно же съ 1870 годомъ цѣна угля повысилась только на 50 процентовъ.

Въ бассейнахъ Сены и Лоары и Авейрона кризисъ шелъ подобнымъ же образомъ, но только повышеніе было нѣсколько болѣе значительно.

Въ Гардскомъ бассейнѣ кризисъ начался въ тоже время, какъ и въ С. Этьенскомъ, и въ началѣ 1873 года цѣна на каменноугольную мелочь дошла до 140.

Что касается до Сѣвернаго бассейна, то послѣдній нельзя принимать въ соображеніе, такъ какъ, вслѣдствіе его положенія, на него долженъ былъ сильно вліять бельгійскій каменный уголь.

Такимъ образомъ кризисъ во Франціи разразился позже чѣмъ въ Англіи и Бельгіи и былъ менѣе значителенъ чѣмъ въ этихъ государствахъ. Тогда какъ въ Англіи цѣны быстро достигаютъ своего максимумъ въ октябрѣ 1872 г., а въ Бельгіи въ январѣ 1873 г., во Франціи возвышеніе цѣнъ идетъ постепенно и только къ октябрю 1873 г. достигаетъ наивысшей степени. Нельзя не замѣтить также и того, что максимумъ цѣны на каменный уголь въ Гардскомъ бассейнѣ менѣе чѣмъ въ С. Этьеннскомъ, а въ послѣднемъ менѣе чѣмъ въ Бланзи; однимъ словомъ сила кризиса въ различныхъ бассейнахъ Франціи находилась въ тѣсной связи съ разстояніемъ послѣднихъ отъ бассейновъ Англіи и Бельгіи.

Безъ сомнѣнія, во время кризиса, цѣны болѣе употребляемаго каменнаго угля возвышались значительнѣе, чѣмъ менѣе употребляемаго, какъ это всегда и бываетъ. Что касается до кокса, то цѣна его повысилась болѣе сильно чѣмъ каменнаго угля. Коксъ, какъ извѣстно, употребляется въ громадномъ количествѣ въ металлургическихъ производствахъ; такъ для выплавки одной тонны чугуна въ доменныхъ печахъ требуется отъ 1,000 до 1,200 килограммовъ кокса, т. е. такое количество, которое соотвѣтствуетъ отъ 1,400 до 2,000 килогр. каменнаго угля. Для переработки же одной тонны чугуна въ желѣзо, необходимо употребить отъ 4 до 5 тоннъ каменнаго угля. Если принять въ соображеніе, что во Франціи на металлургическую промышленность идетъ болѣе  $\frac{1}{4}$  всего каменнаго угля, а въ Англіи около  $\frac{1}{3}$  добываемаго угля, то нельзя не признать того факта, что развитіе металлургической промышленности должно оказывать весьма сильное вліяніе на цѣны каменнаго угля. Повышеніе цѣны кокса въ Англіи началось почти одновременно съ каменнымъ углемъ, но оно шло гораздо быстрѣе и максимумъ былъ болѣе значителенъ. Такъ цѣна на коксъ достигла максимумъ (335) во второй четверти 1872 года, между тѣмъ какъ максимумъ Ньюкэстльскаго каменнаго угля не превосходилъ 256 и притомъ тремя мѣсяцами позже; наконецъ къ концу 1873 года, цѣна на каменный уголь падаетъ до 210, а на коксъ только до 233.

Тоже самое замѣчается и въ Бельгіи, гдѣ цѣна на коксъ достигаетъ въ январѣ 1873 года 282 и къ концу года остается на высотѣ 187, т. е. выше цѣны каменнаго угля.

Наконецъ въ С. Этьеннѣ цѣна кокса, употребляемаго въ доменныхъ печахъ, начинаетъ повышаться во второй четверти 1872 года и къ концу 1873 года доходить до 187, тогда какъ повышеніе цѣны каменнаго угля остановилось на 151. Тѣ же сорта кокса, которые имѣютъ болѣе ограниченное употребленіе, какъ напр. въ плавильныхъ печахъ, возвысились только до 151.

Изъ всего этого можно придти къ заключенію, что кризисъ пачался съ повышенія цѣны кокса, цѣна же на каменный уголь стала повышаться уже въ послѣдствіе, т. е. вслѣдъ за коксомъ и притомъ всегда была ниже цѣны послѣдняго. Если произошло подобное значительное вздорожаніе кокса и каменнаго угля, то очевидно спросъ послѣднихъ долженъ былъ превышать предложеніе. Какая же причина произвела подобное явленіе: уменьшеніе добычи каменнаго угля или-же увеличеніе потребленія?

*Добыча, потребленія, ввозъ и вывозъ каменнаго угля въ послѣдніе годы.*

Въ Англіи гдѣ кризисъ получилъ свое начало и наивысшее развитіе добыча угля находилась въ слѣдующемъ положеніи:

Въ 1869 году добыто	107	мил.	тоннъ		
» 1870 »	»	»	110	»	»
» 1871 »	»	»	117	»	»
» 1872 »	»	»	123	»	»

Эти цифры показываютъ, что добыча угля въ Англіи въ теченіе кризиса не только не уменьшалась но постоянно возростала. Если-же на нѣкоторыхъ рудникахъ, вслѣдствіе стачекъ рабочихъ, производство и уменьшилось немного, то изслѣдованія доказываютъ, что вздорожаніе угля предшествовало рабочему движенію, и на повышеніе рабочей платы надо смотрѣть какъ на слѣдствіе вздорожанія каменнаго угля. Рабочіе требовали увеличенія заработной платы, потому что знали, что владѣльцы рудниковъ получаютъ болѣе значительные доходы. Безъ всякаго сомнѣнія стачки произвели во многихъ мѣстахъ большое замѣшательство и заставили промышленниковъ, для исполненія заключенныхъ условій по поставкѣ угля, закупать послѣдній въ сѣверномъ бассейнѣ и въ Па-де-Кале, что, разумѣется, повліяло на цѣну угля; но всѣ эти явленія должно разсматривать какъ мѣстныя, которыя не могли имѣть большого значенія. Нельзя тутъ не замѣтить, что увеличеніе заработной платы и уменьшеніе рабочаго времени, достигнута рабочими во время кризиса, надолго поставили каменноугольное дѣло въ новое положеніе, и хотя причины, породившія настоящій кризисъ, исчезнуть, но все-таки цѣна на каменный уголь долго не сравняется съ тою, которая была до кризиса. Рабочіе только послѣ продолжительной борьбы согласятся сдѣлать какія-либо уступки.

Въ Бельгіи, хотя тоже были стачки, но добыча угля не уменьшилась: въ 1871 г. было получено 13.733,000 т. каменнаго угля, а въ 1872 году 15.659,000 тоннъ.

Во Франціи добыча угля въ послѣдніе годы весьма значительно возростала; такъ въ 1869 г. получено 13.200,000 тоннъ каменнаго угля, въ 1871 г.—13.400,000 т., а въ 1872 г.—15.900,000 тоннъ. Во Франціи, начиная съ 1860 года, добыча угля ежегодно увеличивалась на 6,5 процентовъ, а въ 1872 году, сравнительно съ 1871 г., добыча сразу возростала на 18 проц. Наибольшее увеличеніе добычи произошло въ бассейнахъ Сѣверномъ и Па-де-Кале, гдѣ было добыто:

въ 1870 году . . . . .	4.310,000 т.
» 1871 » . . . . .	4.900,000 »
» 1872 » . . . . .	6.000,000 »

т. е. добыча угля въ 1872 году возросла на 22 процента. Въ бассейнѣ Лоары добыча увеличилась на 11 процентовъ, въ Градскомъ бассейнѣ на 9 проц, а въ нѣкоторыхъ небольшихъ бассейнахъ добыча даже удвоилась. Такимъ образомъ оказывается, что въ 1872 году, т. е. при началѣ кризиса, добыча каменнаго угля въ Англіи и Бельгіи нисколько не уменьшилась, а во Франціи даже весьма значительно возросла.

Что касается до ввоза каменнаго угля во Францію, то:

въ 1862 г. привезено около . . . . .	6.784,000 т.
» 1870 » . . . . .	5.697,000 »
» 1871 » . . . . .	5.664,000 »
» 1872 » . . . . .	7.346,000 »
» 1873 » . . . . .	7.675,000 »

т. е. ввозъ угля въ послѣдніе годы немного увеличился сравнительно съ 1869 годомъ. Довольно значительное уменьшеніе ввоза угля въ 1870 и 1871 г. произошло оттого, что вслѣдствіе войны фабричная и заводская дѣятельность во Франціи немного ослабла; въ особенности-же война повліяла на металлургическую промышленность.

На юго-востокѣ Франціи многіе держатся того мнѣнія, что вздорожаніе каменнаго угля произошло отъ увеличившагося вывоза послѣдняго въ Италію. Дѣйствительно, съ открытіемъ тунеля Монъ-Сени, вывозъ каменнаго угля въ Италію возросъ съ 95,000 т. въ 1869 году на 276000 тоннъ въ 1873 году; но эта цифра столь незначительна, особенно если принять во вниманіе увеличившуюся добычу угля въ бассейнахъ Лоары, Градскомъ и проч., что вывозъ угля въ Италію никакъ не могъ оказать вліянія на кризисъ.

Всѣ вышеприведенныя данныя показываютъ, что въ теченіе кризиса ни добыча угля, ни ввозъ послѣдняго нисколько не уменьшились, а потому причины кризиса надо искать въ увеличеніи спроса на ископаемое горючее. Какія-же производства въ Европѣ получили въ послѣднее время большое развитіе и откуда явился значительный запросъ на уголь?

#### *Вліяніе на кризисъ металлургической промышленности.*

Исслѣдованія, произведенныя въ Англіи, показываютъ, что въ теченіе кризиса почти всѣ отрасли заводской и фабричной промышленности процвѣтали и развивались.

Особенное-же, необыкновенно быстрое, развитіе замѣчается въ металлургической промышленности. Въ 1867 году на металлургическую промышленность было употреблено 28.300,000 т. каменнаго угля, въ 1871 г.—38.500,000 т. а въ 1872—38.200,000 тоннъ, т. е. расходъ каменнаго угля на металлурги-

ческую промышленность увеличился на  $\frac{1}{3}$  сравнительно съ тѣмъ, что было передъ началомъ кризиса. 38 мил. тоннъ каменнаго угля составляютъ 31 процентъ всей каменноугольной производительности Англiи и почти 35 проц. угля, потребляемаго въ этомъ государствѣ; въ 1867 году на металлургическую промышленность шло только 27 процентовъ всей добычи. Вслѣдствіе подобнаго значительнаго запроса на каменный уголь, должна была подняться и цѣна послѣдняго. Если въ теченіе одного года стоимость тонны чугуна возросла съ 62 ф. 50 с. до 150 фр., то заводчики могли безъ убытка для себя платить дорого за коксъ и каменный уголь. Въ концѣ 1873 года цѣна на каменный уголь, какъ извѣстно, начинаетъ падать и въ это-же самое время размѣры металлургической промышленности въ Европѣ уменьшаются. Необыкновенно быстрое развитіе металлургической промышленности произошло вслѣдствіе значительнаго спроса желѣза, въ особенности-же изъ Америкѣ. Какъ сильно увеличился вывозъ металлургическихъ произведеній, видно изъ того, что въ 1867 году было вывезено изъ Англiи 567,000 тоннъ чугуна и 1.317,000 тоннъ сортоваго желѣза, а въ 1871 году—1.057,000 т. чугуна и 2.112,000 тоннъ желѣза. Въ Соединенныхъ Сѣверо-Американскихъ Штатахъ въ теченіе 1872 года было потреблено около 4.311,500 тоннъ желѣза, изъ числа которыхъ 1.602,000 были приготовлены въ Америкѣ, а 2.700,000 тоннъ привезены изъ Европы и преимущественно изъ Англiи. Такой значительный расходъ желѣза объясняется тѣмъ, что въ 1872 г. на однѣ желѣзныя дороги было употреблено до 2.500,000 тоннъ чугуна и желѣза, такъ какъ въ теченіе этого года въ Соединенныхъ Штатахъ было выстроено до 12,000 километровъ желѣзной дороги.

Такимъ образомъ быстрое сооруженіе обширной сѣти желѣзныхъ дорогъ въ Соединенныхъ Штатахъ было главнѣйшей причиной каменноугольнаго кризиса, разразившагося въ Европѣ. Значительный спросъ чугуна и желѣза поднялъ цѣну послѣднихъ, что повлекло за собой повышеніе цѣны на коксъ и каменный уголь, и такъ какъ всѣ европейскіе рынки солидарны между собою, то повышеніе, начавшееся въ Англiи, быстро распространилось въ Бельгiи, Германiи и Франціи. Нельзя упускать также изъ виду, что въ это время въ европейскихъ континентальныхъ государствахъ было много особенныхъ условий, способствующихъ усиленію кризиса. Такъ на примѣръ, въ Германiи послѣ Франко-прусской войны настала настоящая промышленная горячка.

Желая скорѣй воспользоваться захваченными богатствами, Германiя старалась быстро развить свою промышленность. Въ 1872 году ввозъ чугуна и желѣза упятился сравнительно съ 1869 годомъ. Въ Бельгiи вывозъ металлургическихъ продуктовъ въ 1869 году равнялся 189,000 т., въ 1871 году 233,000 т., а въ 1872 году 254,000 т. Во Франціи послѣ войны всѣ отрасли промышленности начали быстро развиваться, чтобы удовлетворить громаднй спросъ на французскія произведенія, явившіяся какъ внутри, такъ и внѣ Франціи.

Что касается до металлургической промышленности во Франціи, то производство желѣза въ 1872 году увеличилось на 1<sup>0</sup>/<sub>0</sub> сравнительно съ 1869 годомъ,

а производство стали возросло съ 52,000 т. до 138,000 тоннъ, т. е. на 165 процентовъ. Вся металлургическая промышленность Франціи въ 1872 году требовала болѣе 6.000,000 т. каменнаго угля. Вывозъ чугуна, желѣза и стали изъ Франціи тоже увеличился во время кризиса; такъ

въ 1868 года вывезено . . . . .	180.000 т.
» 1869 » . . . . .	233,000 »
» 1872 » . . . . .	273,000 »

причемъ наибольшее количество этихъ произведеній было вывезено въ Америку. На сколько возросъ вывозъ въ Америку, видно, на примѣръ, изъ того, что бассейны Лоары, въ первые 4 мѣсяца 1870 г., заключилъ торговыхъ дѣлъ съ Соединенными Штатами на 27,000 фр., въ первую треть 1872 года—на 899,000 франц., а въ 1873 году—на 1.443,000 франковъ.

На дороговизну каменнаго угля во Франціи, кромѣ всѣхъ вышеупомянутыхъ причинъ, имѣло также не малое вліяніе весьма значительное развитіе свеклосахарной промышленности на сѣверѣ Франціи и увеличившееся въ послѣдніе годы употребленіе угля на пароходахъ, при приготовленіи газа, въ домашнемъ быту и проч.

Такимъ образомъ всѣ произведенныя изысканія показываютъ, что каменноугольный кризисъ, выразившійся въ повышеніи цѣны каменнаго угля, былъ вызванъ значительнымъ запросомъ металлургическихъ продуктовъ Сѣверо-Американскими Штатами и затѣмъ получилъ дальнѣйшее движеніе вслѣдствіе развитія фабричной и заводской промышленности, какъ въ Англіи, такъ и въ другихъ европейскихъ государствахъ. Кромѣ того, на чрезмѣрное повышеніе цѣны угля имѣли также значительное вліяніе тѣ явленія, которыя обыкновенно сопровождаютъ каждый кризисъ, а именно: паника потребителей и спекуляція производителей и продавцовъ угля. Такъ на примѣръ, сахарные заводчики, для которыхъ каждая остановка дѣйствія сопровождается значительными убытками, напуганные въ началѣ кризиса, старались закупить какъ можно болѣе угля и тѣмъ невольнo способствовали его вздорожанію. Съ другой стороны, многія каменноугольныя компаніи, запродавшія часть своего угля по небольшой цѣнѣ, еще до начала кризиса, старались вознаграждать себя и запрашивали, за оставшійся у нихъ уголь, чрезмѣрныя цѣны.

Для того, чтобы болѣе ясно судить о силѣ и размѣрахъ кризиса, тутъ помѣщены двѣ таблицы, показывающія движеніе цѣнъ на каменный уголь въ 1871, 1872, 1873 и 1874 годахъ. Въ этихъ таблицахъ за исходную точку, для сравненія, принята цѣна угля въ теченіе перваго полугодія 1871 года, такъ какъ въ это время цѣна была также самая, какъ въ 1869 и 1870 годахъ.

Стоимость тонны (въ 1000 кил.) каменнаго угля и кокса на мѣстѣ произ- водства.

	1871		1872				1873				1874
	1 ян- варя.	1 ок- тября	1 ян- варя.	1 ап- рѣля.	1 июля	1 ок- тября	1 ян- варя.	1 ап- рѣля.	1 июля	1 ок- тября	1 ян- варя.
<b>А н г л і я .</b>											
Ньюкэстльскій уголь для паровыхъ машинъ . . . . .	ф. с. 12 5	ф. с. 14 16	ф. с. 16 19	ф. с. 25 25	ф. с. 22 50	ф. с. 31 25	ф. с. 31 25	ф. с. 31 25	ф. с. 29 29	ф. с. 26 25	ф. с. 26
Коксъ . . . . .	15	16	25	31 25	40 60	50	47	47	»	»	35
<b>Б е л ь г і я .</b>											
Полужирный уголь изъ Шарлеруа . . . . .	15	14	14	15	17	21	32	29	29	27	20
Тонкій, полужирный уголь изъ Шарлеруа . . . . .	9	9	10 50	11 25	12	17 50	21	21	21	20	14
Коксъ изъ Шарлеруа . . . . .	23	23	23	23 80	30	50	65	»	»	»	43
<b>С а а р б р ю к е н ь .</b>											
Луизентальскій уголь 1 сорта . . . . .	15	16	16 75	17	19	23 50	24	25 50	27	28 50	29 50
<b>С . Е т ь е н ь .</b>											
Крупный уголь 1 раз- бора . . . . .	20 50	20 50	20 50	20 50	22 50	27	29	29	30	31	30
Каменноугольная мелочь 1 сорта . . . . .	14 55	14 50	14 50	14 50	15 50	17 50	18 50	19	19 50	19 50	21
Уголь изъ Ривъ-де-Жье (malbrouck) . . . . .	18	18	18	18	19 50	21	23 50	25 50	29 50	31 50	30 50
Коксъ . . . . .	23 50	23 50	23 50	23 50	25	29	32	36	42 50	44	43 50
Промытый коксъ для плавильни . . . . .	32 50	32 50	32 50	32 50	36 50	43 50	48	50	52 50	52 50	53 50
<b>Г р а д с к і й б а с с е й н ь .</b>											
Каменноугольная мелочь	11 50	12 50	13 50	14	14 30	15 50	16	16	16	16	16

Сравненіе стоимости тонны каменнаго угля и кокса въ различные періоды кризиса.

	1871		1872				1873				1874
	1 ян-варя.	1 ок-тября	1 ян-варя.	1 ап-рѣля.	1 іюля	1 ок-тября	1 ян-варя	1 ап-рѣля.	1 іюля	1 ок-тября	1 ян-варя.
А н г л і я .											
Ньюкастльскій уголь для паровыхъ машинъ . . .	ф. 100	ф. 110	ф. 133	ф. 158	ф. 186	ф. 256	ф. 256	ф. 256	ф. 242	ф. 230	ф. 210
Коксъ . . . . .	100	110	167	270	335	320	316	316	»	»	233
Б е л ѣ г і я .											
Полужирный уголь изъ бассейна Шарлеруа . .	»	»	100	107	118	150	220	207	207	207	145
Тонкій полужирный уголь изъ Шарлеруа . .	»	100	110	128	132	200	234	234	234	234	156
Коксъ изъ Шарлеруа .	»	»	100	104	130	217	282	280	»	188	187
С а а р б р ю к е н ь .											
Люизентальскій уголь 1 сортъ . . . . .	100	105	110	115	120	142	160	165	175	185	195
С . - Э т е н н ь .											
Крупный уголь . . . . .	»	»	»	100	110	127	142	144	148	151	150
Каменноугольная мелочь 1 сорта . . . . .	»	»	»	100	107	121	128	131	135	135	145
Уголь изъ Ривъ-де-Жье . . . . .	»	»	»	100	108	117	130	147	161	175	170
Коксъ . . . . .	»	»	»	100	106	123	136	153	180	187	185
Промытый коксъ для плавленъ . . . . .	»	»	»	100	109	130	145	149	157	157	157
Г р а д с к і й б а с с е й н ь .											
Каменноугольная фабричная мелочь . . . . .	»	100	115	115	130	135	140	140	140	140	140

Въ этой таблицѣ цифрою 100 обозначена цѣна каменнаго угля, бывшая 1 іюля 1871 года.



*Настоящее положеніе каменноугольной промышленности во Франціи.*

Разсмотрѣвъ подробно каменноугольный кризисъ и объяснивъ вызвавшія его причины, комиссія воспользовалась собранными ею обширными статистическими данными и представила подробный отчетъ о настоящемъ положеніи каменноугольной промышленности во Франціи.

Согласно статистическимъ даннымъ къ 31 декабря 1869 года во Франціи число выданныхъ концессій на разработку ископаемаго горючаго (каменнаго угля, антрацита и лигнита) доходило до 607, причеиъ онѣ занимали поверхность въ 525,354 гектара; а къ 1 января 1874 года число концессій дошло до 112, при поверхности земли въ 540,466 гекторовъ.

По роду ископаемаго горючаго концессіи распредѣлялись слѣдующимъ образомъ:

	Число концессій.		Величина поверхности земли, занимаемой концессіей.	
	Абсолютное.	На 100.	Абсолютное.	На 100.
Каменный уголь . . . . .	319	52,20	395,560	74,00
Антрацитъ . . . . .	146	23,80	57,263	11,00
Лигнитъ . . . . .	147	24,00	87,643	15,00
Итого . . . . .	612	100,00	540,466	100,00

Но далеко не всѣ эти концессіи находились въ дѣйстви; такъ въ 1872 г. дѣйствовало:

по каменному углю.	204 концессіи
» антрациту . . . . .	74 »
» лигниту . . . . .	57 .
	335 концессіи

причемъ пространство земли дѣйствующихъ концессій равнялось 371,504 гектарамъ.

Не дѣйствовало:

по каменному углю . . . . .	118.
» антрациту . . . . .	72.
» лигниту . . . . .	87.
	277.

Въ 1872 году во Франціи было добыто:

каменнаго угля.	144,592,735	метр.	центи.
антрацита . . .	10,065,250	»	»
лигнита . . .	4,333,068	»	»
	158,990,053	метр.	центи.

(Метрическій центнеръ = 100 граммамъ).

Добыча ископаемаго горячаго во Франціи увеличивалась послѣдовательно слѣдующимъ образомъ:

въ 1787 году добыто около	2,000,000	метр.	центи.
» 1812 » » »	8,200,000	»	»
» 1846 » » »	44,693,420	»	»
» 1859 » » »	74,407,400	»	»
» 1865 » » »	116,000,000	»	»
» 1872 » » »	159,000,000	»	»
» 1873 » » »	175,000,000	»	»

Такимъ образомъ добыча ископаемаго горячаго во Франціи въ 1873 году относится въ добычѣ 1812 года, какъ 21:1, т. е. въ теченіе 60 лѣтъ, послѣ изданія новаго закона о разработкѣ рудниковъ, добыча увеличилась въ 20 разъ. Особенно сильно начала развиваться каменноугольная промышленность Франціи, со времени постройки желѣзныхъ дорогъ, которыя оказали сильное вліяніе на всѣ отрасли промышленности. Если сравнить добычу угля во Франціи въ 1859 году съ 1872 годомъ, то оказывается, что въ послѣдніе 12 лѣтъ добыча угля болѣе чѣмъ удвоилась. Въ Бельгіи въ это же время добыча увеличилась на 54%, а въ Англійи съ 1858 г. по 1872 годъ на 90%. слѣдовательно во Франціи въ послѣднее время развитіе, каменноугольной промышленности шло болѣе быстро, чѣмъ въ Бельгіи и Англійи. При этомъ нельзя не замѣтить, что въ Англійи и Бельгіи существовали болѣе благоприятныя условія, чѣмъ въ Франціи. Каменноугольные бассейны этихъ государствъ извѣстны и разрабатываются очень давно, между тѣмъ какъ богатый бассейнъ Па-де-Кале извѣстенъ не болѣе двадцати лѣтъ; кромѣ того, англійскіе и бельгійскіе бассейны, находясь въ очень хорошихъ положеніяхъ относительно путей сообщенія, могли вскорѣ послѣ своего открытія быстро развить добычу угля.

Во Франціи бассейнъ Па-де-Кале съ 1852 г., т. е. со времени своего открытія, по 1872 годъ развилъ производительность до 27,000,000 центнеровъ угля. Въ это же время очень много небольшихъ бассейновъ почти неразработывавшихся вслѣдствіе отдаленности отъ мѣстъ сбыта и недостатка желѣзныхъ дорогъ, начали быстро увеличивать свою производительность по

мѣръ развитія сѣти желѣзныхъ дорогъ и возникновенія новыхъ отраслей фабричной и заводской промышленности.

Нельзя не замѣтить, что послѣдній каменноугольный кризисъ, доставивши большія выгоды угленпромышленникамъ, далъ имъ возможность произвести значительныя развѣдки, улучшить рудники и вслѣдствіе этого увеличить производство. На многихъ небольшихъ бассейнахъ добыча угля въ послѣдніе годы удвоилась. Въ настоящее время еще много рудниковъ во Франціи очень слабо дѣйствуютъ вслѣдствіе недостатка путей сообщенія; по мѣръ-же постройки желѣзныхъ дорогъ каменноугольная промышленность Франціи безъ сомнѣнія будетъ еще болѣе быстро развиваться.

*Потребленіе угля во Франціи. Ввозъ и вывозъ.*

Что касается до потребленія угля во Франціи, то статистическія данныя показываютъ, что потребленіе всегда превосходило добычу. Такъ:

въ 1787 году добыто около	2.000,000 ц.	и израсходовано около	4.000,000 ц.
» 1830 » » »	18.600,000 »	» » »	25.000,000 »
» 1860 » » »	83.000,000 »	» » »	143.000,000 »
» 1869 » » »	135.000,000 »	» » »	214.000,000 »

Однимъ словомъ, производство каменнаго угля во Франціи равнялось обыкновенно  $\frac{2}{3}$  потребленія; съ 1853 по 1869 г. отношеніе между производствомъ и потребленіемъ не превосходило 63 : 100 и не опускалось ниже 56 : 100. Недостатокъ горючаго, который приходилось покрывать привозомъ изъ заграницы, простирался отъ  $\frac{1}{3}$  до  $\frac{2}{5}$  общаго потребленія въ странѣ.

Данныя съ 1865 по 1869 годъ показываютъ, что потребленіе ископаемаго горючаго распредѣлялось приблизительно слѣдующимъ образомъ:

На горную промышленность, рудники, копи и каменоломни . . . . .	3,82%
На заводахъ, фабрикахъ и на приготовленіе газа . . . . .	74,95%
На желѣзныхъ дорогахъ, паровыхъ судахъ и пароходахъ . . . . .	9,45%
Въ домашнемъ хозяйствѣ . . . . .	11,78
	<hr/>
	100,000

На дѣйствіе желѣзныхъ заводовъ ежегодно идетъ отъ 50 до 60 мил. центнеровъ угля; на свеклосахарные заводы, дѣятельность которыхъ съ каждымъ годомъ болѣе и болѣе развивается,—болѣе 14 м. центн., а на паровые суда и пароходы около 1.159,000 центнеровъ. Какъ сильно развивается мореплаваніе, можно судить потому, что въ 1869 г. на дѣйствіе паровыхъ усодовъ, пароходовъ и проч. было израсходовано 514,000 центн., а въ 1871

году — 1.159,000 центнеровъ. Потребленіе угля распредѣляется крайне неравномерно по разнымъ частямъ Франціи; по количеству потребленія департаменты идутъ въ слѣдующемъ порядкѣ: Сѣверный (40 мил.), Сены (отъ 19 до 20 м.), Лоары (12 м.), Па-де-Кале (8½ м.), Сены и Лоары (8 м.), Роны (8 мил.) и Верхней Сены (6 мил.).

Ввозъ иностраннаго угля во Францію простирался:

въ 1853 г. до . . . . .	35 мил. цент.
» 1860 » » . . . . .	62 » »
» 1869 » » . . . . .	83 » »

а вывозъ угля изъ Франціи въ другія государства:

въ 1861 году . . . . .	2.800,000 цент.
» 1869 » . . . . .	3.800,000 »
» 1873 » . . . . .	6.200,000 »

Въ послѣдніе годы вывозъ угля возросъ, потому что вслѣдствіе открытія туннеля Монъ-Сени, съ Италіей завязались болѣе тѣсныя торговыя сношенія.

Отношеніе разности между привезеннымъ и вывезеннымъ углемъ къ добычѣ и потребленію угля во Франціи показано въ слѣдующей таблицѣ:

	Отношеніе разности къ	
	Потребленію.	Добычѣ.
1815	20%	26
1819	18	31
1824	25	34
1829	24	31
1834	22	29
1839	28	39
1844	31	45
1849	36	58
1854	37	59
1859	42	72
1864	35	55
1869	36	58

Разсматривая эту таблицу, оказывается, что начиная съ 1815 года по 1859, процентъ отношенія ввоза къ добычѣ и потребленію постепенно увеличивается и достигаетъ maximum въ 1859 году; съ этого же времени начинается обратное движеніе, и въ 1869 году отношеніе тоже самое, какъ было 20 лѣтъ назадъ, т. е. въ 1849 году. Въ 1872 году разность между ввозомъ и вывозомъ равнялась 68.340.000 центнеровъ, что составляло 43 процента производства и 30 проц. добычи; въ 1873 году разность простиралась до 7 мил. центнеровъ, что равнялось 40 проц. добычи угля во Франціи и 28 проц. потребленія. Чтобы сдѣлать сравненія послѣднихъ лѣтъ съ 1869 годомъ, необходимо исключить изъ добычи и потребленія тѣ части Франціи, которыя отошли отъ нея послѣ войны 1870 года. Сдѣлавъ это, оказывается, что въ 1869 году отношеніе разности между вывозомъ и ввозомъ

къ потребленію . . . 33 $\frac{1}{2}$  проц.  
» добычѣ . . . . . 50 »

Сравнивая 1869 г. съ 1872 и 1873 годами, оказывается, что въ послѣднее время отношеніе ввоза къ потребленію и добычѣ уменьшается, и это доказываетъ, что Франція съ каждымъ годомъ относительно менѣе нуждается въ привозномъ углѣ.

Ввозъ угля во Францію производился изъ слѣдующихъ государствъ:

НАЗВАНІЕ ГОСУДАРСТВЪ.	Количество привезеннаго угля.	Что составитъ на 100.
1869 г.		
	центнеровъ.	процентовъ.
Англія . . . . .	18.883,400	28 $\frac{1}{2}$
Бельгія . . . . .	41.687,700	63 $\frac{1}{2}$
Германія . . . . .	5.346,500	8
	65.913,600	100
1872 г.		
Англія . . . . .	19.834,200	27
Бельгія . . . . .	48.483,600	66
Германія . . . . .	5.142,200	7
	73.460,000	100
1873 г.		
Англія . . . . .	22.641.250	29,5
Бельгія . . . . .	46.050,000	60
Германія . . . . .	7.191,250	9,5
Всего ввезено въ 1873 г. . .	76.750,000	99

Иностранный уголь распространён почти во всѣхъ департаментахъ; такъ бельгійскій уголь встрѣчается въ 34 департаментахъ, англійскій въ 45 департаментахъ, а германскій въ 13 департаментахъ. Ввозъ германскаго угля въ послѣдніе годы возросъ, такъ какъ уголь изъ бассейна Ruhr употребляется въ значительномъ количествѣ въ Парижѣ для приготовленія газа.

*Средства для развитія каменноугольной промышленности во Франціи.*

Такъ какъ во Франціи расходъ ископаемаго горючаго превосходитъ добычу, то необходимо употребить какія либо мѣры для развитія каменноугольной промышленности.

Увеличеніе добычи ископаемаго горючаго можетъ быть достигнуто двумя средствами: 1) улучшеніемъ и усиленіемъ разработки настоящихъ каменноугольныхъ мѣсторожденій и 2) открытіемъ новыхъ мѣсторожденій. Что касается до перваго средства, то, чтобы судить насколько оно исполнимо, необходимо разсмотрѣть подробно положеніе нынѣшнихъ мѣсторожденій.

Въ 1872 году во Франціи изъ 612 концессій, данныхъ на разработку ископаемаго горючаго, не дѣйствовало 277, что составляетъ 45% всего числа концессій и 43% поверхности ими обнимаемой. Съ перваго раза подобное количество недѣйствующихъ концессій должно казаться крайне значительнымъ, особенно принимая во вниманіе пространство занимаемое ими: но если вспомнить, что пространство занимаемое концессіями несравненно болѣе пространства ископаемаго горючаго, то вышеупомянутое процентное отношеніе не можетъ поражать своей величиной. Во многихъ мѣстахъ Франціи есть концессіи, въ которыхъ мѣсторожденіе каменнаго угля занимаетъ не болѣе  $\frac{1}{4}$  части поверхности отведенной подъ концессію.

Не дѣйствующія концессіи существуютъ въ не меньшемъ количествѣ не только во Франціи, но и въ другихъ государствахъ; такъ, въ 1872 году, въ Бельгіи изъ числа 129 концессій не дѣйствовало 43, причемъ поверхность занимаемая ими <sup>1)</sup> относилась къ общей поверхности, какъ 27: 100. По роду ископаемаго горючаго не дѣйствующія концессіи распредѣлялись во Франціи слѣдующимъ образомъ:

	Число неразр. конц.	Поверхность зан. ими.
Каменный уголь . . .	118	97,832 гекторовъ

<sup>1)</sup> Согласно закону 1810 года рудники (mines), къ которымъ относятся также мѣсторожденія каменнаго угля, не могутъ быть разрабатываемы владѣльцемъ поверхности, безъ концессіи отъ правительства. Концессію можетъ получить и не владѣлецъ поверхности, а лицо совершенно постороннее землевладѣнію; въ послѣднемъ случаѣ владѣлецъ поверхности получаетъ въ вознагражденіе болѣе или менѣе значительную плату въ видѣ подати, уплачиваемой концессіонеромъ.

	Число неразр. конц.	Поверхность зан. ими.
Антрацитъ . . . . .	72	26,539 гектаровъ.
Лигнитъ . . . . .	87	44,591 »
	277	168,962 »

Концессіи не дѣйствовали вслѣдствіе слѣдующихъ причинъ:

1) Вслѣдствіе скудности мѣсторожденія, истощенія его или невозможности производить разработку

2) Вслѣдствіе недостатка сбыта ископаемаго горючаго.

3) Неуспѣшности первоначальныхъ работъ и трудности разработки.

4) Недостатка путей сообщенія.

5) Худаго положенія дѣлъ концессионеровъ.

6) Вслѣдствіе разныхъ причинъ.

Посмотримъ же теперь, вслѣдствіе какихъ обстоятельствъ не разрабатывалось большинство концессій.

Изъ числа не дѣйствующихъ рудниковъ, наибольшее количество не могло быть разрабатываемо вслѣдствіе скудности, или истощенія мѣсторожденія, или неправильности послѣдняго, а также вслѣдствіе худаго качества ископаемаго горючаго. Къ этой категоріи не дѣйствующихъ концессій принадлежить:

44 мѣстор. каменнаго угля съ простр.	25,000 гектаровъ.
20 . . . . . антрацита . . . . .	12,000 »
23 . . . . . лигнита . . . . .	12,000 »
87	49,000 »

Всѣ эти рудники, въ сожалѣнію, надо считать навсегда непроизводительными.

Вслѣдствіе второй причины, т. е. недостатка сбыта, не разрабатывались:

14 каменноугольныхъ рудниковъ занимающихъ	16,000 гек.
24 антрацитовыхъ . . . . .	8,250 »
28 лигнитовыхъ . . . . .	8,200 »
66	32,450 »

Изъ числа этихъ рудниковъ только Авейронскіе рудники могутъ быть съ выгодой разрабатываемы, если только проведется желѣзная дорога; остальные же рудники не могутъ значительно развить свою производительность, вслѣдствіе худаго качества горючаго и конкуренціи сосѣднихъ болѣе богатыхъ рудниковъ.

Что касается до рудниковъ третьей категоріи, т. е. не разрабатываемыхъ вслѣдствіе неуспѣшности первоначальныхъ работъ, то есть надежды, что съ переходомъ къ другимъ хозяевамъ и съ примѣненіемъ особенныхъ средствъ

нѣкоторые изъ этихъ рудниковъ могутъ дѣйствовать довольно выгодно. Впрочемъ, если эти надежды и оправдаются, то все-таки всѣ мѣсторожденія этой категоріи не дадутъ болѣе 2 или 3 мил. центнеровъ каменнаго угля и 600,000 цен. лигнита. Число рудниковъ 3 категоріи равняется 24; къ концессіямъ 4 категоріи, т. е. не разрабатываемымъ вслѣдствіе недостатка путей сообщенія, принадлежатъ 10 мѣсторожденій каменнаго угля и 7 мѣсторожденій лигнита. Безъ всякаго сомнѣнія, съ проведеніемъ желѣзныхъ дорогъ, многія изъ этихъ концессій начнутъ, разрабатываться и будутъ приносить значительные доходы. Вообще, нельзя сомнѣваться, что желѣзныя дороги будутъ всегда оказывать громадное вліяніе на развитіе каменноугольной промышленности.

Къ пятой категоріи принадлежатъ 9 каменноугольныхъ рудниковъ, 5 лигнитовыхъ и 4 антрацитовыхъ. Всѣ эти рудники не особенно значительны, и если они начнутъ разрабатываться, то не доставятъ большаго количества ископаемаго горючаго.

Къ шестой категоріи, т. е. къ рудникамъ не дѣйствующимъ вслѣдствіе разныхъ причинъ относятся нѣсколько рудниковъ, не разрабатываемыхъ по причинѣ смерти владѣльца, раздѣла, усиленія работъ на другихъ рудникахъ, принадлежащихъ тѣмъ же владѣльцамъ и проч.

Такимъ образомъ нѣкоторые изъ не дѣйствующихъ концессій надо навсегда считать непроизводительными, другія могутъ начать дѣйствовать при болѣе благопріятныхъ условіяхъ. Коммиссія считаетъ, что правительство обязано обратить серьезное вниманіе на не дѣйствующія концессіи. Концессіонерамъ должно быть объявлено, что если по прошествіи извѣстнаго срока рудникъ не начнетъ дѣйствовать, то онъ отбирается въ казну. Срокъ долженъ быть установленъ различный, смотря по характеру причинъ, вслѣдствіе которыхъ мѣсторожденіе не разрабатывается. Вообще, лучше недѣйствующія концессіи совсѣмъ исключить изъ числа каменноугольныхъ богатствъ Франціи, чѣмъ оставлять ихъ непроизводительными въ рукахъ концессіонеровъ.

#### *Настоящее положеніе дѣйствующихъ рудниковъ.*

Разсмотрѣвъ не дѣйствующіе рудники, необходимо посмотрѣть въ какомъ положеніи находятся дѣйствующіе рудники и насколько дѣятельно они разрабатываются. Вообще очень трудно, или, лучше сказать, невозможно, опредѣлить, какое количество ископаемаго горючаго должно получаться съ рудника, чтобы можно было считать рудникъ дѣйствующимъ вполне. Кромѣ капитала, затраченнаго на устройство рудника, и количества обращающихся рабочихъ, есть много еще другихъ условій, сильно вліяющихъ на производительность рудника. Размеры каменноугольнаго мѣсторожденія, характеръ его, глубина



шахтъ, спросъ на тотъ или другой сортъ угля и много, много другихъ обстоятельствъ, весьма различныхъ не только для разныхъ мѣсторожденій, но даже для разныхъ рудниковъ одного и того же мѣсторожденія, представляютъ большія затрудненія дѣлать правильное заключеніе о томъ, на сколько одинъ рудникъ болѣе дѣятельно разрабатывается чѣмъ другой. Не имѣя точныхъ данныхъ для подобной оцѣнки, комиссія рѣшилась сдѣлать только одно сравненіе количества добычи въ разныхъ бассейнахъ и, разсмотрѣвъ на сколько возможно характеръ послѣднихъ, вывести заключеніе, можно-ли надѣяться на увеличеніе производства въ томъ или другомъ бассейнѣ. Въ слѣдующей таблицѣ представлено количество добычи ископаемаго горючаго, въ разныхъ бассейнахъ, приходящееся на каждый гектаръ поверхности, занимаемой концессіей.

НАЗВАНІЕ КАМЕННОУГОЛЬНЫХЪ БАССЕЙНОВЪ.	Число центнеровъ ископаемаго горючаго, приходящихся на каждый гектаръ поверхности.	
	1872	1873
Валенсенскій бассейнъ . . . . .	643	691
Бассейнъ Па-де-Кале. . . . .	540	594
» С.-Этьенскій . . . . .	1730	1930
» Алэ (Alais) . . . . .	520	740
» Комментри (Commentry). . . . .	2600	»
» Бланзи-Крезо (Blanzy-Creusot). . . . .	326	»
» Гресессакъ (Graissessac) . . . . .	368	»
» Епинакъ (Epinaс) . . . . .	456	»
» Обенъ (d'Aubin) . . . . .	2660	»
Майенскій антрацитовый бассейнъ. . . . .	130	148
Дравскій (Draс) антрацитовый бассейнъ. . . . .	523	»
Савойскій антрацитовый бассейнъ. . . . .	77	»
Лигниты . . . . .	197	192
Остальные мѣсторожденія. . . . .	429	472

Разсматривая эту таблицу, нельзя не удивляться крайней неравномѣрности добычи; тогда какъ Савойскій антрацитовый бассейнъ даетъ только 77 центнеровъ, бассейнъ д'Обенъ даетъ болѣе 2<sup>1</sup>/<sub>2</sub> тысячъ центнеровъ, бассейнъ С. Этьенскій даетъ около 2 т. цент. и т. п. Подобная разниа происходитъ отъ крайне разнообразныхъ качествъ мѣсторожденій ископаемаго горючаго, такъ напр.. бассейны d'Aubin и Commentry отличаются необыкновенной толщиной каменноугольныхъ пластовъ, доходящею въ нѣкоторыхъ мѣстахъ до 25 и 30 мет-

ровъ, притомъ пласты залегаютъ на небольшой глубинѣ и ихъ можно разрабатывать въ нѣсколькихъ мѣстахъ. Бассейнъ Па-де-Кале наоборотъ отличается небольшой толщиной пластовъ, большою глубиною ихъ залеганія, что, безъ сомнѣнія, имѣетъ значительное вліяніе на разработку. Въ нѣкоторыхъ бассейнахъ количество ископаемаго горючаго, приходящагося на гектаръ, потому незначительно, что въ этихъ бассейнахъ концессіи заключаютъ большія пространства земли, не содержащей каменнаго угля.

Если сравнить Французскіе сѣверные рудники съ Бельгійскими, то производительность послѣднихъ окажется болѣе значительной; такъ напр.: средняя производительность бассейна Nainaut равняется 1,750 цен. на гектаръ. Это происходитъ во первыхъ оттого, что бельгійскіе рудники разрабатываются очень давно, а во вторыхъ каменноугольные пласты въ Бельгіи очень часто выходятъ на поверхность, а это позволяетъ отводить подъ концессію только ту часть земли, которая заключаетъ мѣсторожденія ископаемаго горючаго. Вообще, производительность бельгійскихъ бассейновъ въ  $2\frac{1}{2}$  раза болѣе производительности сосѣднихъ французскихъ бассейновъ, и эта разница происходитъ почти исключительно отъ естественности условій, т. е. отъ характера мѣсторожденій.

Сдѣлаемъ теперь сравненіе производительности рудниковъ одного и того же бассейна. Такъ какъ рудники одного и того же бассейна имѣютъ болѣе однообразный характеръ, чѣмъ рудники разныхъ бассейновъ, то это позволить болѣе или менѣе вѣрно судить о производительности рудниковъ, а также о томъ, на сколько можно надѣяться, что тотъ или другой бассейнъ увеличитъ свою производительность.

Въ сѣверномъ бассейнѣ, занимающемъ пространство въ 50,200 гектаровъ, производительность рудниковъ колеблется отъ 1,033 до 360 центнеровъ на гектаръ, причемъ наибольшее количество, именно 1,033 центнера приходится на рудникъ Vicoigne, поверхность котораго равняется 1,320 гектарамъ. Между тѣмъ рудникъ, занимающій 11,850 гектаровъ, даетъ только 478 цен. на гектаръ. Эти примѣры, особенно если принять во вниманіе Бельгію, гдѣ поверхность концессій рѣдко превосходитъ 500 гектаровъ, приводятъ къ заключенію, что чѣмъ менѣе поверхность, занимаемая рудникомъ, тѣмъ послѣдній разрабатывается болѣе дѣятельно. Подобное явленіе понятно, такъ какъ очень трудно вполне разрабатывать поверхность, превосходящую 10,000 гектаровъ.

Общее положеніе работъ въ С. бассейнѣ таково, что можно вполне быть увѣреннымъ, что если рудники будутъ болѣе дѣятельно разрабатываться, то добыча значительно возростетъ. Въ этомъ бассейнѣ находится еще много пустаго пространства, разработка котораго принесетъ значительные доходы, если только будетъ приложенъ трудъ и капиталъ.

*Бассейнъ Па-де-Кале* занимаетъ пространство въ 50,255 гектаровъ при средней производительности гектара въ 540 центнеровъ, и заключаетъ рудники, которые даютъ отъ 155 ц. до 1,665 центнеровъ ископаемаго горючаго на

гектаръ. Тутъ замѣчается тоже самое, что и въ предыдущемъ бассейнѣ, т. е. наибольшую производительностью отличаются рудники съ меньшею поверхностью, и наоборотъ. Въ бассейнѣ Па-де-Кале, во время каменноугольнаго кризиса, начато 11 новыхъ разработокъ, изъ которыхъ три имѣютъ по двѣ шахты. Такъ какъ до послѣдняго времени въ этомъ бассейнѣ находилось только 40 шахтъ, то 14 новыхъ шахтъ послужатъ безъ сомнѣнiя къ значительному увеличенiю производительности этого бассейна.

Бассейны Лоары представляютъ слѣдующее:

РАЗРАБАТЫВАЕМЫЯ КОНЦЕССИИ.	Пространство въ гектарахъ.	Производи- тельность гектара.
Компанiя рудниковъ Лоары . . . . .	981	3600
Компанiя С.-Этьенскихъ каменноугольныхъ копей	1085	5200
Четыре рудника наиболее производительныхъ С.-Этьенской компанiи . . . . .	444	8250
Компанiя С.-Шамонъ . . . . .	3452	110
Компанiя Ривъ-де-Жье . . . . .	869	2900
Компанiя де-ла-Пероньеръ . . . . .	79	15000
» Фирминъ . . . . .	5856	1065

Въ бассейнѣ Лоары, еще ранѣе закона 1810 года, рудничная собственность была очень раздроблена, и тутъ замѣчается, что если поверхность рудника очень незначительна, то производительность послѣдняго мала, напротивъ того, компанiи, владѣющiе болѣе значительными рудниками (около 1000 гект.), отличаются болѣе производительностью.

Такъ наприм., одиннадцать отдѣльныхъ концессионеровъ, владѣющихъ каждый пространствомъ около 220 гектаровъ, или въ общей сложности 2,440 гект., получаютъ на каждый гектаръ среднимъ числомъ 1,300 центнеровъ, между тѣмъ компанiя С. Этьень, владѣющая 1,085 гектарами, производитъ 5,200 центнеровъ.

Въ бассейнѣ Па-де-Кале наиболѣе производительные рудники тѣ, которые занимаютъ пространство около 1,000 гектаровъ.

Бассейнъ d'Alais, подобно другимъ бассейнамъ, даетъ крайне различныя цифры производительности.

	Пространство въ гектарахъ.	Производи- тельность гектара.
Весь бассейнъ d'Alais . . . . .	22261	520
Компанія Grand-Combe:		
Концессія Trescol . . . . .	1484	1625
» Fenadou . . . . .	415	1370
» g. Combe . . . . .	3601	193
» Champclauson . . . . .	5540	72
Нѣсколько соединенныхъ вмѣстѣ концессій Grand-Combe . . . . .	14165	307
Каменноугольная компанія de Besseges. . . . .	2806	1253
» » de Terre-Noire. . . . .	406	1475
» » des forges d'Alais. . . . .	4945	562
» » de Mokta. . . . .	539	1157

Цифры эти показываютъ, что средняя производительность бассейна d'Alais была-бы гораздо болѣе, если-бы только въ этотъ бассейнъ не входила компанія Grand-Combe, владѣющая большимъ количествомъ земли, которую вслѣдствіе недостатка рабочихъ очень трудно разрабатывать. Компанія эта употребляетъ всевозможныя средства для привлеченія рабочихъ, какъ напр. устраиваетъ прекрасныя дома для помѣщенія рабочихъ, школы, госпитали, церкви и проч. Но всѣ ея усилія не достигли еще желаемыхъ результатовъ.

Обширныя статистическія данныя, собранныя комиссіею, относительно другихъ бассейновъ, которые мы считаемъ излишнимъ помѣщать, привели комиссію къ мнѣнію, что если оставить въ сторонѣ естественныя условія рудника и характеръ мѣсторожденія, то наибольшей производительностью отличаются тѣ рудники, поверхность концессіи которыхъ приближается къ 1,000 гектарамъ и въ разработкѣ которыхъ принимаютъ участіе компаніи, имѣющія достаточно средствъ для первоначальнаго устройства рудника и для привлеченія рабочихъ. Недостатокъ горнорабочихъ сильно чувствуется на многихъ рудникахъ, а потому необходимо употреблять всевозможныя мѣры для улучшенія быта лицъ, готовыхъ себя посвятить рудничнымъ работамъ. Надо отдать справедливость, что французскіе каменноугольныя промышленники вполне сознали это и употребляютъ, съ своей стороны, разныя средства для улучшенія положенія горнорабочихъ, что имѣетъ прямымъ слѣдствіемъ увеличеніе числа рабочихъ. Если рабочіе видятъ, что на рудникахъ положеніе ихъ лучше и болѣе обезпечено, чѣмъ въ другомъ мѣстѣ, то безъ сомнѣнія

число ихъ будетъ возрастать. На сколько французскіе углепромышленники заботятся о рабочихъ, можно судить по слѣдующимъ примѣрамъ.

Въ бассейнахъ Сѣверномъ и Па-де-Кале, на многихъ рудникахъ, устроены прекрасные дома для рабочихъ и нѣкоторыя компани жертвуютъ на это до  $\frac{1}{4}$  дивиденда, выдаваемого ежегодно акціонерамъ. Вообще среднимъ числомъ промышленники этихъ бассейновъ расходуютъ до 80 ф. на каждаго рабочаго. Благодаря всему этому, въ бассейнѣ Па-де-Кале, съ 1852 г. по настоящее время, образовалось населеніе горнорабочихъ въ 17,000 человѣкъ, а въ Сѣверномъ бассейнѣ, гдѣ въ 1871 году было 16,766 рабочихъ, въ 1873 году считалось уже 18,693 человѣка, т. е. въ теченіи 2-хъ лѣтъ число рабочихъ увеличилось на 1,927 человѣкъ, изъ которыхъ 1,609 ч. работаютъ внутри рудниковъ, а 323 на поверхности.

Въ Blanzy компанія расходуетъ ежегодно по 90 франковъ на каждаго рабочаго, на устройство разныхъ учреждений, имѣющихъ цѣлью улучшить положеніе горнорабочихъ.

Наконецъ компанія Grand'Combe устроила на свой счетъ помѣщеніе на 3,400 рабочихъ. Устройство подобнаго помѣщенія, а также школъ и церквей, стоило компани болѣе 1.500,000 франковъ. Кромѣ того, эта компанія тратитъ ежегодно на рабочихъ до 190,000 франковъ.

Вообще можно положительно сказать, что французскія компани хорошо поняли свои интересы, и употребляютъ всѣ средства для образованія обширнаго класса горнорабочихъ. Франція, относительно попеченія о горнорабочихъ, стоитъ выше Англии и Бельгій, а потому не мудрено, что во Франціи, во время послѣдняго каменноугольнаго кризиса, стачки горнорабочихъ были не столь значительны, какъ въ другихъ государствахъ.

Многіе углепромышленники предлагаютъ даровать горнорабочимъ нѣкоторыя льготы, относительно податей и воинской повинности, но коммиссія съ своей стороны нашла, что это невозможно сдѣлать, потому что если дать льготы горнорабочимъ, то съ меньшей основательностью могутъ быть потребованы такія-же льготы для земледѣльцевъ и другихъ рабочихъ.

### *Развѣдки новыхъ каменноугольныхъ мѣсторожденій.*

Въ видахъ увеличенія добычи ископаемаго горючаго, кромѣ усиленія разработки нынѣ дѣйствующихъ рудниковъ, можно еще предпринять развѣдки новыхъ мѣсторожденій. По мнѣнію компани можно надѣяться, что во многихъ мѣстахъ Франціи развѣдки будутъ сопровождаться прекрасными результатами.

Такъ на примѣръ, въ западной части бассейна Ronchamp (Верхней-Сены) нѣсколько времени тому назадъ были предприняты развѣдки на уголь и одна изъ буровыхъ скважинъ попала на прекрасное мѣсторожденіе каменнаго

угля. Подобныя-же развѣдки производятся близъ Montière, и если онѣ будутъ успѣшны, то производительность бассейна Ronchamp можетъ скоро удвоиться.

Въ центральномъ плато Франціи есть много маленькихъ бассейновъ, которые очень слабо развѣданы. Съ улучшеніемъ путей сообщенія, тутъ начнутъ, безъ всякаго сомнѣнія, производить развѣдки, которыя, надо надѣяться, дадутъ хорошіе результаты. Въ бассейнахъ Aveyron, Vigon, Var и Blanzу также можно надѣяться открыть не мало новыхъ богатыхъ мѣсторожденій каменнаго угля. Наконецъ въ Нормандіи генеральный совѣтъ Верхней Сены ассигновалъ 500,000 франковъ на изслѣдованія пѣдръ земли.—Изслѣдованія эти, если и не будутъ сопровождаться открытіемъ ископаемаго горючаго, то во всякомъ случаѣ будутъ имѣть большой научный интересъ, такъ какъ онѣ дадутъ возможность основательно изучить древнія формаціи залеганія между Сѣвернымъ бассейномъ и Calvados.

Говоря о развѣдкахъ на каменный уголь, нельзя умолчать о томъ, что многіе предлагаютъ, чтобы само правительство приняло дѣятельное участіе въ подобнаго рода работахъ. Такъ какъ развѣдки, или вообще изслѣдованія мѣсторожденій, производятся довольно медленно и требуютъ значительныхъ затратъ, то, по мнѣнію этихъ лицъ, такія работы наиболѣе успѣшно могутъ производиться только правительствомъ или обществами, владѣющими значительными капиталами, которыя имѣли-бы настолько средствъ, чтобы настойчиво продолжать начатія изслѣдованія, не смотря на первоначальныя неудачи, очень часто случающіяся при подобныхъ предпріятіяхъ.

Правительство можетъ двоякимъ образомъ принять участіе въ развѣдкахъ: или производя послѣднія непосредственно на свой счетъ, или же занимаясь подготовительными работами, которыя должны служить основаніемъ для послѣдующихъ изслѣдованій частныхъ предпринимателей.

По мнѣнію комиссіи, если правительство рѣшится само производить развѣдки, то прежде чѣмъ приступить къ послѣднимъ, оно должно предложить окружнымъ инженерамъ представить свои соображенія, въ какихъ мѣстахъ округа они считаютъ полезнымъ начать развѣдки. Соображенія окружныхъ инженеровъ должны быть разсмотрѣны главнымъ горнымъ совѣтомъ, который можетъ окончательно рѣшить, въ какомъ порядкѣ необходимо производить развѣдки, причемъ суммы на послѣднія должны быть отпускаемы изъ особаго фонда. Если изслѣдованія увѣнчаются успѣхомъ, то, безъ сомнѣнія, скоро явятся лица, желающія получить концессию, и тогда правительство, выдавая послѣднія, можетъ требовать съ концессионера уплаты денегъ, употребленныхъ на развѣдки.

Какъ ни полезна подобная дѣятельность правительства, но весьма многія лица энергически возстаютъ противъ того, говоря, что государство не должно вмѣшиваться ни въ какія промышленныя предпріятія, и промышленная сфера должна быть исключительно предоставлена частной инициативѣ.

Съ подобнымъ мнѣніемъ комиссія не можетъ не согласиться, но вмѣстѣ съ тѣмъ считаетъ нужнымъ замѣтить, что есть очень много разнаго рода из-

слѣдованій, оказывающихъ значительное вліяніе на развитіе промышленности, которыя по большей части производятся не иначе, какъ при значительномъ участіи правительства. Таковы напримѣръ изслѣдованія научныя. Вышеупомянутыя развѣдки въ Нормандіи предприняты главнѣйше въ видахъ научнаго интереса и только косвеннымъ образомъ онѣ могутъ оказать болѣе или менѣе значительную услугу каменноугольной промышленности. Въ другихъ мѣстахъ Франціи, какъ напр. въ Арденахъ, въ Бургундіи, въ Франшъ-Конте, есть много мѣстъ, которыя, въ видахъ изученія геологіи, необходимо изслѣдовать въ научномъ отношеніи, и безъ сомнѣнія подобныя изслѣдованія, проливъ новый свѣтъ, окажутъ значительную услугу частнымъ предпринимателямъ. Они намѣтятъ тѣ мѣста, гдѣ предприниматель можетъ имѣть большую надежду на производительную затрату капитала. Изслѣдованіе нѣдръ земли на столько же обязательно для государства, какъ и составленіе геологическихъ и топографическихъ картъ.

Коммисія считала-бы своею обязанностью предложить правительству нынѣ-же начать обширныя изслѣдованія нѣдръ земли, при помощи компетентныхъ научныхъ лицъ, если-бы это только позволило финансовое положеніе Франціи. Къ сожалѣнію, въ настоящее время, какъ извѣстно, финансы ея на столько разстроены, что можно только пожелать, чтобы подобныя работы были произведены въ ближайшемъ будущемъ.

Въ замѣнъ того государство можетъ теперь-же, при помощи горныхъ инженеровъ, систематически заняться подготовительными работами, которыя будутъ служить основаніемъ для послѣдующихъ изслѣдованій нѣдръ земли и окажутъ значительную пользу частнымъ лицамъ при ихъ развѣдкахъ ископаемаго горючаго.

Подготовительныя работы должны состоять прежде всего въ составленіи такъ сказать подземнаго кадастра Франціи. Подобный кадастръ можно составить, поручивъ горнымъ инженерамъ, при помощи особенныхъ лицъ, къ нимъ прикомандированныхъ, заняться составленіемъ, въ возможно большемъ масштабѣ, картъ каждой общины, на которыхъ должны быть нанесены всѣ показанія существующихъ геологическихъ картъ. На этихъ картахъ должны быть также точно обозначены мѣсторожденія всѣхъ извѣстныхъ рудниковъ, каменоломень, старыхъ работъ и выходовъ пластовъ каменнаго угля. При составленіи картъ горные инженеры могутъ также изслѣдовать почву земли, гдѣ представится къ тому возможность, и такимъ образомъ провѣрять тѣ данныя, которыя имѣлись ранѣе.

На первый разъ составленіе кадастра можно начать съ бассейновъ Лоары и Па-де-Кале, причемъ работы должны быть поручены горнымъ инженерамъ, хорошо знакомымъ съ геологіей и свободнымъ отъ всякихъ такъ сказать административныхъ занятій. Послѣднее необходимо для того, чтобы одни и тѣ же инженеры не прерывали начатыхъ работъ и довели-бы ихъ до конца.

Въ виду большей успѣшности работъ, коммиссія считаетъ своей обязан-

ностью обратить вниманіе министра путей сообщенія на то, чтобы къ горнымъ инженерамъ были прикомандированы особыя лица для письменныхъ занятій и для черченія плановъ. Если-же всё подобнаго рода работы возложить на горныхъ инженеровъ, какъ это бывало до сихъ поръ, то занятія по составленію кадастра не будутъ имѣть желаемаго успѣха.

Съ вопросомъ объ изученіи нѣдръ земли, очень тѣсно связана подземная топографія нашихъ каменноугольныхъ бассейновъ. По существующимъ правиламъ планы работъ, производящихся въ рудникахъ, должны періодически представляться окружнымъ горнымъ инженерамъ, въ рукахъ которыхъ собирается такимъ образомъ богатый матеріалъ для изученія положенія разныхъ каменноугольныхъ рудниковъ.

Если матеріалы, собранные въ разное время по различнымъ рудникамъ, хорошенько обработать, то можно составить великолѣпныя карты каждаго рудника, которыя вмѣстѣ съ другими матеріалами, въ состояніи дать углепромышленникамъ весьма полезныя указанія при ихъ работахъ. Къ сожалѣнію, теперь горные инженеры не имѣютъ возможности хорошо обрабатывать собранный матеріалъ, такъ какъ у нихъ не хватаетъ на это времени. Если-же къ окружнымъ инженерамъ прикомандируютъ лицъ для рисованія и черченія плановъ, какъ объ этомъ уже было сказано, то подземная топографія каменноугольныхъ мѣсторожденій будетъ находиться въ лучшемъ положеніи, чѣмъ находится теперь, и оважетъ углепромышленникамъ тѣ услуги, которыя они въ правѣ отъ нея ожидать.

### *Статистика Французской каменноугольной промышленности.*

Коммисси, во время ея изслѣдованій, многіе жаловались на отсутствіе въ оффиціальномъ журналѣ бюллетеней, показывающихъ количество добытаго каменнаго угля въ теченіи каждаго трехъ мѣсяцевъ.

Подобныя жалобы нельзя не признать вполне основательными.

Изученіе послѣдняго кризиса показываетъ, что на повышеніе цѣнъ имѣла значительное вліяніе паника потребителей, и единственное средство предупредить подобную панику состоитъ въ своевременномъ публикованіи данныхъ о положеніи каменноугольной промышленности.

Если потребители знали-бы, что добыча каменнаго угля нисколько не измѣнилась, и только мѣстные, случайныя обстоятельства породили недостатокъ угля въ нѣкоторыхъ мѣстахъ, то безъ сомнѣнія паника не могла-бы явиться, и повышеніе цѣнъ не было-бы столь значительно. Горное вѣдомство обыкновенно публикуетъ статистическія данныя за каждое пятилѣтіе, при чемъ данныя за послѣдній годъ появляются въ печати только по прошествіи четырехъ или пяти лѣтъ. Подобная медленность работы происходитъ оттого, что горное вѣдомство, желая придать издаваемымъ статистическимъ таблицамъ



наибольшую точность и достовѣрность, строго провѣряетъ всё представляемое свѣдѣнія.

Разумѣется, такая тщательная и вмѣстѣ съ тѣмъ медленная работа можетъ быть неизбѣжна при составленіи статистики несчастныхъ случаевъ, статистики желѣзной промышленности, паровыхъ машинъ и проч., но она совершенно излишня при составленіи статистическихъ свѣдѣній о количествѣ добытаго каменнаго угля.

Коммиссія, съ своей стороны, считаетъ необходимымъ публикованіе по прошествіи каждаго трехъ мѣсяцевъ статистическихъ таблицъ добычи, ввоза и вывоза каменнаго угля. Въ этихъ таблицахъ нѣтъ нужды помѣщать свѣдѣнія о производительности каждаго рудника, а совершенно достаточно, если будутъ свѣдѣнія о добычѣ угля по бассейнамъ или по департаментамъ.

### *Соединеніе концессій.*

Законъ 1810 года позволяетъ соединять нѣсколько концессій вмѣстѣ, но съ тѣмъ, чтобы каждая концессія продолжала разрабатываться. Въ 1852 году, декретомъ отъ 23 октября, постановлено, чтобы соединеніе нѣсколькихъ концессій вмѣстѣ происходило не иначе, какъ съ разрѣшенія правительства. Коммиссія считала своею обязанностью рассмотреть вліяніе этого закона на каменноугольную промышленность Франціи.

Законъ 1810 года произошелъ оттого, что прежнія концессіи вмѣли очень небольшое пространство, а это не позволяло прилагать при разработкѣ рудниковъ всѣ приспособленія, выработанныя въ настоящее время наукой. Вслѣдствіе этого, вышеупомянутый законъ долженъ былъ во многихъ случаяхъ оказать значительную пользу, но вмѣстѣ съ тѣмъ изслѣдованія показали, что нѣкоторые чрезмѣрно пользуются дозволеніемъ присоединять одинъ рудникъ къ другому и такъ значительно расширяютъ свои концессіи, что теряютъ возможность хорошо разрабатывать рудники.

Коммиссія уже ранѣе говорила на сколько вредно отражается на производительности большая поверхность, занимаемая концессіей, превосходящая 1,000 гектар., такъ какъ часть поверхности или совершенно не разрабатывается, или разрабатывается весьма слабо.

Изслѣдованія коммиссіи показали также, что въ послѣднее время большія металлургическія компаніи, пользуясь закономъ 1810 года, присоединяютъ къ себѣ каменноугольные рудники, или даже цѣлыя бассейны, при чемъ добываемый уголь почти исключительно идетъ на удовлетвореніе заводскихъ потребностей. Это обстоятельство оказываетъ очень часто весьма значительное вліяніе на торговлю углемъ. Разумѣется, наибольшее количество добываемаго во Франціи угля расходуется на металлургическую промышленность, а потому потребности этой промышленности должны быть всегда удовлетворены, но

нельзя не замѣтить, что если рудникъ, гдѣ сперва каждый потребитель могъ покупать уголь, переходить къ заводчику, то послѣдній добычу угля будетъ согласовать съ заводской потребностью и весьма мало обратитъ вниманіе на нужды другихъ потребителей. Вообще заводчики очень мало заботятся о другихъ потребителяхъ и, какъ показали многочисленныя примѣры, постоянно отказываются продавать уголь на долгій срокъ, а безъ правильной торговли углемъ, какъ извѣстно, не могутъ выгодно дѣйствовать многія производства. Такъ напримѣръ вслѣдствіе того, что почти всѣ мѣсторожденія каменнаго угля въ центрѣ Франціи принадлежатъ большимъ заводскимъ компаніямъ, нѣкоторые заводы въ Шерѣ не могутъ дѣйствовать, такъ какъ ихъ владѣльцы не увѣрены въ своевременномъ полученіи каменнаго угля. Годъ тому назадъ нѣсколько паровыхъ мельницъ должны были также остановиться вслѣдствіе недостатка угля.

Противъ подобнаго зла очень трудно рекомендовать средства. Государство не можетъ заставить заводчиковъ продавать уголь на долгіе сроки, такъ какъ это было-бы нарушеніемъ свободы торговли. Кромѣ того статистическія данныя показываютъ, что наибольшую производительностью отличаются рудники, принадлежащіе металлургическимъ компаніямъ, а потому если нѣкоторые мѣста и страдаютъ отъ вышеупомянутаго порядка, то, въ отношеніи количества добычи ископаемаго горючаго, государство безспорно выигрываетъ.

Вслѣдствіе всего этого комиссія не можетъ высказаться совершенно противъ соединенія нѣсколькихъ концессій въ рукахъ металлургическихъ обществъ, но только выражаетъ желаніе, чтобы правительство давало дозволенія на подобныя соединенія съ большою осмотрительностью и только тѣмъ заводамъ, которые дѣйствительно нуждаются въ углѣ, и притомъ ставило-бы условіемъ, чтобы у заводчиковъ былъ нѣкоторый запасъ угля для общественной потребности.

### *Перевозка угля. Тарифъ. Желѣзныя дороги.*

Что касается до перевозки угля, то изслѣдованія показали, что вездѣ, гдѣ рудникъ не находится близъ канала, моря или рѣкъ, тамъ постройка желѣзной дороги является положительною необходимостью. Перевозъ угля по простой дорогѣ на разстояніи 4 или 5 километровъ уже весьма сильно отражается на цѣнѣ угля, а если требуется привести на 12 или 15 километровъ, то выгодная эксплуатація рудника дѣлается положительно невозможной. Вслѣдствіе этого первыя желѣзныя дороги въ Англии и Франціи строились въ видахъ развитія каменноугольной промышленности.

Подобная важность желѣзныхъ дорогъ заставила комиссію обратить серьезное вниманіе на этотъ вопросъ и рассмотреть въ чемъ особенно нуждаются углепромышленники.

Большинство углепромышленниковъ сильно жалуются на страшную нерав-

номѣрность тарифа, что сильно отражается на положеніи всей каменноугольной промышленности. Измѣнивъ тарифы, можно развить или убить дѣятельность всякаго каменноугольнаго бассейна. Вообще, при примѣненіи тарифа оказываютъ очень часто особенныя льготы немногимъ рудникамъ и тѣмъ наносятъ значительный вредъ всѣмъ остальнымъ. Коммиссія, съ своей стороны, считаетъ жалобы углепромышленниковъ относительно желѣзнодорожнаго тарифа справедливыми и находитъ необходимымъ, чтобы существующая неравномѣрность была уничтожена. Относительно же подробностей измѣненія тарифа коммиссія вполне согласна съ мнѣніемъ г. Dietz-Monpin, изложеннымъ въ докладѣ коммиссіи желѣзныхъ дорогъ. Что касается до вопроса постройки желѣзныхъ дорогъ, т. е. какія желѣзныя дороги необходимо построить въ видахъ развитія каменноугольной промышленности, то безъ сомнѣнія весьма многія желѣзныя дороги должны оказать подобное вліяніе, но коммиссія считаетъ, что правительство обязано первоначально позаботиться о постройкѣ желѣзныхъ дорогъ въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ рудники не дѣйствуютъ исключительно вслѣдствіе недостатка сообщеній. Если для успѣшной дѣятельности какаго-либо рудника достаточно небольшой соединительной вѣтви, то постройка должна быть предоставлена исключительно частной инициативѣ; но гдѣ необходима постройка болѣе значительной дороги, которая можетъ вызвать въ дѣятельности цѣлый бассейнъ, тамъ правительство обязано всѣми зависящими мѣрами оказать пособіе для сооруженія такой дороги.

Въ настоящее время коммиссія считаетъ своимъ долгомъ предложить правительству позаботиться первымъ дѣломъ о постройкѣ желѣзныхъ дорогъ, въ бассейнахъ: Champagnac, Aveyron, Graissessac, Prades, Alais, Buxière — Saint — Hilaire. —

Въ заключеніе своего доклада коммиссія изложила въ нѣсколькихъ пунктахъ выводы, къ которымъ она пришла относительно причинъ каменноугольнаго кризиса и современнаго положенія каменноугольной промышленности во Франціи.

1) Каменноугольный кризисъ 1871—1873 г. начался въ Англіи въ іюлѣ 1871 г., въ Бельгіи въ январѣ 1872 г., а во Франціи только въ апрѣлѣ 1872 г., т. е. тремя мѣсяцами позже, чѣмъ въ Бельгіи и девятью мѣсяцами позже чѣмъ въ Англіи. Подобное движеніе кризиса доказываетъ, что послѣдній получилъ свое начало не во Франціи, и Франція только была увлечена другими государствами.

2) Во время кризиса цѣны на каменный уголь измѣнились слѣдующимъ образомъ:

Въ Англіи отвъ . . .	100 до 256.
» Бельгіи » . . .	100 » 220.
» центрѣ Франціи .	100 » 151.
На югѣ Франціи . .	100 » 140.

Эти цифры показываютъ, что сила кризиса въ разныхъ мѣстахъ Франціи находилась въ тѣсной связи съ разстояніемъ этихъ мѣстъ отъ Англійскихъ и Бельгійскихъ каменноугольныхъ бассейновъ.

3) Въ тоже самое время, какъ повышалась цѣна на каменный уголь, цѣна кокса, употребляемаго въ металлургическихъ операціяхъ, измѣнялась въ слѣдующихъ предѣлахъ:

Въ Англии отъ . . . . .	110 до 335.
» Бельгіи » . . . . .	100 » 282.
» Франціи » . . . . .	100 » 187.

Главнѣйшей причиной кризиса надо считать огромный спросъ продуктовъ металлургической промышленности, которая сразу должна была довольно сильно увеличить свои размѣры.

Характернымъ признакомъ настоящаго кризиса надо считать значительное повышение цѣны кокса, которое уже влекло за собой вздорожаніе каменнаго угля.

Въ Англии повышение получило свое начало и достигло наивысшей степени.

4) Во Франціи въ настоящее время потребление угля равняется 24 мил. тоннъ, а добыча 17 мил. т., и хотя французская каменноугольная промышленность на столько развивается, что въ теченіи 12 лѣтъ добыча угля удваивается, но все еще до послѣдняго времени дефицитъ равняется 30 процентамъ.

До тѣхъ поръ, пока добыча угля не сравняется съ потребленіемъ, Франція будетъ солидарна съ европейскимъ каменноугольнымъ рынкомъ и всегда будетъ чувствовать измѣненіе цѣнъ на послѣднемъ.

5) Во Франціи находится 612 концессій, занимающихъ пространство въ 540,466 гектаровъ, и изъ нихъ 271 концессія съ пространствомъ въ 168,000 не разрабатываются вслѣдствіе различныхъ причинъ.

Государство должно употребить всѣ законныя средства, чтобы недѣйствующіе рудники начали разрабатываться, и если послѣдняго нельзя достигнуть, то недѣйствующія концессіи необходимо исключить изъ числа каменноугольныхъ богатствъ Франціи.

6) 335 дѣйствующихъ концессій занимаютъ 371,000 гектаровъ и даютъ 17 мил. тоннъ каменнаго угля, что составитъ около 450 центнеровъ на гектаръ. Правительство обязано стараться всѣми мѣрами увеличить добычу угля на столько, чтобы производство равнялось потребленію.

7) Чтобы достигнуть послѣдняго, то есть развитія каменноугольной промышленности, государство должно покровительствовать и поощрять отысканіе и изслѣдованіе новыхъ мѣсторожденій ископаемаго горючаго, при чемъ однимъ изъ средствъ, могущихъ оказать благотворное вліяніе на успѣхъ развѣдокъ, должно считать составленіе геологическихъ и топографическихъ картъ и изученіе нѣдръ земли.

8) Потребители каменного угля жалуются на отсутствіе статистическихъ свѣдѣній о добычѣ каменного угля.

Коммиссія полагаетъ необходимымъ, чтобы по прошествіи каждаго трехъ мѣсяцевъ были публикуемы свѣдѣнія о добычѣ, ввозѣ и вывозѣ ископаемаго горючаго.

9) Давая дозволеніе большимъ металлургическимъ компаніямъ покупать или присоединять къ себѣ рудники какого-либо каменноугольнаго бассейна, правительство должно ставить условіемъ, чтобы эти компаніи имѣли запасъ угля для тѣхъ потребителей, которые ранѣе пользовались изъ присоединяемаго рудника.

10) Плата за перевозку угля по желѣзнымъ дорогамъ должна быть уменьшена и сдѣлана болѣе равномерною.

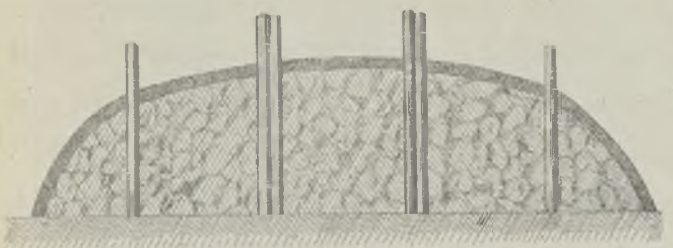
11) Въ настоящее время многіе очень богатые бассейны не могутъ разрабатываться вслѣдствіе недостатка путей сообщенія. Государство должно обратить на это серьезное вниманіе и стараться о скорѣйшемъ сооруженіи наиболѣе необходимыхъ желѣзныхъ дорогъ. Коммиссія полагаетъ, что правительство должно первоначально позаботиться о постройкѣ желѣзныхъ дорогъ въ бассейнахъ: Champagnac, Aveyron, Aix, Graissessac, Prades, Alais, Buxières-Saint-Hilaire и въ нѣкоторыхъ мѣстахъ Сѣвернаго бассейна.

Во время своихъ изслѣдованій коммиссія обратила также вниманіе на горное законодательство и поручила особенной подкоммиссіи, состоящей изъ г. de-Marcère, Paris и Jules Brame разсмотрѣть, не требуется-ли какихъ нибудь реформъ въ законахъ, относящихся до разработки каменноугольныхъ мѣсторожденій. Подкоммиссія дѣятельно занималась порученнымъ ей вопросомъ, и однимъ изъ членовъ ея, г. de-Marcère, составленъ обширный докладъ о вліяніи горнаго законодательства на развитіе каменноугольной промышленности.

Коммиссія окончила свое донесеніе Національному Собранію заявленіемъ, что хотя произведенныя ею изслѣдованія не въ состояніи оказать значительнаго вліянія на продолжительность каменноугольнаго кризиса во Франціи, тѣмъ не менѣе во всякомъ случаѣ они принесли ту пользу, что ясно обрисовали настоящее положеніе каменноугольной промышленности во Франціи, ходъ ея развитія и тѣ слабыя мѣста, которыя необходимо исправить, чтобы эта промышленность стала на ту высоту, при которой добыча угля во Франціи равнялась его потребленію.



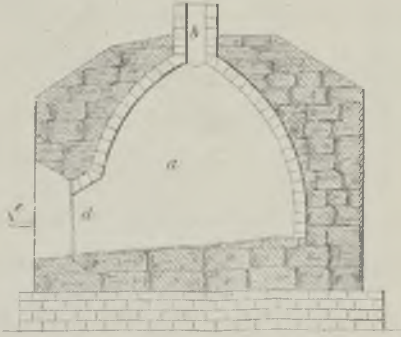
Фиг. 1.



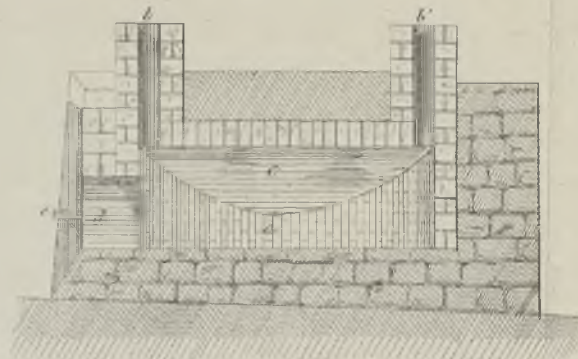
Фиг. 2.



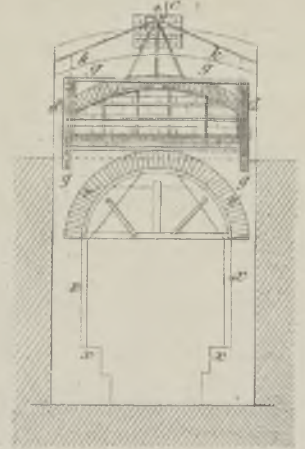
Фиг. 7.



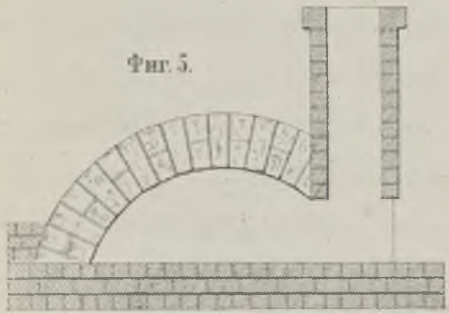
Фиг. 9.



Фиг. 11.



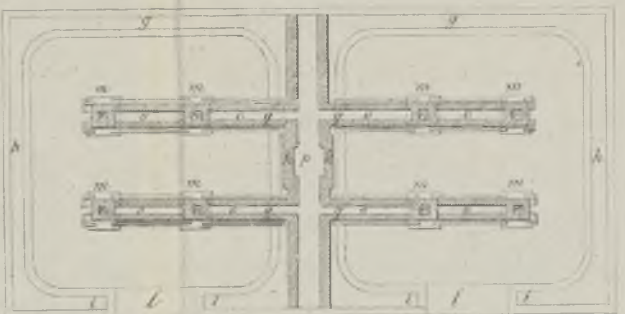
Фиг. 5.



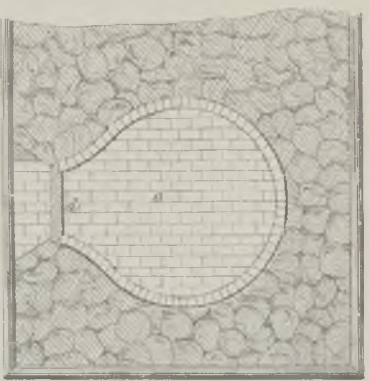
Фиг. 3.



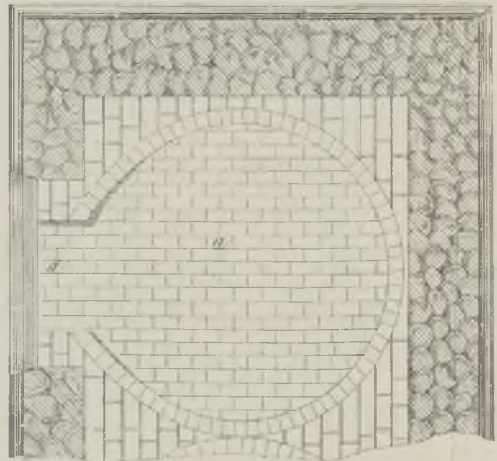
Фиг. 4.



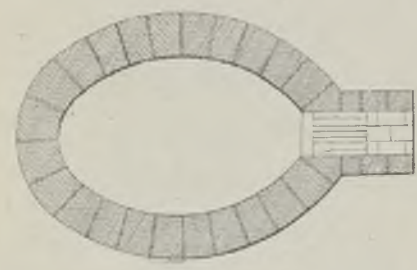
Фиг. 8.



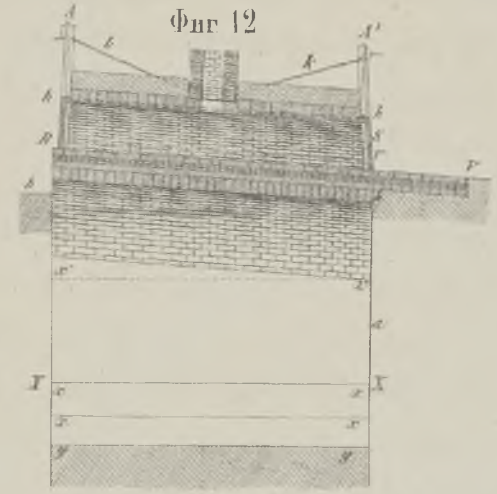
Фиг. 10.



Фиг. 6.



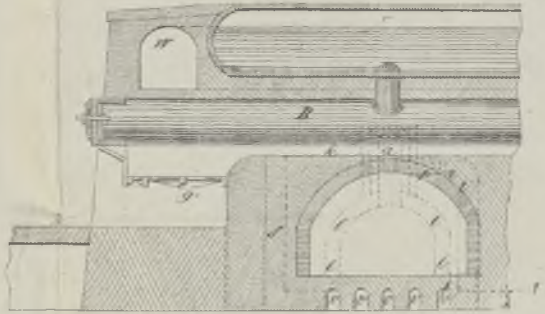
Фиг. 12.



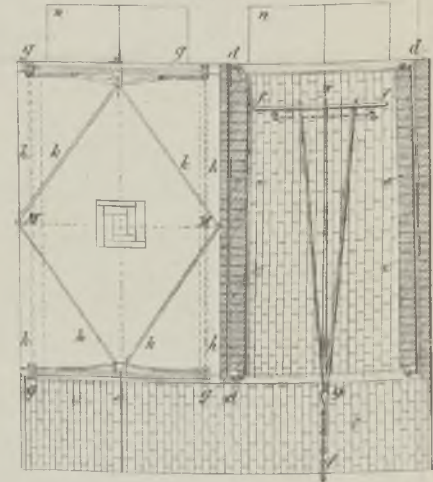
Фиг. 16.



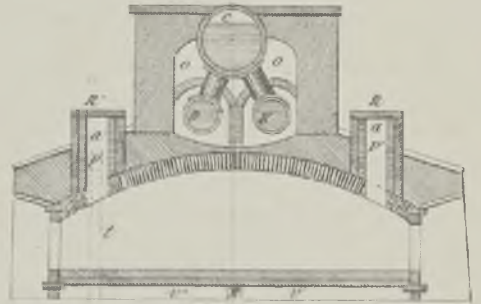
Фиг. 20.



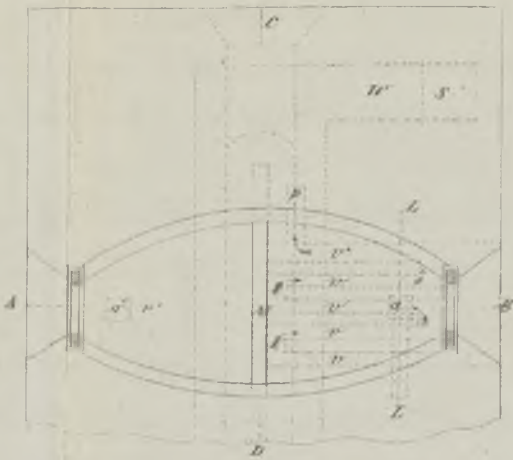
Фиг. 14.



Фиг. 18.



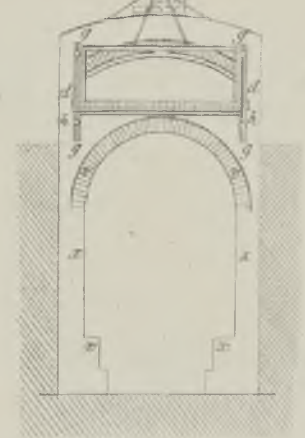
Фиг. 19.



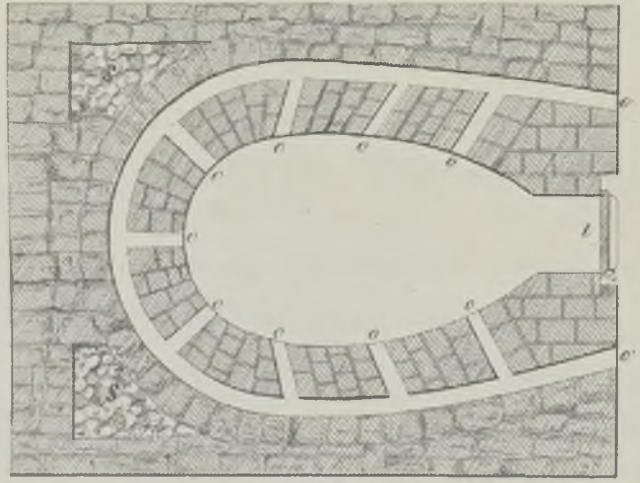
Фиг. 15.

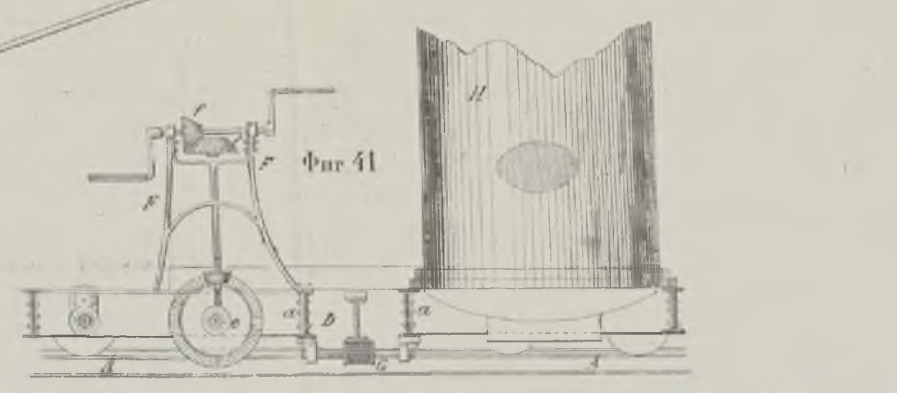
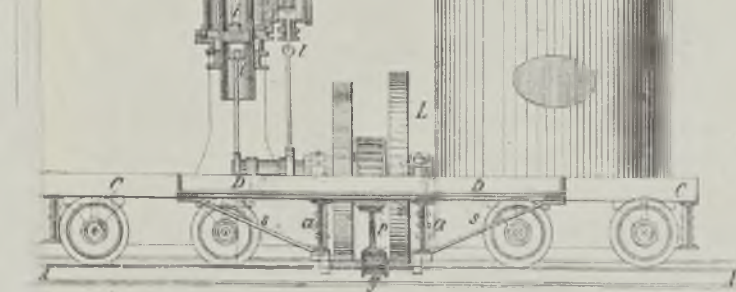
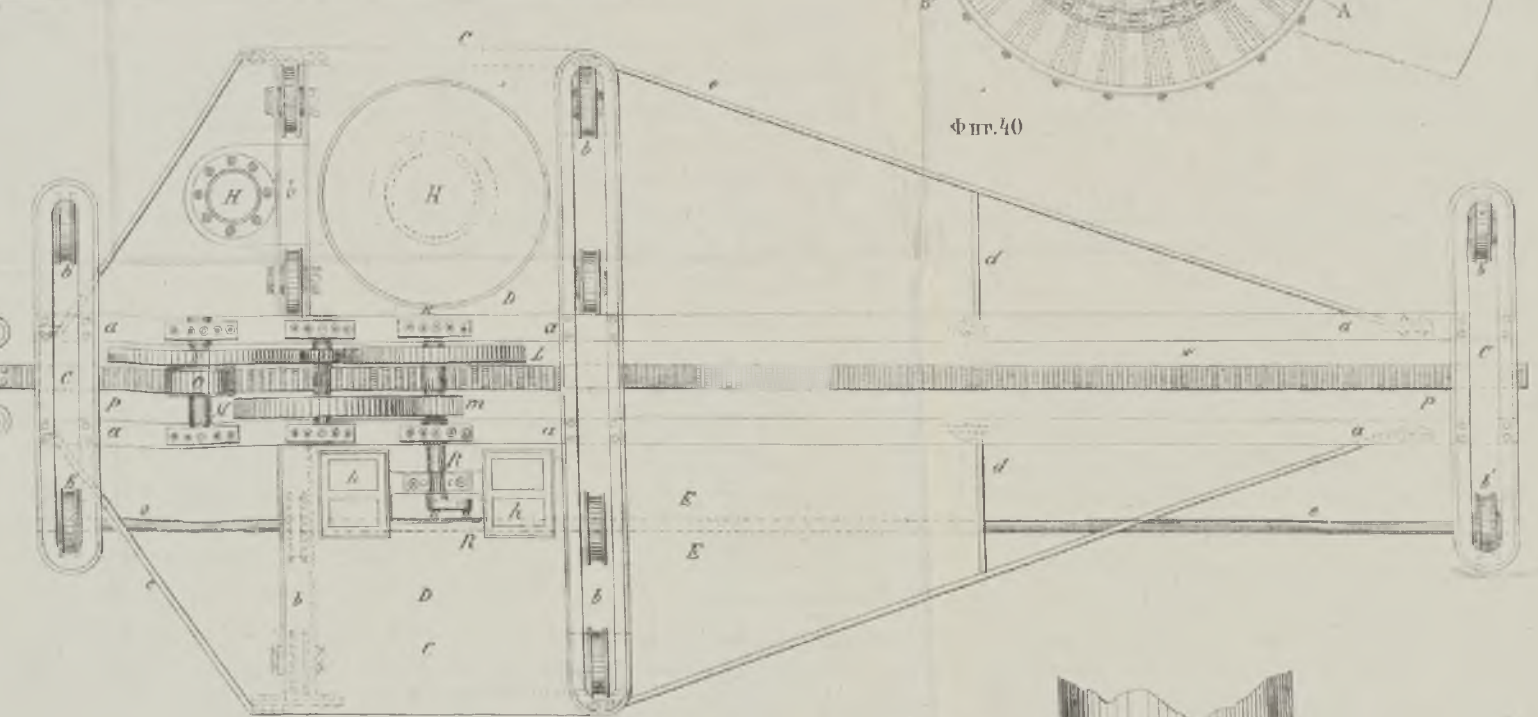
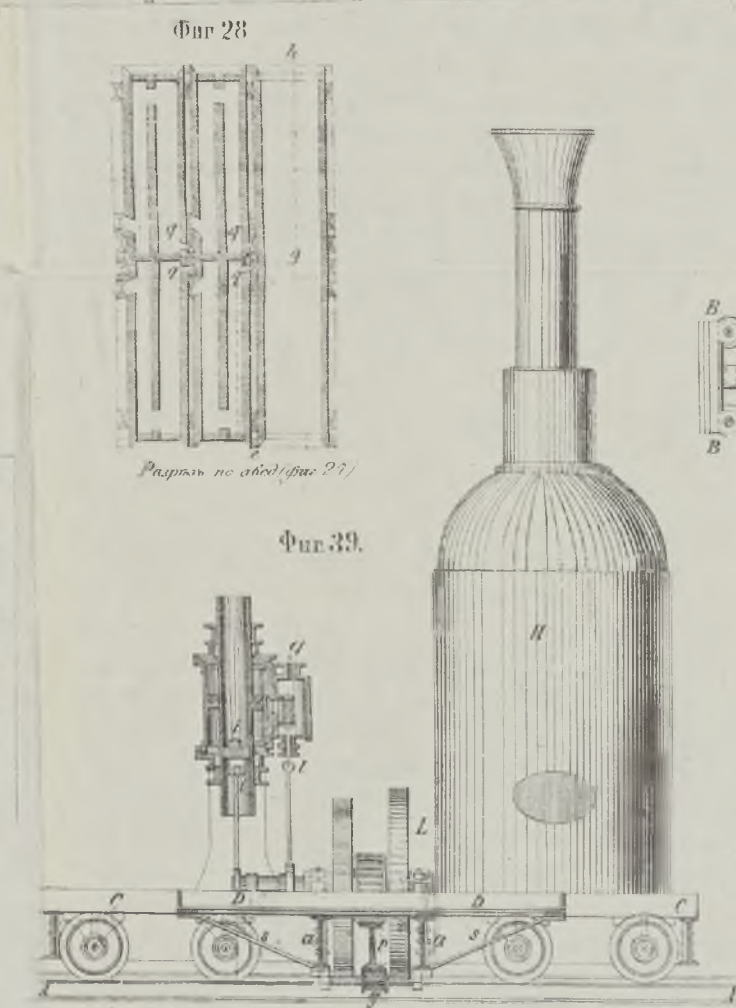
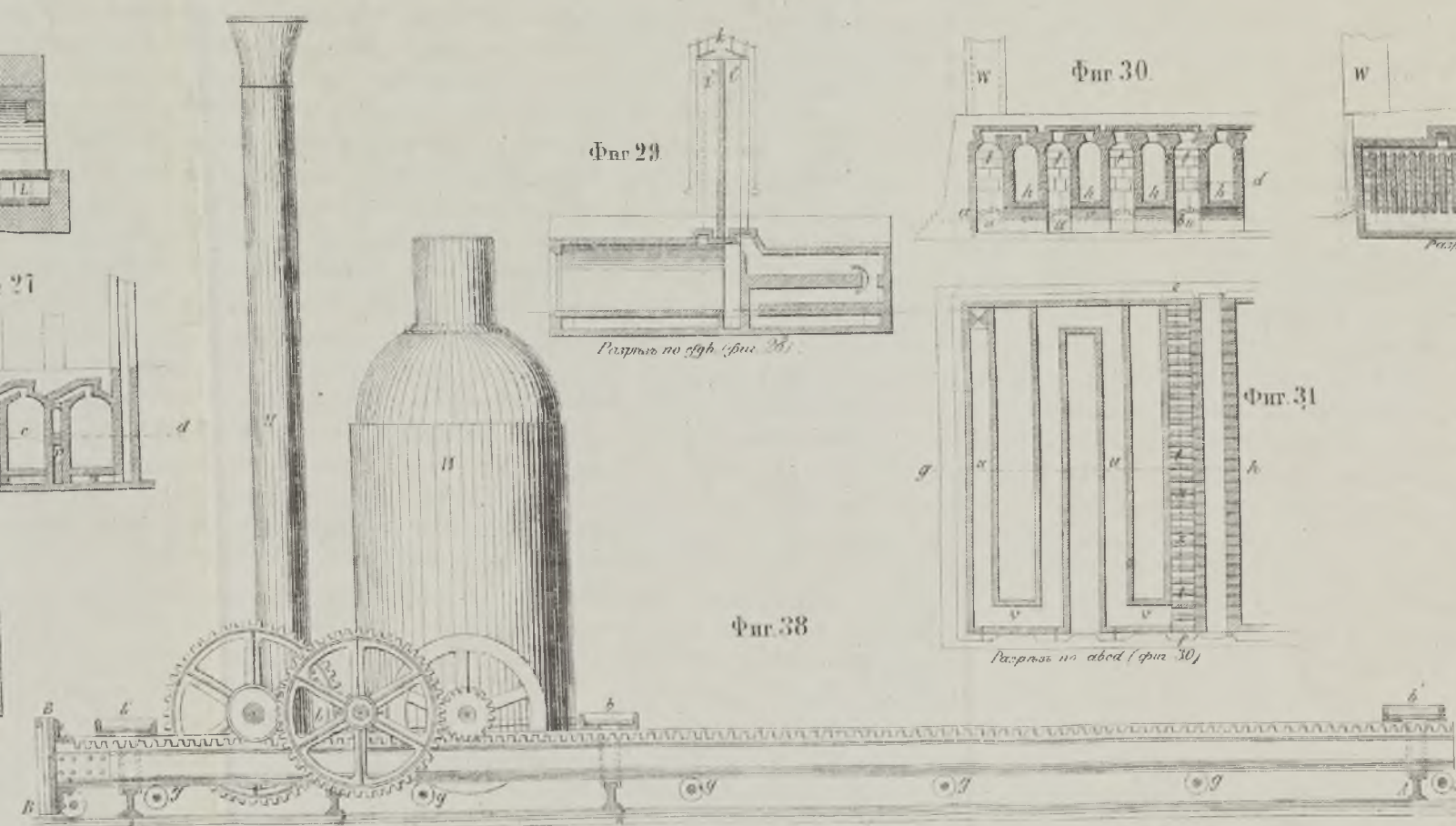
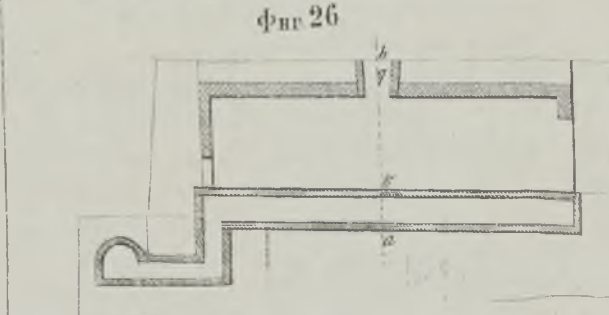
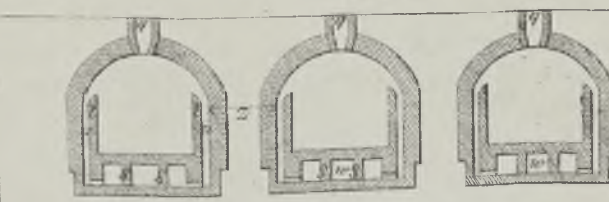
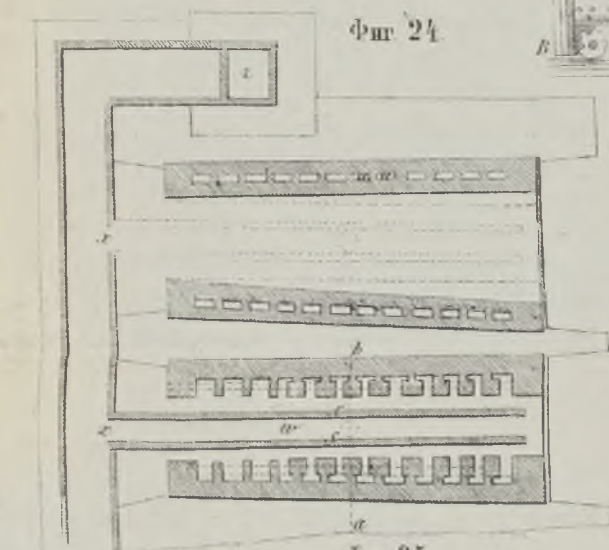
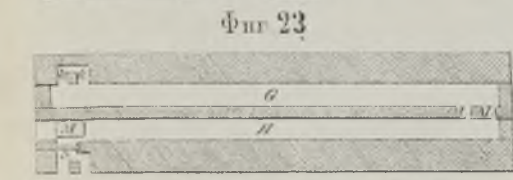
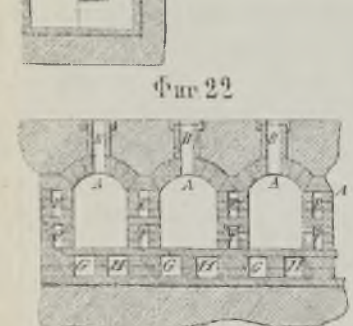
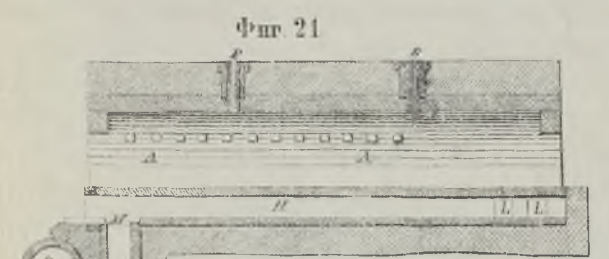


Фиг. 13.



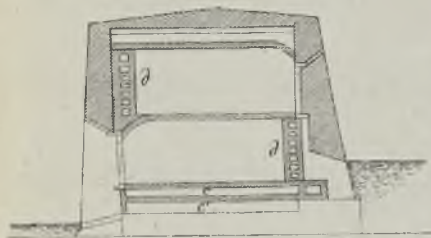
Фиг. 17.



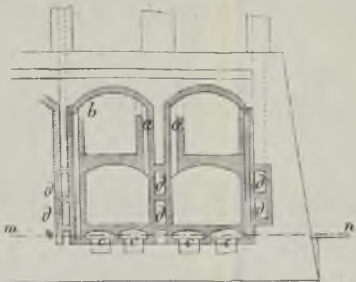




Фиг. 42.



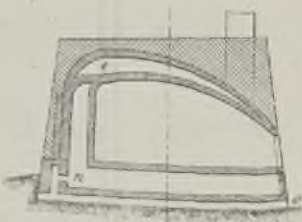
Фиг. 44.



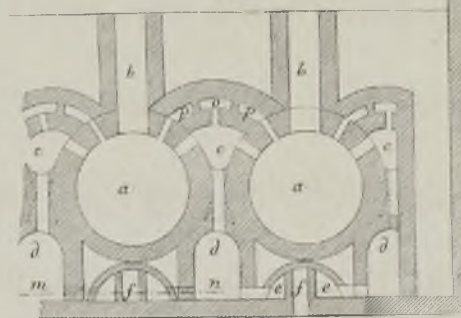
Фиг. 45.



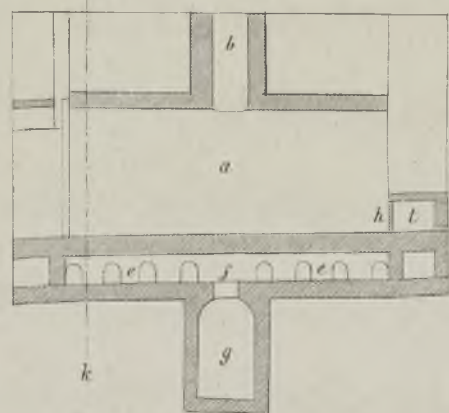
Фиг. 47.



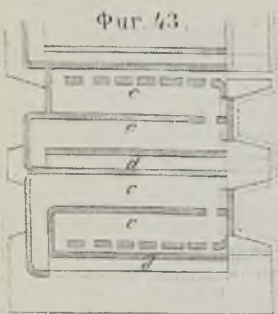
Фиг. 48.



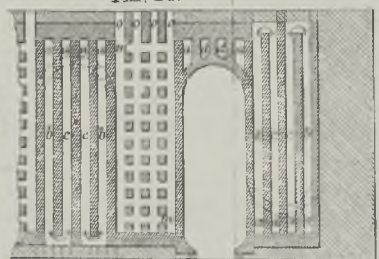
Фиг. 49.



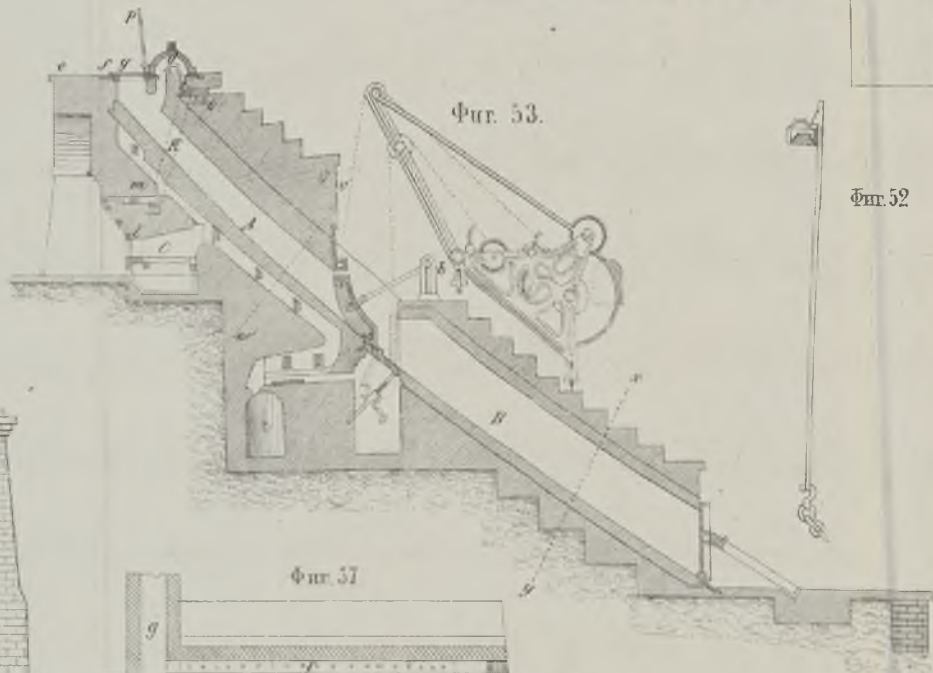
Фиг. 43.



Фиг. 46.

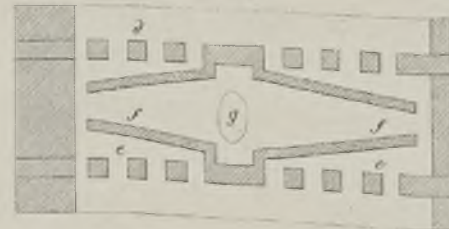


Фиг. 53.

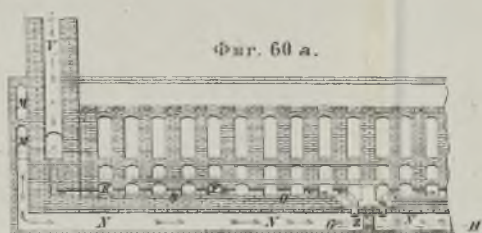


Фиг. 52.

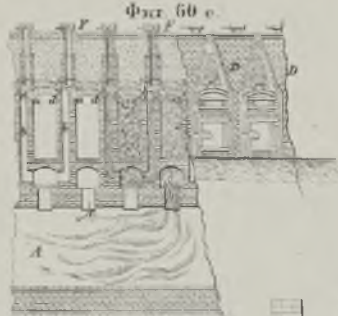
Фиг. 50.



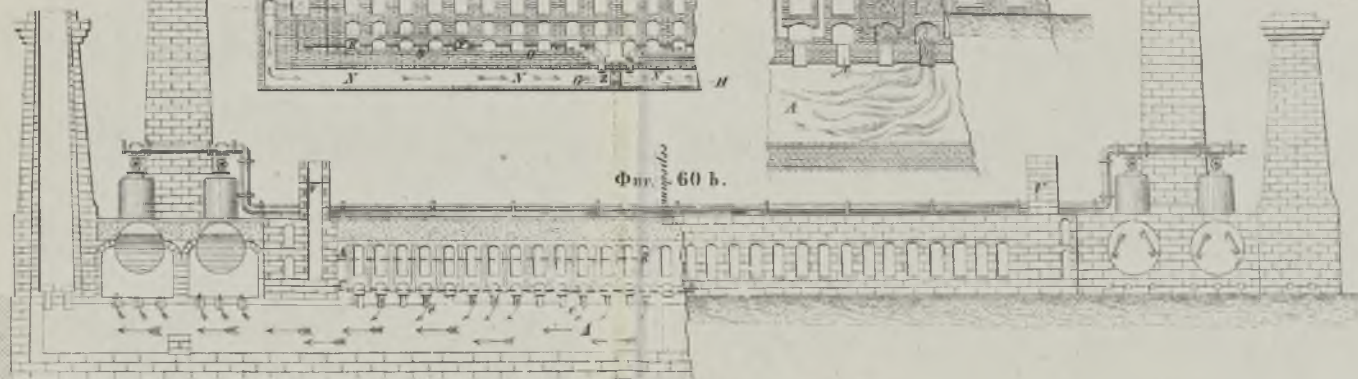
Фиг. 60 а.



Фиг. 60 в.

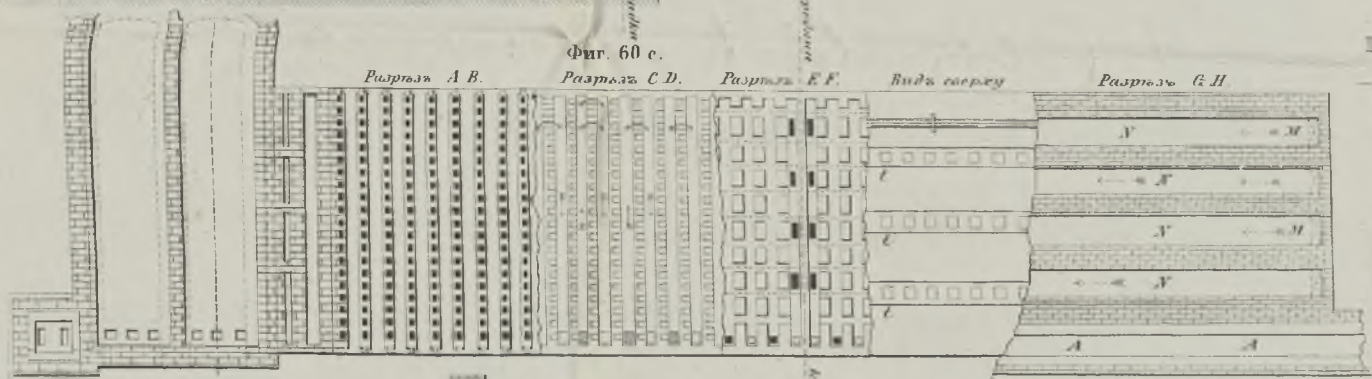


Фиг. 60 б.

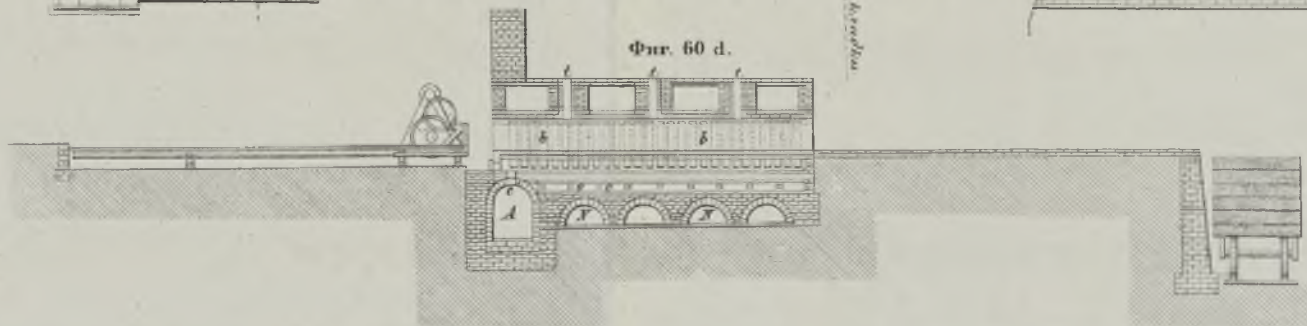


Фиг. 60 с.

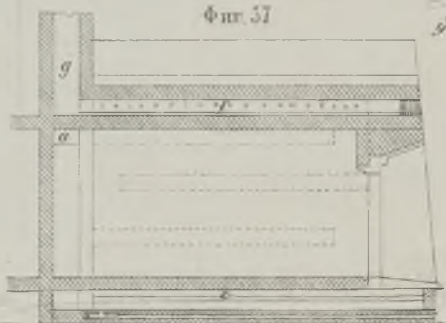
Разрѣзъ А В. Разрѣзъ С Д. Разрѣзъ Е Ф. Видъ сверху. Разрѣзъ Г И.



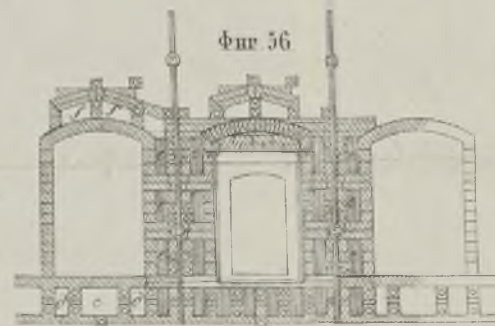
Фиг. 60 д.



Фиг. 57.



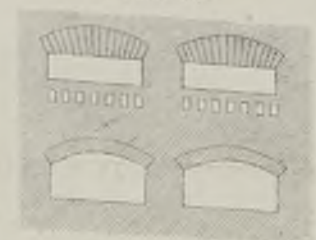
Фиг. 56.



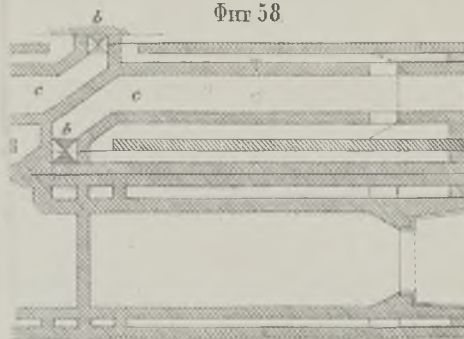
Фиг. 51.



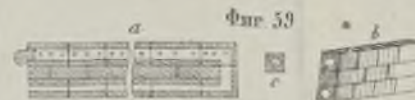
Фиг. 54.



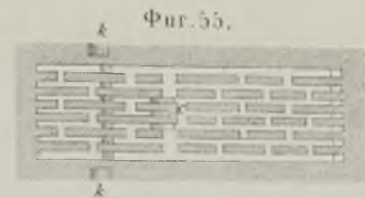
Фиг. 58.



Фиг. 59.



Фиг. 55.



Фиг. 60

