

СОЖИГАНІЕ УГОЛЬНОЙ ПЫЛИ ВЪ ТОПКАХЪ ПАРОВЫХЪ КОТЛОВЪ.

Докладъ инженеръ-технолога Г. Ф. Делпа

въ засѣданіи II (Механическаго) Отдѣла

ИМПЕРАТОРСКАГО РУССКАГО ТЕХНИЧЕСКАГО ОБЩЕСТВА 21 ФЕВРАЛЯ 1896 Г.

Оттискъ изъ «Записокъ И. Р. Т. О». № 6 - 7. Июнь - Июль 1896 г.



С.-ПЕТЕРБУРГЪ.

Типографія Императорской Академіи Наукъ (Вас. Остр., 9 лин., № 12).

1896.

Напечатано по распоряженію Императорскаго Русскаго Техническаго Общества.

Юнь 1896 г.

Спеціальный Редакторъ *А. Н. Ступовъ.*

Сожиганіе угольной пыли

въ топкахъ паровыхъ котловъ.

Условія технической жизни такъ разнообразны, и явленія и обстоятельства, съ которыми имѣетъ дѣло инженеръ въ обыденной практикѣ, представляютъ собою до того сложную функцію цѣлаго ряда часто даже неизвѣстныхъ неизмѣнныхъ количествъ, что для достиженія какой-нибудь цѣли, для исполненія какой-нибудь технической задачи, обыкновенно оказывается возможнымъ слѣдовать различнымъ путямъ съ одинаковымъ успѣхомъ. Если при употребленіи одного способа цѣль достигается благодаря содѣйствію одного изъ рядовъ основныхъ величинъ, вліяющихъ на данное явленіе,— то, примѣняя другой способъ, мы, правда, ослабляемъ ихъ вліяніе, но за то освобождается другой рядъ подобныхъ же основныхъ неизмѣнныхъ и содѣйствуетъ нашей цѣли. Это общеизвѣстный въ техническомъ мірѣ фактъ, объясняющій отчасти, отчего техники и инженеры такъ рѣдко согласны въ своихъ мнѣніяхъ и воззрѣніяхъ, въ особенности если ихъ взгляды укоренились вслѣдствіе собственныхъ опытовъ и трудовъ,— и отчего ежегодно является такая безконечная масса привилегій, которыя, если ихъ хорошенько разсмотрѣть, группируются по преимуществу около небольшого сравнительно числа задачъ, для рѣшенія которыхъ онѣ придуманы.

Но если, такимъ образомъ, рѣшеніе техническихъ задачъ нѣсколькими параллельными способами представляетъ собою заурядное явле-

ніе, то все-таки довольно рѣдки тѣ случаи, когда извѣстная техническая цѣль достигается на совершенно діаметрально противоположныхъ началахъ. Къ такимъ необыкновеннымъ техническимъ задачамъ принадлежитъ *вопросъ о сжиганіи угольной мелочи*,— вопросъ, давно уже занимавшій технику, потому что онъ чрезвычайно важенъ для мѣстностей, производящихъ уголь. Какъ извѣстно, многіе сорта угля неплотны, мягки, легко вывѣтриваются, распадаясь на мелкіе кусочки, а потому они не выдерживаютъ провоза и могутъ найти себѣ сбытъ только въ небольшомъ районѣ, центромъ котораго является та копъ, гдѣ они были добыты. Но и въ этомъ районѣ ихъ употребляютъ неохотно, потому что для сжиганія ихъ требуются особыя топки и особые колосники, однимъ словомъ—спеціальныя и потому болѣе дорогія устройства. Какимъ же образомъ преобразовать этотъ малоцѣнный матеріалъ въ другой, который можно было бы сжигать съ большою пользою? Отвѣтъ очень простой, который давно уже извѣстенъ: надо угольную мелочь обратить въ крупные куски, связавъ ихъ соотвѣтствующимъ образомъ,— т. е. надо выдѣлывать *брикетъ*.—Этотъ способъ практикуется уже болѣе ста лѣтъ,—онъ достигъ высокой степени совершенства: благодаря примѣси смолы и другихъ связывающихъ веществъ, богатыхъ углеводородами, повышается и теплотворная способность горючаго, и различные способы брикетнаго производства, казалось бы, представляютъ самое простое и самое совершенное рѣшеніе вопроса.

Но вдругъ является совершенно противоположная мысль, и довольно неожиданная,— а именно,— не соединять отдѣльные кусочки мелочи въ одно цѣлое для удобства сжиганія, но, наоборотъ, еще больше размельчать ихъ, лишь бы получить массу чрезвычайно мелкую и совершенно однородную, которая тогда уже можетъ быть сжигается другими способами и при другихъ условіяхъ, чѣмъ крупносортовый уголь,—при условіяхъ, въ сущности болѣе выгодныхъ для совершенства горѣнія,— а именно—на основаніи принциповъ сжиганія жидкихъ и газообразныхъ топливъ. Заставляя угольную пыль распределяться равномерно и въ опредѣленномъ количествѣ въ струѣ воздуха, мы получимъ особый горючій газъ; благодаря этому, мы въ состояніи пользоваться всѣми преимуществами газовыхъ топокъ.

Если такимъ образомъ съ теоретической точки зрѣнія понятно, что отопленіе порошкообразнымъ углемъ имѣетъ весьма значительныя выгоды, то все-таки при выполненіи въ практикѣ могутъ явиться немалыя затрудненія, въ чемъ мы убѣдимся при ознакомленіи съ историческимъ ходомъ развитія занимающаго насъ вопроса.

Мысль сжигать топливо въ видѣ пыли — не новая. Еще въ

1831 г.¹⁾ была взята въ Англіи первая привилегія на устройство топки для сжиганія пыли; за первымъ изобрѣтателемъ потянулись другіе, такъ что до конца 60-хъ годовъ было выдано до 20 привилегій. — Въ 1866-мъ году *Уэлплей и Стореръ* (Whelpley & Storer) устроили въ Америкѣ рудообжигательную печь, въ которую вдували воздухъ и смѣсь размельченныхъ въ порошокъ угля и руды.

Около того же времени *Крэмptonъ* (T. R. Crampton) придумалъ новый способъ; онъ сдѣлалъ сообщеніе о своихъ работахъ въ англійскомъ горномъ обществѣ (Iron & Steel Institute) въ 1873 г. и примѣнилъ отопленіе угольною пылью при нѣсколькихъ пудлинговыхъ и сварочныхъ печахъ (между проч. въ Вуличскомъ арсеналѣ съ 1869 г.), а также при котельныхъ топкахъ²⁾. Его примѣру послѣдовали другіе. Въ Америкѣ, на примѣръ, *Макъ-Аулей* (Mac Auley, Denver, Colorado) взялъ въ 1881 г. привилегію на приборъ, въ которомъ уголь размельчался и, высыпаясь порошкомъ, подхватывался струею воздуха и вносился въ топку. — Ожидаемая равномерная температура дѣйствительно достигалась въ этихъ различныхъ попыткахъ, но обнаружались многіе недостатки, которые привели къ прекращенію дѣйствія Крэмптоновскихъ и другихъ топокъ. Къ этимъ недостаткамъ принадлежали, въ особенности въ топкѣ Крэмптона, слѣдующіе: въ дымоходахъ накапливалась зола въ большомъ количествѣ, отчасти пристававшая къ стѣнкамъ въ видѣ расплавленного шлака, отчасти занимая каналы въ видѣ легкой объемистой массы и сильно уменьшая проходы для газовъ: многіе сорта угля вообще не давали постоянной температуры. Поэтому пришлось бросить топку, несмотря на достиженіе высокой паропроизводительности угля (Крэмptonъ заявляетъ, что получалъ до 11 kg пара при сжиганіи 1 kg угля; что, вѣроятно, отнесено къ питательной водѣ при 100°).

Топка Вегенера.

Въ 1892 г. были устроены въ Берлинѣ первыя топки для угольной пыли инженеромъ *Вегенеромъ* (K. Wegener), но уже на нѣсколько другомъ принципѣ. Познакомившись съ нефтянымъ отопленіемъ во время многолѣтняго пребыванія въ Москвѣ, Вегенеръ вздумалъ воспользоваться тѣмъ же основнымъ принципомъ, чтобы сжигать размельченный уголь, примѣняя, впрочемъ, воздухъ вмѣсто пара. Съ тѣхъ поръ Вегенеръ трудился надъ разработкой этого вопроса съ неуто-

1) Zeitschrift des Vereins Deutscher Ingenieure. 1871. Стр. 365.

2) Въ составъ его прибора входили: ковшъ для засыпки угля, внутри котораго вращались 2 вала съ лопастями, передвигавшими топливо къ выходному отверстію и 2 питательныхъ катка, передававшихъ топливо воронкѣ, изъ которой уголь вдувался въ топку. Для размола примѣнялись жернова.

предварительно въ особой мельницѣ, и имѣющій видъ тончайшей муки, находится въ ковшѣ *A*; изъ него онъ сыплется черезъ сѣтчатую рѣшетку *H* на наклонную чугунную доску *B*, къ которой приклепанъ рядъ желѣзныхъ желобковъ, которые видны на планѣ доски *B*, помещенномъ въ нижней части чертежа. По доскѣ и желобкамъ угольная пыль скатывается внизъ въ приемникъ, выложенный огнеупорнымъ кирпичемъ, гдѣ она подхватывается струею воздуха и уносится въ жаровую трубу (или вообще топку) *K*. Рѣшетка *H* получаетъ качательное движеніе, черезъ передачу рычагомъ *HC*, отъ кулака, насаженнаго на короткую ось *m*. Ось, на которой заклинено колесо съ лопастями *F*, передаетъ вращеніе оси *m* посредствомъ шестеренъ, обозначенныхъ пунктиромъ. Струя воздуха вгоняется въ топку по трубѣ *E* посредствомъ вентилятора и, дѣйствуя на колесо *F*, заставляетъ его вращаться. Колесо *F* можно болѣе или менѣе глубоко опускать въ струю воздуха, чѣмъ измѣняется число оборотовъ его, а слѣдовательно, и число качаній рѣшетки *H*; амплитуду качаній рѣшетки можно измѣнять, поднимая или опуская рычагъ *NM* съ цапфою *C*, около которой качается рычагъ *HC*. Такимъ образомъ, возможно сжигать различныя количества топлива, и утилизировать различные сорта каменнаго и бураго углей, потому что чѣмъ чаще и продолжительнѣе будутъ происходить сотрясенія рѣшетки, тѣмъ больше черезъ нее будетъ проваливаться угля, и наоборотъ.

Опыты, произведенные съ этими топками, дали блистательные результаты при употребленіи верхнесилезскаго каменнаго угля, бураго угля и друг. сортовъ. Достигалось полезное дѣйствіе котловъ, даже при буромъ углѣ, отъ 77—83%, паропроизводительность каменнаго угля доходила до 10,16, а бураго до 8,34. Опыты были произведены старшимъ инженеромъ берлинскаго общества по наблюденію за котлами, *К. Шнейдеромъ*. Они описаны подробно въ «Вѣстникѣ общества технологовъ», а потому я на нихъ не буду останавливаться¹⁾.

Но, къ сожалѣнію, такіе блестящіе результаты достигались не всегда, и вскорѣ выяснилось вліяніе нѣкоторыхъ конструктивныхъ недостатковъ системы на равномерность работы, по крайней мѣрѣ, при котлахъ. Продолжительные опыты производились какъ въ Германіи²⁾, такъ и въ Австріи и въ Венгріи, и между тѣмъ какъ въ нѣкоторыхъ мѣстахъ топки дѣйствовали вполнѣ удовлетворительно, въ другихъ, напротивъ, явились различныя неудобства. Оказалось, напримѣръ, въ

1) Г. Дешъ. О новомъ способѣ сжиганія угольной мелочи. Вѣстникъ общества технологовъ. 1894. Стр. 10—14.

2) Между прочимъ, на верфяхъ Германскаго Лойда въ Бременѣ.

одной изъ изслѣдованныхъ въ Австро-Венгріи топокъ, что бурый уголь прекрасно сжигался, между тѣмъ какъ каменноугольная пыль не загоралась даже послѣ предварительной затопки котла буримъ углемъ; обстоятельство это не выяснилось вполнѣ, — полагали, что каменный уголь былъ слишкомъ влаженъ. Другой разъ замѣчалось медленное, но постоянное уменьшеніе содержанія углекислоты въ печныхъ газахъ; оно пало отъ 16% на 12% и наконецъ до 8%, не смотря на то, что въ самомъ приборѣ не было сдѣлано никакихъ измѣненій. Пришлось остановить дѣйствіе котла и разобрать приборъ: нашли, что часть отверстій сѣтки была закупорена, такъ что она не подавала необходимаго количества угля.

Въ другомъ мѣстѣ пришлось черезъ недѣлю остановить дѣйствіе котла, потому что тяга оказалась слишкомъ слабою. При тщательномъ осмотрѣ котла выяснили причину: первый дымоходъ до того былъ заполненъ недогорѣвшими частицами угля, что гидравлическія сопротивленія теченію газовъ отъ суженія поперечнаго сѣченія канала возросли настолько, что поглотили почти весь напоръ тяги.

Зато эта первая топка Вегенера дала замѣчательно хорошіе результаты при сварочныхъ и другихъ металлургическихъ печахъ. Главный инженеръ и директоръ австрійскаго общества по наблюденію за котлами, *Цвіауеръ* (Peter Zwiäuer) выражается такъ: «уменьшеніе расхода топлива было такъ значительно, что мы не рѣшаемся указать цифру, такъ какъ она кажется прямо не возможною».

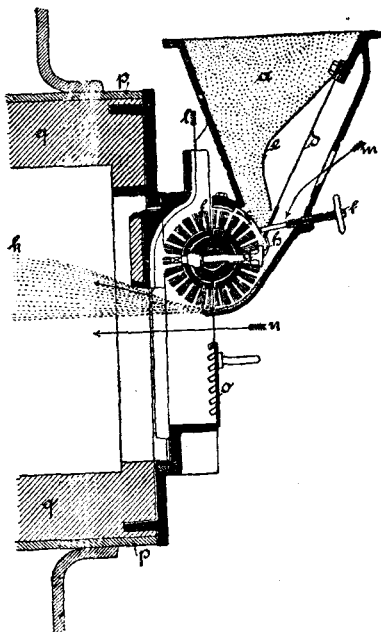
Вообще, опыты, произведенные съ первою топкою Вегенера, доказали, что основная мысль его правильна и что при соотвѣтствующемъ исполненіи деталей механизма правильное дѣйствіе топки вполнѣ обезпечено.

Топка Шварцкопфа.

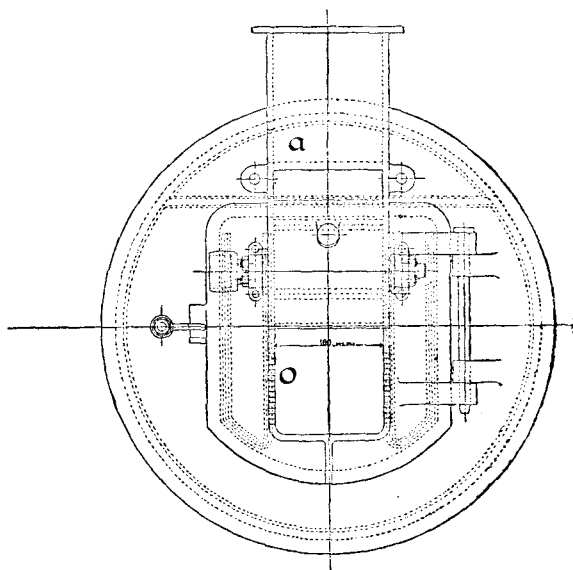
Послѣ перваго прибора Вегенера появился приборъ берлинскаго фабриканта *Шварцкопфа* (Rich. Schwartzkopff). Обладая достаточными средствами и опытнымъ техническимъ персоналомъ, Шварцкопфъ сразу доставилъ своей топкѣ хорошую репутацію, представивъ ее публикѣ только послѣ всесторонняго изслѣдованія и достаточной провѣрки. Въ томъ видѣ, какъ его топка примѣнена къ котлу арматурнаго завода Шварцкопфа, и была осмотрѣна мною въ 1894 г., она изображена на фиг. 2 и 3. Изъ ковша *a* угольная пыль направляется на щетку *f* черезъ небольшой зазоръ между 2 тонкими желѣзными листами *c* и *d*. Изъ нихъ *c* занимаетъ положеніе, определенное винтомъ съ маховичкомъ *b*, между тѣмъ какъ *d* слегка отклоняется

при каждомъ оборотѣ вала щетки отъ удара молотка *g*, задѣвающего за выступъ *h*, приклепанный къ листу *d*. При выходѣ изъ щели пыль подхватывается быстро вращающеюся щеткою (она дѣлаетъ 600—

Фиг. 2.



Фиг. 3.



1000 ¹⁾ оборотовъ) и забрасывается въ топку. Жаровая труба выложена огнеупорнымъ кирпичемъ на длину около 1,6 м. Воздухъ входитъ въ топку троякимъ образомъ: по направленіямъ стрѣлокъ *l*, *m* и *n*; регулировка производится только для нижней струи *n*, для чего различно устанавливають заслонку *o*, вставляя ея отогнутый край въ одну пару выемокъ, оставленныхъ въ чугунной передней доскѣ. Расходъ топлива можно регулировать измѣненіемъ: 1) числа оборотовъ вала щетки; 2) — высоты щели (вращеніемъ маховичка *b*); 3) — положенія молотка *g*, который больше или меньше можетъ быть выдвинутъ въ тѣло щетки. Измѣненіемъ положенія молотка возможно основательное регулированіе, потому что чѣмъ болѣе его выдвинуть, тѣмъ болѣе будетъ отведенъ листъ *d* и тѣмъ сильнѣе будетъ ударъ листа послѣ прохода молотка, а вмѣстѣ съ ударомъ о листъ *c* и усилится

1) Чѣмъ длиннѣе футеровка, въ предѣлахъ которой должно происходить горѣніе, тѣмъ болѣе должна быть скорость на окружности щетки, съ которой частички пыли вгоняются въ топку.

сотрясеніе прибора, заставляющее массу подаваться внизъ. Листъ служитъ для удобнаго направленія массы пыли и для устраненія давленія ея на пружинящій листъ *d*.

Щетка *f* состоитъ изъ втулки и двухъ полу-колець цилиндрической формы, въ которыя вставлены ряды стальныхъ полосъ, играющихъ роль щетинъ; половинки свинчены между собою и заклинены на втулкѣ, которая также укрѣплена неподвижно на валу. Послѣдній приводился въ Берлинѣ въ движеніе небольшимъ электромоторомъ, который кромѣ того управлялъ и питательнымъ насосомъ и расходовалъ, во всякомъ случаѣ, менѣе 1 силы; по указанію *Космана* (см. ниже) расходъ составляетъ около $\frac{1}{10}$ силы.

При осмотрѣ этой топки на заводѣ г. Шварцкопфа можно было замѣтить, что снопъ пламени исходилъ отъ быстро вращавшейся щетки совершенно равномерно; только изрѣдка мелькали черныя нити, происходившія отъ случайно попавшаго избытка угольной пыли; образующіеся иногда небольшіе комки пыли догораютъ на футеровкѣ, которая раскалена до бѣла и внизу покрывается слоемъ шлаковъ, находящихся въ тѣстообразномъ состояніи и выгребаемыхъ время отъ времени. Щетка не нагрѣвается замѣтно, и полосы не изнашиваются; по крайней мѣрѣ, теперь, послѣ двухлѣтняго употребленія, онѣ какъ новыя.

Переходъ отъ каменнаго угля къ бурому совершается безо всякихъ неудобствъ; только явленія горѣнія различны при обоихъ сортахъ; каменный уголь догораетъ весь спокойно въ первомъ дымоходѣ, бурый же даетъ снопы искръ, которыя несутся по всѣмъ дымоходамъ и замѣтны даже въ боровѣ. Шлаки въ обоихъ случаяхъ образуются только въ топкѣ (по длинѣ 1,6 *m*), между тѣмъ какъ зола отлагается въ дымоходахъ. Изъ этого слѣдуетъ, въ особенности для примѣненія бурога угля, что необходимо имѣть просторные дымоходы.

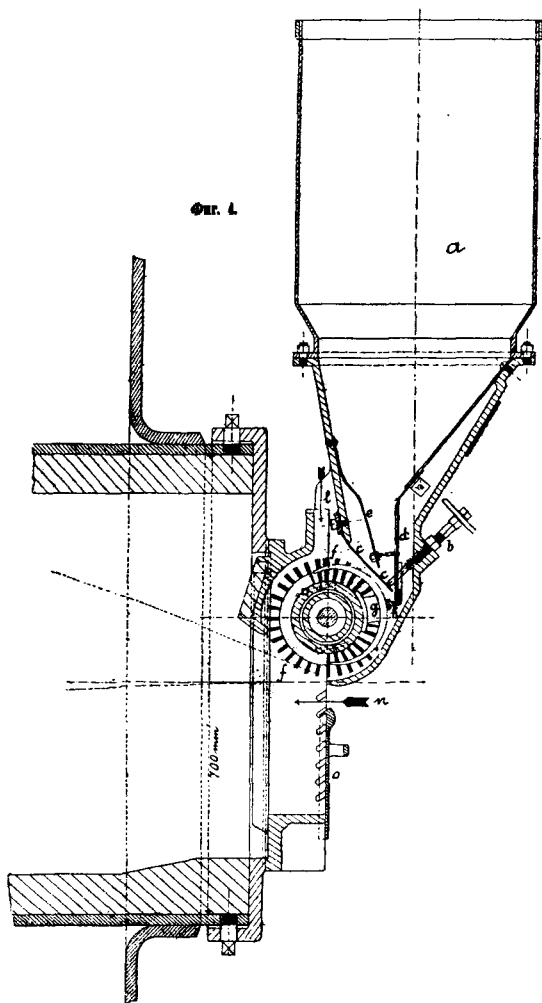
Приборъ Шварцкопфа изготовляется двухъ размѣровъ:

- 1) При ширинѣ щетки въ 200 *mm* доставляется въ топку въ 1 часъ 115 *kg* угля или 150 *kg* лигнита; цѣна 1000 марокъ.
- 2) При ширинѣ въ 400 *mm* доставляется вдвое больше; цѣна 1500 марокъ.

Въ цѣны не включены ни передача, ни доска для прикрѣпленія прибора.

Въ настоящее время приборъ нѣсколько измѣненъ, какъ я замѣтилъ при осмотрѣ завода осенью 1895 г.: перегородкамъ придана нѣсколько другая форма, также и ковшу, который отливается съ весьма тонкими стѣнками; воздухъ вводится только сверху у *l* и внизу

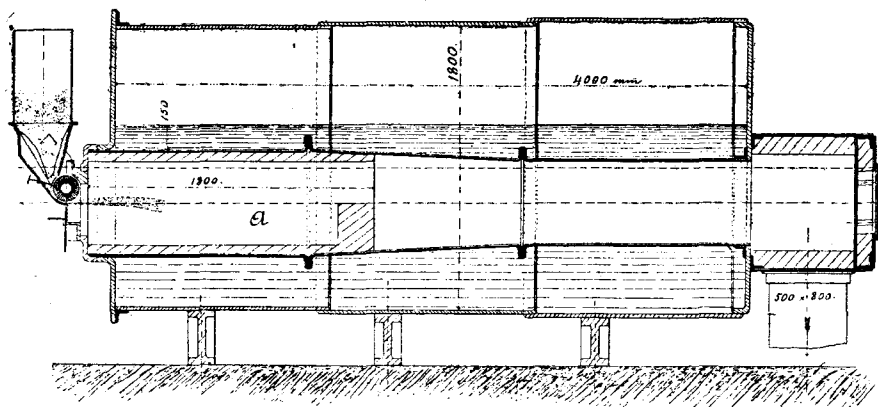
у *n* (Фиг. 4); наконецъ, молотокъ получилъ лунообразное очертаніе и болтами неподвижно привинченъ къ тѣлу щетки, такъ какъ оказалось вполне достаточнымъ регулировать высоту щели между листами *c* и *d* посредствомъ винта *b*. Примѣнявшееся ранѣе регулированіе положенія молотка оказалось слишкомъ сложнымъ.



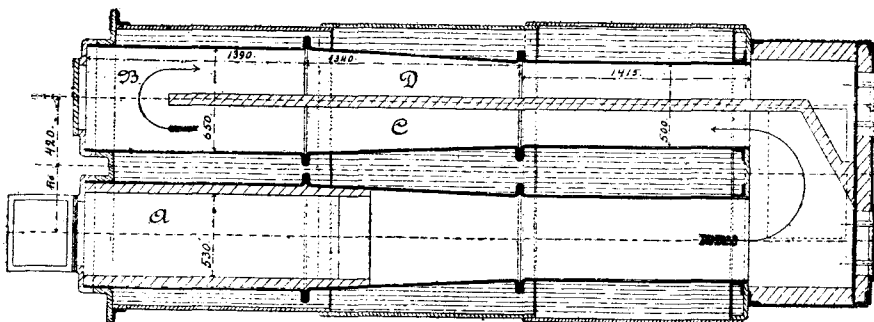
Многочисленные опыты, которые производились при котлѣ изобрѣтателя, на опытной станціи магдебургскаго общества по наблюденію за котлами и въ другихъ мѣстахъ, доказали высокую степень

регулируемости прибора въ зависимости отъ желаемой степени паро-производительности котла и отъ сорта и свойствъ топлива (степени влажности, возгораемости и проч.). Горный инженеръ *Косманъ* удостовѣряетъ, что приборъ Шварцкопфа, въ этомъ отношеніи, стоитъ выше другихъ, такъ какъ въ немъ можно сжигать не только каменный и бурый угли, но и древесный уголь и антрацитъ; впрочемъ, совѣтуютъ

Фиг. 5.



Фиг. 6.



примѣшивать къ болѣе трудно возгораемымъ матеріаламъ около 20% битуминозныхъ углей. Косманъ объясняетъ эту способность прибора Шварцкопфа тѣмъ, что траекторію свою внутри точки пылинки описываютъ довольно медленно, такъ что онѣ въ состояніи поглотить теплоту, доставляемую стѣнками точки. Весьма интересны въ этомъ отношеніи продолжительные опыты, предпринятыя старшимъ инженеромъ магдебургскаго общества по наблюденію за котлами съ цѣлью

ислѣдованія возможности сжиганія въ топкѣ Шварцкопфа различныхъ сортовъ топлива. Главный результатъ опытовъ состоитъ въ томъ, что не только оказалось возможнымъ сжигать посредственный горючій матеріалъ, но что получалось при этомъ и высокое полезное дѣйствіе. Напр., сжигая мѣстный бурый уголь, котораго теплота горѣнія не болѣе 3750 *ед. т.* (изъ копи Treue bei Offleben), достигнута паропроизводительность угля въ 5 и 5,6 и коэффициентъ полезнаго дѣйствія котла въ 0,83. Каменный уголь съ теплотворною способностью въ 6800 *ед. т.* далъ восьмикратную паропроизводительность, при чемъ достигалась паропроизводительность 1 *м²* поверхности нагрѣва до 26 *kg/h*. Воздуха впускалось, при опытахъ съ лигнитомъ¹⁾, только 1,08 количества, теоретически необходимаго для сжиганія.

Затѣмъ, топка Шварцкопфа была изслѣдована главнымъ инженеромъ берлинскаго общества по наблюденію за котлами *Шнейдеромъ* и инженеромъ того же общества *де Гралемъ* (de Grahl). Эти опыты производились, къ сожалѣнію, при котлѣ, который по конструкціи своей не могъ рельефно представить выгоды отопленія угольною пылью: это былъ котель, употреблявшійся на заводѣ Шварцкопфа для испытанія паровыхъ приборовъ, и плохо утилизирующій теплоту вслѣдствіе своей малой длины (4 *м*) и вслѣдствіе сильной передачи теплоты окружающему воздуху, такъ какъ котель не окруженъ кладкой. Котель, изображенный на фиг. 5 и 6, ланкаширскаго типа, съ поверхностью нагрѣва въ 14,5 *м²* (изъ нихъ шамотной футеровкой покрыты, а потому менѣе дѣйствительны 3,2 *м²*); въ жаровой трубѣ *A* помѣщена топка; вторая жаровая труба *B* вертикально перегородкою раздѣлена на 2 половинки *C* и *D*, такъ что газы по одной половинѣ (*C*) идутъ впередъ, по другой (*D*) возвращаются назадъ къ борову. Вотъ результатъ испытанія²⁾:

1) № опыта.	—	1	2	3
2) Топливо		Каменный уголь. Верхне- силезскій.	Вестфаль- скій.	Бур. уголь. Богемскій.
3) Теплотворная способность . <i>ед. т.</i>		7323	7861	4658
4) Продолжительность опыта . <i>час.</i>		8	7,13	8,05
5) Отношеніе часового расхода угля къ поверхн. нагрѣва . <i>kg/m²</i>		4,4	3,6	4,7
6) Паропроизводительн. 1 <i>м²</i> поверхн. нагрѣва <i>kg/h</i>		30,7	26,9	20,7

1) Dampf. 1894. Стр 558.

2) Mittheilungen aus der Praxis des Dampfkesselbetriebes. Berlin und Breslau. 1895. Стр. 403.

7) Паропроизвод. 1 <i>kg</i> угля . .	<i>kg</i>	6,92	7,29	4,36
8) Количество CO_2 въ газахъ въ боровѣ	%	15,1	16,1	13,65
9) Температура газовъ	$^{\circ}\text{C.}$	530	522	478
10) Избытокъ воздуха	%	29	16	38
11) Колич. CO_2 на концѣ 1-го дымохода.	%	17,2	18,1	15,6
12) Избытокъ воздуха	%	9	4	21
13) Полезное дѣйствіе котла . .	%	60,23	59,1	59,66
14) Потеря тепла.	%	39,77	40,9	40,34
15) въ томъ числѣ въ отработав- шихъ газахъ	%	19,92	18,66	22,01

Тутъ замѣчательно: 1) высокое содержаніе углекислоты въ газахъ и незначительный избытокъ воздуха; 2) почти абсолютное отсутствіе дыма. На первое обстоятельство вліяла, конечно, конструкція котла; площадь свободныхъ кирпичныхъ стѣнъ мало, а потому и черезъ нихъ просачивалось мало воздуха; только въ такомъ случаѣ удастся работать съ небольшимъ избыткомъ воздуха. Строки 10-я и 12-я показываютъ, что количество воздуха, опредѣленное на основаніи анализа газовъ, взятыхъ на концѣ 1-го дымохода, мало увеличилось въ третьемъ дымоходѣ.

Опыты эти производились по порученію комиссіи, которая занималась испытаніемъ дымогарныхъ топокъ. Для опредѣленія густоты дыма она пользовалась особымъ фотометромъ¹⁾. — Замѣчательно, что ни одна изъ изслѣдованныхъ комиссіею топокъ не дала столь прекрасныхъ результатовъ, какъ топка Шварцкофа; густота дыма была 0,019, 0,004 и 0,012, при одномъ изъ предварительныхъ опытовъ даже = 0²⁾.

Пламя было очень длинное; оно время отъ времени доходило до 3-го дымохода. — Число оборотовъ щетки мѣнялось отъ 710 до 960.

Давленіе въ концѣ 3-го дымохода колебалось при первомъ опытѣ отъ 7,5—13, при второмъ — отъ 9—15 и при третьемъ — отъ 6 до 15 *mm* по водяному манометру.

Сжигалось угля отъ 52—73 *kg/h*.

Результаты испытанія этой топки замѣчательны, но полезное дѣйствіе оказалось очень малымъ, благодаря именно особенности котла.

1) Описаніе фотометрическаго способа см. «Вѣстникъ Общества Технологовъ». 1894. Стр. 10—14 и Г. Деппъ. Бездымное сжиганіе топлива. 1895. Стр. 115.

2) 0 — соответствуетъ совершенно бездымному горѣнію, — 0,037 — появленію чернаго дыма.

При сравненіи съ другими котлами, при которыхъ газы поступаютъ въ боровъ съ температурою отъ 200—300°, топка Шварцкопфа могла бы казаться невыгодною, но она упрека этого не заслуживаетъ, если виновата конструкція котла. Это становится яснымъ, если сдѣлать подсчетъ для конечныхъ температуръ въ 200° и 300°, вмѣсто 530—478°, которые оказались въ боровѣ при опытахъ.

Потеря теплоты въ отработавшихъ газахъ была бы въ предположеніи температуръ газовъ въ 200 и 300°:

Опыты.	—	1	2	3
Потеря въ отработав. газахъ.	%	7,13 и 11,44	6,59 и 10,34	8,5 и 13,36

Въ этомъ же предположеніи мы нашли бы:

Полезн. дѣйствіе котла	%	82,35 и 78,04	83,33 и 79,58	80,35 и 75,49
Паропроеизв. 1 <i>kg</i> угля	<i>kg</i>	9,54 и 9,04	10,35 и 9,89	5,92 и 5,56

Эти цифры даютъ болѣе вѣрное представленіе о достоинствахъ топки Шварцкопфа.

Опыты, произведенные на сахарномъ заводѣ въ *Амтермиссент* (въ Ганноверѣ), въ томъ отношеніи интересны, что дали возможность непосредственнаго сравненія обыкновенной колосниковой рѣшетки съ топкою Шварцкопфа. Два ланкаширскихъ котла съ поверхностью нагрѣва въ 106 *m*² и съ площадью рѣшетки въ 2,3 *m*² были назначены для опытовъ: ихъ размѣры, способъ обмуровки и прочія условія дѣйствія, совершенно тождественны. Рѣшетка одного изъ котловъ была замѣнена топкою Шварцкопфа на время опыта. Опыты продолжались въ іюлѣ 1895 г. по 8 часовъ. Вотъ результаты ихъ:

		Обыкновенная рѣшетка.	Топка Шварцкопфа.
Сожжено угля.	<i>kg</i>	1760	1325
Испарено воды.	<i>kg</i>	11392	10830
Температура воды.	°C.	42	31
Количество пара по приведеніи къ 0° и 1 <i>at</i>	<i>kg</i>	10984	10621
Паропроеизводительность 1 <i>m</i> ² поверхности нагрѣва . . .	<i>kg/h</i>	13	12,5
Паропроеизводит. угля	—	6,241	8,016

Оказалось, что топка Шварцкопфа дала сбереженіе въ 28,4% при *топить бездымномъ горѣніи*. Испытаніе производилось инженерами *мадебургскаго общества* по наблюденію за котлами въ присутствіи директора завода. Уголь былъ вестфальскій, размельченный мельницею системы *Пропфе*, установленной на заводѣ.

Опыты, произведенные инженеромъ *Шнейдеромъ* въ Берлинѣ въ маѣ 1895 г. при котлѣ моабитской больницы, опубликованы были только на дняхъ. Они замѣчательны въ томъ отношеніи, что къ одному и тому же котлу были пристроены по очереди различныя топки для угольной пыли, для возможности сравненія ихъ достоинствъ.

Котель, подлежавшій испытанію, былъ ланкаширскаго типа; главнѣйшіе его размѣры: длина 7,5 *м*, діаметръ котла — 2 *м*, жаровыхъ трубъ — 0,75 *м*; поверхность нагрѣва — 68,22 *м*²; жаровыя трубы были выложены кладкою на длинѣ въ 3 *м*. Для наглядности помѣщая въ той же таблицѣ также результаты, полученные при томъ же котлѣ при испытаніи описанной ниже топки *Фридеберга*¹⁾.

		Шварцкопфа.				Фридеберга.			
		1	2	3	4	5	6	7	8
3) Топливо	Уголь.	Верхнесилезскій.				Вестфальскій.			
4) Теплотв. способн. .	ед. т.	7168	7175	7177	7837	7207	7352	7430	7802
5) Продолжит. опыта.	час.	9	10	9½	9	8	8½	8¾	8
6) Отношеніе часового расхода угля къ поверхн. нагрѣв. .	kg/m ²	1,97	1,99	2,73	2,08	2,52	1,97	3,07	2,14
7) Паропроизвод. 1 <i>м</i> ² поверхн. нагр. .	kg/h	17,53	17,45	22,6	18,31	20,75	17,52	23,58	19,20
8) Паропроизводительность 1 <i>kg</i> угля.	kg	8,96	8,84	8,36	8,87	8,28	8,90	7,7	8,99
9) Количество CO ₂ въ газахъ въ боровѣ .	%	14,26	14,7	13,5	15,6	14,7	14,83	15,82	15,58
10) Температ. газовъ .	°C	260,5	264	333	270	304,4	287	344	317
11) Избытокъ воздуха .	—	1,28	1,21	1,41	1,14	1,28	1,27	1,16	1,25
12) Количество CO ₂ въ газахъ въ топкѣ .	%	16,48	17,1	17,2	17,9	15,75	16,0	16,88	16,60
13) Избытокъ воздуха .	—	1,17	1,08	1,08	1,03	1,19	1,27	1,03	1,10
14) Давленіе въ боровѣ.	mm	7,2	7,9	12	6,85	7,6	5,06	5,69	3,83
15) Полезное дѣйствіе .	%	79,6	78,45	74,13	72,1	72,77	77,14	66,12	73,42
16) Потеря въ отработавшихъ газахъ .	%	11,06	10,89	15,10	10,41	12,67	11,74	13,39	12,14
17) Потеря на неполное сжиганіе угля .	%	2,69	2,69	2,69	2,46	2,69	2,64	2,61	2,48
18) Потеря на лучеиспусканіе и проч. .	%	6,65	7,97	8,09	15,03	11,87	8,48	17,98	11,66

Потеря на неполное сжиганіе угля опредѣлялась такъ, что по окончаніи опыта выгребали уголь изъ топки и дымоходовъ и опредѣ-

ляли количество содержащихся въ немъ горючихъ веществъ. Такъ, наприм., послѣ опытовъ съ топкою Шварцкопфа доставлено было изъ топки 136,55 *kg* золы, содержащей 48,22% *C* и 0,16% *H* (3903 *ед. т.*), изъ дымоходовъ — 300,7 *kg* золы, содержащей 51% *C* и 0,21% *H* (4140 *ед. т.*). Стало быть, потеря составляла 193 *ед. т.* на 1 *kg* угля. Кромѣ того, выгребено 148,01 *kg* темнаго стекловиднаго шлака.

Топка Шварцкопфа отличалась почти абсолютнымъ отсутствіемъ дыма; только при форсированной работѣ при 3-мъ опытѣ изрѣдка замѣчалось моментальное появленіе дыма. Въ топкѣ Фридеберга (за исключеніемъ 5-го опыта) выдѣленіе дыма также было ничтожно и продолжалось весьма недолго.

Но не только при котлахъ, — и при печахъ топка Шварцкопфа дала хорошіе результаты. Въ нижеслѣдующей таблицѣ представлены результаты испытанія сварочной печи на заводѣ *Ф. Неймана*.

		За одинъ нагрѣвъ печи			На 100 <i>kg</i> готоваго продукта израсходовано.	
		вынуто изъ печи.	получено готоваго продукта.	израсходовано угля.	матеріала.	угля.
Среднія годовыя цифры 1894 года.	<i>kg</i>	2552	2247	1618	128,3	72,0
Выводы при примѣненіи топки Шварцкопфа за недѣлю 22 — 27 іюля 1895 года.	<i>kg</i>	3139	2721	1085	120,7	39,8

Стало быть, экономія угля составляла 44,7% на 100 *kg* готоваго продукта.

Приборъ Шварцкопфа, по личному сообщенію изобрѣтателя отъ 30 ноября 1895 г., установленъ въ слѣдующихъ мѣстахъ:

1) На арматурномъ заводѣ *Р. Шварцкопфъ*, въ Берлинѣ (Müllerstr. 172) при корнваллійскомъ котлѣ.

2) На желѣзодѣлательномъ заводѣ *Неймана* въ *Марктл* въ Австріи (Friedr. v. Neumann. Marktl bei Lilienfeld, Nieder-Oesterreich) при сварочной печи; достигнута экономія топлива до 45%.

3) На каменноугольной копи въ *Шрамбахъ* въ Австріи (Schrambach, Nieder-Oesterreich).

4) Въ паровой прачешной *Лаугера* въ *Вѣнѣ* (Lauger); приборъ, взятый на пробу, работалъ такъ удовлетворительно, что послѣ установки новаго котла приборъ будетъ оставленъ при немъ для дальнѣйшаго дѣйствія.

5) На опытной станціи магдебургскаго общества по наблюденію за котлами.

6) Для цементнаго завода *Бекингъ и Дичъ* въ *Малмштатъ* (Böcking

& Dietzsch, Malstatt) заказаны 4 больших прибора на основании опытовъ, произведенныхъ тамъ же съ 2 приборами малаго размѣра; у нихъ также своя мельница.

7) На механическомъ заводѣ бр. *Пропфе* въ *Гильдесгеймѣ* (Propfe, Hildesheim).

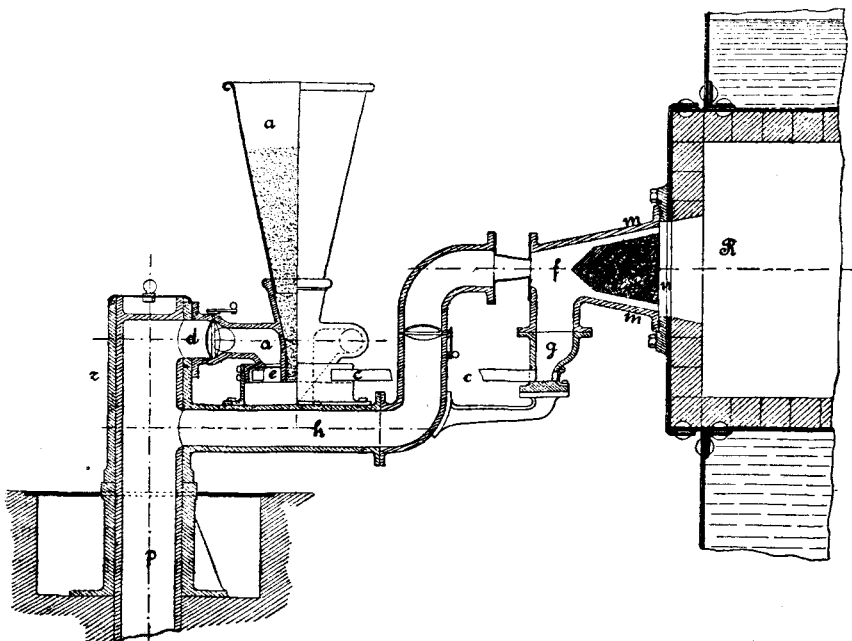
8) Ангальтскія каменноугольныя копи въ *Фрозе* (Frose, Anhalt) имѣютъ 8 приборовъ и намѣрены заказать еще 50 штукъ. Тамъ же въ дѣйствиіи 2 большія мельницы системы *Пропфе*, доставляющія 2000 *kg* = (120 *пуд.*) угольной пыли въ часъ. Въ приборахъ сжигается бурый уголь.

9) На сахарномъ заводѣ въ *Алгермисенѣ* (Algermissen, Hannover) были произведены тщательные опыты, упомянутые выше: по окончаніи кампаніи будутъ установлены приборы при 7 большихъ котлахъ.

Топка Фридеберга.

Третье устройство топокъ для угольной пыли принадлежитъ *Фридебергу* (Friedeberg)¹⁾. Оно изображено на фиг. 7 (продольный раз-

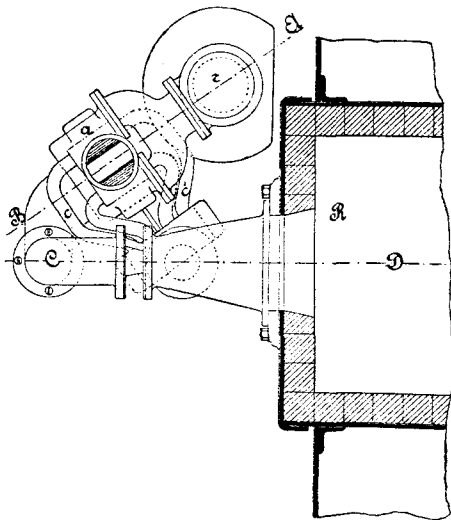
Фиг. 7.



1) Dr. B. Kosmann, K. Bergmeister a. D. Der Kohlenstaubfeuerungs-Apparat «Patent Friedeberg». Oesterreich. Zeitschrift für Berg-und Hüttenwesen. 1894. Стр. 555.

рѣзь по *ABCD*) и фиг. 8 (планъ). Топливо изъ ковша медленно спускается внизъ въ коробку *a*, откуда оно струею воздуха, подводимаго по трубѣ *d*, черезъ каналцы *e* уносится въ топку. Смѣсь воздуха съ пылью поступаетъ по трубѣ *c* въ рукавъ *g* и раструбъ *m*, въ которомъ она смѣшивается со струею воздуха, непосредственно подводимаго трубою *h*. Тутъ же удерживаются нечистоты (шлаки, куски угля) и удаляются черезъ небольшое отверстіе, показанное съ правой стороны. Благодаря теченію по кольцеобразному каналу въ раструбѣ *m*, образованному вставкою огнеупорнаго конуса *n*, получается равномерное распредѣленіе частицъ угольной пыли въ струѣ воздуха; горѣніе происходитъ въ топкѣ *R*, выложенной огнеупорнымъ кирпичемъ,

Фиг. 8.



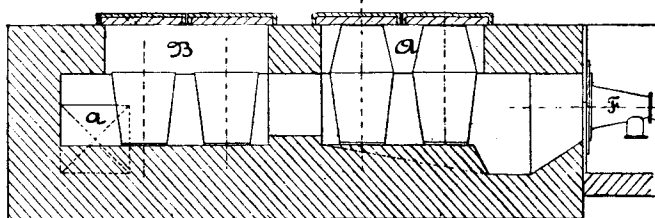
который вскорѣ послѣ зажігання топки доводится до блага каленія. Весь приборъ вращается около вертикальной трубы, питающей трубки *d* и *h*, такъ что легко осмотрѣть топку, при чемъ входныя отверстія трубъ *d* и *h* закрываются, дутье перестаетъ дѣйствовать, а потому и прекращается подача топлива.

Если общая идея этого прибора очень проста, то тѣмъ не менѣе нельзя не замѣтить, что подача угля можетъ прекратиться отъ присутствія влаги или случайныхъ постороннихъ примѣсей, такъ что гибкій листъ Шварцкопфа все-таки болѣе надеженъ въ своемъ дѣйствіи, менѣе подверженъ вліянію случайностей. Директоръ Цвіауеръ сообщаетъ, для подтвержденія этой мысли, что разъ аппаратъ пере-

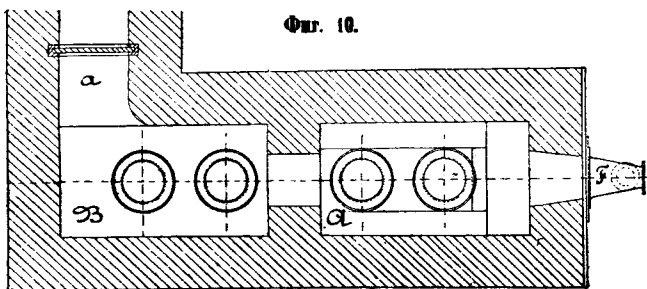
сталъ дѣйствовать безо всякой видимой причины. При осмотрѣ прибора оказалось, что въ ковшъ попала бумажка, которая не допускала дальнѣйшаго теченія массы черезъ каналцы *e*.

Давленіе воздуха регулируется поворотными клапанами такъ, чтобы оно составляло отъ 30 до 40 *mm* водяного столба въ камерѣ *a*, а въ трубѣ *h* втрое или вчетверо больше, смотря по плотности и степени воспламеняемости угля. Для возбужденія давленія употребляется рутовскій или обыкновенный лопастной вентиляторъ, для движенія котораго расходуется отъ 1 до 1½ силы, смотря по количеству доставляемой угольной пыли, составляющему отъ 3 до 5 *kg* въ минуту.

Фиг. 9.



Фиг. 10.



Я видѣлъ одну топку Фридеберга при котлѣ, а другую при плавильной печи берлинскаго мѣдно-литейнаго завода *Аридтз*. Тамъ указывали на уменьшеніе расхода горючаго въ 20% по отношенію къ коксу, а кромѣ того на ускореніе процесса плавки.

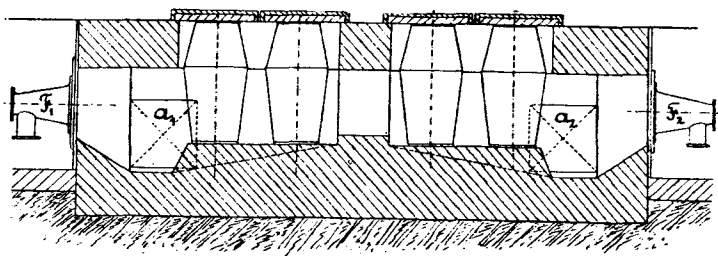
Приборъ Фридеберга получилъ наибольшее распространеніе при печахъ для выплавки мѣди, при сварочныхъ и др. печахъ, употребляемыхъ при металлургическихъ производствахъ. Печь на заводѣ *Аридта* въ Берлинѣ изображена на фиг. 9 (продольный разрѣзъ) и фиг. 10 (планъ); она раздѣлена перегородкою на 2 части, изъ ко-

торыхъ передняя A содержитъ тигли, назначенные для отливки, а задняя B — тигли, которые надо подогревать. Отверстія надъ ними перекрыты крышками, которыя дѣлаются съёмными или откидными: небольшія отверстія въ нихъ дозволяютъ наблюденіе за ходомъ плавки и даютъ возможность добавлять металлъ въ тигель. Пролетъ a ведетъ къ борову; F — приборъ Фридеберга. При опытахъ, произведенныхъ Косманомъ¹⁾ (Dr. V. Kosmann) на заводѣ Арндта, тигли содержали по 50 kg металла; первый тигель былъ готовъ къ отливкѣ послѣ 45 минутъ; второй и третій — въ продолженіе слѣдующихъ 30 минутъ. При этомъ расходъ угольной пыли составлялъ не болѣе 0,375 kg на 1 kg металла, между тѣмъ какъ въ обыкновенныхъ печахъ съ дутьемъ расходуется 1—1,7 kg кокса.

Другая подобная печь находилась на мѣдно-литейномъ заводѣ Иосифа въ Берлинѣ (Bernh. Joseph); такъ какъ рядомъ съ ней устроена обыкновенная печь съ 5 рѣшетками, то можно было сравнить работу обѣихъ печей; по сообщенію Космана, производительность печи Фридеберга съ 3 тиглями была больше, чѣмъ обыкновенной печи съ 5 тиглями. Расходъ силы на дѣйствіе вентилятора опредѣлялся легко по показаніямъ амперометра и вольтметра, такъ какъ электродвигатель приводилъ въ дѣйствіе вентиляторъ.

Еще совершеннѣе печь съ 2 отдѣленіями и съ 2 приборами Фридеберга F_1 и F_2 (фиг. 11), которые дѣйствуютъ поочередно, при

Фиг. 11.



чемъ то одно, то другое отдѣленіе служить подогревательнымъ и соотвѣтственно въ немъ открываютъ или перекрываютъ проходы въ боровъ a_1 и a_2 . Печь, такимъ, образомъ можетъ дѣйствовать непрерывно при соотвѣтствующей перестановкѣ задвижекъ у борова и послѣ остановки дѣйствія того или другого прибора.

Кромѣ того, производились опыты надъ примѣненіемъ прибора

1) Stahl und Eisen. 1895. № 5.

Фридеберга къ отопленію сварочныхъ печей (на западно-прусскихъ верфяхъ), къ подогреву издѣлій и матеріаловъ при производствѣ костей и серповъ (въ Хагенѣ въ Вестфалии) и къ плавкѣ стали въ тигляхъ. При этомъ оказалось, что температура въ печи составляетъ обыкновенно $1450^{\circ} C$ (что достигалось безъ нагрѣва воздуха), и что расходъ топлива не превышалъ половины обыкновеннаго расхода въ другихъ печахъ. Температуры опредѣлялись посредствомъ конусовъ *Зегера*, изготовляемыхъ прусскимъ королевскимъ фарфоровымъ заводомъ изъ смѣси каолина и кварца. Отсюда слѣдуетъ, что еслибы подогрѣть воздухъ градусовъ на 300, температура въ печи не уступала бы температурамъ въ газовыхъ регенеративныхъ печахъ, въ которыхъ посредствомъ тѣхъ же Зегеровскихъ конусовъ температура была опредѣлена въ $1630^{\circ} C$, но въ которыхъ воздухъ нагрѣвается до $800 - 1000^{\circ}$. Явное доказательство преимущества новаго способа, не требующаго столь объемистыхъ и дорогихъ сооружений, какъ регенеративная система.

Анализы газовъ, произведенные на заводѣ *Аридта* при котлѣ Паукша профессоромъ *Кнорре*, дали нѣсколько сомнительные результаты: содержаніе углекислоты отъ 17 до 19, 8, содержаніе кислорода 0—2,1 до 0,2%, при давленіи въ дымоходахъ отъ 1 до 4 *mm* по водяному манометру. — Д-ръ. Косманъ, сообщая эти цифры, указываетъ такія цѣны угля: 100 *kg* англійскаго угля, размельченнаго въ порошокъ, обходятся въ 1,3 марки (10 коп. пудъ; онъ считаетъ на размоль 20 пфен., или $1\frac{1}{2}$ коп. за пудъ) и 100 *kg* силезскаго штучнаго угля въ 1,7 мар. (12,9 коп. пудъ); такъ какъ при опытахъ съ ланкаширскимъ котломъ на бутылочной фабрикѣ *Эбертъ* и *Нейманъ* въ Штралау, близъ Берлина, оказалось возможнымъ замѣнить 31,5 *kg* силезскаго угля 25,5 *kg* англійской каменноугольной пыли при употребленіи прибора Фридеберга, то достигалась экономія въ

$$\frac{31,5 \times 1,7 - 25,5 \times 1,3}{31,5 \times 1,7} \cdot 100 = 38\%.$$

Цифры эти кажутся мнѣ преувеличенными въ виду того, что цѣна пыли едва-ли меньше 2 марокъ (15 коп. пудъ); но и въ этомъ случаѣ получилась бы экономія въ 5%, независимо отъ другихъ удобствъ новой топки.

Д-ръ *Тифтрункъ*, директоръ испытательной станціи въ Фриденау, анализировалъ отработавшіе газы обыкновенныхъ хорошихъ ти-

гельныхъ печей и печей устройства Фридеберга; вотъ результаты его работъ:

	Печи		Фридеберга.	Обыкновенныя.
Составъ газовъ.	{	CO ₂	% 14,2	2,8
		O	% 0,4	16,8
		CO	% 8,9	—
		N	% 76,5	80,8
Температура		°C	1450—1510	1100—1200

Хотя въ топкѣ Фридеберга оказывается потеря отъ присутствія окиси углерода, но зато горѣние совершается съ наименьшимъ избыткомъ воздуха, и потому достигаются весьма высокія температуры. Поэтому и металлы плавятся весьма быстро. Такъ, напр., на заводѣ Арндта удалось приготовить къ плавкѣ въ 75 минутъ 35 *kg* чугуна съ шихтой такого состава: 65% бѣлаго чугуна, 20% сѣраго чугуна и 15% желѣзнаго лома. Тигель такой же емкости былъ наполненъ сталью на королевскомъ орудіиномъ заводѣ въ Шпандау и отправленъ на заводъ Арндта, гдѣ онъ въ 125 минутъ былъ нагрѣтъ до температуры плавки стали. Металлъ оказался очень жидкимъ; шихта состояла изъ гематита и кусковъ рельсовъ.

Извѣстный *Берлинско-аналитскій* машиностроительный заводъ (Berlin-Anhaltische Maschinenbau-Aktien-Gesellschaft) и механическій заводъ *Леве* (Loewe & Co.) эксплуатируютъ способъ Фридеберга; письмомъ отъ 31 окт. 1895 специальный отдѣлъ ангалтскаго завода, занимающійся проектированіемъ и устройствомъ приборовъ Фридеберга, извѣстилъ меня, что приборы частью поставлены, частью заказаны для установки на слѣдующихъ заводахъ:

1) въ императорской *государственной типографіи* въ Берлинѣ, при трубчатомъ котлѣ.

2) на спичечной фабрикѣ *Пристера* въ *Лауэнбургъ* (H. Priester, Lauenburg in Pommern), при коринваллійскомъ котлѣ съ галовеевскими трубками.

3) на судостроительномъ заводѣ *Клавитера* въ *Данцигъ* (H. Klavitter, Danzig), для сварочной печи.

4) на мѣдно-литейномъ заводѣ *Кайзера* въ *Берлинъ* (C. Wilh. Kayser & Co.) для печи для роштейна на 10 тоннъ.

5) на *варштейнскихъ* горныхъ заводахъ (Warstein, Westfalen) для сварочныхъ печей.

6) въ лабораторіи для рафинировки золота и серебра бывш. *Реслера* во *Франкфуртѣ на М.* (Deutsche Gold-und Silberscheideanstalt, vorm. Rössler, Frankfurt a. M.), при пламенной печи.

7) на литейномъ заводѣ бр. *Ардтз* въ *Берлинѣ* (Gebr. Arndt) для тигельной печи для отливки латуни и бронзы.

8) на заводѣ для выплавки серебра въ *Гобокенѣ* (usine de désargentation, Hoboken près d'Anvers), для печи.

9) на литейномъ заводѣ въ *Гмюндѣ* (Gmünder Schmelzwerk; Schw. Gmünd) для пламенной печи.

10) на литейномъ заводѣ бр. *Ардтз* въ *Берлинѣ*, для трубчатого котла.

Приборы изготовляются двухъ величинъ:

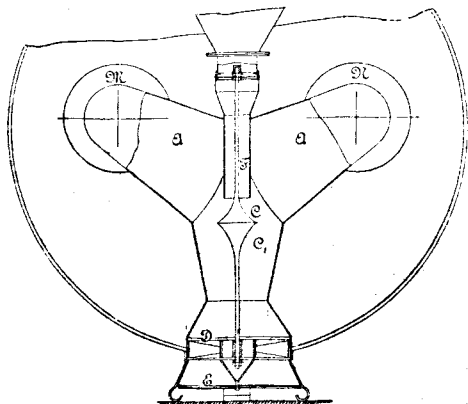
Малая модель: производительность до 60 kg/h , годится для печей, имѣющихъ по 4 тигля въ топочномъ и въ подогревательномъ пространствѣ; цѣна 1400 марокъ.

Большая модель: производительность до 150 kg/h , для печей съ двойнымъ числомъ тиглей; цѣна 1600 марокъ.

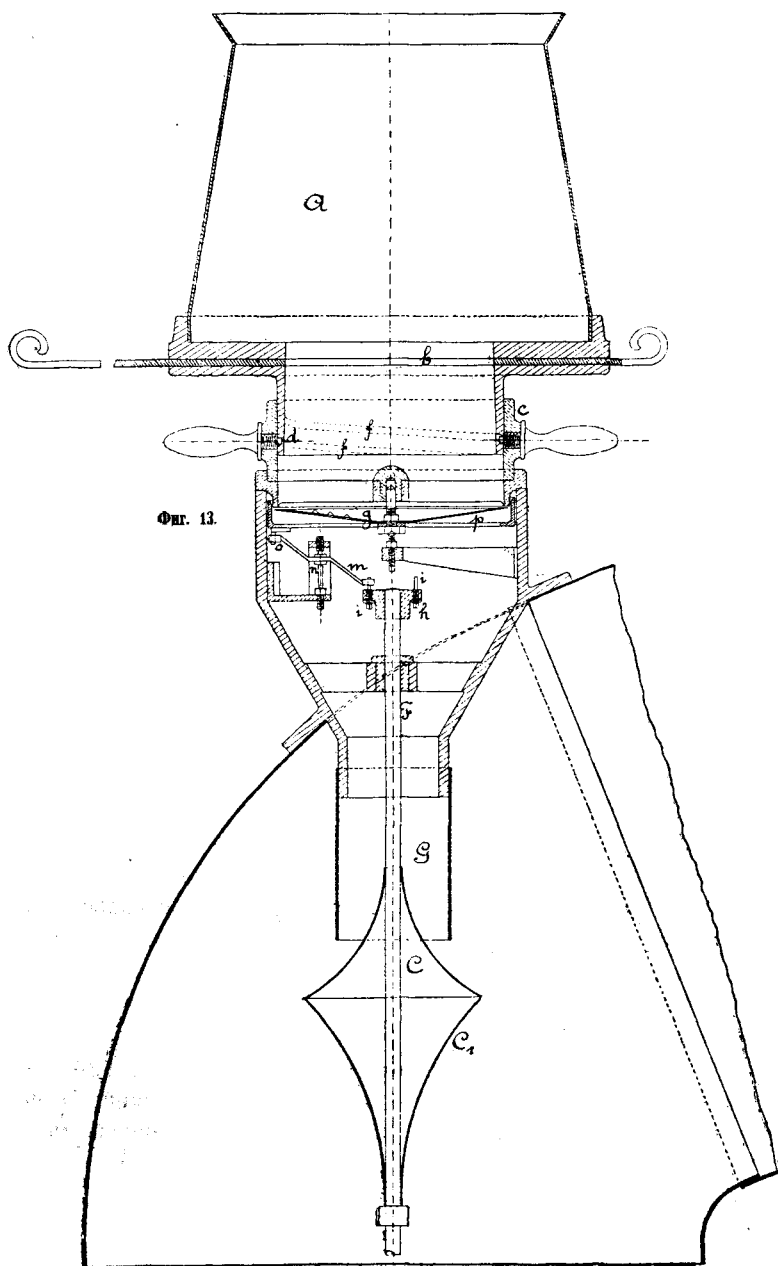
Новѣйшая топка Вегенера.

Между тѣмъ, неутомимый Вегенеръ продолжалъ работы въ означенномъ направленіи. Онъ стремился: 1) къ освобожденію отъ искусственнаго дутья и 2) къ упрощенію прибора въ смыслѣ легкой доступности. Обѣ цѣли имъ теперь достигнуты. Фиг. 12 представляетъ

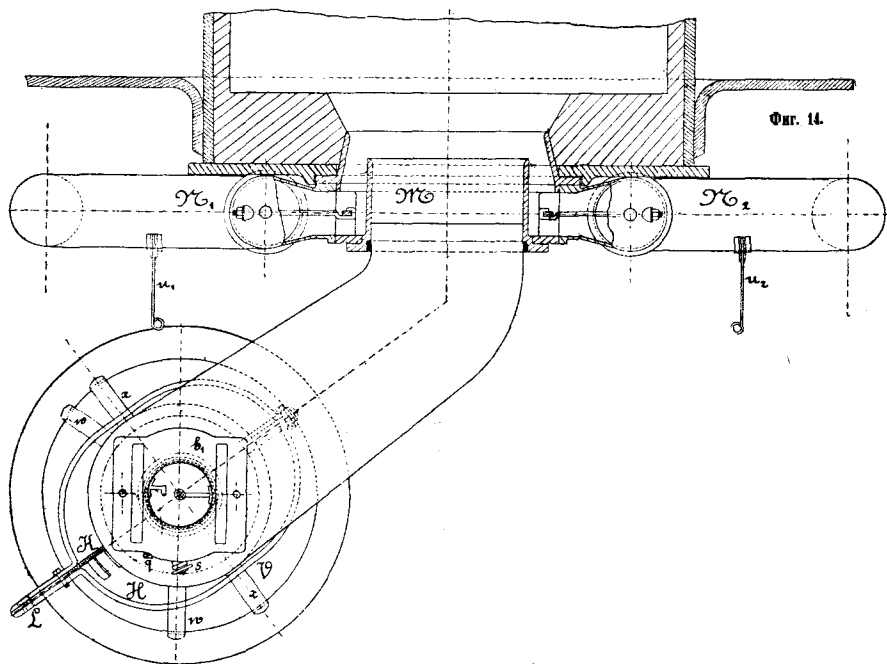
Фиг. 12.



вертикальный разрѣзъ его новаго прибора, состоящаго изъ вертикальной трубы изъ тонкаго желѣза, устанавливаемой на полу посредствомъ 3-хъ ножекъ изъ полукруглаго желѣза и соединяемой съ топкою помощью отростковъ *А*. Высота прибора 0,8 до 1,2 м. Надъ приборомъ находится ковшъ съ угольной пылью и соединяется съ



нимъ посредствомъ горлышка; ковшъ подвѣшенъ къ колонкѣ, около которой можетъ вращаться (см. фиг. 23); слѣдовательно, желая осмотрѣть сѣтку, стоитъ только разобщить приборъ съ ковшомъ (для чего имѣется опускающаяся муфта с, см. фиг. 13), отвести ковшъ въ сторону, — и сѣтка передъ глазами; для всей этой манипуляціи требуется не болѣе $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{2}$ минуты.



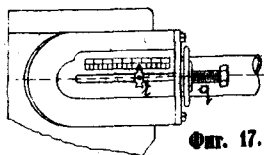
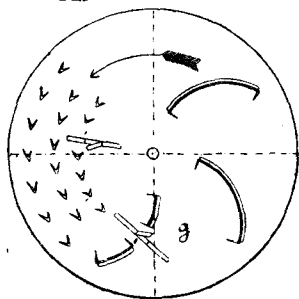
Внутри прибора установленъ вертикальный центральный валъ, вращающійся на агатовой шайбочкѣ, укрѣпленной въ подпятникъ и направляемой стаканомъ въ верхней части прибора. Съ валомъ неподвижно соединены: внизу—колесо *D* изъ тонкой жести съ радіальными наклонными крыльями, устроенное на подобіе колесъ нашихъ комнатныхъ вертушекъ-вентиляторовъ; повыше (см. фиг. 12—17)¹⁾—двѣ коноидальныя поверхности вращенія *C* и *C*₁, спаянныя между собою большими основаніями и выдавленные изъ тонкой листовой

1) Фиг. 13 представляетъ, въ $\frac{1}{4}$ нат. вел., верхнюю часть прибора, въ продольномъ разрѣзѣ по оси соединительнаго рукава; фиг. 14, въ $\frac{1}{14}$ н. в.,—горизонтальный разрѣзъ по оси жаровой трубы, при чемъ ковшъ для загрузки угля снятъ; по трубамъ *N*₁ и *N*₂ подводятся дополнительные струи воздуха. Фиг. 15 изображаетъ сѣтку *g*, фиг. 16—передачу движенія рамокъ *p* сѣтки отъ вертикальнаго вала, фиг. 17—боковой видъ упорки *q* съ указателемъ *i*.

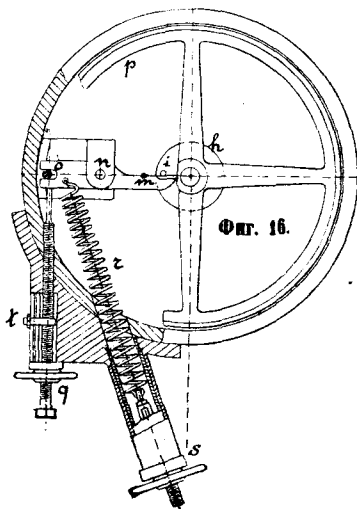
желтой мѣди; онѣ служатъ распредѣлител. ми струи воздуха и угольной пыли; наконецъ, наверху—дискъ *h* (фиг. 13) съ 2 штифтами *i*, расположенными на концѣ діаметра. При вращеніи вала, штифты задѣваютъ за двуплечій рычагъ *мо*, второе плечо котораго, посредствомъ цапфы *о*, заставляетъ качаться сѣтку *g*, расположенную въ соединительномъ горлѣ прибора, и сообщаетъ ей сотрясенія; пружина *r* приводитъ ее обратно въ нормальное положеніе, опредѣленное винтомъ *q* (фиг. 16, 17).

Сѣтка имѣетъ видъ диска изъ тонкаго листового желѣза съ цѣлымъ рядомъ продавленныхъ отверстій любой формы, края которыхъ приподняты кверху и образуютъ рядъ ножей или представляетъ собою переплетеніе узкихъ желѣзныхъ полосокъ, края которыхъ приподняты то въ одну, то въ другую сторону, также образуя рядъ лезвій. На фиг. 15 указаны различные способы для образованія такихъ лезвій.

Фиг. 15.



Фиг. 17.



Фиг. 16.

Дѣйствіе прибора состоитъ въ слѣдующемъ: тяга дымовой трубы заставляетъ вертушку вращаться; при каждомъ оборотѣ сѣткѣ сообщаются 2 качанія; ея лезвія при этомъ отрѣзываютъ или соскабливаютъ слой топлива, который и проваливается черезъ нее; вслѣдствіе сотрясеній, вся масса слегка подается внизъ, снова подставляясь подъ дѣйствіе ножей при слѣдующемъ качаніи. Частицы пыли попадаютъ на верхнюю часть распредѣлителя, которая, сообщивъ имъ центробѣжную силу, отталкиваетъ ихъ, послѣ чего онѣ подхватываются струею воздуха и уносятся въ топку *М*; въ случаѣ жаровой трубы, топка выложена огнеупорнымъ кирпичемъ.

Равномѣрное распредѣленіе частицъ пыли происходитъ тѣмъ вѣрнѣе, что скорость струи воздуха въ мѣстѣ, гдѣ она подхватывается уголь, довольно велика, благодаря суженію сѣченія распредѣлителемъ. Тѣмъ энергичнѣе будетъ дѣйствовать воздухъ на пыль.

При этомъ приборѣ имѣется связь между расходомъ угля и количествомъ протекающаго воздуха: чѣмъ больше скорость движенія его въ подводящей трубѣ, тѣмъ скорѣе будетъ вращаться вертушка, тѣмъ чаще происходятъ сотрясенія сѣтки, а стало-быть, тѣмъ больше будетъ проваливаться пыли. Для регулированія тяги служить 1) дымовая заслонка, и 2) круглый щитъ, обхватывающій нижнюю часть прибора. Въ верхнемъ положеніи его входныя отверстія для воздуха вполне открыты; опуская его, прикрываемъ отверстія и уменьшаемъ число оборотовъ вала; наконецъ, въ нижнемъ своемъ положеніи доступъ воздуха совсѣмъ закрытъ и работа прибора прекращается. Для опусканія щита служить вилка (фиг. 14), которая у *L* соединена съ рукояткой и съ зубчатымъ секторомъ для установки ея, а на противоположномъ концѣ имѣетъ точку вращенія; она соединяется со щитомъ посредствомъ тягъ *x*; ножки прибора *w* служатъ также для направленія щита.

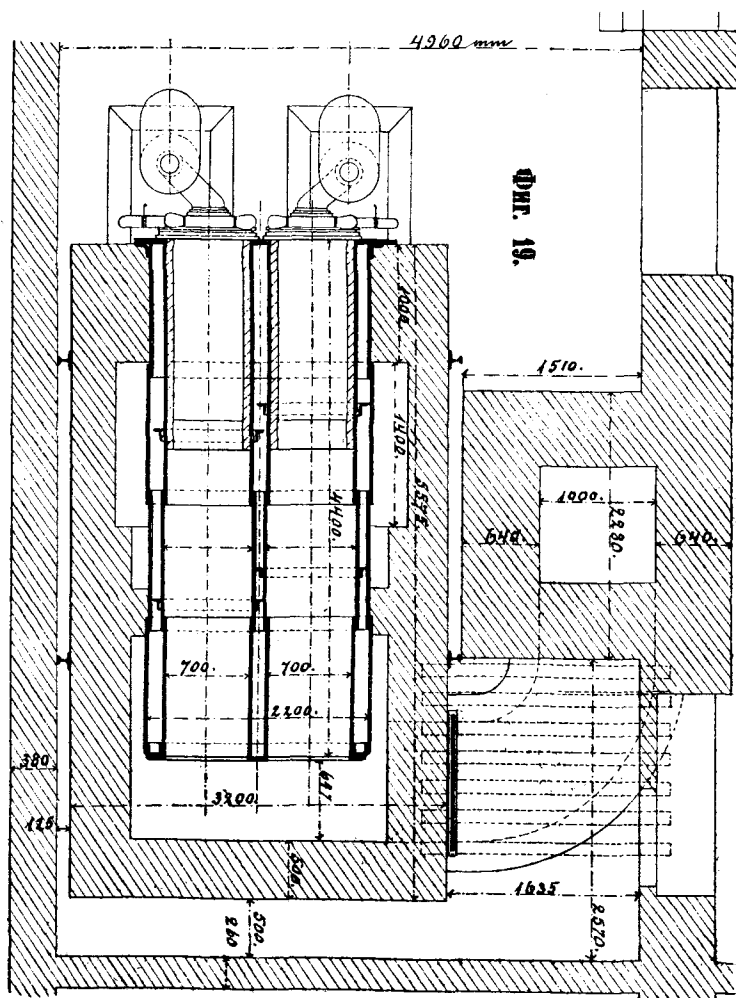
Кромѣ того, нужно имѣть приспособленія для установки правильнаго соотношенія между расходомъ топлива и притокомъ воздуха. Для этой цѣли упорка *q*, до которой доводится сѣтка дѣйствіемъ пружины *r* и которая останавливаетъ его движеніе, сдѣлана передвижною; кромѣ того, приняты мѣры для измѣненія натяженія пружины (фиг. 16, 17).

Несомнѣнно, что необходимость механической передачи служила до сихъ поръ значительнымъ препятствіемъ къ распространенію способовъ для отопленія угольной пылью. Не легко бываетъ получать согласіе администраторовъ и механиковъ на устройство трансмиссій въ кочегарнѣ. Не только у насъ, но и за границей рѣдки образцовыя кочегарни, которыя содержались бы въ такомъ порядкѣ и такой чистотѣ, чтобы правильное дѣйствіе сложныхъ передаточныхъ механизмовъ было вполне обезпечено. Вотъ почему Вегенеръ сдѣлалъ большой шагъ впередъ, освободивъ покупателя отъ необходимости искусственной тяги.

Изобрѣтеніе Вегенера эксплуатируется особымъ акціонернымъ обществомъ (Aktiengesellschaft für Kohlenstaubfeuerungen, Gitschinerstr. 14. 15, Berlin).

Топка Вегенера была изслѣдована въ различныхъ мѣстахъ: въ *Мадебургѣ* на заводѣ *Крунна*, бывшемъ *Грюзона*, въ *Берлинѣ*, инженерами городской администраціи, въ зданіи *городскихъ рынковъ № II* на

прѣдѣланнаго къ котлу Тишбейна съ поверхностью нагрѣва въ $125\ m^2$, работавшему подѣ давленіемъ въ $7\ at$; число дымогарныхъ трубокъ 72 съ діаметромъ въ $88\ mm$; площадь рѣшетки $= 2,8\ m^2$, устроен-



1) № опыта.		1	2	3	4	5	6	7
2) Топливо.		Верхнесилез- ский уголь.	Английск. кам. уголь.	Богемск.	Лиг- нитъ.	Каменный уголь.		
3) Теплотв. способн. . .	ед. т.	6626	6626	6516	5264	5264	6833	6287
4) Продолжит. опыта. .	час.	5,83	8,0	7,17	5,5	6,88	8,186	6,833
5) Отношеніе часового расхода угля къ по- верхности нагрѣва.	kg/h	2,12	2,34	2,31	2,54	2,07	2,0	1,7
6) Паропроизвод. 1 m ² пов. нагрѣва. . .	kg/h	17,15	19,57	18,83	16,7	13,5	15,13	12,1
7) Паропроизводитель- ность 1 kg угля. . .	kg	8,0	8,25	8,1	6,48	6,48	7,58	7,27
8) Количество CO ₂ въ газахъ.	%	11	11,05	10,15	9,6	9,5	13,59	13,74
9) Температ. газовъ. .	°C	228	232	229	234	218	261	228
10) Избытокъ воздуха противъ теоретич. .	%	72	70	86	96	97	34	33
11) Давленіе пара. . .	at	6,54	6,00	6,54	5,34	5,57	6,39	6,13
12) Полезное дѣйствіе .	%	76,82	79,33	79,19	78,46	78,13	70,63	73,6
13) Потеря тепла. . .	%	23,18	20,67	20,81	21,54	21,87	29,37	26,4
14) въ томъ числѣ отъ теплоты отработ. газовъ.	%	13,41	13,43	13,45	15,76	14,56	10,83	9,55
15) Котель.		Т и ш б е й н а.					Л о к о м о б.	

Опыты №№ 6 и 7 производились въ берлинскомъ городскомъ рынкѣ съ котломъ съ возвратными дымогарными трубками и цилиндрическою топкою, съ поверхностью нагрѣва въ 78 m², назначеннымъ для давленія въ 6 at; число трубокъ — 96 съ діаметромъ въ 70 mm; діам. котла — 2 m; длина его — 5,5 m; величина площади упраздненной рѣшетки — 1,95 m²; діаметръ топки — 1,25 m; длина ея — 2,3 m. Пробы газовъ для анализа брались на концѣ третьяго дымохода; только въ первый день удалось анализировать газы при выходѣ изъ жаровой трубы: найдено было 15,7% CO₂.

Въ приборѣ Вегенера сжигалось ежечасно отъ 266 до 293 kg каменного и отъ 259 до 318 kg бурого угля. Для затопки котла израсходовано было при 6-мъ опытѣ — 96 kg пыли, при чемъ давленіе въ теченіе 40 минутъ увеличилось отъ 1,2 до 6 at.

Результаты первыхъ 5 испытаній слѣдуетъ признать весьма удовлетворительными; второй же котель работалъ хуже, что объясняется: 1) тѣмъ, что онъ плохо былъ защищенъ отъ охлажденія, вслѣдствіе чего потеря на передачу теплоты наружному воздуху оказалась сравнительно большою (13 — 14%); 2) конструкціей котла, невыгодною для примѣненія прибора Вегенера: жаровая труба, въ которой угольная пыль должна была сгорать окончательно, имѣла длину не болѣе 2,3 m; вслѣдствіе этого, частицы угля охлаждались внезапно при поступленіи въ дымогарныя трубки и не догорали. Потеря, про-

исходившая отъ этого обстоятельства, достигала при 6-мъ опытѣ, почтенной цифры въ 4,7%¹⁾).

Количество воздуха для сжиганія угля можетъ казаться очень большимъ при первыхъ 5-ти опытахъ; это объясняется тѣмъ, что очень много воздуха поступало въ дымоходы черезъ кладку помимо жаровой трубы, явленіе, свойственное этой системѣ котловъ съ широко развитою поверхностью кладки. При анализѣ газовъ, взятыхъ у выхода жаровой трубы, оказалось, что избытокъ воздуха составлялъ только 20%. Рѣдко и въ весьма маломъ количествѣ замѣчалась окись углерода.

Шнейдеръ указываетъ на странное явленіе: угольная пыль не сгораетъ равномерно, но какъ бы отдѣльными залпами, чѣмъ обуславливается шумъ, похожій на стукъ отработавшихъ паровъ при выходѣ изъ выпускной трубы паровой машины. При осмотрѣнномъ мною котлѣ я не обратилъ вниманія на этотъ стукъ; можетъ быть, изобрѣтателю удалось съ тѣхъ поръ его уничтожить, благодаря измѣненію размѣровъ частей прибора.

Выдѣленіе дыма, которое отмѣчалось при первыхъ 5-ти опытахъ, было слабо; все-таки не удалось совсѣмъ устранить появленія черного дыма.

Англійскій инженеръ *Брайанъ Донкинъ* (Bryan Donkin, London, Southwark Park Road), интересовавшійся вопросомъ объ угольной пыли, произвелъ нѣсколько опытовъ въ мартѣ и апрѣлѣ 1895 г. на фабрикѣ искусственнаго мрамора въ *Плецензе*, близъ Берлина, съ корнваллійскимъ котломъ съ поверхностью нагрѣва въ 46,5 m^2 и съ площадью рѣшетки въ 1,28 m^2 . Для сравненія обѣихъ системъ ото-

1) Расходъ угля составлялъ: во время затонки 96 kg , отъ начала работы котла при полномъ давленіи до начала опыта — 46 kg , во время опыта — 1269,7 kg , — итого 1411,7 kg .

		въ дымовой коробкѣ.	въ огневой коробкѣ.
Найдено остатковъ (зола).	kg	53,4	41,1
Остатки содержали:	углерода.	73,86	43,45
	водорода.	0,3	?
	кислорода	3,87	?
	влаги . .	0,27	0,83
Теплотв. способн. ихъ . .	ед. m .	5853	3440

Потому потеря составляла:

$$\frac{53,4 \times 5853 + 41,1 \times 3440}{1411,7 \cdot 6833} \times 100 = 4,7\%$$

Вѣроятно, потеря была еще больше, потому что зола могла попасть и въ боровъ, откуда нельзя было ее выгребать. — Шлакѣвъ получено 75,82 kg .

пленія, при второмъ испытаніи котла рѣшетка была удалена и поставленъ былъ приборъ Вегенера. При опытахъ присутствовалъ бывшій инженеръ берлинскаго общества по наблюденію за котлами *de Gram*, не мало трудившійся по части сравнительныхъ опытовъ съ дымогарными топками. Вотъ результаты опытовъ:

	съ колосник. рѣшеткой.	съ тонкой Вегенера.
1) Теплотворная способность сухого угля, опредѣленная калориметромъ Донкина. . . <i>ед. т.</i>	6445	6364
2) Влажность угля. %	9	1,2
3) Дѣйствительная теплотвор- ная способность. <i>ед. т.</i>	5811	6280
4) Продолжит. опыта. <i>час.</i>	7,1	6,17
5) Отношеніе часового расхо- да угля къ пов. нагрѣва . . <i>kg/m²</i>	2,18	2,22
6) Паропроизвод. 1 <i>m²</i> поверх- ности нагрѣва. <i>kg/h</i>	10,74	16,62
7) Паропроизвод. угля (по при- веденіи къ 0 и 1 <i>at</i>). <i>kg</i>	4,904	7,576
8) Количество углекислоты въ газахъ. %	8,75	15,54
9) Температура газовъ у за- слонки. °C	227,7	207,0
10) Среднее давленіе пара. . . . <i>at</i>	6,0	6,16
11) Температура питат. воды. . . °C	17	9,6
12) Для испаренія воды израс- ходов. теплоты <i>ед. т.</i>	3124	4826
13) Полезное дѣйствіе котла . . —	0,5376	0,7685

Такимъ образомъ, употребленіе угольной пыли увеличило полезное дѣйствіе котла на 42,5% и паропроизводительность поверхности нагрѣва на 55%. Правильное сжиганіе угля на рѣшѣткѣ было не легко; приходилось часто мѣшать огонь и очищать рѣшѣтку отъ шлака (48 разъ въ 7 часовъ), чтобы держать паръ. Уголь былъ англійскій (*steam small*).

Вотъ анализъ его, — въ процентахъ:

При опытѣ	Съ колосник. рѣшеткой.	Съ топкой Вегенера.
C	64,85	67,64
H	4,21	4,28
O + N	7,22	8,04
S	2,71	2,11
Зола	19,53	16,57
Влага	1,48	1,36

На ангальтскихъ каменноугольныхъ копяхъ близъ *Фрозе* (Frohse, Anhalt) достигнута была приборомъ паропроизводительность въ 24 *kg/h* на 1 *m*² поверхности нагрева и въ 5,1 *kg* воды на 1 *kg* лигнита. При опытахъ, произведенныхъ въ Берлинѣ надъ локомотивами, служащими для цѣлей электрическаго освѣщенія городского рынка, получена была экономія до 30%, что привело къ заказу второго прибора. Директоръ рынка № II, Friedrichstrasse 18, г. *Шредеръ*, выдалъ Вегенеру 12 окт. 1894 удостовѣреніе въ томъ, что результаты исполнѣ удовлетворяютъ требованіямъ уменьшенія выдѣленія дыма.

Весьма обширные опыты производились также правленіемъ пиротехнической лабораторіи въ *Шпандау* весною 1895-го г. Согласно официальному свидѣтельству отъ 30-го мая 1895 г., испарительная способность верхнесилезской угольной пыли колебалась при опытахъ между 8 и 8,24 *kg* (по приведеніи выпаренной воды къ 0° и 1 *at*), и достигалась экономія расхода топлива отъ 17,93 до 21,47% по отношенію къ штучному углю, сжигаемому на обыкновенной колосниковой рѣшеткѣ.

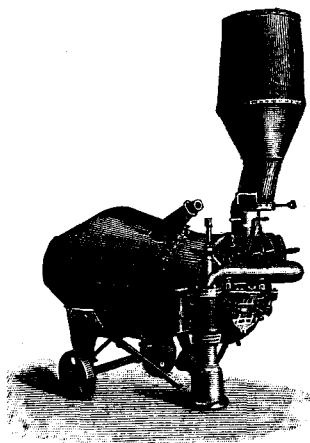
Въ отдѣленіи крупновскаго завода, бывшемъ *Грюзона*, въ Магдебургѣ, производились опыты въ февралѣ 1895 г., результаты которыхъ представлены въ нижеслѣдующей таблицѣ. Приборъ дѣйствовалъ безупречно въ теченіе 15-ти дней при котлѣ водотрубной системы Штейнмюллера съ поверхностью нагрева въ 118 *m*², согласно свидѣтельству директоровъ завода *Шперм* и *Грюзонъ* (Spaerl; Dr. H. Gruson) отъ 13 марта 1895 г. Сжигался довольно влажный каменный уголь съ теплотою горѣнія въ 7855 *ед. т.* изъ крупновскаго копи Напповег II. Затопка и послѣднія 30 минутъ опыта не включены въ записи. Вотъ результаты:

1) № опыта	—	1	2	3	4	5	6
2) Продолжит. опыта.	час.	7	8½	10	8½	10	10
3) Отношеніе часо- вого расхода угля къ поверхн. нагрѣва .	kg/m²	2,02	2,15	2,1	1,97	2,09	2,09
4) Паропроизводи- тельность 1 m² пов. нагрѣва	kg	17,4	18,4	19	17	18,2	18
5) Паропроизводи- тельность 1 kg угля.	kg/h	8,77	8,87	8,93	8,76	8,59	8,53
6) Полезное дѣйствіе.	%	75,6	74,8	77,1	75,6	76,8	73,4
7) Давленіе пара. . .	at	9,8	9,8	9,7	9,8	9,8	9,8

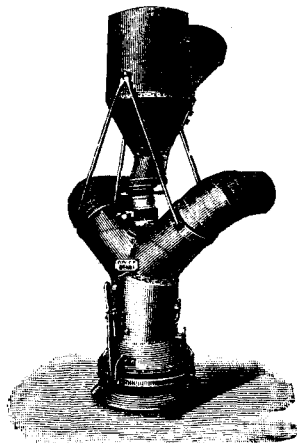
1) № опыта	—	7	8	9	10	11	12	13
2) Продолжит. опыта.	час.	6,5	8	9,5	11,5	9,5	11,75	11
3) Отношеніе часо- вого расхода угля къ пов. нагр.	kg/m²	2,0	2,36	2,4	2,46	2,11	3,0	2,82
4) Паропроизводи- тельность 1 m² пов. нагр.	kg	18,6	21,0	22,0	21,7	18,0	24,7	23,3
5) Паропроизводи- тельность 1 kg угля.	kg/h	9,14	8,95	9,17	9,03	9,02	8,7	8,55
6) Полезное дѣйствіе.	%	79,1	77,4	78,9	78,1	78	75,2	73,6
7) Давленіе пара. . .	at	9,8	9,7	9,75	9,8	9,6	9,8	9,6

Теплота горѣнія принята въ 7361 ед. т. въ виду 6% влажности.
Размѣры прибора Вегенера: діаметръ колеса 500 *mm*; діаметръ мунд-
штука — 300 *mm*. — До введенія прибора существовала рѣшетка съ

Фиг. 20.



Фиг. 21.

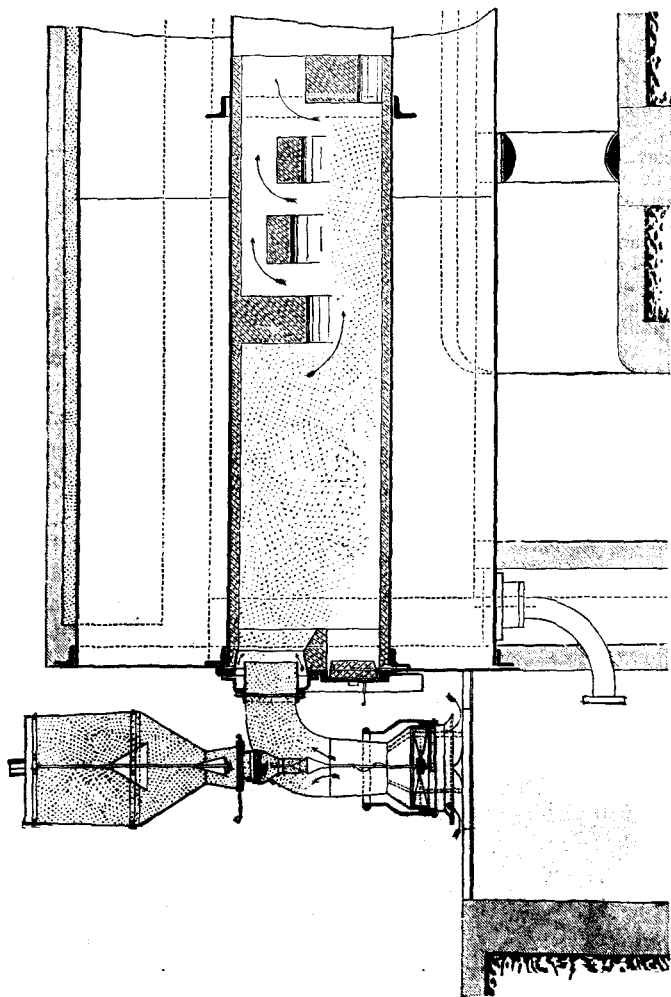


площадью въ 2,9 m², такъ что расходъ угля соответствовалъ количе-
ствамъ въ 81 до 122 kg/h, сжигаемымъ на 1 m² площади рѣшетки.

Всѣ эти благопріятные результаты надѣлали въ Германіи столько

шуму, что начальник полиціи въ городѣ Касселѣ (Polizei-Präsident in Cassel) опубликовалъ въ мѣстныхъ газетахъ объявленіе, въ которомъ обращаетъ вниманіе фабрикантовъ на берлинскіе опыты и приглашаетъ ихъ обратиться къ берлинской городской администраціи съ

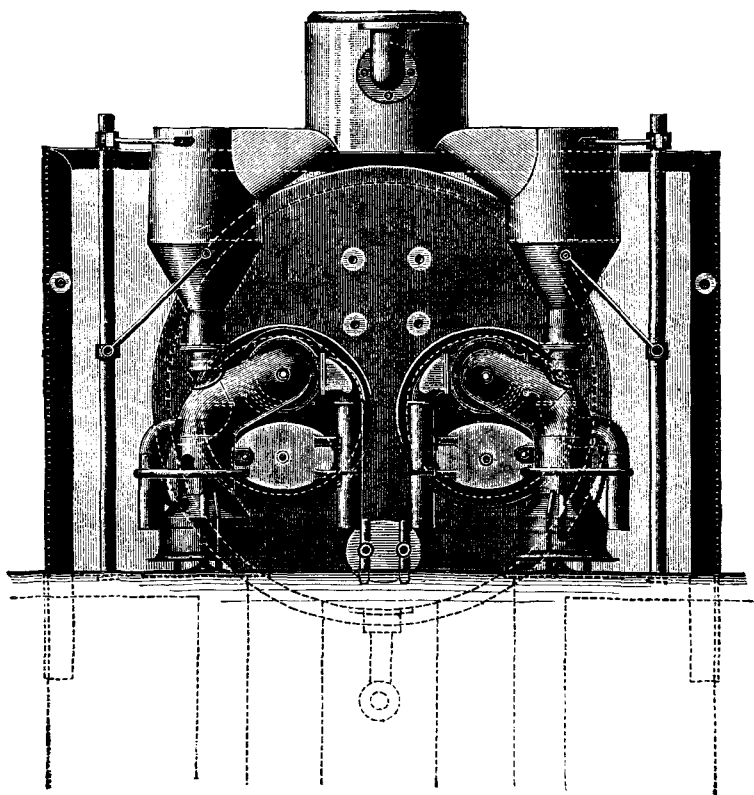
Фиг. 22.



запросами относительно топки. Онъ выражаетъ надежду, что если фабриканты воспользуются новымъ способомъ, городъ Кассель будетъ однимъ изъ первыхъ городовъ, въ которыхъ будетъ осуществленъ переворотъ въ санитарномъ отношеніи уничтоженіемъ дыма и копоти.

Вегенеръ устроилъ небольшую мастерскую для изготовленія приборовъ; въ ней имѣются 2 корнваллійскіе котла для испытанія приборовъ до отправки ихъ на мѣсто назначенія; тамъ же испытываются и сорта пыли, для чего пропускаютъ ихъ черезъ сита съ 90—120 нитокъ на 1 дюймъ.

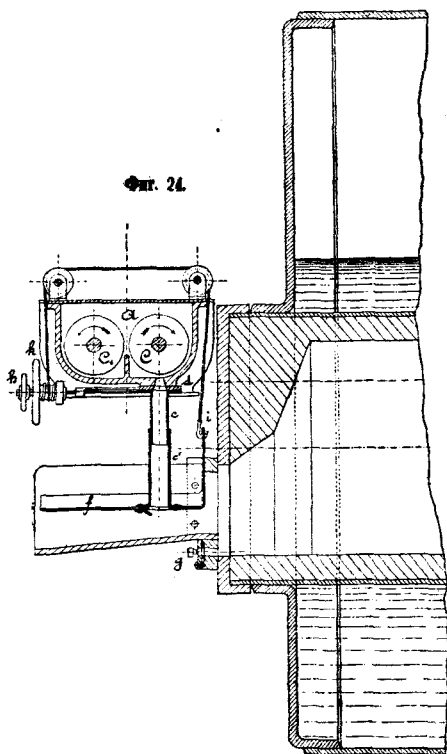
Фиг. 23.



Наружный видъ прибора Вегенера изображенъ на фиг. 20 и 21. Последняя представляетъ приборъ, назначенный для соединенія съ двумя топками ланкаширскаго котла и дѣйствующій только въ силу естественной тяги; если же заказчикъ предпочитаетъ искусственную, то приборъ изготовляется по образцу фиг. 20. Вертикальный разрѣзъ по топкѣ ланкаширскаго котла и соотвѣтствующій фасадъ изображены на фиг. 22 и 23.

Топки Руля, де Кампа и Шютца.

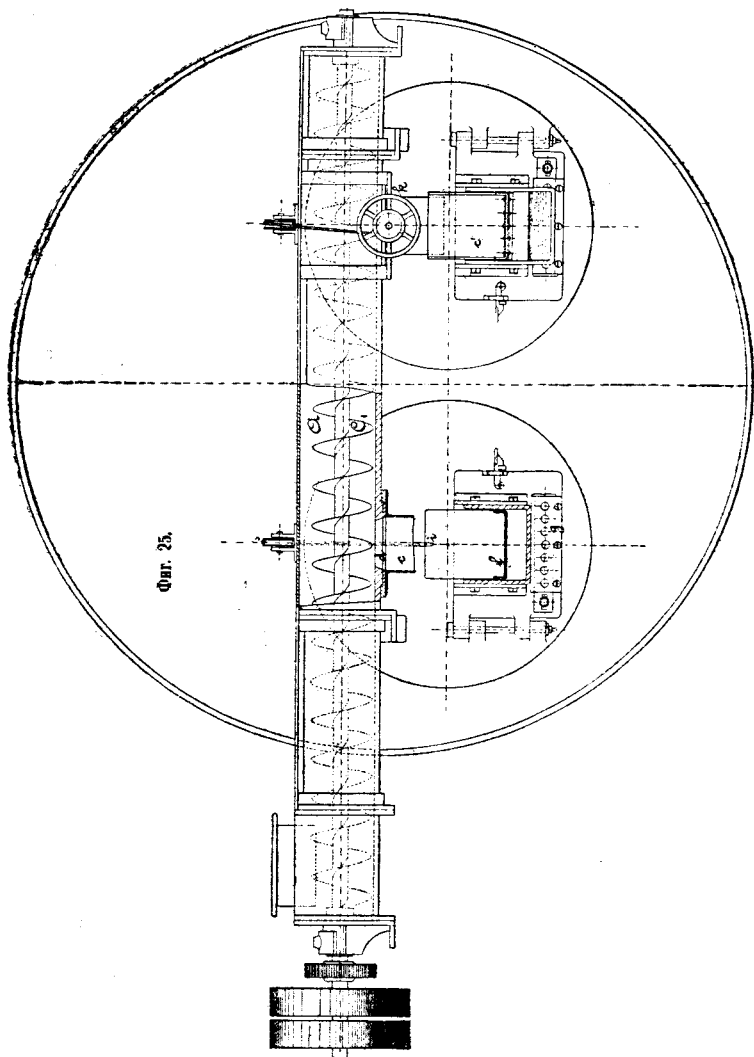
Также безъ вентилятора дѣйствуетъ топка *Руля* (W. Ruhl). Этотъ изобрѣтатель совершенно отдѣляетъ 2 приспособленія: 1) для постоянной подачи пыли къ топкѣ и 2) для введенія ея въ топку; для первой цѣли онъ примѣняетъ механический способъ (въ корытѣ *A*, см. фиг. 24 и 25, вращаются 2 винта *C* и *C*₁, одинъ вправо, другой влѣво), а для второй — пользуется естественной тягой трубы.



Винтъ *C*, перемѣщая пыль по жолобу *A*, заставляетъ ее спускаться черезъ горлышки *s* и *s'*, подъ передвижную перегородку *f*. Воздухъ, введенный дѣйствиємъ дымовой трубы, подхватываетъ пыль и уноситъ ее въ топку. Пониже имѣются еще отверстія *g* для впуска воздуха. — Притокъ воздуха регулируется маховничкомъ *k*; на ступицу его наматывается веревка, перекинутая черезъ 2 блока и поддерживающая перегородку *f*. Для выпуска шлака изъ топки стоитъ только отцѣпить веревку отъ крюка *i*, по приведеніи перегородки въ нижнее по-

ложе, и откинуть всю дверцу съ перегородкой. Въ последнее время, Рудъ ввелъ систему рычаговъ и тягъ, вмѣсто указаннаго приспособленія.

Для регулированія ширины щели, черезъ которую угольная пыль



спускается внизъ, служатъ маховичекъ *h* и задвижка *d*. Второй винтъ (также усаженный щетиною) возвращаетъ къ лѣвому концу жолоба (Фиг. 25) горючій матеріалъ, который не успѣлъ провалиться въ топку.

Топка Руля дѣйствуетъ съ октября мѣсяца 1895 г. въ помѣщеніи придворной берлинской оперы. Вотъ результаты опытовъ, произведенныхъ тамъ же въ окт. и дек. мѣс. 1895 г. съ 2 ланкаширскими котлами, изъ которыхъ одинъ былъ снабженъ топкой Руля, другой—обыкновенной колосниковой рѣшеткой. Поверхность нагрѣва котловъ по 60 m^2 ; они работали при давленіи въ 2,4 — 2,6 *at*.

1) Топка.	—	Съ колосниками.		Съ топкой Руля.	
2) № опыта	—	1	2	3	4
3) Топливо.	уголь	Вестфальскій Уголь изъ штучный. Готтесберга.		Англійскій (Lambton).	Англійскій газовый.
4) Продолжит. опыта.	час.	4	4	4	4
5) Отношеніе часового расхода угля къ пов. нагрѣва . . .	kg/m^2	3,12	2,88	2,18	2,63
6) Паропроизвод. 1 m^2 пов. нагрѣва . . .	kg/h	28,3	20,1	20,3	21,4
7) Паропроизвод. 1 kg угля.	kg	7,4	7,07	9,4	8,11
8) Содержаніе CO_2 въ газахъ.	$\% O$	9	9	14,5	14
9) Температ. газовъ .	$^{\circ}C$	318	260	265	282
10) Давленіе пара. . .	<i>at</i>	2,5	2,5	2,6	2,4
11) Стоимость 100 kg пара, содержащихъ 637 ед. тепла. . .	ком. ¹⁾	15,2	14,3	11,4	11,5

Количество углекислоты въ газахъ опредѣлялось эконометромъ Арндта. Опыты названы изобрѣтателемъ официальными (*amtlich*), хотя не указывается, кто ихъ производилъ.—Топки испытывались въ теченіе нѣсколькихъ недѣль. Послѣ 3 недѣль была выгребена зола изъ дымоходовъ; найдено 325 kg (1,63% употребленнаго топлива) золы, содержащей еще 4,7% углерода.—Сожигалось 19900 kg пылеобразнаго англійскаго угля (Lambton).—Извѣстный берлинскій машиностроительной заводъ *А. Борзиг* эксплуатируетъ топку Руля.

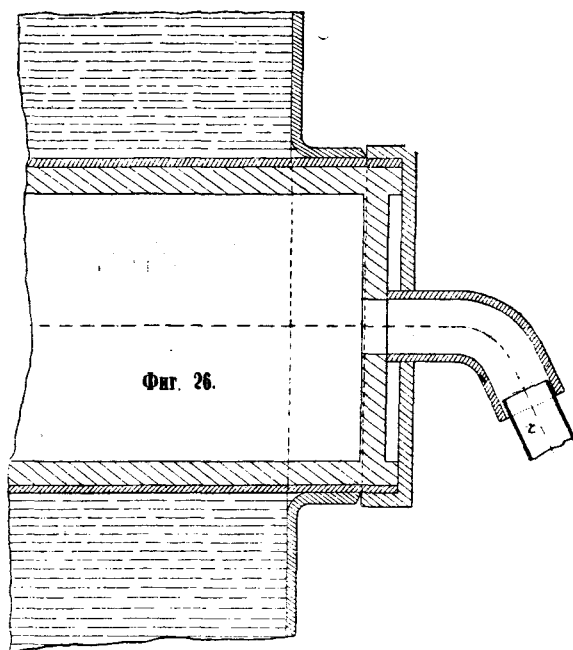
Для затопки приходится разводить огонь небольшимъ количествомъ дровъ; послѣ обѣденнаго перерыва достаточно ввести въ топку тряпки, пропитанныя керосиномъ или масломъ, концы и проч., если струя угольной пыли не загорается сразу отъ высокой температуры кладки.

На приведеніе въ движеніе винта расходуется около 0,01 лошадиной силы на погонный метръ длины его, по сообщенію *Космана*²⁾.

1) Считаю 216 марокъ = 100 руб.

2) Dr. Bernhard Kosmann. Die Ruhl-Feuerung. D. R. P. № 82919. — Mittheilungen aus der Praxis des Dampfkesselbetriebes. 1896. Стр. 110.

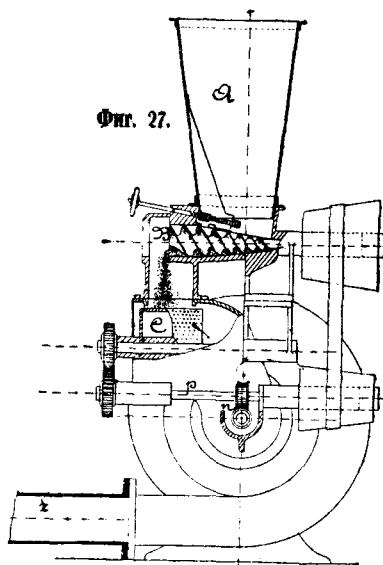
Весьма важно то обстоятельство, что въ 1894-мъ г., на фабрикѣ *Бретшнейдера* въ Панковѣ, близъ Берлина, производились удачные опыты надъ замѣною тончайшей угольной пыли непросѣянною пылью, высушенными осадками изъ промываленъ для угля и мелочью, остающеюся послѣ сортировки угля. При этомъ оказалось, что мельчайшія частицы смѣси сгорали свободно въ струѣ воздуха, болѣе крупныя падали въ видѣ кокса на кладку топки; не трудно было сжигать ихъ введеніемъ дополнительныхъ струекъ воздуха въ нижней части



топки; иногда же приходилось устраивать особыя рѣшетки, на которыхъ догорали эти кусочки. Результатъ такой: расходъ горячаго нѣсколько увеличивался противъ расхода просѣянной угольной пыли, но за то и не просѣянная на $33\frac{1}{2}\%$ дешевле, уже не говоря о дешевизнѣ другихъ указанныхъ сортовъ мелочи.

Приборъ *de Кампа* (de Camp) содержитъ также винтъ, который переводитъ мусоръ въ чугунную коробку, внутри которой вращается цилиндрическое сито *C* (фиг. 26 и 27). Вентиляторъ, соединенный съ внутренней поверхностью сита, засасываетъ черезъ него воздухъ съ

угольной пылью и проводить его через трубу *r* въ топку (фиг. 26). Валъ вентилятора *n* передаетъ вращеніе посредствомъ зубчатой передачи короткому валу *p*, отъ котораго оси цилиндрическаго сита и винта получаютъ вращеніе посредствомъ зубчатой и ременной передачи. Удобство этого прибора состоитъ въ томъ, что топка можетъ быть удалена отъ вентилятора и ковша. Результаты испытанія прибора еще не опубликованы.



Приборъ *Шютца* мнѣ въ деталяхъ неизвѣстенъ; изобрѣтатель мнѣ сообщилъ только основную мысль: онъ заставляетъ струю пыли совершать винтовой путь, вслѣдствіе чего сокращается длина топки. Если бы *Шютцу* удалось достигнуть сокращенія топки, то онъ оказалъ бы большую услугу дѣлу, потому что съ этого момента топку можно было бы легко примѣнить къ локомотивнымъ, пароходнымъ и другимъ котламъ съ короткой топкой. Замѣчательна еще низкая цѣна (450 мар.), которую назначилъ изобрѣтатель. Въ настоящую минуту приборъ подвергается испытанію.

Удобства и недостатки топковъ.

Преимущества отопленія угольною пылью слѣдующія:

1) Въ топкѣ поддерживается высокая¹⁾ и равномерная температура, благодаря непрерывной подачѣ горючаго и отсутствію охлажденія, которое является постояннымъ зломъ обыкновенныхъ топковъ вслѣдствіе притока большихъ количествъ воздуха при открываніи дверцы и вслѣдствіе загрузки значительныхъ массъ холоднаго топлива.

2) Притокъ воздуха легко регулировать и удерживать въ предѣлахъ, выгодныхъ для правильного горѣнія. Благодаря хорошему перемѣшиванію воздуха съ топливомъ, каждая частичка котораго сгораетъ въ струѣ окружающаго ее со всѣхъ сторонъ воздуха, можно ограничиться почти теоретическимъ количествомъ его, что отзывается на повышеніи температуры въ топкѣ и на уменьшеніи потери теплоты, заключенной въ отработавшихъ газахъ.

3) Благодаря указаннымъ свойствамъ топковъ для угольной пыли, сжиганіе должно быть совершенное, безъ выдѣленія окиси углерода, а также сажи и дыма.

4) Уходъ за топкою чрезвычайно простъ; работа кочегара ограничивается регулированіемъ притока воздуха, общимъ наблюденіемъ за ходомъ горѣнія и засыпкою свѣжаго угля въ ковшъ черезъ извѣстные промежутки времени; уходъ не требуетъ особой физической силы и ловкости.

5) Не трудно очищать топку отъ шлака, собирающагося на поду топки въ видѣ расплавленной, тѣстообразной массы. Обыкновенно выгребаютъ шлакъ одинъ разъ въ день.

6) Не трудно приспособить топку для сжиганія всевозможныхъ сортовъ горючаго (каменнаго и бурого угля), включая спекающіеся и дающіе много шлака сорта.

7) Легко регулировать расходъ топлива, въ зависимости отъ потребнаго количества пара, какъ при нефтяномъ отопленіи.

8) Можно значительно сократить число кочегаровъ при батареѣ котловъ; одинъ кочегаръ, по удостовѣренію Шнейдера, вполне въ состояніи управлять 5—6 котлами.

9) Въ листахъ котловъ не является вредныхъ напряженій, происходящихъ въ обыкновенныхъ топкахъ вслѣдствіе попеременнаго нагрѣванія и охлажденія листовъ во время открыванія дверцы: тутъ же

1) Какъ высока температура котельной топки, выяснилось при опытѣ расплавки чугуна въ топкѣ кориваллійскаго котла, отапливаемого въ Берлинѣ пылью, приготовленною изъ англійскаго угля (steam small). Обыкновенный тигель съ чугуномъ былъ вставленъ въ топку; черезъ 18 минутъ вынули его и чугунъ оказался расплавленнымъ; хотя онъ былъ не очень жидокъ, но все-таки можно было его употребить на отливку. Стало быть, температура была больше 1300° С.

топка питается топливомъ постоянно и листы сохраняются при постоянной температурѣ.

10) Можно въ случаѣ опасности взрыва или пожара моментально остановить дѣйствіе котла; положимъ, впрочемъ, что масса раскаленного кирпича въ топкѣ заключаетъ въ себѣ большой запасъ теплоты, но, откинувъ приборъ въ сторону или отодвинувъ его, сразу открываемъ широкій путь воздуху, охлаждающему топку.

11) Въ топочномъ пространствѣ не имѣется никакихъ частей, которыя могли бы испортиться отъ дѣйствія пламени и такимъ образомъ привести къ необходимости ремонта. Механизмы, передняя доска, подводящія трубы, почти совсѣмъ не нагрѣваются. Въ этомъ отношеніи эти топки выгоднѣе обыкновенныхъ, въ которыхъ постоянно перегораютъ колосники.

12) Приборы не трудно примѣнить ко всѣмъ системамъ котловъ. Недостатки отопленія пылью состоятъ въ слѣдующемъ:

1) необходимо подвергать уголь помолу, для полученія совершенно однородной массы;

2) въ дымоходахъ образуются сильныя отложенія золы;

3) при неосторожномъ обращеніи легко образуются облака пыли въ кочегаркѣ при засыпкѣ топлива въ ковшъ;

4) большинство этихъ топокъ требуетъ механической силы, хотя бы только для подведенія пыли къ топкѣ (Руль);

5) при нѣкоторыхъ (короткихъ) котлахъ, напр. локомобильныхъ и паровыхъ, топки не даютъ особенно хорошихъ результатовъ безъ значительныхъ измѣненій конструкціи;

6) возможность вліянія влажности топлива или постороннихъ предметовъ, случайно попавшихъ въ ковшъ, на правильную подачу угля; мы видѣли, что нѣкоторыя топки въ этомъ отношеніи деликатны;

7) неудобство затопки при системахъ, требующихъ искусственного дутья;

8) возможность взрыва при неосторожномъ обращеніи съ пылью.

Изъ всѣхъ этихъ недостатковъ важенъ собственно только первый, и весь вопросъ относительно примѣненія разсматриваемыхъ топокъ сводится къ тому, насколько расходъ на помолъ угля покрывается увеличеніемъ полезнаго дѣйствія котла вслѣдствіе употребленія угольной пыли. Ниже, мы ознакомимся съ настоящимъ положеніемъ этого дѣла, а теперь будемъ разсматривать другіе пункты.

Второй недостатокъ — сильныя отложенія золы — не существенный при новыхъ устройствахъ: стоитъ только позаботиться о надлежащихъ уширеніяхъ каналовъ въ соотвѣствующихъ мѣстахъ, откуда можно было бы легко выгребать золу.

Третій недостатокъ — засореніе кочегарки при неосторожномъ обращеніи съ угольною пылью — тоже неваженъ; при батареяхъ котловъ можно передачу устроить посредствомъ медленно движущихся въ закрытыхъ помѣщеніяхъ элеваторовъ и винтовъ, а при котлахъ-особнякахъ, при которыхъ кочегаръ время отъ времени опоражниваетъ мѣшокъ съ топливомъ въ питательный ковшъ, надо кочегару наказывать дѣйствовать при этомъ осторожно.

Четвертый — потребность механической силы — представляетъ собою невыгодный и неудобный балластъ при большинствѣ этихъ топковъ; но надо замѣтить, что въ топкѣ Шварцкопфа и др. двигатель расходуетъ самую незначительную работу, а приборы, пользующіеся искусственной тягой, хотя затрачиваютъ больше силы, но за то доставляютъ выгоды, связанныя всегда съ употребленіемъ дутья.

Пятый: мы видѣли, что при короткихъ топкахъ угольная пыль не всегда догораетъ въ предѣлахъ топки, а внѣ ея потухаетъ; можетъ быть, удастся со временемъ устранить этотъ недостатокъ, напр., способомъ, предложеннымъ Шютцомъ — увеличеніемъ длины траекторіи пылинокъ въ предѣлахъ топки, чтобы не приходилось въ этихъ случаяхъ прибѣгать къ удлинению топковъ устройствомъ особой кирпичной камеры передъ настоящей топкой.

Шестой: вліяніе влажности, которое, вѣроятно, довольно замѣтно при первомъ способѣ Вегенера и въ приборѣ Фридеберга, не столь опасно при другихъ способахъ; постоянныя сотрясенія всей угольной массы и дѣйствіе ножей въ качающейся сѣткѣ Вегенера, по всей вѣроятности, достаточнымъ образомъ разрыхляютъ массу.

Седьмой: по неудобству затопки, приборы для угольной мелочи сходны съ нефтяными топками. Въ обоихъ случаяхъ приходится развести огонь, подкладывая въ топку дрова, щепки, концы, пропитанные нефтью или другими жидкими углеводородами или маслами, чтобы разогрѣть топку достаточно, чтобы можно было пускать угольный порошокъ или нефть. Въ первомъ случаѣ дѣйствуютъ весьма осторожно, питая топку вначалѣ самыми незначительными порціями мусора.

Восьмой недостатокъ: угольная пыль, какъ мучная пыль и всякая другая пыль органическаго происхожденія, можетъ причинить взрывы отъ случайнаго присутствія искры, если въ воздухѣ носится извѣстное количество пылинокъ. Но не только въ кочегарняхъ, но и въ мельницахъ, гдѣ производится помолъ угля, едвали воздухъ настолько насыщается угольною пылью, чтобы въ этомъ отношеніи угрожала опасность. Понятно, что все-таки должны быть приняты всѣ мѣры предосторожности, и что должна быть устроена хорошая вентиляция;

положимъ, какъ увидимъ ниже, нѣкоторые практики до того увѣрены въ безопасности угольного мусора, что и вентиляціи не признаютъ.

Что касается самовозгаранія мелочи, то можно сослаться на показаніе берлинскаго фабриканта Карла Шютца, уже 25 лѣтъ занимающагося помоломъ угля¹⁾, который утверждаетъ, что примѣненіе угольной пыли совершенно безопасно: на его фабрикѣ ни разу не случилось взрыва отъ воспламененія каменноугольного мусора, несмотря на то, что 20 лѣтъ тому назадъ производство велось весьма примитивно; помѣщеніе фабрики не вентилировалось, пыль стояла въ немъ столбомъ, такъ что рабочіе едва могли видѣть другъ друга и приходилось зажигать керосиновыя лампы и газовыя рожки съ утра. За то на его фабрикѣ разъ случился пожаръ отъ самовозгаранія древесно-угольной пыли, при чемъ каменноугольная мука, находившаяся въ томъ же помѣщеніи, не загорѣлась,—пострадали одни мѣшки. Въ настоящее время, мельницы Шютца усовершенствованы и отъ окружающей среды, будто бы, такъ изолированы, что пыль не проникаетъ въ мастерскую.

Размоль угля.

Вопросъ первостатейной важности для отопленія угольною пылью—это вопросъ о стоимости помола. Во многихъ случаяхъ онъ, положимъ, имѣетъ меньшее значеніе—когда требуется сжигать накопившійся въ районѣ добычи мелкосортный уголь,—но стоимость размельченія будетъ на первомъ планѣ, какъ только угольная пыль должна конкурировать съ хорошимъ крупнымъ углемъ внѣ района добычи. Къ сожалѣнію, вопросъ не созрѣлъ настолько, чтобы можно было предложить его общее рѣшеніе; понятно, что стоимость помола будетъ весьма различна на различныхъ заводахъ въ зависимости отъ свойствъ угля (величины кусковъ, плотности, влажности и пр.), отъ величины производства и другихъ мѣстныхъ условій.

Директоръ Цвіауеръ принимаетъ, что въ мукомольномъ дѣлѣ на самыхъ лучшихъ мельницахъ при наивыгоднѣйшихъ условіяхъ на 100 *kg* муки сжигаютъ угля на 8½ крейцеровъ (=6½ коп.). Предполагая, что расходъ силы на помолъ угля не больше чѣмъ на размоль хлѣба и считая 5½ крейц. на смазку, жалованье рабочимъ и др. накладные расходы, а также на погашеніе и проценты затраченнаго капитала, онъ получаетъ результатъ, что помолъ 100 *kg* угля обойдется ни какъ не менѣе чѣмъ въ 14 крейцеровъ (=10,6 коп.; или на 1 пудъ угля—1¾ коп.).

1) «Dampf» 1893. Стр. 939. — Г. Денпъ. Бездымное сжиганіе топлива. СПб. 1894. Стр. 87.

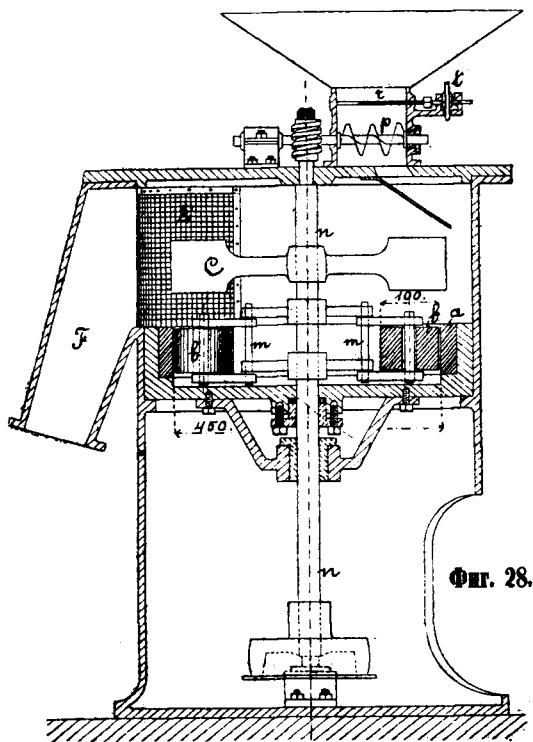
Берлинскіе изобрѣтатели и заводчики даютъ разнорѣчивыя данныя относительно стоимости размолъ 100 *kg* угля. Изобрѣтатели топокъ обыкновенно утверждаютъ, что стоимость не превышаетъ 20 пфенниговъ (9 коп.) или $1\frac{1}{2}$ коп. за пудъ¹⁾, между тѣмъ какъ владѣльцы мельницъ, занимающихся размоломъ угля, по заявленію Шнейдера, увѣряютъ, что немислимо считать менѣе 60 пфен. (27 коп.) за 100 *kg* или $4\frac{1}{2}$ коп. за пудъ, такъ что англійскій уголь, стоящій въ Берлинѣ 1,1 до 1,3 мар. (8,2 до 9,7 коп. пудъ), продается послѣ помола по 2 до 2,2 мар. (15 до 16,5 коп. пудъ). При такихъ цѣнахъ, и если не обратить вниманія на сбереженія въ накладныхъ расходахъ, выгодно сжигать угольную пыль только въ тѣхъ случаяхъ, когда полезное дѣйствіе котла, при сжиганіи угля на колосниковой рѣшеткѣ, весьма низко, напр. 40—45%; тогда можно допустить, что при отопленіи мусоромъ можно поднять эти цифры въ отношеніи 2 : 1,1, т. е. до 75—80%. Слѣдовательно, фабриканты угольной пыли должны позаботиться о розысканіи болѣе дешевыхъ способовъ для помола угля, чтобы угольная пыль могла конкурировать со штучнымъ углемъ. И если новый способъ отопленія еще не достигъ желаемого распространенія, такъ именно благодаря тому, что способы размолъ недостаточно развиты.

Разсмотримъ еще употребляемые на практикѣ приспособленія для помола угля.

Необходимо получить совершенно однообразный продуктъ, который долженъ имѣть видъ тончайшей муки при совершенно равномерной величинѣ пылинокъ. Достиженіе такой степени равномерности помола, какъ выяснилось на практикѣ, не легко. Обыкновенные дезинтеграторы не оказались соответствующими цѣли; сухой уголь удавалось измельчать, но влажный уголь до того залѣплялъ промежутки между дисками, что зубцы, сидящіе на дискахъ и служащіе для помола массы, ломались; уголь иногда такъ сильно прилипалъ къ поверхности дисковъ, что приходилось его отдѣлять зубиломъ. Вообще такой сравнительно легкій и не хрупкій матеріалъ, какъ уголь, нельзя довести до желаемой степени размельченія въ приборахъ, дѣйствіе которыхъ основано на ударѣ разбрасываемыхъ съ нѣкоторою силою частицъ о стѣнки мельницы. *Шаровыя* мельницы также не оказались выгодными, такъ какъ работа происходитъ на небольшой части рабочей площади (поверхности барабана), въ приборѣ происходитъ значительное треніе и потому количество доставляемой муки мало по отношенію къ поглощаемой работѣ и къ размерамъ прибора. Попада-

1) Заявляютъ даже, что при крупномъ производствѣ на центральной станціи стоимость спускается до 10 пфенниговъ.

ющія въ приборъ постороннія тѣла вызывали нерѣдко дорогой ремонтъ. Поэтому фабриканты, стремясь, во что бы то ни стало, удешевить производство угольной муки и сдѣлать его независимымъ отъ степени влажности и свойствъ угля, теперь перешли къ употребленію другихъ дробильныхъ машинъ. Я пока еще сомнѣваюсь, можно ли признать рекомендуемый ими теперь способъ вполне независимымъ отъ свойствъ матеріала, но, по крайней мѣрѣ, новыя машины проще и въ дѣйствиіи и для ремонта и удобнѣе для осмотра.



Фиг. 28.

Фиг. 28 — 31 представляютъ схемы мельницъ трехъ машиностроительныхъ фирмъ, — въ сущности, это — варианты на одну тему: общая идея заключается въ томъ, что уголь доставляется въ цилиндрическій ящикъ, внутри котораго вращаются около вертикальной оси грузы *b*, которые центробѣжною силою прижимаются къ кольцамъ *a*, соединеннымъ со станиною, и такимъ образомъ размельчаютъ уголь; готовый продуктъ проходитъ черезъ сито и удаляется въ трубу.

Одна изъ первыхъ такихъ мельницъ была устроена механиче-

скимъ заводомъ *Шютце* въ Берлинѣ (Carl Schütze, Alt-Moabit 55—56) и привилегирована имъ подъ названіемъ «Schleppmühle»; предметомъ привилегіи состоитъ соединеніе цапфъ грузовъ *b* съ осью, позволяющее имъ качаться около цапфъ *m*, вращающихся съ главнымъ валомъ *n* (фиг. 28).

Лопатки *C* подбрасываютъ уголь, пока онъ не размельченъ настолько, что проваливается черезъ сито *E* въ трубу *F*. Работающія части *a* и *b* стальные. Уголь подводится сбоку винтомъ.

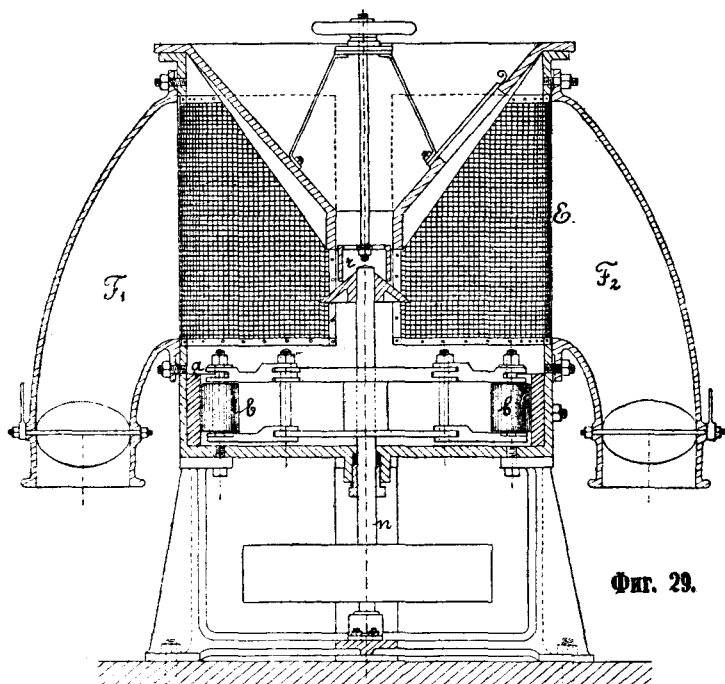
Мельницы изготовляются двухъ величинъ, изъ нихъ малая модель расходуетъ 2—3 силы и доставляетъ въ рабочий день около 5000 *kg* пыли. Цѣна 750 мар. Приборы по компактности своей допускаютъ установки въ кочегарнѣ, такъ что кочегаръ можетъ наблюдать и за работою ихъ. Въ такомъ случаѣ, т. е. когда не надо имѣть особаго машиниста при мельницѣ, расходы на помолъ 100 *kg*¹⁾, по мнѣнію изобрѣтателя, будутъ не болѣе 5 пфенниговъ (0,4 коп. пудъ); когда надо считать жалованье машинисту, то расходъ увеличится, по крайней мѣрѣ, вдвое.

Мельница *берлинско-ангальтскаго завода* (фиг. 29) отличается отъ описанной тѣмъ, что уголь подводится въ цилиндръ въ центрѣ, движеніе его регулируется клапаномъ *r*; особыхъ лопатокъ для подбрасыванія угля не имѣется и вмѣсто одного сита для просѣиванія муки устроены два. Клапанъ устанавливается такъ, чтобы количество вводимого угля заключалось въ надлежащихъ предѣлахъ, что не трудно узнать по звуку; когда слышенъ стукъ, то подача слишкомъ мала, — отсутствіе звука указываетъ на слишкомъ сильное наполненіе; при нормальномъ ходѣ работы слышенъ звукъ, подобный происходящему при перекачиваніи тяжелыхъ предметовъ. Величина пылинокъ окончательнаго продукта зависитъ отъ № ситъ, при чемъ оказывается, что величина отверстій въ ситахъ, помѣщенныхъ въ мельницѣ, можетъ быть больше, чѣмъ величина отверстій пробнаго сита, служащаго для опредѣленія номера муки; насколько велика должна быть разниа между ситами, зависитъ отъ сорта угля, и должно быть изслѣдовано опытами, при чемъ, замѣнивъ слѣдующимъ по номеру, ощупью опредѣляютъ требуемый № сита. По даннымъ берлинско-ангальтскаго завода, обыкновенно достаточно бываетъ брать сито № 40, содержащее 40 нитокъ на длинѣ дюйма или 1600 отверстій на 1 *δ*²⁾, при чемъ продуктъ такъ тонокъ, что его можно просѣивать безъ остатковъ черезъ сито, имѣющее 70 нитокъ на длинѣ дюйма (4900 отверстій на 1 *δ*³⁾).

Всегда надо слѣдить за тѣмъ, чтобы постороннія, въ особенности

металлическія, вещества не были по ошибкѣ введены въ мельницу, чтобы не случилось поломки частей и чтобы не изнашивались сита.

Обыкновенно устраиваютъ мельницы для производства въ 2000 и 4000 *kg* пыли въ 10-ти часовой рабочей день, при желаніи и для большаго количества. При этомъ на каждые 50 *kg* расходуется, по даннымъ завода, въ 1 часъ 1 лош. сила.

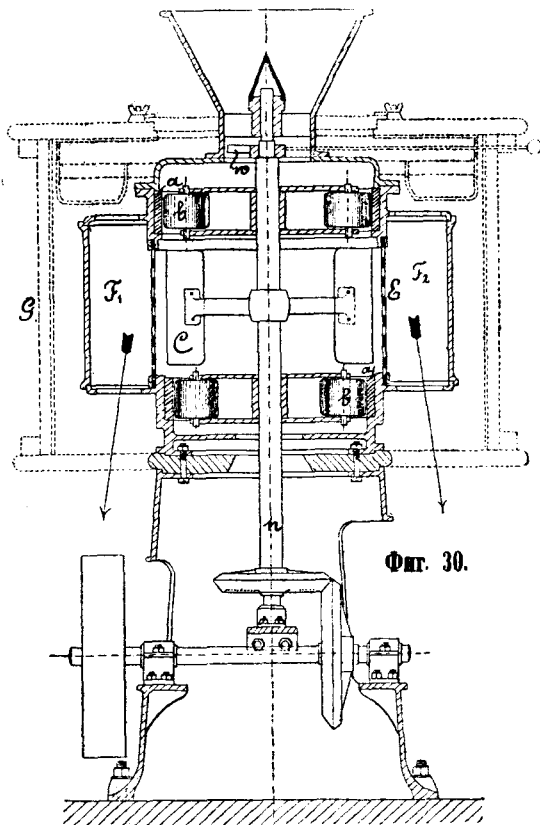


Размѣры мельницъ малы, какъ видно по слѣдующей таблицѣ:

Производительность пыли въ <i>kg/h.</i>	Высота въ <i>м.</i>	Занимаемая площадь въ <i>м².</i>
200	1,20	1,3
400	1,35	2,0

Мельницы завода *Пронфе*, рекомендуемая фирмою Шварцкопфа, отличаются устройствомъ двухъ системъ центробѣжныхъ валковъ и двухъ или болѣе лопатокъ, бросающихъ уголь на сѣтчатую стѣнку цилиндра (фиг. 30 и 31). Сѣтка *E* состоитъ изъ стальной рамы и про-

волоки изъ никелевой стали. Палец *w*, вращающійся вмѣстѣ съ валомъ *n*, разрыхляетъ массу, подаваемую въ ковшъ. Валки поставлены вертикально, какъ и при другихъ мельницахъ; они подвѣшены къ вертикальной оси при помощи ручекъ, притягиваемыхъ къ оси пружинами *r* (фиг. 31), такъ что попадающія въ приборъ постороннія

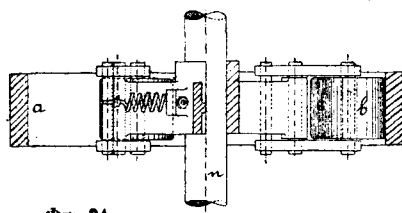


частицы (куски желѣза и проч.) не могутъ причинять поврежденій. По желанію, мельницы доставляются съ деревяннымъ чехломъ, показаннымъ пунктиромъ на фиг. 30.

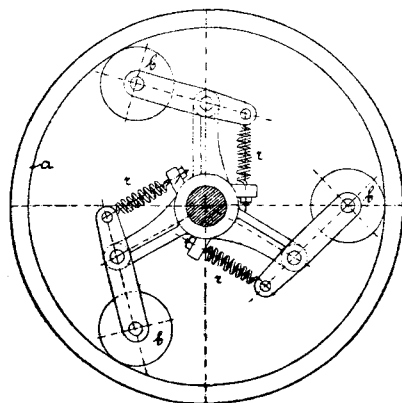
Уголь сначала размельчается верхнею системою валковъ, между тѣмъ какъ нижнія доканчиваютъ работу. Заводъ указываетъ такіа данныя:

Модель		Малая.	Большая.
Ежечасно перемалывается ка-			
менного угля	<i>kg</i>	400—700	1000—2500
Ежеч. перемал. бураго угля.	»	300—500	800—2200
Расходъ работы	<i>лош.</i>	5—7	12—18
Величина кусковъ	<i>mm</i>	меньше 30	меньше 40
Число оборотовъ	—	400	200
Цѣна мельницы	<i>мар.</i>	1500	3000
Добавочная плата при заказѣ			
деревяннаго чехла.	»	250	300

Малая модель имѣетъ высоту въ 1,8 *m* и ширину въ 1,3 *m*; на размоль 100 *kg* расходуется отъ 1 до 2 силъ, а потому, по увѣренію завода, стоимость размола 100 *kg* угля, со включеніемъ всѣхъ расходовъ, не болѣе 12—15 пфенниговъ или 0,9 до 1,15 коп. за пудъ,



Фиг. 31.



при чемъ готовый продуктъ переходитъ черезъ машинное сито № 900 (900 отверстій на *см²*) и остатокъ не превышаетъ 1%. Эти указанія подтверждаются опытами, произведенными директоромъ магдебургскаго общества по наблюденію за котлами, инженеромъ *Каріо*, въ

декабрь 1895 г. на ангальтскихъ копяхъ въ Фрозе. Тамъ паровая машина приводила въ движеніе два большихъ вентилятора и большую мельницу системы Пропфе съ принадлежностями. Послѣднія состояли изъ двухъ винтовъ съ діаметромъ въ 250 *mm* и длиною по 24,5 *m* и одного элеватора, высотой 13,6 *m*, служившихъ для подачи бураго угля изъ склада къ мельницѣ, и изъ двухъ винтовъ діаметромъ въ 200 *mm* и длиною по 16 *m* для передвиженія готовой угольной пыли, со всѣми шестернями и трансмиссіею. — Въ теченіе опыта снимались индикаторныя діаграммы черезъ каждыя 10 минутъ, при чемъ оказалось, что машина расходовала среднимъ числомъ 67,9 инд. силъ съ полною нагрузкой и 50,8 по отцѣпленіи мельницы съ принадлежностями. Пренебрегая ошибкою, происходящею при предположеніи, что внутреннее треніе въ машинѣ одинаковое въ обоихъ случаяхъ, можно принять, что разность обѣихъ цифръ (17,1 силы) дастъ намъ непосредственно расходъ силы на работу мельницы въ *полезныхъ* лошадиныхъ силахъ. — Въ теченіе 1 часа и 50 мин. было приготовлено 2802 *kg* пыли, т. е. въ 1 часъ — 1528 *kg* и на 1 полезную силу въ часъ — $\frac{1528}{17,1} = 89,1 \text{ kg}$. Къ этому отчету магдебургскаго общества фирма Пропфе прибавляетъ отъ себя, что, къ сожалѣнію, расходъ работы на одну мельницу не былъ опредѣленъ; по мнѣнію инженеровъ магдебургскаго общества на принадлежности мельницы расходовалось 4—5 силъ, по мнѣнію инженеровъ фирмы — 6 силъ; принимая 4,5 силъ, найдемъ, что мельница доставляетъ $\frac{1528}{17,1 - 4,5} = \frac{1528}{12,6} = 121,27 \text{ kg}$ угольной пыли на 1 полезную силу. — Надо, впрочемъ, замѣтить, что сырой матеріалъ былъ довольно мелокъ — величиною въ горохъ¹⁾.

Другіе инженеры, напр., старшій инженеръ ангальтскаго общества по наблюденію за котлами, *Эмрихъ* (Oehrich), относятся болѣе скептически къ дешевизнѣ размолу угля, указывая на то, что расходъ работы мельницъ еще не былъ опредѣленъ непосредственно вполне безпристрастными лицами, и что несмотря на простоту и несомнѣнные достоинства мельницы, еще нѣтъ данныхъ относительно изнашиванія и расходовъ по ремонту ихъ. Принимая, что 1 лошадиная сила обходится въ 1 часъ на 15 пфенниговъ (7 коп.), расходы по размолу 100 *kg* угля будутъ 15—30 пфен., или 1,15 до 2,3 коп. за пудъ²⁾.

По заявленію фирмы Пропфе, во время работы поступаетъ въ машину довольно большое количество воздуха, которое достаточно для весьма важнаго охлажденія массы, между тѣмъ какъ при другихъ

1) Zeitschrift des Vereins Deutscher Ingenieure 1896. Стр. 82.

2) Mittheilungen aus der Praxis des Dampfkessel-und Dampfmaschinenbetriebes 1896. Стр. 11. 52.

системахъ размельченія температура увеличивается до того, что уголь отчасти коксуется.

Поэтому, если бы при дальнѣйшихъ и продолжительныхъ опытахъ оказалось, что стоимость помола 100 *kg* угля не больше 30 пфен. (2,3 коп. пудъ), включая сюда все накладные расходы, то въ Берлинѣ угольная пыль можетъ явиться опаснымъ конкурентомъ для плохого штучнаго угля, потому что нетрудно введеніемъ новаго способа отопленія увеличить полезное дѣйствіе котла въ отношеніи $\frac{1,1 + 0,3}{1,1} = \frac{1,4}{1,1}$, напр. отъ 60% до 75%.

Въ только что изложенномъ я старался представить картину современнаго положенія вопроса о сжиганіи угольной пыли. Вѣроятно, читатели согласны съ тѣмъ, что этотъ способъ, весьма удовлетворительно разрѣшая вопросъ о бездымномъ и совершенномъ горѣніи въ котельныхъ топкахъ, заслуживаетъ вниманія и поощренія, и не только за границей, но и у насъ, въ особенности въ районахъ добычи угля. Вопросъ только въ томъ, удастся ли теперь поставить дѣло на твердую почву, подготовить условія для его развитія удешевленіемъ мелочи, — однимъ словомъ, сдѣлать то, что не удалось Крэмptonу и его предшественникамъ. Многіе теперь работаютъ въ этомъ направленіи. Будемъ надѣяться, что имъ удастся пожать плоды своихъ трудовъ!

Г. Деппъ.