

3575

МИНИСТЕРСТВО ФИНАНСОВЪ

ДЕПАРТАМЕНТЪ ТОРГОВЛИ И МАНУФАКТУРЪ

Г. Ф. ДЕШТЪ

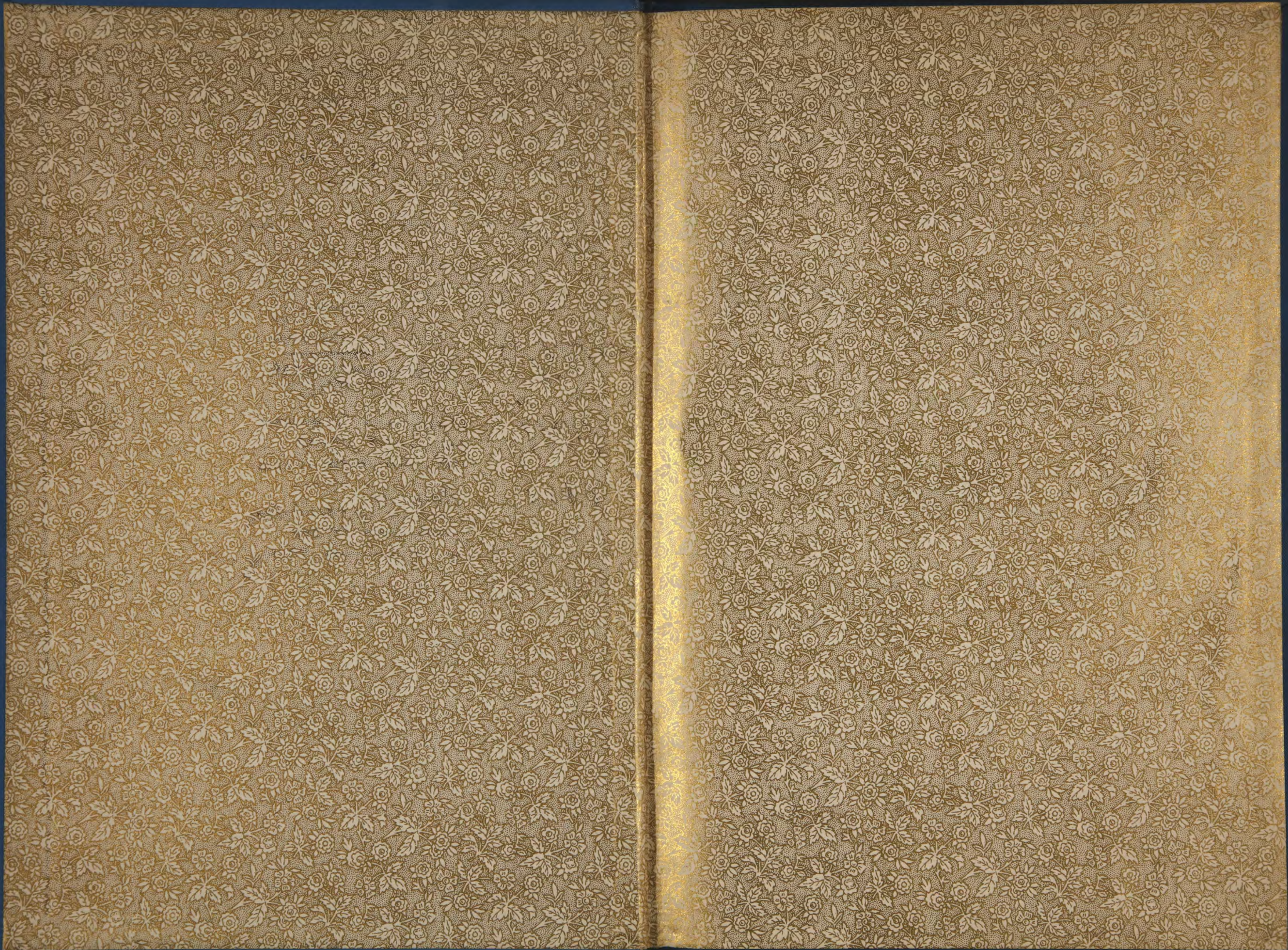
БЕЗДЫМНОЕ СОЖИГАНИЕ ТОПЛИВА

ВЪ

ТОПКАХЪ ПАРОВЫХЪ КОТЛОВЪ













МИНИСТЕРСТВО ФИНАНСОВЪ,  
ДЕПАРТАМЕНТЪ ТОРГОВЛИ И МАНУФАКТУРЪ.

---

Г. Ф. Деспъ.

# БЕЗДЫМНОЕ СОЖИГАНІЕ ТОПЛИВА

ВЪ

## ТОПКАХЪ ПАРОВЫХЪ КОТЛОВЪ.

---

Значеніе дыма. — Условія бездымнаго горѣнія. — Описаніе  
дымогарныхъ топокъ. — Испытаніе ихъ.

---

Съ приложеніемъ 254 чертежей въ отдѣльномъ альбомѣ изъ 39 таблицъ.

---

С.-ПЕТЕРБУРГЪ.

Типографія В. Киршбаума, Дворц. площ., д. М-ва Финансовъ.

1895.

Библиотека НКФ СВЕР

39



12

73099



Вслѣдствіе быстрого роста многихъ изъ нашихъ городовъ, фабрики и заводы, построенные въ свое время на окраинахъ города, теперь оказываются въ населенной его части, и неудобства, связанныя съ заводскою дѣятельностью, начинаютъ беспокоить окрестныхъ жителей. Однимъ изъ этихъ неудобствъ является выдѣленіе дыма заводскими трубами; поэтому городскія администраціи во многихъ городахъ предлагаютъ заводчикамъ принимать надлежащія мѣры къ уничтоженію этого зла. Подобныя постановленія были изданы въ послѣднее время и въ С.-Петербургѣ; но, вслѣдствіе сложности вопроса о бездымномъ горѣніи, фабриканты нерѣдко находятся въ затрудненіи при выборѣ того или другого изъ предлагаемыхъ имъ средствъ для борьбы съ дымомъ, и обращаются за указаніями и совѣтами въ Департаментъ Торговли и Мануфактуръ. Желая распространить свѣдѣнія о мѣрахъ, которыя способствуютъ уменьшенію дыма, выдѣляемаго заводскими трубами, Г. Министръ Финансовъ, по докладу Департамента Торговли и Мануфактуръ предоставилъ необходимыя средства на изданіе составленной мною книги: „Бездымное сожиганіе топлива“.

Считаю долгомъ принести искреннюю благодарность Его Высокопревосходительству Господину Министру Финансовъ за просвѣщенное содѣйствіе по изданію этого труда.

*Г. Денпъ.*







## СОДЕРЖАНІЕ.

	СТРАН.
Предисловіе.	
I. Что такое дымъ? . . . . .	1
II. Потери и неудобства при образованіи дыма. . . . .	4
III. Причины образованія дыма. . . . .	8
IV. Устройство колосниковой рѣшетки . . . . .	16
V. Уходъ за топкою . . . . .	18
VI. Дымогарныя топки . . . . .	25
1) Вдуваніе воздуха подъ рѣшетку . . . . .	27
2) Вдуваніе воздуха по обѣ стороны рѣшетки . . . . .	29
3) Приспособленія для автоматическаго опусканія заслонки . . . . .	29
4) Топка съ обратною тягою. . . . .	30
5) Введеніе свѣжаго топлива снизу въ сферу горѣнія . . . . .	31
6) Этажная рѣшетка Лангена . . . . .	31
7) Топка Донели . . . . .	32
8) Топка съ подвижными колосниками. . . . .	35
9) Ступенчатыя рѣшетки . . . . .	36
10) Топка Дюлака . . . . .	37
11) Ступенчатая рѣшетка для дешеваго горючаго матеріала. . . . .	39
12) Наклонныя колосники. . . . .	40
Топка Тоста. . . . .	40
„ Шомбурга . . . . .	42
13) Загрузка топлива желобообразною лопатою . . . . .	44
14) Сводчатыя топки . . . . .	45
15) Топка Отто . . . . .	46
16) Топки для корья, бураго угля и торфа . . . . .	47
17) Подогрѣвъ воздуха. . . . .	48
18) Механическіе кочегары . . . . .	50
Топка Лича. . . . .	51
„ Витакера . . . . .	52
„ Прокторъ-Мюнкнера. . . . .	53
„ Макъ-Дугаля . . . . .	55
„ Викерса. . . . .	55
19) Сводчатыя перегородки для перемѣшиванія газовъ. Топка Вильсмана . . . . .	59
20) Топки Тенбринка . . . . .	60
Топки съ пріемникомъ Тенбринка (первая система) . . . . .	61
Котлы Тенбринка съ наружнымъ нагрѣвомъ (вторая система) . . . . .	66
21) Пустотѣлые пороги . . . . .	68
Порогъ Ротзнера . . . . .	69



	СТРАН.
Топка Ковицке . . . . .	69
„ Чёбба. . . . .	72
Приборъ Штауса. . . . .	72
2) Примѣненіе пара . . . . .	73
Топка Тьері. . . . .	74
Топки Бельвиля и с.-петербургскаго металлическаго завода .	74
„ Хлѣбникова и Мѣрата. . . . .	76
„ Тюрка, Аллена и Лангера . . . . .	77
Топка Сенета . . . . .	79
23) Топки для сожиганія порошкообразнаго угля . . . . .	80
Топки Вегенера . . . . .	80
Топка Фридеберга . . . . .	83
„ Шварцкопфа . . . . .	85
VII. Нефтяное отопленіе . . . . .	89
Колосники Нобеля. . . . .	90
Форсунки (Нобеля, Кауфмана, Берсенева) . . . . .	91
Приборы для пульверизаціи мазута давленіемъ (Тентелевскаго завода, Свенсонъ-Петерсена) . . . . .	96
VIII. Газовое отопленіе . . . . .	98
Топки Сименса и Шнейдера. . . . .	99
Топка завода Уніонъ . . . . .	100
Газовыя топки Э. Фолькмана . . . . .	101
IX. Фильтрація дыма. . . . .	104
X. Общіе выводы . . . . .	106
XI. Берлинскія испытанія дымогарныхъ топокъ. . . . .	108
Топливо. . . . .	110
Химическій составъ топлива . . . . .	110
Результаты анализа угля. . . . .	111
Способъ веденія опытовъ . . . . .	112
Газообразные продукты горѣнія. . . . .	113
Опредѣленіе количества сажи . . . . .	115
Опредѣленіе густоты дыма . . . . .	115
Графическое изображеніе результатовъ . . . . .	121
Наблюденіе за испытаніемъ топокъ . . . . .	122
Описаніе опытовъ . . . . .	122
Топка Ковицке . . . . .	122
„ Чёбба. . . . .	123
„ Штауса. . . . .	124
„ Куна . . . . .	125
„ Тенбринка . . . . .	125
„ Шомбурга. . . . .	126
„ Донели . . . . .	126
„ Гутеля . . . . .	128
„ Шварцкопфа . . . . .	128
Общіе выводы комиссіи. . . . .	130
Данныя относительно котловъ подлежащихъ испытанію . . . . .	133
Таблица главнѣйшихъ результатовъ испытанія . . . . .	135
Замѣченныя печатки.	



## О бездымномъ горѣніи топлива въ топкахъ паровыхъ котловъ.

Вопросъ о бездымномъ горѣніи давно уже обратилъ на себя вниманіе техниковъ, но, къ сожалѣнію, пока ни кому не удалось разрѣшить его вполнѣ. Тѣмъ не менѣе уже много сдѣлано въ этомъ направленіи, и если нѣтъ еще универсальнаго способа для совершеннаго сожиганія топлива во всякаго рода топкахъ, то въ отдѣльныхъ случаяхъ достигнуты весьма благопріятные результаты.

Въ предлежащемъ трудѣ собраны наиболѣе важныя работы иностранныхъ и русскихъ техниковъ по разрѣшенію вопроса о возможно полномъ сожиганіи топлива.

### I.

#### Что такое дымъ?

Дымомъ называются окрашенные продукты горѣнія сѣрова-таго, коричневаго или совершенно чернаго цвѣтовъ. Красящимъ веществомъ является сажа, т. е. твердый углеродъ, соединенный съ минеральными примѣсями и углеводородами (смолами).



Составъ каменноугольной сажи по *Гуттону* \*) такой:

	Проба сажи взята:	
	въ Лондонѣ.	въ Глазго.
Обуглившееся вещество . . . . .	53,18	35,6
Смола . . . . .	18	15
Амміакъ . . . . .	1,75	2,8
Кали . . . . .	0,2	0,3
Натръ . . . . .	0,34	0,3
Известь . . . . .	1,00	0,8
Магнезія . . . . .	0,3	слѣды
Фосфорнокальціевая и Сѣрноалюминіевая соли . . . . .	2,08	3,2
Желѣзо . . . . .		
Сѣрная кислота . . . . .	4,6	7,9
Хлоръ . . . . .	слѣды	0,4
Роданистыя соединенія . . . . .	0,25	0
Углекислота . . . . .	0,7	слѣды
Кремнеземъ . . . . .	14,4	25,7
Вода . . . . .	2,8	7,2

На заводѣ *Шетти* (Shetty) въ Базелѣ также была изслѣдована сажа, взятая изъ дымовой трубы общей для 6-ти котловъ съ топкою Тенбринка; поверхность нагрѣва всѣхъ котловъ была 330 кв. метровъ (3,550 квадратъ футовъ). Въ сажѣ найдено:

48,5% горючаго вещества, 2,4% воды, 49,1% золы.

Сажа загоралась весьма туго. Интересно то, что количество сажи, которое удалось собрать со стѣнокъ дымовой трубы, было только  $\frac{1}{4}$  куб. метра (8,8 куб. фут.), несмотря на то, что труба не была очищена въ теченіе 4-хъ лѣтъ, по увѣренію механика завода \*\*).

Наконецъ, *П. М. Лахтинъ* \*\*\*) производилъ анализъ сажи, взятой со стѣнокъ у основанія дымовой трубы:

Отопленіе: . . . . .	дровами	торфомъ	клещевин. выжимками	нефтян. остатками
Реакція: . . . . .	сильно щелочная	сильно щелочная	сильно щелочная	сильно кислая.
Видъ сажи: . . . . .	легкій, пушистый порошок.	нѣжный порошокъ	нѣжный порошокъ	легкій, нѣжный порошокъ
Цвѣтъ: . . . . .	тусклый черн.	темнобурый	черный	черный.

\*) Polytechnisches Centralblatt 1870, стр. 630.

\*\*) Mittheilungen aus der Praxis des Dampfkessel-und Dampfmaschinenbetriebes 1883, стр. 73.

\*\*\*) Записки Императорскаго Русскаго Техн. Общ. 1892. Апр., стр. 45.



Составъ:				
Вода . . . . .	1,2	2,82	1,73	1,55
Обугленное ве- щество . . . .	28,35	44,38	11,9	61,25
Нерастворимый остатокъ . . .	5,1	26,41	20,5	11,15
Вещество рас- творимое въ водѣ и въ соляной кис- лотѣ . . . . .	65,35	26,39	65,87	26,05
	100			
Растворимая часть состоитъ изъ:				
SiO <sub>2</sub>	1,5	2,1	7,32	1,05
SO <sub>3</sub>	11	4,46	16,8	10,33
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2,88	1,38	1,94	слѣды
CHN	0,5	—	2,09	—
CaO	20,9	5,17	3,03	5,1
MgO	3,15	0,77		
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,59	4,66	4,05	4,15
FeO	0,54			
K <sub>2</sub> O	15,8	2,52	27,05	4,18
Na <sub>2</sub> O	1,12			
CO <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> S	6,37	5,33	2,88	—
HCl	—	—	0,71	—

Эти анализы приводятъ къ заключенію, что такъ какъ сажа во всѣхъ случаяхъ содержитъ значительную примѣсь минеральныхъ частей, то не легко, даже при правильномъ горѣніи, вполне уничтожить образование дыма. Можно предположить, по Лахтину, что легкоплавкія части золы (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, Na<sub>2</sub>O, K<sub>2</sub>O), улечиваясь съ продуктами горѣнія, облакаютъ обугленные части какъ бы сплавленной оболочкою, и, изолируя отъ кислорода, не даютъ имъ сгорать. На эту мысль наводитъ фактъ чрезвычайно слабой горючести сажи. Поэтому, слѣдуетъ заботиться о томъ, чтобы въ дымоходахъ, въ боровѣ или у основанія трубы были устроены достаточно большія расширенія, въ которыхъ отъ уменьшенія скорости проходящихъ газовъ могутъ осаждаться минеральныя составныя части дыма. Кромѣ того, необходимо почаще осматривать дымоходы и очищать ихъ отъ сажи и золы. Кто желаетъ избавиться отъ дыма, тотъ



не долженъ упускать изъ виду эти понятныя и элементарныя правила, такъ какъ въ дымѣ—даже при отопленіи нефтяными остатками—всегда имѣется довольно значительная примѣсь золы.

Въ дальнѣйшемъ изложеніи, предполагая, что приняты всѣ надлежащія мѣры для улавливанія золы въ дымоходахъ,—подъ уничтоженіемъ дыма будемъ подразумѣвать только сжиганіе заключающагося въ немъ углерода.

## II.

### Потери и неудобства при образованіи дыма.

Появленіе дыма не желательно и не выгодно по многимъ причинамъ. Во первыхъ, количество заключающагося въ сажѣ углерода представляетъ прямой убытокъ для фабриканта. Впрочемъ, это количество далеко не такъ велико, какъ обыкновенно полагаютъ. Опыты, произведенные въ Мюльгаузенѣ, для опредѣленія этой потери, показали, что она не превышаетъ 1½% заключающагося въ каменномъ углѣ углерода. Утверждаютъ даже, что въ приборахъ, служащихъ для фабрикаціи чистой сажи (весьма цѣнной, какъ матеріала для приготовленія различныхъ красокъ), при искусственной подготовкѣ всѣхъ условій для возможно неполнаго горѣнія, нельзя получать болѣе 5% углерода въ видѣ сажи изъ сожженного угля. Вышеприведенные анализы также показываютъ, какъ мало содержится углерода въ той сажѣ, которая осаждается изъ дыма на стѣнкахъ трубы. Хотя неизвѣстны результаты анализа сажи, осажденной изъ дыма, взятого при выходѣ изъ трубы, но едва ли будетъ ошибочно допустить, что составъ ея мало будетъ отличаться отъ состава сажи, снятой въ нижнихъ частяхъ трубы. За всѣмъ тѣмъ, ежедневныя потери вслѣдствіе неполнаго горѣнія топлива, суммируясь, представляютъ въ концѣ концовъ довольно крупную величину относительно ежегоднаго расхода завода или фабрики. Въ доказательство этого можно привести результаты изслѣдованія, произведеннаго на одномъ сахарномъ заводѣ въ Шеппенштедтѣ. Въ котельныхъ топкахъ завода сжигали бурый уголь, содержащій очень много золы. Такъ какъ трубы выбрасывали большія количества золы, то поставили на верхушкѣ трубы особый приборъ системы *Шомбурга* для улавливанія ея. Въ теченіе 6-ти сутокъ (съ 4-го до 10-го февраля 1885 г.) собрано было въ этомъ приборѣ 3400 килограммовъ (207 пуд.) твердыхъ частей (золы, сажи и проч.), т. е. въ сутки 566<sup>2</sup>/<sub>3</sub> kg. По Лахтину, сажѣ



при торфяномъ отопленіи содержала 44% углерода; если даже допустить, что смѣсь золы съ сажею, взятая изъ сажеуловителя означеннаго завода, содержала вдвое меньше углерода, т. е. круглымъ счетомъ 20%, то все-таки потеря составляла бы въ сутки  $566,66 \times 0,2$ , т. е. почти 113 kg., а въ теченіе года при 300 рабочихъ дняхъ это составило бы 33900 kg. углерода, соотвѣствующихъ примѣрно 47000 kg. или 2850 пуд. угля. При этомъ расчетѣ результатъ получается ниже дѣйствительной величины, потому что принято въ соображеніе только то количество золы и сажи, которое было уловлено, тогда какъ углеродъ, который заключался въ золѣ, провалившейся черезъ зазоры между колосниками въ зольникъ, или вылетѣвшей въ атмосферу, вовсе не принять во вниманіе.

Какъ бы то ни было, хотя количество углерода въ сажѣ не очень значительно при правильномъ уходѣ за топкою, однако же уменьшеніе этой потери находится прямо въ интересахъ фабриканта, если только способъ, примѣняемый имъ для этой цѣли, не связанъ съ другими какими либо потерями. Къ сожалѣнію, надо сознаться, что хотя легко уничтожить дымъ, но способы и приборы, предложенные для этой цѣли, дѣйствительно страдаютъ тѣмъ недостаткомъ, что, избавляя фабриканта отъ одной потери, влекутъ за собою другія, — или же установка такихъ приборовъ сопряжена съ большими расходами. Напримѣръ, при сожиганіи горючаго съ значительнымъ притокомъ воздуха, во-первыхъ, полное горѣніе болѣе обезпечено, во-вторыхъ, дымъ болѣе разбавленъ и потому становится безцвѣтнымъ, но, какъ извѣстно, сожиганіе при этихъ условіяхъ невыгодно, потому что отъ лишняго впуска воздуха понижается температура въ топкѣ, а число единицъ теплоты, уносимыхъ газами, возрастаетъ вслѣдствіе большой массы газовъ. Получить бездымное горѣніе при умѣренномъ расходѣ воздуха не легко; для этого требуется искусный кочегаръ, котораго достать трудно и которому приходится платить большое жалованье. Наконецъ, всѣ спеціальныя приспособленія для бездымнаго горѣнія, т. н. „дымогарныя топки“, требуютъ значительныхъ расходовъ по первоначальной установкѣ ихъ и по частому ремонту.

Вотъ причины, почему фабриканты и заводчики рѣдко стараются достигать бездымнаго горѣнія, несмотря на его выгоду. Въ большинствѣ случаевъ, другія причины побуждаютъ ихъ прибѣгать къ дымогарнымъ топкамъ. Въ самомъ дѣлѣ, эти послѣднія представляютъ еще слѣдующія выгоды: онѣ—въ большинствѣ случаевъ—облегчаютъ трудъ кочегара, и до нѣкоторой



степени уменьшаютъ зависимость фабриканта отъ умѣнія и доброй воли кочегара, онѣ обезпечиваютъ—также въ извѣстныхъ предѣлахъ—правильный притокъ воздуха и правильную подачу топлива. Вслѣдствіе этого становится понятнымъ, что введеніе ихъ—въ особенности при замѣнѣ старыхъ и плохихъ устройствъ—нерѣдко оказывалось весьма выгоднымъ. Напримѣръ, главный инженеръ *Штутгартскаго* общества для наблюденія за котлами, инженеръ *Бельмеръ*, сообщилъ на общемъ собраніи членовъ общества въ 1882 г., что онѣ посоветовалъ правленію одного большого завода замѣнить старые котлы новыми, соединенными съ извѣстною дымогарною топкою системы *Тенбринка*. Правленіе завода согласилось и замѣнило половину котловъ новыми. Черезъ годъ оказалось по ревизіи книгъ, что расходъ на топливо уменьшился на 16000 марокъ. Подобнымъ же образомъ, котель батарейный, съ топкою *Тенбринка*, изготовленный С.-Петербургскимъ Металлическимъ заводомъ, въ теченіе перваго года дѣйствія (1884 г.) далъ сбереженіе угля до 33%.

Вліяніе дыма на гигиеническія условія жизни въ городахъ представляется еще недостаточно разъясненнымъ. На публичномъ собраніи лондонскаго общества для охраненія народнаго здравія въ 1882 г. члены согласились съ мнѣніемъ извѣстнаго физика *Ч. В. Сименса*, полагавшаго, что „настоящее дымное состояніе лондонской атмосферы вредно вліяетъ на здоровье и удобства жителей“. Нѣкоторые извѣстные фізіологи и врачи выразились въ томъ же смыслѣ. Они указывали на то, что мелкія частицы дыма и пыли, ухудшая воздухъ, необходимый для жизни и здоровья людей и для развитія растений, засоряютъ поры, служащія для разныхъ выдѣленій. Это явленіе наблюдаютъ въ Лондонѣ всѣ любители цвѣтовъ и растений: постоянно приходится смывать пыль съ листьевъ нѣкоторыхъ комнатныхъ растений, чтобы онѣ могли развиваться при такихъ невыгодныхъ условіяхъ. Въ другихъ городахъ Англіи точно также было замѣчено вредное вліяніе дыма на деревья въ аллеяхъ и садахъ. Въ лондонскихъ больницахъ нерѣдко замѣчалось при вскрытіи труповъ, что легкіе были покрыты слоемъ угольной пыли, что не можетъ не быть пагубнымъ для здоровья; фізіологъ *Романесъ* полагаетъ, что средняя продолжительность жизни лондонскихъ жителей значительно увеличилась бы отъ уничтоженія дыма, выдѣляемаго дымовыми трубами города. Вліяніе дыма въ такихъ большихъ городахъ какъ Лондонъ на ухудшеніе жизненныхъ условій сказывается, между прочимъ, въ томъ, что дымная атмосфера лишаетъ жителей необходимаго для жизни свѣта; кромѣ того, такъ какъ сажа отличается



гигроскопичностью, то частицы дыма служатъ ядромъ, впитывающимъ въ себя влагу, и такимъ образомъ въ значительной степени способствуютъ образованію извѣстныхъ лондонскихъ тумановъ, которые нерѣдко достигаютъ такой густоты, что приходится зажигать газовые фонари на улицахъ въ продолженіе цѣлыхъ сутокъ.

Что дѣйствительно есть нѣкоторое соотношеніе между туманомъ и количествомъ выдѣляющагося дыма, видно изъ слѣдующей таблицы:

Пятилѣтія.	Число туманныхъ дней въ Лондонѣ.	Расходъ угля въ тоннахъ въ 1 годъ.
1870—1875 г. . . .	93	4.900000
1885—1890 „ . . .	156	6.400000

Эти данныя показываютъ, что вмѣстѣ съ расходомъ угля возрастаетъ также число туманныхъ дней, хотя оба количества растутъ не пропорціонально, такъ какъ очевидно и другія (метеорологическія) условія должны имѣть вліяніе на образованіе тумановъ.

О количествѣ дыма, получаемого въ большихъ промышленныхъ центрахъ, можно себѣ составить понятіе по даннымъ, относящимся къ городу *Эссену* въ Прирейнской Пруссіи, въ которомъ находится извѣстный заводъ *Круппа*. На одномъ только крупновскомъ заводѣ насчитывается до 439 котловъ, 3752 печи и 14 паровозовъ, расходующихъ ежедневно 166,6 тонны угля и кокса. Считая потерю отъ выдѣленія дыма только въ  $\frac{1}{2}\%$ , найдемъ, что ежедневно теряется 833 kg. (51 пуд.) углерода; если допустить, что въ 1 куб. метрѣ дыма содержится 1 граммъ углерода, то 833 kg. углерода соотвѣтствуютъ 833000 куб. метрамъ дыма (86000 куб. саж. при содержаніи 2,25 зол. саж. въ 1 куб. саж. дыма)<sup>1)</sup>. Если такое громадное количество дыма выдѣляется на сравнительно небольшой площади, занимаемой однимъ заводомъ, то можно легко себѣ представить тѣ неудобства, которыя испытываютъ жители Эссена: фасады зданій почернѣли, повсюду въ воздухѣ носится пыль и копоть, которая быстро покрываетъ грязнымъ налетомъ бѣлье и платье, проникаетъ въ дома, загрязняя и пачкая все. Кто бывалъ въ Лондонѣ и Манчестерѣ, въ Эссенѣ и Дрезденѣ и т. п. городахъ съ развитою промышленностью или

<sup>1)</sup> Д-ръ *Вольфъ* принимаетъ количество саж. выдѣляемое ежегодно *всѣми* топками г. Эссена, въ 3200 тоннъ (195000 пуд.). *Mittheillungen aus der Praxis des Dampfkessel-und Dampfmaschinen betriebes*, 1885. Стр. 19.



потребляющихъ дымящіе сорта каменнаго или бураго углей, тотъ знаетъ, какое тяжелое впечатлѣніе производятъ тамъ на прѣзжаго темныя закопченныя зданія.

Нѣкоторые изслѣдователи держатся другого мнѣнія относительно вліянія дыма. Они указываютъ на то, что сажа въ состояніи поглощать весьма значительныя количества газовъ: поэтому дымъ, встрѣчая въ атмосферѣ вредныя газы, какъ-то: пары сѣрнистой кислоты, сѣроводородъ и проч., способенъ поглощать ихъ и такимъ образомъ обезвреживать извѣстный районъ атмосферы. Въ Манчестерѣ сдѣланъ слѣдующій опытъ. Собранъ былъ осадокъ, полученный на площади извѣстной величины во время тумана, продолжавшагося трое сутокъ. Анализъ осадка показалъ, что туманъ въ теченіе этого времени выдѣлилъ на одну квадратную англійскую милю 75 kg. сѣрной кислоты (86 фунтовъ на одну квадратную версту).

Такимъ образомъ, на основаніи всего вышеизложеннаго, мы приходимъ къ слѣдующему заключенію: *несмотря на возможность нѣкотораго полезнаго значенія дыма въ гигиеническомъ отношеніи, неудобства, сопряженныя съ значительнымъ выдѣленіемъ его заставляютъ изыскивать мѣры для уничтоженія его; достиженіе болѣе или менѣе полнаго сгоранія представляется желательнымъ также съ точки зрѣнія экономіи горючаго, при условіи, что бездымное горѣніе не влечетъ за собою слишкомъ значительныхъ расходовъ и не сопряжено съ другими потерями.*

### III.

#### Причины образованія дыма.

Обращаясь за симъ къ разсмотрѣнію причинъ, которыя обусловливаютъ образованіе дыма, и къ средствамъ для борьбы съ нимъ, предположимъ сначала, что имѣемъ дѣло съ обыкновенной плоской колосниковой рѣшеткой.

Извѣстно, что есть сорта топлива, горящіе съ длиннымъ пламенемъ отъ выдѣленія газовъ (дрова, торфъ, бурый уголь, жирные сорта каменнаго угля, газы, нефть), между тѣмъ какъ другіе сорта почти совсѣмъ не выдѣляютъ газовъ и поэтому горятъ безъ пламени (древесный и торфяной угли, коксъ, тощій каменный уголь, антрацитъ). При горѣніи жирныхъ сортовъ топлива наблюдаются два фазиса: сначала происходитъ выдѣленіе горючихъ газовъ (углеводородовъ и окиси углерода), которые должны встрѣчать всѣ условія для полнаго горѣнія; затѣмъ на рѣшѣткѣ



остается коксъ (въ обширномъ смыслѣ слова, обнимающемъ кромѣ каменноугольнаго кокса древесный и торфяной угли), который уже догораетъ безъ пламени и безъ дыма. Въ теченіе перваго періода всегда является дымъ, если не приняты соотвѣтствующія мѣры для уничтоженія его \*). Для достиженія возможно полнаго горѣнія газовъ надлежитъ обратить вниманіе на нижеслѣдующія условія:

- 1) необходимъ достаточный притокъ воздуха;
- 2) нужно поддерживать извѣстную минимальную температуру;
- 3) надо заботиться о правильномъ перемѣшиваніи горючихъ газовъ съ воздухомъ, и
- 4) слѣдуетъ установить извѣстныя соотношенія между количествомъ образуемаго пара, размѣрами котла, топки, дымоходовъ и дымовой трубы.

Во 1-хъ, для правильнаго горѣнія надо заботиться, чтобы въ топку поступало количество кислорода, необходимое для полнаго сгоранія топлива, безъ чего нѣкоторое количество газовъ не будетъ въ состояніи окисляться, и получится извѣстная потеря въ видѣ недогорѣвшихъ газовъ или выдѣленной сажи. Чтобы на примѣрѣ наглядно выяснитъ необходимость этого условія, вспомнимъ горѣніе обыкновенной керосиновой лампы: черезъ отверстія каркаса, на которомъ установлено стекло, притекаетъ необходимый для горѣнія воздухъ. Если закрыть платкомъ эти отверстія одно за другимъ, то наступитъ моментъ, когда лампа начнетъ коптить—въ этотъ моментъ притекаетъ количество воздуха, весьма близкое къ теоретически необходимому количеству. Можно вычислить для одного фунта какого угодно топлива то количество воздуха, которое содержитъ количество кислорода, какъ разъ достаточное для полнаго сгоранія. Это—т. н. *теоретическій расходъ* воздуха на единицу вѣса топлива. Въ дѣйствительности приходится вводить больше воздуха, чтобы быть увѣреннымъ въ томъ, что нигдѣ въ топкѣ не окажется недостатокъ кислорода. Для достаточнаго притока воздуха въ топку котла, мы должны заботиться о томъ:

- а) чтобы тяга дымовой трубы была достаточно сильна;
- б) чтобы *живое сѣченіе рѣшетки* (т. е. сумма промежутковъ между колосниками) было достаточно велико;

---

\*) Далѣе пользуемся статьею инженера Флиммера: „Die Rauchverhütung.“ Leipzig, 1883.



в) чтобы слой топлива на рѣшеткѣ не былъ слишкомъ высокъ, и

г) чтобы можно было впускать нѣкоторое количество воздуха надъ рѣшеткой.

Указанныя условія не нуждаются въ поясненіи, за исключеніемъ развѣ послѣдняго. Дѣло въ томъ, что сейчасъ послѣ загрузки свѣжаго топлива, когда начинается возгонка углеводородовъ, необходимо ввести сравнительно очень большое количество воздуха для сожиганія газовъ, выдѣляющихся чрезвычайно быстро. Между тѣмъ, именно въ это время притокъ воздуха очень слабъ вслѣдствіе того, что высота слоя топлива послѣ загрузки значительно увеличилась и потому представляетъ большое сопротивленіе прохождению воздуха. Слѣдовательно, нечего рассчитывать на достаточное количество воздуха, притекающаго изъ-подъ рѣшетки; надо вводить послѣ загрузки топлива нѣкоторое количество воздуха поверхъ рѣшетки. Этого достигаютъ тѣмъ, что не закрываютъ дверцу плотно, но прикрываютъ ее, или, что гораздо лучше, въ виду возможности регулированія, оставляютъ въ дверцѣ отверстіе (діаметромъ около 1 дюйма), закрываемое задвижкой (круглою вращающеюся или же прямоугольной, передвигаемой по направляющимъ). Немедленно послѣ загрузки открываютъ вполнѣ задвижку, а по мѣрѣ уменьшенія образованія газовъ на рѣшеткѣ мало по малу закрываютъ ее, наблюдая за пламенемъ черезъ окошко. При всемъ этомъ, дымовая задвижка должна быть совершенно открытою, для втягиванія возможно большаго количества воздуха.

Когда кочегаръ замѣчаетъ, что длинное пламя, которымъ горятъ газы, мало по малу укорачиваясь, совсѣмъ исчезло и насталъ второй періодъ горѣнія, во время котораго не требуется столь сильнаго притока воздуха, то онъ совсѣмъ прекращаетъ притокъ воздуха поверхъ рѣшетки, и опускаетъ дымовую заслонку (или же регулируетъ притокъ воздуха черезъ поддувало поддувальной дверцей), потому что къ тому времени уже слой горячаго настолько уменьшился, что сопротивленіе при проходѣ воздуха черезъ него значительно убавилось, и тяга трубы можетъ дѣйствовать энергичнѣе. По мѣрѣ увеличенія тяги до момента свѣжей загрузки кочегаръ долженъ продолжать регулировать притокъ воздуха указаннымъ способомъ, чтобы въ топку не поступалъ избытокъ воздуха, ведущій къ значительной потерѣ тепла.

Изъ этого ясно, какъ сложна и утомительна работа кочегара; если онъ хочетъ правильно работать, онъ не можетъ отойти отъ ввѣренной ему топки ни на минуту. Понятно, что очень трудно найти кочегара, которому хватитъ и физическихъ силъ и доброй



воли работать съ тѣмъ напряженнымъ вниманіемъ, которое необходимо для правильнаго веденія дѣла. Поэтому, на помощь кочегару являются различныя системы топокъ и приборы, которые по возможности облегчаютъ его трудъ. Сюда относятся между прочимъ различныя *регуляторы тяги*. Приборы эти автоматически опускаютъ дымовую заслонку, по мѣрѣ сгорания угля. Они, впрочемъ, не получили большого распространенія, потому, что кочегаръ всегда долженъ ихъ заводить передъ каждой загрузкой, что опять увеличиваетъ его работу.

Иногда устраиваютъ особые каналы (въ стѣнкѣ кладки, или особыми трубами), ведущіе воздухъ къ порогу, что еще цѣлесообразнѣе, потому что свѣжій воздухъ бываетъ нуженъ именно у конца рѣшетки.

Наконецъ, существуетъ еще способъ вдуванія воздуха вентиляторомъ въ поддувало во время выдѣленія газовъ: при этомъ воздухъ проникаетъ въ промежутки между колосниками изъ цѣлой серіи мелкихъ отверстій. Этотъ способъ имѣетъ тотъ недостатокъ, что требуетъ механической работы: надо пользоваться паровою силою для приведенія въ дѣйствіе вентилятора, или же паромъ для пароструйнаго прибора.

2) Въ топкѣ надо поддерживать температуру достаточно высокую для сжиганія газовъ, такъ какъ при охлажденіи газовъ происходитъ разложеніе углеводородовъ съ обильнымъ выдѣленіемъ углерода въ видѣ сажи. Въ этомъ можно убѣдиться простымъ опытомъ: холодный ножъ, введенный въ пламя свѣчки, немедленно охлаждаетъ пламя и покрывается слоемъ сажи.

Въ нашихъ топкахъ постоянно обнаруживается выдѣленіе дыма отъ охлажденія топки. Кочегаръ подкидывая свѣжее топливо, широко раскрываетъ дверцы, — и въ топку врывается обильная струя воздуха, охлаждающая топку и дымоходы и кромѣ того, вызывающая вредныя напряженія въ стѣнкахъ котла; появленіе дыма при этомъ неизбежно. Кромѣ того, кочегары въ большинствѣ случаевъ вводятъ топливо въ топку рѣдко, а слѣдовательно большими массами, чѣмъ топка охлаждается еще больше. Кромѣ того, температура въ топкѣ можетъ быть слишкомъ низкою при очень низкомъ слоѣ горючаго, при чемъ воздухъ притекаетъ въ топку съ избыткомъ, или при разныхъ конструктивныхъ недостаткахъ устройства (неудачный выборъ размѣровъ топки обуславливаетъ слишкомъ слабую тягу, или топливо низкаго достоинства сжигается на рѣшеткѣ не приспособленной для этой цѣли, или разстояніе слоя горючаго отъ стѣнокъ котла, охлаждающихъ его, слишкомъ мало). Поэтому коче-



гарь долженъ поступать слѣдующимъ образомъ, во избѣжаніе охлажденія топки. Топочную дверцу слѣдуетъ открывать и закрывать быстро, не оставляя ее долгое время открытой, и опустивъ заранѣе дымовую заслонку для уменьшенія притока воздуха въ это время. Дверцу надо открывать только съ цѣлью подкидыванія топлива (и шуровки, когда это нужно), для наблюденія же за пламенемъ или горѣніемъ слѣдуетъ пользоваться окошкомъ. Какъ показываютъ наблюденія, произведенныя во время конкурсовъ кочегаровъ, они рѣдко придерживаются того правила, что слѣдуетъ опускать заслонку при введеніи топлива, даже когда они знаютъ, что работаютъ подъ наблюдениемъ свѣдущихъ лицъ, избранныхъ для присужденія премій лучшимъ изъ конкурентовъ; при обыкновенныхъ же условіяхъ фабрично-заводской работы правило это совсѣмъ игнорируется. Нѣкоторые заводы, для устраненія указанной неправильности работы, соединяютъ ось вращенія дверцы съ заслонкой посредствомъ цѣпи и рычаговъ, такъ что заслонка опускается автоматически при открываніи дверцы. Но это соединеніе должно легко разбираться, чтобы можно было опускать заслонку также при закрытой дверцѣ (напр., при остановкѣ дѣйствія котла); нерѣдко кочегары пользуются этимъ устройствомъ, чтобы, разобшивъ заслонку съ дверцей во время нормальной работы, облегчить свой трудъ. Въ виду этого слѣдовало бы устраивать двѣ заслонки; одна изъ нихъ неизмѣнно соединена съ дверцей, другая же устанавливается разъ навсегда, смотря по потребности, на той или другой высотѣ, и, будучи независимой отъ дверцы, опускается или поднимается по желанію кочегара.

Чтобы не охлаждать топки, кочегаръ не долженъ забрасывать топливо большими порціями; другимъ слѣдствіемъ слишкомъ рѣдкой подачи топлива, кромѣ охлажденія, является и значительное увеличеніе слоя горючаго, а потому и уменьшеніе притока воздуха какъ разъ въ критическую минуту, когда чрезвычайно вреденъ недостатокъ воздуха. На конкурсахъ кочегаровъ замѣчалось всегда, что тѣ кочегары, которые чаще и небольшими порціями забрасывали топливо, работали лучше тѣхъ, которые для облегченія работы поступали наоборотъ,—если только они умѣли ловко и скоро закрывать дверцы, чтобы притокомъ воздуха не охлаждать топки. Къ сожалѣнію, и это условіе рѣдко соблюдается кочегарами: они охотно забрасываютъ топливо большими порціями, чтобы имѣть возможность подольше отдохнуть до слѣдующей загрузки. Способы подкидыванія топлива будутъ рассмотрѣны ниже.

Самый лучший способъ питанія топки топливомъ состоялъ бы въ постоянной подачѣ его при закрытыхъ дверцахъ и мед-



ленномъ передвиженіи по рѣшеткѣ. Тогда горѣніе происходило бы при постоянныхъ, установившихся условіяхъ: на передней части рѣшетки происходило бы всегда выдѣленіе и горѣніе газовъ, на задней—горѣніе кокса. Такія топки существуютъ давно и притомъ весьма различныхъ системъ. Изъ старыхъ конструкцій упомяну только о *цѣпочной топкѣ Жюкса* (Juckes) или *Тальфера* (Tailfer), при которой топливо раскладывается на рѣшеткѣ, устроенной въ видѣ безконечной ленты, медленно двигающейся по направленію къ топкѣ; о топкѣ *Дюмери* (уголь поступаетъ въ топку сбоку вслѣдствіе давленія поршней, медленно передвигающихъ его), о топкѣ *Жоржа* (уголь поднимается кверху отъ движенія винта, установленнаго вертикально и вращающагося внутри вертикальнаго цилиндра) и о нѣкоторыхъ другихъ. Эти топки довольно сложны и потому теперь замѣнены топками новѣйшаго типа.

Въ настоящее время при всевозможныхъ системахъ топокъ примѣняютъ большіе ковши, въ которые засыпаютъ уголь, такъ что послѣдній мало по малу въ силу собственнаго вѣса скатывается внизъ. Этотъ способъ даетъ прекрасные результаты при выполненіи, впрочемъ, двухъ условій: во-первыхъ, примѣненія ступенчатой или лѣстничной рѣшетки, или же рѣшетки изъ наклонныхъ колосниковъ, и, во-вторыхъ, измельченія угля для засыпки въ ковшъ. Поэтому, для крупносортнаго угля, точно также какъ и для дровъ, этотъ способъ не примѣнимъ.

Сюда относятся также такъ называемые *стокеры* или *механическіе кочегары*, которые получили большое распространеніе въ Англіи, Саксоніи и другихъ странахъ. И тутъ механизмы различныхъ системъ служатъ для забрасыванія горячаго. Общій недостатокъ ихъ—сложность и деликатность устройства и возможность пользованія ими только въ извѣстныхъ предѣлахъ паропроизводительности: когда приходится сильно увеличить расходъ топлива для увеличенія паропроизводительности котла, то рѣдко можно обойтись безъ дыма.

Въ послѣднее время техника сдѣлала еще одинъ шагъ впередъ, выработавъ типы сожиганія угольной мелочи, размельченной въ порошокъ. При этомъ струя угольнаго порошка въ видѣ безконечной ленты вводится въ топку; за отсутствіемъ колосниковой рѣшетки уголь сгораетъ при самыхъ выгодныхъ условіяхъ: каждая частичка, свободно подвигаясь впередъ вслѣдствіе полученной отъ механизма начальной скорости, носится въ струѣ воздуха, чѣмъ и обеспечивается полное и бездымное сгораніе. Недостатокъ этихъ топокъ—сложность устройства и необходимость измельченія угля, такъ какъ только самая тонкая угольная пыль



совершенно однороднаго сложенія сгораетъ съ достаточной полнотой.

Для того, чтобы температура въ топкѣ не понижалась отъ вліянія значительной теплопроводности металлическихъ стѣнокъ котла, необходимо сократить разстояніе отъ котла до рѣшетки; оно должно быть больше для сортовъ выдѣляющихъ много газа (24 до 20 дюймовъ) и меньше въ другихъ случаяхъ. Понятно, что при сводчатыхъ топкахъ высота топки берется значительно меньше (12 до 14 дюймовъ), потому что кирпичный сводъ не понижаетъ температуры, а, на оборотъ, частью принимаетъ въ себя теплоту, частью отражаетъ ее по направленію къ топливу и такимъ образомъ образуетъ запасъ теплоты, прекрасно регулирующій температуру въ топкѣ. Вотъ одна изъ причинъ, почему такъ охотно устраиваютъ въ топкахъ своды или перегородки изъ огнеупорнаго кирпича.

Низкая температура является также слѣдствіемъ слишкомъ большой рѣшетки. Въ этомъ случаѣ, во-первыхъ, трудноѣ услѣдить за обнаженными отъ топлива мѣстами рѣшетки, черезъ которыя воздухъ прорывается съ большою силою, во-вторыхъ, вообще при тонкомъ слоѣ проникаетъ въ топку больше воздуха, и, въ третьихъ, жаръ недостаточно концентрируется, поверхность охлажденія слишкомъ большая, вслѣдствіе чего температура остается низкою.

Наконецъ, вліяютъ на температуру и конструктивныя ошибки. Напримѣръ, если, вслѣдствіе неправильно рассчитанныхъ размѣровъ дымовой трубы, тяга оказывается слишкомъ малою,—горѣніе происходитъ недостаточно оживленно, чтобы поднять температуру до желаемой степени. Недостаточная тяга обусловливается также другими причинами, напр., слишкомъ длинными дымоходами, значительными колѣнами, слишкомъ тѣсными каналами, небольшимъ живымъ сѣченіемъ рѣшетки, накопленіемъ золы въ каналахъ и въ трубѣ, значительно суживающею сѣченіе и пр., т. е. причинами, вызывающими увеличеніе сопротивленія при теченіи газовъ по каналамъ. Наконецъ, кладка всегда пропускаетъ атмосферный воздухъ въ дымоходы, боровъ и трубу; иногда, кромѣ общей неплотности кирпича и швовъ, существуютъ еще трещины въ кладкѣ, вслѣдствіе чего притокъ воздуха въ трубу можетъ настолько понизить въ ней температуру, что отъ этого тяга замѣтно пострадаетъ.

3) Далѣе, причиною образованія дыма можетъ служить недостаточное смѣшеніе газовъ съ воздухомъ, введеннымъ въ топку для сожиганія ихъ. Въ топкѣ можетъ быть избытокъ воздуха, и температура можетъ быть достаточно высокою, но нѣкоторая часть



газовъ можетъ не смѣшаться въ предѣлахъ топки съ необходимымъ для окисленія воздухомъ и потому выдѣляетъ копоть. Такъ, сплошная струя свѣтильнаго газа коптитъ, несмотря на горѣніе въ избыткѣ воздуха; для бездымнаго горѣнія надо вводить воздухъ внутрь пламени, заставляя газъ вытекать изъ горѣлки черезъ большое количество мелкихъ отверстій; или же надо растянуть пламя въ ширину, придавъ отверстию горѣлки форму узкой щели, чтобы увеличить поверхность соприкосновенія пламени съ воздухомъ.

Примѣняя тотъ же принципъ къ котельнымъ топкамъ, заставляютъ воздухъ проходить черезъ узкіе зазоры между колосниками, разбивая его струю на массу мелкихъ струекъ, чтобы по возможности равномернѣе подводить его къ газамъ, выдѣляющимся на рѣшеткѣ. Далѣе, длину топки всегда ограничиваютъ *порогомъ*, составляющимъ съ окружающими стѣнками окно (пролетъ), въ которомъ струя газовъ сжимается, вслѣдствіе чего отдѣльныя струйки газа и воздуха сближаются и перемѣшиваются. Для той же цѣли устраивается также нерѣдко *дополнительное* горѣніе: за порогомъ вводится воздухъ, обыкновенно довольно значительно нагрѣтый, который встрѣчаетъ струю газовъ подъ прямымъ угломъ, перебиваетъ ее и заставляетъ догорать несгорѣвшія частички.

Кромѣ того существуютъ еще другіе способы перемѣшиванія газовъ, между прочимъ посредствомъ струекъ пара или воздуха, которыя черезъ сопла вдуваются въ топку.

Указанные способы дополнительнаго горѣнія и перемѣшиванія паромъ имѣютъ тотъ недостатокъ, что требуютъ постояннаго надзора со стороны кочегара. Опыты показали, что при излишнемъ впускѣ воздуха (въ особенности послѣ выдѣленія газовъ изъ угля при горѣніи оставшагося на рѣшеткѣ кокса) сильно возрастаетъ потеря, происходящая отъ того, что вмѣстѣ съ значительнымъ количествомъ воздуха уносится въ трубу много теплоты, пропадающей такимъ образомъ даромъ, и что въ добавокъ еще понижается температура въ топкѣ и въ трубѣ, а слѣдовательно уменьшается и тяга.

Поэтому кочегаръ долженъ постоянно слѣдить за правильнымъ притокомъ воздуха для дополнительнаго горѣнія; послѣ прекращенія возгонки газовъ, задвижки, регулирующія притокъ этого воздуха, слѣдуетъ прикрывать или даже совсѣмъ закрывать, что, конечно, очень хлопотливо.

Точно также при перемѣшиваніи газовъ струйками пара надо всегда помнить, что паръ охлаждаетъ топку, и потому надо имъ пользоваться умѣренно, уже не говоря о томъ, что при значитель-



номъ притокъ пара, хотя и можетъ быть имъ замаскированъ дымъ, дѣйствию котла становится не экономнымъ. Первые приборы этого рода, предложенные французскимъ инженеромъ *Тьерри*, страдали именно этимъ недостаткомъ: паръ вытекалъ изъ сравнительно большого числа отверстій, и потому, несмотря на полное горѣніе, не получалось экономіи топлива, такъ какъ надо было вычитать количество пара израсходованнаго на пульверизацію. При новѣйшихъ приборахъ этого рода (*Бельвиля* и друг.) стараются уменьшать число сопелъ, а, слѣдовательно, и расходъ пара.

При указанномъ способѣ замѣчено также вредное вліяніе влажности, заключающейся въ продуктахъ горѣнія на стѣнки котла; въ особенности подогреватели нерѣдко сильно ржавѣютъ.

4) Для бездымнаго горѣнія топка должна быть устроена сообразно съ паропроизводительностью котла, и ея размѣры поэтому зависятъ отъ размѣровъ котла и характера работы его, точно такъ же, какъ они зависятъ отъ свойствъ сжигаемаго топлива.

Упомянутое требованіе станетъ понятнымъ, если укажемъ на частный случай, въ которомъ эта зависимость не соблюдена. Положимъ, на примѣръ, что рѣшетка слишкомъ мала для правильнаго сжиганія того количества топлива, которое должно сгорать для образованія требуемаго количества пара; тогда кочегару приходится покрывать не догорѣвшій слой топлива свѣжимъ слоемъ и время отъ времени перемѣшивать уголь, чѣмъ нарушается правильное и экономное сжиганіе его.

Вотъ причина, почему почти неизбѣжнымъ слѣдствіемъ форсированной работы является дымъ и первымъ правиломъ при устройствѣ котла будетъ совѣтъ, не скупиться въ размѣрахъ рѣшетки.

На основаніи вышеизложеннаго не трудно указать нѣкоторыя правила относительно устройства обыкновенной рѣшетки и ухода за ней.

#### IV.

##### **Устройство колосниковой рѣшетки.**

Размѣръ площади рѣшетки опредѣляется по количеству топлива, которое надо сжигать для полученія необходимаго количества пара. Его вычисляютъ на основаніи выработанныхъ практикою количествъ топлива, которыя можно сжигать въ 1 часъ на квадратной единицѣ площади рѣшетки. Принимаемая обыкно-



венно предѣльныя количества топлива помѣщены въ нижеслѣдующей табличкѣ (при естественной тягѣ):

Расходъ топлива въ 1 часъ.	на 1 кв. метръ площади kgr.	на 1 кв. футъ рѣшетки фунтовъ.
Каменнаго угля . . . . .	до 100	до 22
Бураго угля . . . . .	„ 250	„ 55
Торфа и дровъ . . . . .	„ 300	„ 65

Ширину рѣшетки можно брать до 2-хъ метровъ (6<sup>1</sup>/<sub>2</sub> фут.).

При опредѣленіи длины рѣшетки надлежитъ имѣть въ виду, что кочегаръ долженъ осматривать всю длину рѣшетки: онъ долженъ сквозь пламя видѣть порогъ, чтобы забрасывать топливо до самаго конца рѣшетки, долженъ въ нѣкоторыхъ случаяхъ во время дѣйствія котла достигать лопатой до порога. При длинныхъ рѣшеткахъ кочерги и ломы кочегаровъ слишкомъ длинны и тяжелы, такъ что работа съ ними не легка, даже если они приготовлены изъ газовыхъ трубокъ. Всѣ эти причины заставляютъ принимать длину рѣшетки не болѣе 1,25 до 1,5 м. (4 до 5 фут.). Впрочемъ, встрѣчаются рѣшетки длиною и до 2 м.

Живое сѣченіе рѣшетки берется равнымъ:

$\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{2}$	площади рѣшетки при каменномъ углѣ
$\frac{1}{5}$ — $\frac{1}{3}$	„ „ „ буромъ „
$\frac{1}{7}$ — $\frac{1}{5}$	„ „ „ торфѣ и дровахъ.

Высота слоя топлива принимается:

въ 100—300 mm.	(4 до 12 дюйм.)	для каменнаго угля
„ 125—150	„ 5 „ 6	„ бураго „
„ 150—200	„ 6 „ 8	„ торфа
„ 200—400	„ 8 „ 16	„ дровъ
„ 300—600	„ 12 „ 24	„ кокса.

Ширина промежутка между колосниками зависитъ отъ величины кусковъ и свойствъ топлива; чѣмъ мельче оно, тѣмъ зазоры должны быть уже \*); наименьшая ширина — около 4 mm. ( $\frac{5}{32}$  дюйма) во избѣжаніе слишкомъ большого сопротивленія прохождению воздуха; наибольшая ширина зазора для штучнаго каменнаго угля около 9 mm. (около  $\frac{3}{8}$  дюйма).

\*) Спекающійся матеріалъ требуетъ широкихъ зазоровъ для удобства очистки; точно также можно допустить широкіе промежутки при топливѣ, которое не разсыпается въ порошокъ во время горѣнія.



Длина колосника обыкновенно 400 до 800 мм. (около 16 до 32 дюймовъ), хотя при известныхъ системахъ (напр., наклонныхъ рѣшеткахъ) длина можетъ быть больше 1 метра (3¼ фут.).

Толщина колосника (въ утолщенныхъ концахъ) измѣняется, смотря по длинѣ, въ предѣлахъ 15—30 мм. (<sup>5</sup>/<sub>8</sub> до <sup>5</sup>/<sub>4</sub> дюйм.); высоту его  $h$  можно опредѣлять по формулѣ:

$$h = \frac{1}{10} l + 25 \text{ мм.}$$

гдѣ  $l$ —длина его.

Въ виду того, что колосники тѣмъ лучше охлаждаются воздухомъ и тѣмъ дольше служатъ, чѣмъ больше ихъ поверхность, въ послѣднее время стали опредѣлять высоту колосника по формулѣ  $h = 0,2l$ , которая даетъ большія величины для  $h$ , чѣмъ первая. Другое достоинство высокихъ колосниковъ состоитъ въ томъ, что воздухъ, поднимающійся вверхъ между колосниками, больше нагрѣвается отъ соприкосновенія съ ними.

Весьма важенъ выборъ размѣровъ окна надъ порогомъ. Его площадь обыкновенно берутъ въ предѣлахъ <sup>1</sup>/<sub>8</sub> до <sup>1</sup>/<sub>10</sub> площади рѣшетки; кочегаръ во время работы котла регулируетъ величину отверстія, какъ указано будетъ ниже. Форма отверстія также имѣетъ нѣкоторое значеніе; узкая и длинная щель (черт. 1) считается многими менѣе выгодной, чѣмъ форма, приближающаяся къ квадратной (черт. 2), потому что въ первомъ случаѣ струйки воздуха, разъ попавшія въ самую верхнюю часть окна, напр., съ правой стороны у  $b$ , въ предѣлахъ перваго дымохода уже не встрѣчаютъ тѣхъ струекъ, которыя занимаютъ верхнюю часть лѣвой стороны окна, а потому перемѣшиваніе будетъ менѣе полное.

Высота порога дѣлается не меньше 200 мм. (8 дюйм.). Она зависитъ отъ высоты слоя топлива, отъ наклона рѣшетки и пр., такъ какъ порогъ долженъ быть достаточно высокимъ, чтобы задерживать уголь въ топочномъ пространствѣ.

## V.

### Уходъ за топкою.

Мы уже видѣли, что кочегаръ обязанъ забрасывать топливо чаще, меньшими порціями, соотвѣтственно регулируя горѣніе заслонкою, и всѣ свои дѣйствія долженъ производить быстро. Моментъ для новой загрузки наступаетъ съ окончаніемъ выдѣленія газовъ, когда оставшійся на рѣшеткѣ коксъ находится въ



полномъ горѣніи. Въ этотъ моментъ длинное и мало прозрачное пламя, которымъ горятъ газы, замѣняется короткимъ и вполне прозрачнымъ коксовымъ пламенемъ. Въ виду этого совѣтуютъ приступать къ свѣжей загрузкѣ когда порогъ становится ясно виднымъ.

Для установки наивыгоднѣйшей высоты слоя топлива необходимы опыты. Для этого, начиная съ извѣстнаго предѣла, увеличиваютъ высоту до тѣхъ поръ, пока не появятся неудобства, напр., обильное выдѣленіе шлаковъ, залѣпляющихъ зазоры между колосниками, уменьшеніе тяги и пр. Увеличеніе толщины слоя (для полученія запаса теплоты) полезно только до извѣстнаго предѣла, потому что пламя не должно тухнуть отъ слишкомъ большой толщины вновь заброшеннаго слоя, во избѣжаніе появленія дыма. При этомъ кочегаръ подкидываетъ уголь на всю рѣшетку тонкимъ, но равномернымъ слоемъ.

Если уголь горитъ съ короткимъ пламенемъ и куски довольно мелкіе, то легко потушить огонь на рѣшеткѣ, если кочегаръ сразу забрасываетъ слишкомъ много угля. Во избѣжаніе этого уголь подаютъ поочередно—то на одну половину рѣшетки, то на другую \*), а при узкихъ топкахъ (напр., въ жаровыхъ трубахъ)—на переднюю и заднюю половины. Въ этомъ случаѣ газы, выдѣляемые послѣ загрузки, сгораютъ на счетъ теплоты, заключенной въ слоѣ горящаго угля. Результаты получаются очень хорошіе, если удастся перемѣшивать газы въ пролетѣ надъ порогомъ. Для этой цѣли совѣтуютъ дѣлать пролетъ возможно уже (около 14 дюймовъ), варьируя высоту, смотря по величинѣ рѣшетки. Этотъ способъ былъ введенъ въ Англiи инженеромъ *Чарльсомъ Уай-Уильямсомъ* (Charles Wye-Williams) и потому нерѣдко называется его именемъ. Инженеры манчестерскаго общества по наблюденію за котлами \*\*) рекомендуютъ этотъ способъ, какъ самый выгодный относительно экономiи топлива и бездымнаго горѣніа. Послѣ каждой загрузки, они совѣтуютъ открывать вентиляціонныя окна топочной дверцы на 1 — 2 минуты. Для этой цѣли они употребляютъ топочныя дверцы съ вертикальными прорѣзами, которые по мѣрѣ надобности закрываются задвижкой. Полная площадь сѣченія прорѣзовъ — около 50 квадратныхъ дюймовъ при дверцѣ нормальной величины. Къ задней сторонѣ дверцы при-

---

\*) Это особенно удобно при топкахъ котловъ съ наружнымъ нагрѣвомъ, снабженныхъ двумя дверцами. Топочное пространство нерѣдко раздѣляютъ тогда продольною перегородкою на двѣ части (способъ *Ферберна*).

\*\*) The Manchester Steam Users' Association. Report of the proceedings at the annual meeting. 1891, стр. 9



винчена чугунная коробка, въ которую поступаетъ воздухъ черезъ упомянутыя щели. Въ задней стѣнкѣ ея просверлена масса небольшихъ отверстій, такъ что воздухъ поступаетъ въ топку снопомъ отдѣльныхъ струекъ. По замѣчанію главнаго инженера манчестерскаго общества, *Л. Е. Флетчера*, кочегары, слѣдующіе этимъ правиламъ, легко достигаютъ бездымнаго горѣнія при нормальной работѣ котла.

Третій способъ, примѣняемый для достиженія бездымнаго горѣнія, и, надо отдать справедливость, съ большимъ успѣхомъ,— состоитъ въ томъ, что забрасываютъ уголь не сразу на рѣшетку, а на чугунную плиту передъ рѣшеткой (иногда называемую *мертвою доскою*). Подъ дѣйствіемъ лучистой теплоты горящаго на рѣшеткѣ топлива, только что поданный уголь освобождается отъ газовъ и подогрѣвается. Черезъ нѣкоторое время кочегаръ осторожно распредѣляетъ нагрѣтый уголь по всей рѣшеткѣ, слѣдя за тѣмъ, чтобы отнюдь не перемѣшивать кусковъ угля, чѣмъ разстроилъ бы правильное горѣніе. Для этой цѣли онъ сначала передвигаетъ кочергою заднюю часть угольной горки на заднюю часть рѣшетки, затѣмъ часть середины горки—на среднюю рѣшетки и т. д., пока не освободится мертвая доска и прилегающая къ ней часть рѣшетки, которыя онъ сейчасъ же покрываетъ свѣжимъ слоемъ угля. Этотъ способъ вполне цѣлесообразенъ, если рѣшетка не слишкомъ длинная (не болѣе 4 фут.).

При первомъ способѣ (англичане называютъ его „spreading firing“) кочегаръ долженъ забрасывать уголь тонкимъ и вполне равномернымъ слоемъ на всю рѣшетку; это удастся только опытному, искусному кочегару; поэтому, только что указанный третій способъ подачи угля (по англійски—„soking firing“) во многихъ случаяхъ и въ особенности для мало подготовленныхъ лицъ оказывается болѣе цѣлесообразнымъ.

Многочисленные опыты, произведенные инженерами манчестерскаго общества въ 1866 и 1867 гг. \*), доказали, что третій способъ даетъ лучшіе результаты, чѣмъ первый, при примѣненіи южно-ланкаширскихъ, чеширскихъ (Cheshire) и галльскихъ (Welsh) углей; средніе результаты такіе:

	Паропроизводительность угля.	Продолжит. выдѣл. дыма въ %		
		легкаго.	коричневаго.	чернаго.
Первый способъ . . . .	9,51	35,0	8,8	7,0
Третій „ . . . .	10,13	5,3	0	0

\*) The Association for the prevention of steam boiler explosions. Manchester. Chief Engineer's monthly report. September, 1868.



Разумѣется, эти опыты не доказываютъ, чтобы третій способъ слѣдовало безусловно считать лучше перваго; при сожиганіи другихъ сортовъ угля возможно и обратное явленіе.

Къ достоинствамъ третьяго способа принадлежитъ то обстоятельство, что куча угля, находящаяся на площадкѣ за дверцей, значительно защищаетъ дверцу отъ нагрѣванія и уменьшаетъ количество лучистой теплоты, передаваемой передней облицовочной плитой котла. Недостатокъ этого способа—увеличеніе работы кочегара, который долженъ сначала подавать уголь на рѣшетку, а затѣмъ распредѣлять его по ней.

Употребляется этотъ способъ и у насъ въ С.-Петербургѣ съ большимъ успѣхомъ, и достигается имъ бездымное горѣніе безъ всякихъ особыхъ устройствъ. Въ крайнемъ случаѣ, для уничтоженія дыма, можно, по совѣту *Флетчера*, возводить поперечную перегородку на аркѣ изъ огнеупорнаго кирпича на разстояніи около 3 фута отъ порога. Подобныя устройства (Вильмсманъ и др.) будутъ описаны ниже.

Количество топлива, подаваемого за разъ на рѣшетку, зависитъ отъ количества пара, которое котель долженъ производить. Если окажется, что слой топлива такъ высокъ, что огонь на рѣшеткѣ гаснетъ и свѣжій уголь загорается слишкомъ медленно, то это значитъ, что рѣшетка слишкомъ мала, или что котель слишкомъ малъ. Кромѣ того, какъ мы уже видѣли, при слишкомъ большомъ количествѣ нагрузки охлаждается топка и затрудняется притокъ воздуха.

Затѣмъ, кочегаръ долженъ наблюдать за необходимымъ притокомъ воздуха и регулировать его, какъ упомянуто выше. Немедленно послѣ загрузки онъ открываетъ задвижку для впуска воздуха поверхъ рѣшетки настолько, чтобы получилось бѣлое пламя. Послѣ окончанія выдѣленія газовъ, кочегаръ прекращаетъ доступъ воздуха сверху, — моментъ для этого надо опредѣлить опытнымъ путемъ, такъ какъ онъ зависитъ отъ сорта и свойствъ топлива; опытами же устанавливается способъ регулированія притока воздуха снизу. Выше указано, что такое регулированіе не легко, и сильно усложняетъ работу кочегара, а если ему порученъ надзоръ за нѣсколькими топками, то кочегаръ просто не въ состояніи правильно слѣдить за горѣніемъ. Въ этомъ случаѣ практики совѣтуютъ не поручать кочегару регулированія притока нижняго дутья, вслѣдствіе чего расходъ воздуха начнетъ нѣсколько увеличиваться, но горѣніе останется бездымнымъ, если только температура въ топкѣ понижается не слишкомъ сильно. Вообще кочегаръ долженъ слѣдить за тѣмъ, чтобы слой топлива вездѣ былъ



равной толщины, и чтобы на рѣшеткѣ не образовалось нигдѣ свободныхъ мѣстъ, черезъ которыя могъ бы проникать въ топку воздухъ.

При первоначальной растопкѣ печи необходимо опытнымъ путемъ установить требуемую для правильнаго горѣнія величину окна надъ порогомъ, такъ какъ оно имѣетъ большое значеніе для правильнаго перемѣщиванія газовъ. Кромѣ того, вслѣдствіе сильнаго сѣуженія струи газовъ надъ порогомъ,—они приобрѣтаютъ большую скорость, и быстро удаляются изъ предѣловъ топки, что очень важно, такъ какъ присутствіе въ топкѣ газовъ, содержащихъ избытокъ углекислоты, мѣшаетъ правильному горѣнію. Для опредѣленія выгоднѣйшей величины окна надъ порогомъ, поступаютъ такимъ образомъ: сдѣлавъ площадь его равною примѣрно  $\frac{1}{8}$  площади рѣшетки, сѣуживаютъ окно постепенно кирпичами, которые укладываются въ пролетѣ посредствомъ кочерги съ уширеннымъ концомъ, пока, наконецъ, не достигнется бездымное горѣніе. Послѣ остановки дѣйствія котла, эти свободно лежащіе кирпичи замѣняются огнеупорными, которые правильно укладываются на глинь.

Кромѣ того, необходимо установить опытнымъ путемъ соотвѣтствующую величину площади рѣшетки. Положимъ, напри- мѣръ, что котель производитъ слишкомъ много пара, больше чѣмъ расходуетъ машина. Это указываетъ на усиленное образованіе жара. Если при этомъ горѣніе удовлетворительное, а стало быть тяга, высота слоя топлива, величина пролета и количество топлива, сожигаемаго на единицѣ площади рѣшетки, правильно выбраны, то слѣдуетъ ослабить огонь уменьшеніемъ площади рѣшетки. Для этой цѣли перекрываютъ шлаками часть рѣшетки у порога, чтобы остающаяся въ дѣйствиіи часть ея была въ состояніи давать именно то количество теплоты, которое достаточно для требуемой паропроизводительности. При первой возможности шлаки замѣняются кирпичами; при этомъ уменьшается кромѣ площади и длина рѣшетки, что облегчаетъ трудъ кочегара. Способъ этотъ имѣетъ тотъ недостатокъ, что при замѣнѣ выгорѣвшихъ колосниковъ новыми приходится разбирать кладку на рѣшеткѣ; поэтому, многіе предпочитаютъ, въ особенности при короткихъ рѣшеткахъ, задѣлывать кирпичемъ бока рѣшетки, причемъ кирпичные столбы возводятся независимо отъ боковыхъ стѣнокъ кладки (черт. 2).

Въ случаѣ недостаточной паропроизводительности котла слѣдуетъ увеличить рѣшетку. Это не всегда бываетъ возможно вслѣдствіе недостатка мѣста; въ такомъ случаѣ можно пользоваться третьимъ изъ указанныхъ выше способовъ подачи угля, причемъ



мертвая доска какъ бы входитъ въ составъ всей рѣшетки. При этомъ способѣ свѣжій уголь загорается очень быстро, почему безъ ущерба для правильнаго горѣнія высота слоя можетъ быть допущена выше, чѣмъ при раньше описанныхъ способахъ питанія топки. При такихъ условіяхъ на квадратной единицѣ рѣшетки сгораетъ больше угля, чѣмъ при непосредственномъ распредѣленіи его по рѣшеткѣ, и такимъ образомъ возрастаетъ паропроизводительность котла.

Если неудобно увеличить площадь рѣшетки, а мертвая доска слишкомъ мала, то остается послѣднее средство: порогъ *a* (черт. 3) перенести дальше въ *b*, и получить такимъ образомъ за рѣшеткою кирпичный подъ, на который кочегаръ подкидываетъ топливо небольшими порціями; изъ него, подъ усиленнымъ дѣйствіемъ горящаго на самой рѣшеткѣ топлива, весьма быстро выдѣляются газы и горѣніе происходитъ энергично, такъ что количество расходуемаго въ одинъ часъ горючаго можно увеличить до нѣкоторой степени, при чемъ однакоже скоро достигается предѣль, за которымъ образованіе дыма неминуче. Понятно, что только опытный кочегаръ можетъ пользоваться этимъ способомъ.

Такъ какъ на заводахъ расходъ пара не постояненъ, а подверженъ иногда значительнымъ колебаніямъ, то на долю кочегара выпадаетъ нелегкая обязанность, въ каждую минуту слѣдить за правильнымъ горѣніемъ на рѣшеткѣ при различной паропроизводительности, и ему слѣдовало бы постоянно измѣнять высоту слоя топлива, величину пролета, количество потребнаго притока воздуха и т. п., если онъ хочетъ достигнуть безусловно экономнаго и бездымнаго горѣнія. Это, конечно, невысказано, если колебанія въ расходѣ пара, вызываемыя условіями работы фабрики, очень сильны и происходятъ часто; въ такомъ случаѣ нельзя ожидать полнаго уничтоженія дыма и приходится прибѣгать къ послѣднему средству — сожиганію кокса или такъ называемыхъ *бездымныхъ* сортовъ угля, напр., кардифа, довольно часто употребляемаго въ С.-Петербургѣ. Такіе сорта хотя дороже другихъ, но обыкновенно и теплотворная способность ихъ выше. При горѣніи они выдѣляютъ значительно меньше углеводородовъ, чѣмъ *дымящіе* сорта угля, чѣмъ и объясняется достиженіе совершеннаго горѣнія безъ выдѣленія дыма.

Примѣненіе бездымнаго угля самое вѣрное средство даже въ такихъ случаяхъ, когда самая система котла невыгодно вліяетъ на бездымное горѣніе, напр., при вертикальныхъ котлахъ съ внутреннимъ, обыкновенно сравнительно тѣснымъ, топоч-



нымъ пространствомъ и съ дымогарными трубками. Газы охлаждаются въ нихъ быстро, пламя не развивается достаточно и сразу тухнетъ при входѣ въ дымогарныя трубки, а потому температура легко опускается ниже температуры воспламененія углеводородовъ. Въ такихъ случаяхъ устраиваютъ отдѣльную кирпичную топку, въ которой горѣніе можетъ происходить правильно, и изъ нея отводятъ газы въ огневую коробку котла (см. черт. 175), или же, что значительно проще, пользуются бездымнымъ углемъ.

Что касается шуровки (перемѣшиванія угля), то общее правило такое: ее надо производить по возможности рѣже. Многіе кочегары привыкли разламывать и разрыхлять поверхность угольного слоя кочергою послѣ каждой загрузки топлива по окончаніи возгонки газовъ. Надо замѣтить, что это бываетъ нужно только при спекающихся угляхъ, что эту манипуляцію слѣдуетъ исполнять быстро, и ограничиваться легкимъ раздробленіемъ верхняго спекшагося слоя, нисколько при этомъ не перемѣшивая кусковъ угля между собою. Достаточно уничтоженіемъ верхней коры разрыхлить массу, чтобы она лучше пропускала воздухъ. Если же кочегаръ долго возится при этомъ, размѣшивая уголь, то появленіе дыма неизбежно. Инженеры манчестерскаго общества по наблюденію за котлами совсѣмъ запрещаютъ примѣненіе обыкновенной кочерги и допускаютъ только шуры съ тонкимъ и плоскимъ ножеобразнымъ концомъ, для отдѣленія приставшихъ другъ къ другу кусковъ угля. Шуровка производится сначала на одной, а черезъ нѣкоторое время на другой половинѣ рѣшетки, во избѣжаніе появленія дыма.

Время отъ времени необходимо очищать рѣшетку отъ шлака, что производится обыкновенно два раза въ день (передъ шабашомъ). При этомъ также можно избѣгнуть выдѣленія дыма, если производить работу при тонкомъ слое почти догорѣвшаго топлива и закрытой заслонкѣ.

При растопкѣ неизбежно является дымъ, вслѣдствіе низкой температуры дымоходовъ; кочегаръ можетъ сократить время выдѣленія дыма, употребляя достаточное количество дровъ для первоначальнаго нагрѣва топки и дымоходовъ.

Изъ сказаннаго явствуетъ, какое значеніе имѣетъ кочегаръ для успѣшной работы котла и естественно является вопросъ, — откуда достать кочегаровъ, хорошо знающихъ свое дѣло? Отвѣтъ можетъ быть только одинъ: надо *обучать кочегаровъ* по примѣру Западной Европы. Тамъ для развитія рабочихъ устраиваются конкурсы кочегаровъ, курсы и практическія упражненія,



наконецъ, посылаются по заводамъ опытные кочегары—инструкторы, обучающіе мѣстныхъ кочегаровъ своему дѣлу \*).

Пора принять такія мѣры и у насъ!

## VI.

### Дымогарныя топки.

Познакомимся теперь съ такъ называемыми *дымогарными топками*.

Мы видѣли выше, что опытный, добросовѣстный и расторопный кочегаръ при нормальной работѣ котла въ состояніи сожигать топливо съ достаточною для практики полнотою, но что для этого требуется весьма много опытности, ловкости и физической силы, такъ какъ подобная работа чрезвычайно утомительна. Вотъ почему придуманы особыя приспособленія и устройства топокъ и котловъ, съ цѣлью получать совершенное и бездымное горѣніе при меньшемъ напряженіи силъ кочегара. Цѣль подобныхъ приборовъ—сдѣлать фабриканта независимымъ отъ доброй воли и искусства кочегара. Понятно, что эта цѣль не можетъ быть достигнута вполнѣ, потому что даже топки, дѣйствующія совершенно автоматически, нуждаются въ присмотрѣ уже потому, что могутъ прійти въ разстройство. Нѣкоторыми изъ нихъ дѣйствительно облегчается работа кочегара и ослабляется его вліяніе на степень достигаемой бездымности: незначительное отступленіе его отъ правилъ ухода за топкой не влечетъ за собою такихъ серьезныхъ послѣдствій въ смыслѣ неполноты горѣнія и выдѣленія дыма, какъ при обыкновенной топкѣ. Однако же, отсюда еще нельзя заключить, чтобы можно было поручить уходъ за бездымной топкой любому чернорабочему или даже простому кочегару; наоборотъ, болѣе деликатное и сложное устройство дымогарной топки требуетъ ухода со стороны вполнѣ компетентнаго кочегара, а вниманіе его при большинствѣ этихъ топокъ должно быть не менѣе напряжено, какъ при обыкновенной топкѣ, въ особенности при топкахъ съ дополнительнымъ горѣніемъ: тутъ кочегаръ долженъ безостановочно слѣдить за правильнымъ притокомъ воздуха, постоянно регулируя его; даже неболь-

---

\*) Г. Дешпъ. Современное положеніе обученія кочегаровъ въ Германіи и Австріи. Въ журналѣ „Техническое образованіе“ 1893.—Къ вопросу объ обученіи кочегаровъ, тамъ же, 1894, стр. 325.—Результаты нѣкоторыхъ состязаній кочегаровъ. Записки Императорскаго Русскаго Техническаго Общества 1891, XI.



шее прикрытіе задвижки уже имѣетъ замѣтное вліяніе на усиленіе дыма.

Системъ дымогарныхъ топокъ безчисленное множество; ниже поименованы только нѣкоторыя изъ нихъ и сгруппированы по принципамъ, на которыхъ основано ихъ дѣйствіе. Указавъ условія полного и бездымнаго горѣнія, мы воспользуемся ими для характеристики топокъ, которыя, впрочемъ, въ большинствѣ случаевъ удовлетворяютъ двумъ или тремъ изъ нихъ.

I. Для достаточнаго притока воздуха въ топку вдуваютъ воздухъ подъ рѣшетку (топки Эрценскаго завода, Кудлича и Кертинга), а иногда и надъ нею (топка Гаупта); примѣняютъ приспособленія для автоматическаго закрыванія и открыванія заслонки.

II. Для полученія и сохраненія высокой температуры въ топкѣ предлагаютъ:

- а) примѣненіе принципа обратной тяги;
- б) подведеніе топлива снизу въ районъ горѣнія (Дюмери);
- в) этажную рѣшетку (Лангена);
- г) сожиганіе топлива между двумя рѣшетками (топку Донели);
- д) устройство подвижныхъ колосниковъ (Маховскаго);
- е) ступенчатая рѣшетки (Мюнхенскую, Дюлака);
- ж) примѣненіе наклонныхъ колосниковъ въ сводчатыхъ топкахъ (топки Тоста, Шомбурга);
- з) загрузку топлива желобообразной лопатой (Каріо);
- и) сводчатая топки;
- і) топки съ камерами для подогрева топлива (Отто, Френкеля, Бехштейна);
- к) подогревъ воздуха (топка Шульцъ-Кнаута);
- л) механическую подачу топлива на рѣшетку (способы Лича, Витакера, Мюнкнера, М. Дугаля, Викарса).

III. Перемѣшиваніе газовъ достигается:

- а) устройствомъ сводчатыхъ перегородокъ (топка Вильмсмана);
- б) примѣненіемъ дополнительнаго горѣнія и встрѣчныхъ токовъ воздуха (топка Тенбринка, Куна);
- в) дѣйствіемъ паровыхъ струекъ (способы Тьерри, Тюрка, Аллана, Сенета, Бельвиля, Хлѣбникова, Мѣрата, Лангера);
- г) устройствомъ пустотѣлыхъ пороговъ (по системамъ Ротзипера, Ковицке, Чѣбба, Штауса и др.).
- д) сожиганіемъ топлива въ порошкообразномъ видѣ (по способамъ Вегенера, Фридберга, Шварцкопфа).



Самымъ вѣрнымъ средствомъ для достиженія бездымнаго горѣнія слѣдуетъ, конечно, признать употребленіе жидкаго и газообразнаго топлива, о примѣненіи которыхъ также будутъ сообщены данныя.

Наконецъ, рассмотримъ способъ чисто механической для уничтоженія дыма—способъ промывки газовъ.

### 1) Вдуваніе воздуха подъ рѣшетку.

Первымъ условіемъ правильнаго горѣнія на рѣшеткѣ надо считать хорошую тягу. Бываютъ случаи, напр., послѣ увеличенія производительности завода, когда дымовыя трубы не въ состояніи удовлетворить этому требованію и потому приходится увеличивать ихъ высоту. Но наращиваніе дымовой трубы не всегда представляется удобнымъ, и потому прибѣгаютъ къ вдуванію воздуха подъ рѣшетку. Примѣромъ можетъ служить устройство, привилегированное *Эрценскимъ* механическимъ заводомъ (Maschinenfabrik Aergen, Hannover), изображенное на черт. 4—6, представляющихъ продольный и поперечный разрѣзы и планъ топки по *VW*. Подъ колосниками расположена сѣть газовыхъ трубокъ, соединенныхъ съ трубою *R*, по которой вентиляторъ вгоняетъ воздухъ въ трубки. На верхней поверхности трубки *SS* снабжены отверстіями, изъ которыхъ воздухъ вытекаетъ тонкими струйками. Для лучшаго направленія вдуваемаго воздуха, съ колосниками нормальной высоты чередуются другіе, которые почти въ 2 раза выше первыхъ.— Достоинство этого способа состоитъ въ томъ, что колосники значительно охлаждаются, почему увеличивается срокъ ихъ службы; горѣніе на рѣшеткѣ оживляется и вслѣдствіе этого улучшается, а температура въ топкѣ повышается. Кочегаръ можетъ получить бездымное горѣніе, если будетъ подкидывать топливо осторожно и малыми порціями, чтобы не нарушать процесса горѣнія. Топка могла бы давать лучшіе результаты относительно бездымнаго горѣнія, еслибы зольниковое отверстіе было снабжено дверцею, для регулированія притока воздуха подъ рѣшетку, и еслибы было пристроено приспособленіе для загрузки свѣжаго топлива безъ доступа воздуха черезъ топочную дверцу. Другое удобство этой системы состоитъ въ томъ, что воздухъ подводится вполне равномерно ко всѣмъ частямъ рѣшетки, между тѣмъ какъ при естественной тягѣ дымовою трубою нерѣдко къ передней половинѣ подводится его больше, чѣмъ къ задней, вслѣдствіе чего передніе колосники охлаждаются лучше заднихъ, которые потому скорѣе портятся. Наконецъ, примѣненіе



искусственной тяги даетъ возможность форсировать работу котла въ широкихъ предѣлахъ.

Вмѣсто вентилятора нерѣдко примѣняютъ извѣстные пароструйные приборы фирмы *Кертингъ*; надо при этомъ, однако, остерегаться слишкомъ обильнаго расхода пара для возбужденія тяги, потому что при сильной влажности дымовыхъ газовъ нерѣдко замѣчались мѣстныя выржавливанія стѣнокъ котловъ.

Считаю не лишнимъ указать на опыты инженера *Э. И. Фолькмана* \*), произведенные съ котлами разныхъ системъ на путиловскомъ заводѣ, которые доказали, что примѣненіе дутья въ поддувало способно въ нѣкоторыхъ случаяхъ замѣтно увеличить полезное дѣйствіе котла. Напр., при ланкаширскомъ котлѣ съ пользою употреблено 61,9% развитаго на рѣшеткѣ тепла; послѣ увеличенія высоты трубы полезное дѣйствіе доведено до 70%, а при искусственной тягѣ съ помощью вентилятора—до 78,9%. Давленіе въ воздухопроводной трубѣ было около  $\frac{7}{8}$  дюйма водяного столба.

Главная роль искусственной тяги заключается не столько въ достиженіи бездымнаго горѣнія, сколько въ улучшеніи горѣнія и въ возможности форсированія работы котла.

Другая топка, работающая съ дутьемъ, принадлежитъ *И. Кудличу*, въ Прагѣ. Она назначена для сожиганія самаго мелкаго угля, высѣвокъ и разнаго отброса.

Топка состоитъ изъ чугунаго ящика, устанавливаемаго подъ котломъ. Сверху ящикъ покрытъ чугуною плитой, снабженной щелями или отверстіями такой величины, чтобы горючій матеріалъ, подаваемый на плиту, не могъ проваливаться черезъ нихъ. Передняя стѣнка ящика снабжена коническою трубкою, въ которую вставляется паровое сопло съ діаметромъ отъ  $\frac{1}{8}$  до  $\frac{3}{16}$  дюйма. Въ сопло пускаютъ паръ, который увлекаетъ съ собою воздухъ, необходимый для горѣнія топлива. Давленіе въ ящикѣ должно быть около  $1\frac{1}{4}$  дюйма водяного столба. Смѣсь пара съ воздухомъ разрыхляетъ слой топлива и подбрасываетъ кверху частички его, которыя прекрасно сгораютъ, будучи со всѣхъ сторонъ охвачены воздухомъ. По заявленію изобрѣтателя, отверстія не закупориваются шлакомъ, вслѣдствіе давленія вытекающей изъ нихъ смѣси пара съ воздухомъ. Для растопки пользуются или паромъ изъ сосѣдняго котла, или же обыкновеннымъ штучнымъ углемъ, а по достиженіи въ котлѣ давленія около 2-хъ атмосферъ, пускаютъ уже

---

\*) *Protocolle des St.-Petersburger Polytechnischen Vereins*, 1892. Стр. 23.



дутье. Топка эта появилась недавно и потому трудно дать заключение о ея достоинствѣ \*).

Общій недостатокъ всѣхъ топокъ, дѣйствующихъ съ дутьемъ, конечно,—расходъ пара на работу вентилятора или на непосредственное возбужденіе тяги.

## 2) Вдуваніе воздуха по обѣ стороны рѣшетки.

Сложнѣе вышеописанныхъ топокъ оказываются тѣ, въ которыя сжатый воздухъ подводится подъ рѣшетку и надъ нею. Сюда относится топка *Гаупта* (Haupt), появившаяся лѣтъ 15 тому назадъ, но не получившая большого распространенія.

## 3) Приспособленія для автоматическаго опусканія заслонки.

Въ описаніи ухода за обыкновенной колосниковой рѣшеткой указано на значеніе своевременнаго опусканія дымовой заслонки. Кочегары рѣдко пользуются заслонкою какъ слѣдуетъ, въ виду чего предложены механическія приспособленія, изображенныя на черт. 7—10 (табл. I—II). На черт. 7 представлень боковой видъ котла, вмазаннаго въ кладку, съ разрѣзомъ части борова, а на черт. 8—10—планъ котла. Ось дверцы *b* продолжена кверху, на нее надѣтъ рычагъ *c*, который тягою соединяется съ рычагомъ *d*, закрѣпленнымъ на оси поворотной заслонки *a*. Отношеніе размѣровъ рычаговъ рассчитано такимъ образомъ, чтобы повороту оси дверцы на  $180^{\circ}$  соотвѣтствовало вращеніе оси заслонки на уголъ близкій къ прямому. Такимъ образомъ, во время загрузки свѣжаго топлива заслонка почти совсѣмъ закрыта для уменьшенія тяги (черт. 8); вслѣдствіе этого незначительное количество воздуха поступаетъ въ топку черезъ открытую топочную дверцу, и потому потеря отъ охлажденія топки доведена до минимума. На черт. 9, наоборотъ, дверца изображена закрытой, а заслонка открытой. Черт. 10 изображаетъ болѣе рациональное видоизмѣненіе устройства: одноплечіе рычаги *c* и *d* замѣнены двуплечими, вслѣдствіе чего вмѣсто одной тяги возможно примѣнять двѣ, испытывающія одно только растяженіе.

Несомнѣнно, что подобныя приспособленія могутъ быть очень полезны; но къ сожалѣнію, онѣ встрѣчаются весьма рѣдко, а гдѣ

---

\*) Журналъ „Dampf“, 1894. Стр. 486.



онѣ были устроены, рѣдко оказываются въ дѣйстви. Это легко объяснить нерасположеніемъ къ нимъ кочегаровъ. Въ самомъ дѣлѣ, работа ихъ усложняется введеніемъ соединенія между дверцею и заслонкою; требуется бѣльшій физическій трудъ для открыванія дверцы, и вслѣдствіе значительнаго уменьшенія тяги въ моментъ загрузки, кочегаръ болѣе страдаетъ отъ дѣйствія лучистой теплоты горящаго на рѣшеткѣ топлива. Поэтому, указанное приспособленіе можетъ оказаться практичнымъ только тогда, когда заводское управленіе соотвѣтствующимъ образомъ вознаграждаетъ кочегара за увеличеніе труда.

#### 4) Топки съ обратной тягою.

Принципъ *обратной тяги* состоитъ въ такомъ направленіи тяги, при которомъ можно подавать топливо въ самую холодную часть топки, откуда оно, постепенно нагрѣваясь, спускается въ районъ горѣнія. Для этой цѣли устраиваютъ шахту, въ которую топливо засыпается сверху и распредѣляется слоями на рѣшеткѣ; такъ какъ топка, соединенная съ дымовою трубою, находится *подъ* рѣшеткою \*) (см. черт. 11, представляющей шахтную печь съ обратной тягою, назначенную для сожиганія дровъ), то воздухъ проникаетъ внизъ черезъ всю толщю топлива, и при этомъ сильно нагрѣвается. Такимъ образомъ, топка не охлаждается внезапнымъ поступленіемъ воздуха при загрузкѣ топлива, въ ней поддерживается высокая температура и горѣніе происходитъ вполне равномерно. Въ передней стѣнкѣ топки сдѣланы два отверстія, изъ которыхъ верхнее служитъ для осмотра топки, а нижнее для впуска воздуха для сожиганія образующейся въ топкѣ окиси углерода и проваливающегося внизъ угля, а также для выгребанія золы. На черт. 11 (табл. II) показано, что при длинныхъ полѣньяхъ можно обойтись безъ колосниковъ, при чемъ полѣнья концами опираются на стѣнки топки. Подобныя топки дѣйствуютъ хорошо на древесномъ топливѣ; устройство ихъ проще и дешевле другихъ дымогарныхъ, напр., сводчатыхъ, топокъ для дровъ, но онѣ примѣнимы въ столь простомъ видѣ только для котловъ съ наружнымъ нагрѣвомъ. Для каменнаго угля топки съ обратной тягою не годятся, потому что колосники плавятся при высокой температурѣ, получаемой при горѣніи угля, если не принимаются особыя мѣры къ охлажденію ихъ. Для минеральнаго топлива принципъ обратной тяги отчасти осуществленъ въ топкахъ Донели и Лангена (см. ниже).

\*) Hirsch et Debize. Leçons sur les machines à vapeur. Стр. 425.



### 5) Введение свѣжаго топлива снизу въ сферу горѣнія.

Топка *Дюмери* \*) весьма оригинальна. Изобрѣтатель желалъ достигнуть такого же полнаго и бездымнаго горѣнія, которое получается при топкахъ съ обратной тягой, не измѣняя при этомъ обыкновеннаго направленія тяги. Для этого онъ вводитъ свѣжее топливо съ боковъ топки подъ горящій слой. Уголь нагружается въ ковшъ *B* (см. черт. 12), соединенный съ топкою горизонтальнымъ колѣномъ. Крышки *C*, вращаемыя отъ руки или посредствомъ рычаговъ и винтового зацѣпленія, передвигаютъ уголь по горизонтальному колѣну на рѣшетку, которой придается видъ хребта. Такимъ образомъ, уголь подогрѣвается уже въ самомъ ковшѣ; на нижней части рѣшетки начинается выдѣленіе газовъ, а на хребтѣ довершается горѣніе при достаточномъ притокѣ воздуха снизу. Температура въ топкѣ высокая. Эта топка, при первомъ появленіи, обратила на себя всеобщее вниманіе примѣненіемъ вполне основательнаго и остроумнаго расположенія топлива слоями, при чемъ свѣжій слой находится подъ верхнимъ, между тѣмъ какъ на обыкновенной колосниковой рѣшеткѣ распределеніе какъ разъ обратное. Топка *Дюмери* всетаки не получила распространенія вслѣдствіе сложности механизма для передвиженія топлива.

### 6) Этажная рѣшетка *Лангена*.

Топка *Лангена* тѣмъ напоминаетъ топку *Дюмери*, что топливо вводится сбоку и подогрѣвается въ подготовительномъ районѣ, прежде чѣмъ поступитъ на самую рѣшетку. Съ цѣлью равномернаго питанія топки и подогрѣва горючаго, *Лангенъ* распредѣляетъ нѣсколько рѣшетокъ ярусами одну надъ другою; у каждаго яруса своя подготовительная плита, на которой раскладывается и подогрѣвается топливо, и откуда оно мало по малу переводится дальше на колосники, которые отлиты въ видѣ тупого угла и опираются концами на желѣзныя балочки. Недогорѣвшее топливо догораетъ на нижней горизонтальной рѣшеткѣ. Эта топка дала хорошіе результаты въ смыслѣ экономіи топлива и бездымнаго горѣнія, но вскорѣ была оставлена, такъ какъ балочки быстро перегорали. Въ послѣднее же время она опять вошла въ употребленіе въ нѣсколько измѣненномъ видѣ (черт. 13). Опорныя балки нижнихъ концовъ колосниковъ были замѣ-

---

\*) Hirsch et Debize. Leçons sur les machines à vapeur. Стр. 425.



нены трубками, по которымъ циркулируетъ вода. На чертежѣ показано, какимъ образомъ эти трубки, соединенныя вмѣстѣ и составляющія змѣвикъ, сообщены съ котломъ. Вслѣдствіе этого онѣ въ состояніи выдержать высокую температуру топки. Верхняя площадка *A* имѣетъ видъ коробки для болѣе удобной засыпки угля; сверху она снабжена каналомъ, по которому струя воздуха поступаетъ въ топку для дополнительнаго горѣнія; для защиты ея отъ дѣйствія пламени пролегаетъ тутъ верхнее колѣно змѣвика. Въ такомъ видѣ топка Лангена примѣнялась съ полнымъ успѣхомъ \*), даже для сожиганія спекающихся углей; понятно, слабое мѣсто ея составляетъ желѣзная трубка, на которую опираются колосники: она легко засоряется иломъ и накипью, а потому кочегаръ долженъ постоянно заботиться о ея чистотѣ и правильномъ дѣйствіи.

### 7) Топка Донели.

Топка *Донели* (Donneley) напоминаетъ топку съ обратной тягой тѣмъ, что у нея районъ горѣнія также отдѣленъ отъ наружнаго воздуха слоемъ топлива. Въ топкахъ съ обратной тягой этотъ слой расположенъ горизонтально, у Донели же—вертикальной стѣнкой. Для этой цѣли приходится располагать топливо между двумя серіями колосниковъ, причѣмъ надо принимать мѣры противъ порчи ихъ отъ высокой температуры топки. Съ этой цѣлью Донели примѣняетъ на задней сторонѣ топки трубчатые колосники, по которымъ циркулируетъ вода, другая же серія колосниковъ охлаждается снаружи струйками воды.

Топка Донели, въ томъ видѣ, въ какомъ она построена къ котлу съ дымогарными трубками на механическомъ заводѣ *Леснера* въ С.-Петербургѣ, представлена на черт. 14—20 (табл. I—III). Черт. 14 изображаетъ продольный разрѣзъ топки по *AB*, черт. 15—горизонтальный разрѣзъ по *GH*, причѣмъ на нижней части чертежа сняты верхнія коробки трубокъ. Черт. 16 представляетъ съ лѣвой стороны—фасадъ, а съ правой—поперечный разрѣзъ по *IK*. Черт. 17 изображаетъ поперечные разрѣзы котла по *CD* и *EF*.

Топливо нагружается черезъ топочное отверстіе *R* въ топливникъ, ограниченный съ задней и съ боковыхъ сторонъ вертикальными водяными трубками *m*, а спереди—наклонными желѣзными колосниками *L*, подвѣшенными къ горизонтальной трубкѣ *P*.

---

\*) Zeitschrift des Vereins Deutscher Ingenieure, 1886. Стр. 775.



Для охлажденія колосниковъ, трубка *P* снабжена отверстиями, черезъ которыя вытекають струйки воды. Верхніе концы трубокъ вставлены въ коробки *g* изъ ковкаго чугуна или мягкой стали, которыя привинчиваются къ подковообразной чугунной трубѣ *M*; нижніе концы вставлены въ стальные же флянцы *g*<sub>1</sub>, привинченные къ трубѣ *N*. Обѣ трубы, *M* и *N*, соединены съ котломъ. Диаметры ихъ достаточно большіе для постояннаго питанія трубокъ водою для охлажденія ихъ, а также для удаленія образующихся въ нихъ паровъ. На черт. 18 (табл. III) представлено соединеніе нижнихъ концовъ, на черт. 19—верхнихъ концовъ трубокъ. Черт. 20 изображаетъ поперечный разрѣзъ черезъ трубку *M*, показывающій способъ соединенія съ ней коробокъ *g*. Верхніе концы трубокъ сужены отъ 1<sup>3</sup>/<sub>4</sub>" до 1<sup>1</sup>/<sub>2</sub>"; иначе, при небольшомъ разстояніи между ними, было бы неудобно ихъ раскатывать въ коробкахъ *g*. Съ тою же цѣлью нижніе концы ихъ нѣсколько разставлены, такъ что они расположены въ шахматномъ порядкѣ. Для защиты нижнихъ соединеній противъ дѣйствія лучистой теплоты служитъ желѣзный листъ *W*, покрытый слоемъ шамота. Куски угля и шлака, провалившіеся черезъ промежутки желѣзныхъ колосниковъ, выгребаются время отъ времени черезъ зольниковыя дверцы, часть проваливается черезъ промежутки между трубчатыми колосниками и скопляется за рѣшеткою въ особомъ углубленіи, очищаемомъ черезъ нижній каналъ. На черт. 21 и 22 (табл. VI) изображены продольный и поперечный разрѣзы ланкаширскаго котла съ топкою Донели, подлежаващаго испытанію при опытахъ, произведенныхъ въ Берлинѣ въ 189<sup>3</sup>/<sub>4</sub> гг., и которые будутъ описаны ниже.

Топку Донели надо признать одной изъ самыхъ остроумныхъ и цѣлесообразныхъ дымогарныхъ топокъ. Въ топкѣ всегда поддерживается высокая температура, топливо и воздухъ сильно подогрѣваются, струйки газовъ хорошо перемѣшиваются, огибая трубчатые колосники, и топливо подводится совершенно равномерно. Такія топки могутъ дымить только при разстройствѣ установившихся условій горѣнія, какъ-то: при очищеніи рѣшетки отъ шлака, перемѣшиваніи угля и проч.

Многочисленные опыты доказали высокое совершенство топки Донели. Такъ, напр., дрезденскій профессоръ *Левицкій* производилъ опыты съ пароводнымъ котломъ, дѣйствовавшимъ при первомъ опытѣ съ обыкновенной рѣшеткой, а при второмъ — съ топкою Донели. Онъ нашель, что послѣ устройства топки Донели была достигнута паропроизводительность угля въ 5,7 фунтовъ, вмѣсто прежнихъ 4,78 фунта, т. е. полезное дѣйствіе котла уве-



личилось примѣрно на 20%. Горѣніе замѣтно улучшилось: въ продуктахъ горѣнія при обыкновенной рѣшеткѣ встрѣчалось 8,4% углекислоты, а послѣ введенія топки Донели—11,4% \*).

Прусскіе фабричныя инспектора, указывая въ своихъ отчетахъ за восьмидесятые годы на большое распространеніе этой топки на сѣверѣ Германіи, въ особенности въ городахъ Бременѣ и Любекѣ, удостовѣряютъ, что въ большинствѣ случаевъ онѣ дали до 20% сбереженія топлива, и что не поступало жалобъ на загрязненіе трубокъ. Въ послѣднее же время, повидимому, топку Донели стали вытѣснять другія топки, отличающіяся менѣе сложной конструкціею.

Инженеры берлинскаго общества по наблюденію за котлами произвели въ 1887 г. изслѣдованія съ ланкаширскимъ котломъ, установленнымъ въ зоологическомъ музеѣ, при чемъ сначала работали съ обыкновенной колосниковой рѣшеткой, помѣщенной въ жаровой трубѣ, а потомъ пристроили топку Донели. Поверхность нагрѣва котла—63,13 квадр. метра=682 квадр. фута. Отъ придѣлки трубокъ Донели она увеличилась на 6,27 квадр. метра=67,5 квадр. фута. Площадь рѣшетки: обыкновенной колосниковой—2,5 кв. метра=27 квадр. фут.,—Донели—1,8 кв. метра=19½ кв. фут. Опыты тѣмъ интересны, что сжигались по очереди различные сорта топлива: верхнесилезскій крупный уголь, верхнесилезскій орѣшникъ, антрацитъ и бурый бренденбургскій уголь. Оказалось, что при топкѣ Донели паропроизводительность топлива увеличилась на 12—15%; паропроизводительность поверхности нагрѣва оказалась большею при большинствѣ опытовъ, а при другихъ—меньшею; горѣніе было полное (до 15,4% углекислоты въ газахъ) и почти бездымное, а уходъ за топкою очень легкій и простой \*\*).

Опыты, произведенные въ Саксоніи съ сильно спекающимъ углемъ, дали менѣе благопріятные результаты: куски шлака приставали къ кладкѣ и къ колосникамъ и задерживали медленное опусканіе угля. Кочегаръ долженъ былъ ихъ снимать, и такимъ образомъ весь успѣхъ топки всецѣло зависѣлъ отъ его работы \*\*\*).

Въ Россіи эта топка введена съ 1888 г. Между прочимъ, она устроена на писчебумажной фабрикѣ Югансена въ Ревелѣ, на ме-

---

\*) Журналъ „Dampf“, 1887. Стр. 661.

\*\*) Mittheilungen aus der Praxis etc., 1887. Стр. 167.

\*\*\*) Mittheilungen aus der Praxis etc., 1890. Стр. 162.



ханическомъ заводѣ Леснера и въ библіотекѣ с.-петербургскаго университета. Изготавливается она въ Россіи заводомъ Леснера.

Топка Донели имѣетъ еще слѣдующія преимущества, кромѣ указанныхъ выше, относящихся къ самому процессу горѣнія:

Она примѣнима ко всѣмъ системамъ существующихъ котловъ, не исключая пароводяныхъ и водотрубныхъ.

Трубки представляютъ собою весьма интенсивно дѣйствующую часть поверхности нагрѣва, потому что толщина стѣнокъ мала, стало быть теплопроводность велика, а вслѣдствіе усиленной циркуляціи воды, паръ въ нихъ не застаивается, и даже накипь не пристаётъ къ ихъ поверхности.

Усиленная циркуляція воды дѣйствуетъ благопріятно на увеличеніе паропроизводительности котла и на скорый и равномерный нагрѣвъ его частей, что предохраняетъ ихъ отъ вредныхъ напряженій и порчи.

Можно примѣнять топку при различныхъ сортахъ угля (за исключеніемъ развѣ самыхъ жирныхъ), такъ какъ измѣненіемъ наклона желѣзныхъ колосниковъ легко измѣнять толщину слоя угля, смотря по сорту. Величина кусковъ не должна быть болѣе 2½ дюймовъ. Работа кочегара легче, чѣмъ при обыкновенной рѣшеткѣ.

Несмотря на всѣ эти преимущества, топка Донели имѣетъ крупный недостатокъ: она очень сложна, почему устройство ея обходится не дешево; она требуетъ сравнительно большихъ расходовъ по ремонту. Надо имѣть опытнаго машиниста или кочегара для наблюденія за многочисленными соединеніями трубокъ и за тѣмъ, чтобы нижнія соединительныя трубки нигдѣ не закупоривались грязью. Поэтому примѣненіе топки при очень грязной или жесткой водѣ не рационально.

### 8) Топка съ подвижными колосниками.

Довольно оригинальна топка *И. В. Маховскаго въ Прагѣ*, изображенная на черт. 23 и 24 (табл. III), изъ которыхъ черт. 23 представляетъ продольный, а черт. 24 поперечный разрѣзъ топки. Колосники состоятъ изъ тонкихъ плитъ, нанизанныхъ на брусокъ квадратнаго сѣченія, котораго концы опираются на подушки. Каждый колосникъ соединенъ съ тягою (на черт. 24 показаны тяги 4-го до 7-го колосниковъ), такъ что кочегаръ легко можетъ ихъ поворачивать. Передъ свѣжей загрузкой легкимъ движеніемъ достигается освобожденіе послѣдняго (седьмого) колосника отъ



золы и шлаковъ, а затѣмъ кочегаръ, дѣйствуя такимъ же образомъ тѣгами, переводитъ уголь съ 6-го на 7-ой, съ 5-го на 6-ой колосникъ и т. д., послѣ чего уже подаетъ уголь на первый колосникъ, снабженный подготовительной плитой для подогрева угля. Такимъ образомъ достигается загрузка рѣшетки безъ впуска лишняго воздуха въ топку и безъ охлажденія ея. Рѣшетка можетъ быть ступенчатая или плоская, въ зависимости отъ этого измѣняются форму колосниковъ. Чтобы охлаждать колосники въ нихъ дѣлаются вырѣзы. Для впуска воздуха для дополнительнаго горѣнія служитъ дверца *m*. Старшій инженеръ богемскаго общества по наблюденію за котлами, *Ф. Младекъ*, удостовѣряетъ бездымное горѣніе на этихъ колосникахъ, на основаніи произведенныхъ имъ опытовъ. Несомнѣнно, что эта топка можетъ оказаться хорошою при мелкомъ топливѣ, если только кочегаръ будетъ правильно наблюдать за передачею топлива. Для крупнаго топлива она слишкомъ сложна.

### 9) Ступенчатая рѣшетка.

Черт. 25 до 27 (табл. III—IV) изображаютъ продольный и горизонтальный разрѣзы и фасадъ прототипа ступенчатыхъ рѣшетокъ (т. н. *мюнхенской* рѣшетки), дѣйствующаго вполнѣ удовлетворительно на мелкомъ буромъ и каменномъ угляхъ. Чертежи не нуждаются въ поясненіи; всѣ требованія теоріи, какъ видно, соблюдены въ ступенчатой рѣшетоцкѣ: равномерное питаніе изъ ковша, устройство притока воздуха для дополнительнаго горѣнія надъ топочнымъ отверстіемъ, а также сильно подогрѣтаго воздуха въ самый районъ горѣнія въ пролетъ между верхнимъ сводомъ топки и сводчатымъ порогомъ. Для этой цѣли балка, на которую опираются наклонные косоуры рѣшетки, снабжена двумя парами продольныхъ каналовъ; воздухъ поступаетъ по двумъ боковымъ ходамъ (черт. 25) въ нижніе каналы порога, въ срединѣ его переходитъ въ верхніе каналы, а оттуда по наклоннымъ желѣзнымъ трубкамъ въ ходы надъ сводомъ, перекинутымъ черезъ топку \*).

Неудобство ступенчатой рѣшетки вообще — большая потеря тепла отъ лучеиспусканія въ зольникъ; для уменьшенія ея устанавливаютъ плоскія корыта съ водою, которая тушитъ провали-

---

\*) Чертежи заимствованы изъ альбома чертежей котловъ, издавнаго германскими обществами по наблюденію за котлами: *Neuere Dampfkesselkonstruktionen und Dampfkesselfeuerungen. Mit Rücksicht auf Rauchverzehrung.* Berlin 1890.



вающіеся куски угля, и, медленно испаряясь, можетъ въ извѣстныхъ случаяхъ, разлагаться въ топкѣ и возвращать съ пользою часть потерянной теплоты. Кромѣ того, кочегаръ долженъ постоянно наблюдать за выдѣленіемъ шлака на колосникахъ, и своевременно удалять его плоскою кочергою, потому что онъ безъ этого не спускается внизъ. Если кочегаръ производитъ эту работу неосторожно, не слѣдя за своевременнымъ опусканіемъ заслонки, то легко выдѣляется дымъ. Дѣйствіе этой топки находится, слѣдовательно, въ зависимости отъ знанія и доброй воли кочегара.

#### 10) Топка Дюлака.

Французское общество поощренія національной промышленности (Société d'encouragement pour l'industrie nationale) объявило въ 1893 г. конкурсъ для соисканія преміи на „лучшій приборъ для замѣтнаго уменьшенія дыма изъ заводскихъ топокъ, въ особенности изъ топокъ паровыхъ котловъ“. Въ виду сложности вопроса, общество выразилось весьма осторожно, требуя только выработку типа топки *уменьшающей* выдѣленіе дыма, а не уничтожающей его. Въ этомъ конкурсѣ участвовала только одна фирма (M. Dulac), и ей присуждена была премія въ 3000 франковъ \*) на основаніи доклада г. *Ришара*.

*Дюлакъ*, подобно *Донели*, вводитъ систему трубчатыхъ колосниковъ, охлаждаемыхъ водою, располагая ихъ не вертикальными рядами, а подобно колосникамъ ступенчатой рѣшетки. Другая особенность этой топки — питаніе ея топливомъ посредствомъ откидной желобообразной дверцы. По принципу дѣйствія, эта топка ничѣмъ не отличается отъ обыкновенной ступенчатой рѣшетки, но она интересна нѣкоторыми деталями, въ особенности устройствомъ охлажденія колосниковъ, которое значительно облегчаетъ очистку рѣшетки отъ шлаковъ.

Продольный разрѣзъ водотрубнаго котла *Розера*, съ приспособленной къ нему топкой *Дюлака*, изображенъ на черт. 28 (табл. IV). Ступенчатая рѣшетка состоитъ изъ трубчатыхъ колосниковъ *D*, концы которыхъ соединены съ двумя параллельными наклонными трубами („коллекторами“) *F*, расположенными нѣсколько выше рѣшетки, по одной съ каждой стороны ея. Одна изъ трубъ *F* соединяется съ котломъ, другая — съ однимъ концомъ горизонтальной трубы *G*, расположенной поперекъ топки параллельно колосникамъ. Такъ какъ другой конецъ цилиндра *G* соединенъ съ котломъ,

---

\*) Bulletin de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale. Juillet 1894, стр. 380.



то получается правильная циркуляція воды по колосникамъ, которая, нагрѣвшись въ колосникахъ, по одному изъ коллекторовъ *F* поднимается въ котель и замѣняется водою, спускающеюся изъ котла черезъ цилиндръ *G*. Паръ, образовавшійся случайно въ цилиндрѣ *G* и трубкахъ *F*, уходитъ въ котель по особымъ трубкамъ, изъ которыхъ одна показана на черт. 29 (табл. IV), изображающемъ разрѣзъ по *ab*. Черт. 30 (табл. VI) представляетъ на лѣвой половинѣ разрѣзъ по *cd*, на правой—по *ef*. Детальное устройство колосниковъ изображено на черт. 31 и 32 (табл. V), изъ которыхъ первый представляетъ продольный, а второй—поперечный разрѣзъ по трубкѣ *F*. Колосники состоятъ изъ трубокъ изъ мягкой стали, расположенныхъ внутри чугуновыхъ брусковъ, которымъ можно придать любую форму; при отливкѣ ихъ, трубки вставляются въ формы, такъ что расплавленный металлъ прочно соединяется съ ними. Концы трубокъ вставлены въ коробки изъ литой стали и укрѣпляются въ нихъ посредствомъ развальцовки. Для соединенія коробокъ съ коллекторами *F* примѣняются короткія трубки *A*, къ которымъ придѣланы желѣзные кольца *B* (черт. 32). Трубки *A* укрѣпляются въ отверстіяхъ коробокъ посредствомъ раскатки. Для достиженія плотности соединенія коробокъ и коллекторовъ *F* служатъ резиновые кольца *D* съ прокладками, соединенныя стальными кольцами *C*. Коробки притягиваются къ коллекторамъ съ помощью пружинъ *r* и болтовъ *b*. Въ случаѣ разрыва одного изъ болтовъ *b*, предохранительные хомуты *f* удерживаютъ коробки. Очистка колосниковъ отъ накипи производится черезъ люки, расположенные въ коробкахъ противъ концовъ колосниковъ. По сообщенію г. *Ришара*, въ коллекторахъ *F* накипи почти совсѣмъ не образуется. Топочное пространство довольно обширное. Загрузка топлива производится и на переднюю чугуновую доску *C*, на которой топливо подогрѣвается, и на мѣста рѣшетки, недостаточно высоко покрытыя углемъ. При необходимости поднятія паропроизводительности, устанавливають откидной ковшъ *B* по направленію рѣшетки и загружаютъ его топливомъ. Расплавленный шлакъ собирается на нижнихъ колосникахъ и отвердѣваетъ отъ прикосновенія съ металлическими частями рѣшетки, охлажденными водою; кочегаръ легко удаляетъ его въ пространство между цилиндромъ *G* и послѣднимъ колосникомъ. Топка *Дюлака*, между прочимъ, была установлена при водотрубныхъ котлахъ станціи парижскихъ водопроводовъ въ *Берси* (Bercy). По контракту гарантировалось сбереженіе топлива до 5% и уменьшеніе выдѣленія густого дыма до 70%. По опытамъ, произведеннымъ въ мартѣ 1893 г., оказалось,



что котлы развивали на 11% больше пара и расходовали на 23% меньше угля, чѣмъ до устройства топки *Дюлака*. Дыма же не замѣчалось при правильномъ дѣйствіи топки; только при сильномъ мѣстномъ выдѣленіи шлаковъ являлся слабый дымъ.

Такимъ образомъ, топка *Дюлака* представляетъ собою одно изъ рѣшеній вопроса о бездымномъ и правильномъ сожиганіи угля на ступенчатой рѣшеткѣ; она удобна еще въ томъ отношеніи, что легко можетъ быть пристроена къ котламъ различныхъ системъ (напримѣръ, на черт. 33 на табл. V изображена топка локомотивной системы); подача угля равномерная, температура въ топкѣ высокая, такъ что шлаки легко сохраняютъ температуру плавленія; циркуляція воды въ котлѣ усиленная; тѣмъ не менѣе нельзя не указать на чрезвычайную сложность и деликатность устройства, вслѣдствіе которой топка *Дюлака* едва ли найдетъ особенно широкое распространеніе. Присмотръ за топкой можно поручить только надежному кочегару.

*Дюлакъ* выработалъ типъ спеціального котла для соединенія со своею топкою (черт. 34, табл. IV). Горизонтальный цилиндрический котель *H* соединенъ съ двумя вертикальными цилиндрами *K* и *I*; задній котель *K* служитъ подогревателемъ, а передній снабженъ рядомъ извѣстныхъ трубокъ *Фильда* и расположенъ надъ топкою, помѣщенной внутри желѣзнаго коническаго кожуха, выложеннаго огнеупорнымъ кирпичемъ, и снаружи охлаждаемаго наружнымъ воздухомъ, поступающимъ въ топку. По заявленію изобрѣтателя, воздухъ поступаетъ въ зольникъ съ температурою до 90°, такъ что утилизируется теплота, обыкновенно теряющаяся напрасно отъ лучеиспусканія и передачи черезъ кладку; отъ этого облегчается также работа кочегара. Водяныя трубки *Дюлака* отличаются отъ фильдовскихъ тѣмъ, что внутреннія циркуляціонныя трубки почти доведены до уровня воды въ котлѣ и снабжены особыми карманами, не показанными на чертежѣ, для улавливанія выдѣляющихся солей, отложенія которыхъ не должны быть допускаемы въ нижнихъ частяхъ трубокъ. Котель *Дюлака*, вслѣдствіе сложности конструкціи, несмотря на теоретическія преимущества, насколько намъ извѣстно, еще не нашель примѣненія въ Россіи.

#### 11) Ступенчатая рѣшетка для дешеваго горючаго матеріала.

Примѣненіе ступенчатой рѣшетки къ сожиганію торфа, дубоваго корья, опилокъ и проч. показано на черт. 35—38 (табл. V—VIII), представляющихъ котель, устроенный с.-петербургскимъ металли-



ческимъ заводомъ на владимірскомъ кожевенномъ заводѣ въ С.-Петербургѣ. На продольномъ разрѣзѣ (чер. 35) виденъ большой желѣзный ковшъ *M*, служащій для засыпки горячаго на ступенчатую рѣшетку. Задвижка *N* регулируетъ расходъ топлива. Пламя имѣетъ возможность свободно развиваться въ большой камерѣ, расположенной передъ ланкаширскимъ котломъ. У *S* газы еще разъ перемѣшиваются со струею свѣжаго воздуха, поступающею въ топку по поперечному каналу; притокъ его регулируется крышкой *T* (черт. 36). Черт. 37 и 38 изображаютъ поперечные разрѣзы по *CD* и *EF* и фасадъ по *GH*.

## 12) Наклонные колосники.

Отъ ступенчатыхъ рѣшетокъ надо отличать рѣшетки съ наклонными колосниками, которыя устраиваются главнымъ образомъ съ цѣлью обезпечить свободное скатываніе догорѣвшихъ кусковъ угля. Слѣдовательно, онѣ основаны на принципѣ непрерывной подачи топлива. Наклонъ колосниковъ зависитъ отъ угла естественнаго откоса даннаго топлива. При этихъ топкахъ весьма удобно примѣнять дополнительное горѣніе, чтобы сохранить запасъ теплоты въ кирпичныхъ сводахъ и стѣнкахъ. Примѣняются наклонные колосники для различныхъ горючихъ матеріаловъ, и при котлахъ всевозможныхъ типовъ, даже при котлахъ съ жаровыми трубами (системы Тенбринка и Куна, которыя, впрочемъ, будутъ рассмотрѣны въ другомъ мѣстѣ).

### Топка Тоста.

Механическій заводъ *Тоста* въ *Цвикау* (Thost, Zwickau), спеціально занимающійся устройствомъ топокъ и отливкой колосниковъ изъ лучшаго матеріала, въ послѣднее время выступилъ съ особой конструкціи топкой, состоящей изъ наклонной и плоской рѣшетокъ, надъ которыми устраивается сводъ. Колосники, привилегированные фирмою, отличаются отъ обыкновенныхъ колосниковъ видомъ верхней поверхности, состоящей изъ ряда тупыхъ зубьевъ, устраиваемыхъ съ цѣлью болѣе равномернаго распределенія воздуха поступающаго въ топку по всей поверхности рѣшетки. Кромѣ того, колосники такого вида не портятся такъ скоро, какъ обыкновенные колосники, потому что они лучше охлаждаются воздухомъ, и верхняя поверхность ихъ имѣетъ возможность свободно расширяться безъ коробленія колосника. Колосникамъ придается уклонъ въ 30 — 35°, соответствующій



естественному откосу употребляемаго топлива, вслѣдствіе чего топливо распредѣляется ровнымъ слоемъ по поверхности рѣшетки. Горючій матеріалъ загружается въ ковшъ, откуда онъ падаетъ на передніе концы колосниковъ, снабженные небольшими горизонтальными выступами для задержки его. Послѣ окончанія возгонки газовъ, кочегаръ подвигаетъ топливо дальше, оно догораетъ на нижней части колосниковъ и на плоской рѣшоткѣ. Подъ рѣшеткой имѣется нѣкоторое количество воды для охлажденія колосниковъ.

Эта топка, конечно, можетъ помѣщаться только *передъ* котломъ или *подъ* котломъ, такъ что для котловъ съ жаровыми трубами (табл. IX, черт. 42 и 43) надо воспользоваться тѣмъ или другимъ изъ указанныхъ расположеній. Для дополнительнаго горѣнія вводится воздухъ по двумъ каналамъ, устроеннымъ въ кладкѣ съ обѣихъ сторонъ топки. Воздухъ поступаетъ въ свободное пространство между сводами, перекрывающими топку, а оттуда въ переднюю часть топки.

Черт. 39—41 (табл. VII и VIII) представляютъ продольный и поперечный разрѣзы и фасадъ котла водотрубной системы *Штейнмюллера* съ топкою *Тоста*. Устройство сводовъ надъ рѣшеткой весьма удачно: газы, поднимающіеся вверхъ отъ нижней части рѣшетки, встрѣчаютъ въ пролетѣ между сводами тѣ газы, которые выдѣляются на передней части рѣшетки, такъ что въ этомъ мѣстѣ происходитъ энергичное перемѣшиваніе ихъ. Тѣсное сближеніе ихъ усиливается струями нагрѣтаго воздуха, встрѣчающими газы при выходѣ изъ оконъ, продѣланныхъ въ нижнемъ сводѣ. Притокъ воздуха въ этотъ каналъ регулируется круглыми крышками, показанными на фасадѣ. Свѣжій воздухъ поступаетъ въ зольникъ по каналамъ, оставленнымъ въ толщѣ кладки и проводящимъ его къ задней стѣнкѣ топки.

Черт. 44 и 45 (табл. VII и IX) показываютъ устройство топки для заторнаго чана.

Примѣненіе сводчатой топки, нагрѣваніе воздуха, подводи-маго въ топку, перемѣшиваніе газовъ, непрерывное питаніе горючимъ, удачная форма колосниковъ, — всѣ эти условія приводятъ къ правильному и бездымному горѣнію въ топкахъ *Тоста*, однако же только въ случаѣ тщательнаго ухода за ними, на что сама фирма обращаетъ вниманіе публики. Однимъ изъ достоинствъ этихъ топокъ является возможность значительно усиленной работы: въ нихъ допускается сожиганіе въ часъ до 160 и больше килограммовъ угля на квадратномъ метрѣ площади рѣшетки (36 фунт. на 1 квадр. футъ), безъ особаго нарушенія правиль-



наго горѣнія. Вообще сводчатые топки отличаются этимъ весьма цѣннымъ свойствомъ.

Топки Тоста, получивъ большое распространение за границей, вводятся также у насъ. Напр., на конфектной фабрикѣ *Ландрина* въ С.-Петербургѣ недавно была установлена топка этой системы, и она дѣйствуетъ, на сколько мнѣ извѣстно, вполне удовлетворительно. Понятно, что время отъ времени приходится ремонтировать своды.

### Топка Шомбурга.

Въ общихъ чертахъ, топка Шомбурга напоминаетъ топку Тоста: тѣ же наклонные колосники, хотя другой детальной конструкции, и тѣ же своды. Разница состоитъ главнымъ образомъ въ увеличеніи угла наклона колосниковъ, въ устраненіи горизонтальной рѣшетки и въ другомъ способѣ введенія воздуха, служащаго для сожиганія топлива.

Топка состоитъ изъ наклонныхъ колосниковъ, на которые поступаетъ уголь изъ чугунаго ковша, установленнаго подъ тѣмъ же наклономъ, какъ рѣшетка. Крышка ковша закрывается послѣ загрузки свѣжаго топлива, которое мало по малу скатывается внизъ по мѣрѣ сгорания заранѣе поданнаго угля. Поддувало сложено на цементѣ или по крайней мѣрѣ на задней части, облицовано чугунными плитами или желѣзными листами; такимъ образомъ получается резервуаръ для воды, уровень которой (посредствомъ поплавка, не показаннаго на чертежахъ) поддерживается на известной высотѣ (примѣрно на одинъ дюймъ выше желѣзнаго бруска, на который опираются нижніе концы колосниковъ). Воздухъ вводится въ топку различнымъ образомъ, смотря по величинѣ и системѣ котла, а именно: а) черезъ поддувальныя дверцы; б) подъ сводъ, перекинутый надъ рѣшеткой; в) въ пролетъ на концѣ топки, и г) въ ковшъ для подачи угля. Второй и третій способы показаны на черт. 48 и 46, а четвертый — на черт. 50.

Черт. 46 и 47 (табл. VII) представляютъ продольный и поперечный разрѣзы хлѣбопекарной печи съ топкою Шомбурга. Воздухъ поступаетъ въ топку двумя каналами. Первый каналъ находится въ боковой стѣнкѣ кладки; онъ начинается нѣсколько ниже горизонта ковша, спускается внизъ по наклонной линіи (какъ показано пунктиромъ на черт. 48), затѣмъ, образуя три колѣна, поднимается вверхъ и подводитъ воздухъ въ топку также поверхъ слоя топлива. Второй каналъ беретъ начало нѣсколько выше ковша, проходитъ въ толщѣ свода, перекинутаго надъ рѣшеткою, и сдѣлавъ 3—4 оборота въ кладкѣ свода, подводитъ воздухъ въ вертикальный про-



летъ на концѣ топки. Воздухъ сильно нагрѣвается въ этихъ каналахъ.

На черт. 48 и 49 (табл. IX) показаны продольный и поперечный разрѣзы топки, устроенной при котлѣ съ внутреннимъ нагрѣвомъ. И здѣсь имѣются тѣ же каналы, которые указаны выше.

На черт. 50 и 51 (табл. X) изображены разрѣзы водотрубнаго котла системы *Гейне*. Воздухъ подводится въ топку четвертымъ способомъ, для чего ковшъ отливаютъ вмѣстѣ съ небольшимъ вертикальнымъ отросткомъ, по которому воздухъ поступаетъ въ ковшъ; проникая въ топку черезъ слой топлива, воздухъ подогревается. Притокъ его регулируется заслонкой. Пунктирныя линіи обозначаютъ перегородки, образующія дымоходы. Этотъ котелъ подвергся испытанію при берлинскихъ опытахъ (см. ниже).

Задача кочегара состоитъ въ правильномъ регулированіи притока воздуха посредствомъ задвижекъ, устроенныхъ у указанныхъ воздушныхъ каналовъ, а также посредствомъ зольниковыхъ дверецъ. Эта задача далеко не простая; лица, специально изучавшія топку Шомбурга, сообщали мнѣ, что она чрезвычайно деликатна: малѣйшее неправильное измѣненіе притока воздуха сейчасъ отражается на горѣннн и на образованіи дыма. Вслѣдствіе такой сложности прибора совѣтуютъ даже отказаться отъ дополнительнаго горѣннн въ пролетѣ, утверждая, что кочегару трудно слѣдить за соответствующимъ положеніемъ всѣхъ задвижекъ, и лучше требовать отъ него, чтобы онъ регулировалъ притокъ воздуха хотя бы одной задвижкой, но зато правильнымъ образомъ и тщательно.

Назначеніе свода, расположеннаго надъ рѣшеткой,—сконцентрировать жаръ и принимать въ себя теплоту, причемъ сводъ играетъ роль резервуара теплоты и регулятора температуры.

Задача воды въ зольникѣ—не допускать свободнаго протока лишняго воздуха въ топку подъ брусокъ, на которомъ расположены нижніе концы колосниковъ; кромѣ того, пары воды, поднимаясь вверхъ, охлаждають колосники, предохраняя ихъ отъ скорой порчи, а также, быть можетъ, диссоціируются, разлагаясь на кислородъ и водородъ. Эти газы затѣмъ снова соединяются и такимъ образомъ возвращаютъ топкѣ заимствованную отъ нея для разложенія теплоту, такъ что въ итогѣ, конечно, отъ этого разложенія, а затѣмъ соединенія, не можетъ увеличиваться средняя температура въ топкѣ, но можетъ измѣняться распределеніе температуръ въ ней. По всей вѣроятности, дѣйствіемъ паровъ температура нижней части топки (непосредственно надъ рѣшеткой) уменьшается, что выгодно для продолжительности



службы колосниковъ, а у верхней части ея, подъ сводомъ, возрастаетъ, что способствуетъ правильному и совершенному горѣнію въ районѣ, въ которомъ, такимъ образомъ, поддерживается постоянная и очень высокая температура. Сводъ поддерживается при температурѣ бѣлаго каленія. Эти соображенія высказаны лицами, слѣдившими за дѣйствіемъ топокъ Шомбурга.

Эта топка, вмѣстѣ съ топкою Тоста, представляетъ, повидимому, одно изъ самыхъ удачныхъ и наиболѣе простыхъ рѣшеній вопроса о бездымномъ горѣніи. Что время отъ времени приходится ремонтировать своды,—это понятно каждому специалисту; задача опытнаго техника будетъ состоять въ томъ, чтобы по возможности удешевлять ремонтъ надлежащимъ выборомъ огнеупорныхъ кирпичей. Понятно также, что эту и всѣ остальные сводчатыя топки нельзя пускать въ ходъ иначе, какъ послѣ основательной просушки сводовъ и стѣнокъ. Въ Россіи введены эти топки, между прочимъ, на Охтенскомъ пороховомъ заводѣ.

### 13) Загрузка топлива желобообразною лопатою.

Директору магдебургскаго общества по наблюденію за котлами *Каріо* принадлежитъ устройство оригинальной топки, облегчающей трудъ кочегара и допускающей загрузку топлива безъ охлажденія топки. Съ этой цѣлью примѣняются наклонные колосники *F* особаго вида (черт. 52 и 54, табл. IX и X), укладываемые въ топку по направленію перпендикулярному къ длинѣ рѣшетки. Такимъ образомъ имѣются въ топкѣ двѣ наклонныя рѣшетки съ общимъ гребнемъ посрединѣ. Топливо вводится въ длинной желобообразной лопатѣ *K*, которая скользитъ по верхнимъ концамъ колосниковъ. Опораживаютъ лопату, переворачивая ее направо или налево, смотря по тому, какую половину рѣшетки надо нагрузить. Передній конецъ лопаты снабженъ остриемъ, которое при закладываніи въ топку, распираетъ обѣ половинки топочной дверцы *B* (черт. 55 и 56, табл. X и XI), вращающіяся около общей цапфы. Такъ какъ топочное отверстіе круглое, то оно вполне заполняется желобомъ, чѣмъ совершенно устраняется притокъ свѣжаго воздуха черезъ дверцы во время загрузки. Для наблюденія за горѣніемъ служатъ окошки *C*, помѣщенные въ дверцахъ *D*, назначенныхъ для очистки рѣшетки отъ шлаковъ. Перемѣшиваніе же угля на рѣшеткѣ производится, въ случаѣ надобности, черезъ узкія вертикальныя щели, устроенныя также въ дверцахъ *D*. Черт. 52—55 (табл. IX—XI) представляютъ устройство топки *Каріо* при ланкаширскомъ котлѣ. Колосники *F*



подвѣшены къ тремъ желѣзнымъ трубкамъ *E*, опирающимся на передніе козлы *R*, лобовую плиту котла *A* и пустотѣлый чугуный порогъ, замазанный въ огнеупорную кладку у *L*<sub>1</sub>. По этимъ трубкамъ подводится за порогъ нагрѣтый воздухъ для дополнительнаго горѣнія. Притокъ воздуха регулируется крышками *J*, насаженными на винты.

Черт. 56 и 57 (табл. X—XI) показываютъ устройство топки Каріо при внѣшнемъ нагрѣвѣ котла. Въ этомъ случаѣ форма колосниковъ нѣсколько видоизмѣняется вслѣдствіе большей ширины топки; получается четыре наклонныхъ рѣшетки и три дверцы для выгребанія шлака. Колосники устанавливаются на прочныхъ чугунныхъ балкахъ. Подъ рѣшеткой нерѣдко устраивается резервуаръ съ водою, для утилизаціи лучистой теплоты и тушенія проваливающихся кусковъ угля. Наклонъ рѣшетки зависитъ отъ угла естественнаго откоса топлива.

Достоинства этой топки слѣдующія: облегченіе работы кочегара при загрузкѣ; медленная возгонка углеводородовъ, такъ какъ топливо отчасти остается на менѣе нагрѣтомъ гребнѣ рѣшетки; совершенно равномерная нагрузка всей рѣшетки; устраненіе притока свѣжаго воздуха поверхъ рѣшетки; устраненіе возможности нагрузки топлива большими порціями и правильная загрузка рѣшетки сначала на одной, потомъ на другой половинѣ.

Благодаря этимъ свойствамъ, топка Каріо получила довольно большое распространеніе. Фирма *Тостъ* въ *Цвикау* (*O. Thost, Zwickau*), заручившаяся правомъ на установку этихъ топокъ, уже успѣла устроить ихъ болѣе 600 штукъ, между прочимъ, на многихъ сахарныхъ заводахъ харьковской, кіевской и др. губерній, въ С.-Петербургѣ на заводахъ франко-русскаго общества (бывшихъ Берда), на фабрикѣ *В. Ронсъ* и комп. и проч., и въ большинствѣ случаевъ заводскія управленія отзываются о нихъ весьма сочувственно.

#### 14) Сводчатая топка.

Сводчатая топка, т. е., топка, устраиваемая передъ котлами и состоящая изъ рѣшетки, перекрытой сводомъ, опирающимся на боковыя кирпичныя стѣнки топки, отличаются сохраненіемъ высокой температуры, а потому и совершеннымъ и бездымнымъ горѣніемъ. Масса кирпича, сосредоточенная въ стѣнкахъ и сводахъ, служитъ аккумуляторомъ и регуляторомъ теплоты, чѣмъ отчасти объясняется ихъ высокое полезное дѣйствіе. Кромѣ того, имъ можно придавать размѣры, вполне достаточные для образованія



пламени и для окончанія окисленія газовъ въ предѣлахъ топки. Поэтому, сводчатая топка пригодна также для сожиганія дровъ и торфа,—матеріаловъ, требующихъ большое пространство. На черт. 58—60 (табл. VIII, X и XI) изображены горизонтальные и продольный разрѣзы и половина поперечнаго сѣченія сводчатой топки къ ланкаширскому котлу, назначенной для отопленія дровами. Чертежи даютъ понятіе о томъ, какъ устраиваются каналы для впуска въ топку свѣжаго воздуха, который попутно нагрѣвается въ нихъ въ особенности въ промежуткѣ между нижними и верхними сводами. Чертежи составлены по размѣрамъ топки, устроенной болѣе 10-ти лѣтъ тому назадъ, на одной изъ фабрикъ въ Кралинѣ близъ Праги. При исполненіи въ настоящее время, вѣроятно, видоизмѣнили-бы эту конструкцію устройствомъ одного канала для введенія воздуха подъ рѣшетку, и другого— для введенія воздуха въ самое топочное пространство, давъ каждому каналу отдѣльный выходъ въ атмосферу. Такимъ образомъ, достигалась-бы возможность регулированія притока воздуха.

### 15) Топка Отто.

На черт. 61 (табл. VII) представленъ фасадъ и поперечный разрѣзъ, на черт. 62 (табл. XI) продольный разрѣзъ по линіи *OP*, и на черт. 63 (табл. XIII)—планъ въ разрѣзѣ по линіи *MN*. Особенность топки системы *Отто* состоитъ въ томъ, что сбоку, подъ вторыми дымоходами котла, устроены въ кирпичной кладкѣ особыя камеры *B*. Онѣ на половину наполняются топливомъ черезъ загрузочныя дверцы *C*. Изъ этихъ камеръ топливо скатывается внизъ по наклонной рѣшеткѣ *b* на плоскую рѣшетку *a*. Топливо нагрѣвается въ камерахъ *B*, въ нихъ начинается возгонка газовъ, которые догораютъ въ топочномъ пространствѣ надъ раскаленнымъ слоемъ угля. Необходимый для горѣнія воздухъ поступаетъ въ топку черезъ зольниковую дверцу, открываніе которой регулируется зубчатымъ рычагомъ, и по каналамъ *A*, оставленнымъ въ толщѣ кладки, которые проводятъ сильно нагрѣтый воздухъ въ самый пролетъ (отверстія *n*) или за порогъ (отверстія *m*) для дополнительнаго горѣнія. Притокъ этого воздуха регулируется заслонкой *F*.

Достоинства этой топки слѣдующія: загрузка топлива производится безъ охлажденія топки; топливо сгораетъ при высокой температурѣ съ незначительнымъ притокомъ воздуха и всетаки съ весьма малымъ выдѣленіемъ дыма (если только уголь не даетъ слишкомъ много шлака); можно сожигать всякіе сорта каменнаго



и бураго углей; очистка отъ шлака не представляетъ затрудненій, только при сильно спекающемся углѣ приходится чаще разбивать кору въ газовой камерѣ *B*; работа кочегара довольно легкая и простая.

По анализамъ доктора *Фишера* въ Ганноверѣ \*), пробы газа, взятые во время нормальнаго дѣйствія топки, содержали 14% углекислоты, 5,5% кислорода и 80,5% азота; газы, уловленные въ самой топкѣ, заключали въ себѣ среднимъ числомъ 16,59% углекислоты, 2,8% кислорода и 80,61% азота. Это показываетъ какъ правильно происходило горѣніе.

Кочегаръ обязанъ наблюдать за тѣмъ, чтобы уголь былъ такой величины, чтобы онъ не задерживался на пути къ рѣшеткѣ. Самая удобная величина кусковъ — въ орѣхъ. Горѣніе достаточно бездымное только во время безостановочной работы; во время затопки безъ выдѣленія дыма, конечно, нельзя обойтись.

Топка *Отто* отличается только въ деталяхъ отъ топки *Гейзера* (*Heiser*), предложенной въ 1880 г. и дающей очень хорошіе результаты для бураго угля и смѣси бураго съ каменнымъ (въ пропорціи 6:1 до 5:1); спекающійся каменный уголь не подается внизъ достаточно равномерно, такъ что получаютъ обнаженные отъ угля мѣста \*\*).

Топка *Отто* устроена, между прочимъ, лѣтъ пять тому назадъ, въ С.-Петербургѣ, на *наждачной фабрикѣ Н. Струка* (Головинскій пер., 23). По сообщенію г. Струка, ремонтъ топки незначительный, изрѣдка приходится возобновлять кирпичи въ камерѣ *B*, что легко исполнить втеченіе праздника или воскресенія.

## 16) Топки для корья, бураго угля и торфа.

Топка механическаго завода *Бехштейна* въ *Альтенбургѣ* (*Beschstein, Altenburg*) можетъ служить прототипомъ другихъ конструкций, которыя примѣняются для сожиганія бураго угля, корья, опилокъ, торфа и проч., кромѣ указанной выше ступенчатой рѣшетки. Топливо забрасывается сверху въ камеры *P<sub>1</sub>*, *P<sub>2</sub>* и *P<sub>3</sub>*, изображенные на чертежахъ 64—66. Поперечный разрѣзъ топки по *AB* показанъ на черт. 64 (табл. XII), на черт. 65—продольный разрѣзъ, а на черт. 66—горизонтальные разрѣзы, съ одной стороны линіи симметріи—по *CD*, а съ другой—нѣсколько ниже. Топливо ска-

\*) *Dinglers Polyt. Journal*, 242, стр. 40.

\*\*\*) См. опыты инженера *Л. Хаге* (*Mittheilungen aus der Praxis des Dampfkesselbetriebes*, 1883. Стр. 137).



тывается внизъ вдоль наклонныхъ чугунныхъ плитъ *m* и *n*, перекрывающихъ массивы изъ кладки, опирающіеся на ребристыя чугуныя балки *z*. Топливо догораетъ на колосникахъ, поставленныхъ на чугуныя опорныя балки *s* и образующихъ почти полуцилиндрическую рѣшетку. Газы оттуда направляются къ жаровымъ трубамъ подъ раскаленными сводиками. Свѣжій воздухъ поступаетъ въ топку отчасти снизу черезъ рѣшетку, отчасти сверху по каналамъ *v*, откуда онъ опускается внизъ въ другую систему каналовъ, параллельныхъ первымъ, и затѣмъ поступаетъ въ топку сильно нагрѣвшись, черезъ рядъ окошекъ. Топкѣ была присуждена медаль на прошлогодней мѣстной выставкѣ въ г. Эрфуртѣ. Она страдаетъ общимъ недостаткомъ всѣхъ топокъ, помѣщаемыхъ въ цѣлой толщѣ кирпичной кладки передъ котлами: лицевая сторона котла недоступна для осмотра. Кромѣ того, время отъ времени необходимо ремонтировать топку. Тѣмъ не менѣе, работа кочегара при этой топкѣ легче, чѣмъ при ступенчатой рѣшеткѣ, потому что топливо собственнымъ вѣсомъ спускается внизъ.

Топка Бехштейна есть видоизмѣненіе извѣстной уже съ 1874 г. топки *Френкеля* и отличается отъ нея только въ детальномъ устройствѣ каналовъ для подведенія воздуха. Главный инженеръ саксонскаго общества по наблюденію за котлами, *Л. Хаге* (L. Naage), получалъ прекрасные результаты при сжиганіи бураго угля въ топкѣ *Френкеля*. Изслѣдованіе печныхъ газовъ дало чрезвычайно большое количество углекислоты (15,2%), соответствующее количеству впускаемаго воздуха въ 1,1 теоретическаго. Горѣніе было бездымное. Недостатокъ топки состоитъ въ томъ, что когда рѣшетку приходится очищать, то надо открывать дверцы, при чемъ происходитъ охлажденіе котла \*).

### 17) Подогрѣвъ воздуха.

Во многихъ топкахъ примѣняется принципъ нагрѣва воздуха раньше поступленія его въ топку; сюда относится между прочимъ топка *Шульцъ-Кнаута*. Къ котламъ съ волнистою топкою *Фокса* или *Шульцъ-Кнаута* нетрудно приспособить устройство для бездымнаго горѣнія, отличающееся отъ топокъ другихъ системъ сравнительною простотою и дешевизною, а также тѣмъ, что даже при усиленной топкѣ не обнаруживается порчи отъ напряженнаго

---

\*) Mittheilungen aus der Praxis etc. 1883. Стр. 137.



дѣйствія пламени (что бываетъ при многихъ другихъ дымогарныхъ топкахъ, напр., при системѣ Тенбринка). Котлы Шульцъ-Кнаута (черт. 67—72, табл. VIII—XIV), какъ извѣстно, отличаются отъ обыкновенныхъ корнваллійскихъ котловъ боковымъ расположеніемъ волнистой жаровой трубы, для болѣе удобнаго внутренняго осмотра котла. На чертежѣ 67 представленъ продольный разрѣзъ котла. Для бездымнаго горѣнія устроена за рѣшеткою особая камера изъ огнеупорнаго кирпича съ наклонною рѣшетчатою перегородкою для лучшаго перемѣшиванія газовъ. Воздухъ проводится подъ рѣшетку по овальной чугунной трубѣ *l*, расположенной въ нижней части топочной трубы и защищенной сверху слоемъ шамота. Для дополнительнаго же горѣнія вводится воздухъ по гончарнымъ трубамъ *r* подъ перегородку у *g*. Воздухъ такимъ образомъ сильно подогревается; зольниковая дверца должна быть всегда закрыта. Концы трубъ *r* у задней стѣнки котла (черт. 72, табл. XIV) закрываются чугунными крышками, что даетъ возможность регулировать притокъ воздуха. Крышки посредствомъ проволоки соединяются съ топочной дверцей, такъ что онѣ всегда вполнѣ открыты, когда дверца закрывается. У передней стѣнки котельной кладки (черт. 70) помѣщенъ катарактъ, который медленно опускаетъ крышки для уменьшенія притока воздуха по мѣрѣ сгорания топлива на рѣшеткѣ. На черт. 71 показано устройство шамотной облицовки топочной трубы. Планъ котла представленъ на черт. 68 (табл. VIII).

Такъ какъ фасонные огнеупорные кирпичи, изъ которыхъ состоитъ перегородка, опираются на среднюю продольную стѣнку и на кирпичи, выступающіе въ видѣ кронштейновъ изъ кольцевой части оболочки, то ясно, что вся эта кладка свободно можетъ расширяться отъ теплоты и ничѣмъ не связана съ металлическою жаровою трубою, такъ что приняты всѣ мѣры къ уменьшенію ремонта. Комиссія, состоявшая изъ одного фабричнаго инспектора и одного изъ старшихъ инженеровъ обществъ по наблюденію за котлами, осмотрѣла котель Шульцъ-Кнаута на Франкфуртской электрической выставкѣ 1891 г., а также другой котель той же системы въ г. Эссенѣ; она нашла, что огнеупорные кирпичи послѣ 7½ недѣльной службы нисколько не пострадали, и окна въ перегородкѣ не были залѣплены шлакомъ. Кольцо, устроенное надъ перегородкой, а также огнеупорный подъ средней камеры были покрыты стекловиднымъ шлакомъ, который не трудно было отдѣлить, причемъ ребра кирпичей оказались не выкрошенными. При наблюденіи за выдѣленіемъ дыма оказалось, что несмотря на употребленіе жирнаго угля, дающаго много шлаку,



замѣчались слѣды слабого желтоватаго дыма только при загрузкѣ свѣжаго топлива, такъ что комиссія признала топку дымогарною \*).

### 18) Механическіе кочегары.

Приспособленія для механической подачи угля на рѣшетку, такъ называемые *механическіе кочегары* или *стокеры*, распространяются въ настоящее время и у насъ въ Россіи. Ихъ главное достоинство состоитъ въ подачѣ угля на рѣшетку при закрытыхъ дверцахъ и въ столь малыхъ порціяхъ, что питаніе рѣшетки дѣйствительно можно назвать непрерывнымъ, такъ такъ правильный ходъ горѣнія нисколько не нарушается, и температура въ топкѣ остается все время высокою. Такимъ образомъ, достигается полное и бездымное горѣніе. Другое удобство топокъ состоитъ въ возможности употребленія дешевыхъ мелкихъ сортовъ угля, а также сортовъ, дающихъ много шлака. При забрасываніи большими массами, такіе сорта образуютъ на обыкновенной рѣшеткѣ твердую спекшуюся кору, которую кочегару приходится разбивать, отчего холодный воздухъ большими массами поступаетъ въ топку и охлаждаетъ ее.

Механическіе кочегары, такимъ образомъ, нерѣдко даютъ возможность перейти къ болѣе дешевому сорту угля, чѣмъ иногда бываетъ возможно покрыть расходы на устройство топки въ сравнительно короткій срокъ.

Недостатки этихъ топокъ состоятъ въ дороговизнѣ устройства, въ расходѣ механической силы на движеніе частей, въ деликатности и сложности прибора, влекущей за собою частый ремонтъ, и, наконецъ, въ томъ, что осмотръ топки и въ особенности стѣнокъ котла, прилегающихъ къ топкѣ, не столь удобенъ, какъ при обыкновенной рѣшеткѣ.

Изобрѣтатели пользовались двумя различными принципами при устройствѣ механическихъ кочегаровъ: они старались по возможности подражать манипуляціямъ кочегара примѣненіемъ лопатокъ, бросающихъ топливо на рѣшетку, или же они придавали колосникамъ извѣстное движеніе для дальнѣйшаго передвиженія топлива, лежащаго на рѣшеткѣ. Стокеры первой категоріи, очевидно, болѣе совершенны по идеѣ; они появились позже стокеровъ второй категоріи, съ которыми еще *Уаттъ* производилъ опыты въ прошломъ столѣтіи (около 1775 г.).

\*) Zeitschrift des Vereins Deutscher Ingenieure, 1892. Стр. 76.



### Топка Лича.

Одинъ изъ давно извѣстныхъ приборовъ первой категоріи изображенъ на черт. 73 до 75 (табл. XV). Это приборъ *Лича* (Leach) въ томъ видѣ, въ какомъ онъ изготовляется *саксонскимъ механическимъ заводомъ* бывшимъ *Гартмана* въ *Хемницѣ* \*). Чертежъ 73 показываетъ его примѣненіе къ ланкаширскому котлу, къ жаровымъ трубамъ котораго прикрѣпляется чугунная доска *a* съ коробками *d* и *t*, поддерживающими закомъ *b* (см. черт. 74, изображающій продольный разрѣзъ по жаровой трубѣ въ болѣе крупномъ масштабѣ). Въ коробкѣ *t* вращается барабанъ *c*, снабженный пятью лопастями. Заполняя промежутки между ними по мѣрѣ поворачиванія барабана, уголь доставляется въ нижнюю коробку *d*, въ которой вращается валъ *e*. На этомъ валу заклинены лопатки, которыя подхватываютъ уголь и бросаютъ его на качающуюся пластинку *f*. Цѣль ея—отбрасывать куски угля; такъ какъ она медленно качается въ извѣстныхъ предѣлахъ, то направление полета кусковъ угля постоянно мѣняется, а слѣдовательно мѣняется и описываемая ими траекторія. Такимъ образомъ, возможно направлять ихъ такъ, чтобы вся рѣшетка нагружалась довольно равномерно. Передача движенія отъ передаточнаго вала производится непосредственно на валъ *e*, который дѣлаетъ 300—400 оборотовъ въ минуту. На валу *e* заклиненъ червякъ *h* (см. черт. 75), сцѣпляющійся съ винтовымъ колесомъ *i*. Отъ той же оси, на которой вращается колесо *i*, посредствомъ зубчатыхъ колесъ, передается движеніе нижнему валу, на которомъ заклиненъ дискъ *n*. Въ этомъ дискѣ имѣется прорѣзъ, въ которомъ передвигается камень *m*, приводящій въ качательное движеніе трехлапый рычагъ *l*. Качанія его происходятъ около эксцентрика *k*. Къ верхнимъ лапамъ рычага прикрѣплены тяги *o*, которыя посредствомъ рычага *p*, собачекъ *q* и храповика *r* передаютъ движеніе барабану *c*. Установкою камня *m* въ различныхъ мѣстахъ прорѣза диска *n* можно измѣнять амплитуду качаній рычага *l*, а, слѣдовательно, и уголь поворота барабана *c*. Пластинка *f* получаетъ качательное движеніе отъ оси барабана *c* посредствомъ эксцентрика *u*, тяги *v* и рычага *w*.

Уголь долженъ быть по возможности опредѣленной величины; если попадаютъ куски весьма различной величины, то равномерная подача угля затрудняется. Лучше всего сжигать орѣшникъ величиною кусковъ отъ  $\frac{1}{4}$  до  $\frac{3}{4}$  дюйма, хотя возможно съ измѣ-

\*) „Техническій Сборникъ“, Москва, 1892. Стр. 33.



неніемъ числа оборотовъ вала сожигать и крупный уголь величиною до  $2\frac{1}{2}$  дюймовъ. Если попадаются слишкомъ большіе или твердые куски угля или камни, то передняя стѣнка  $s$  коробки  $t$  (черт. 74) откидывается и получаетъ положеніе, показанное пунктиромъ. Для этой цѣли она не укрѣплена болтами, но придерживается спиральною пружиною. Такимъ образомъ устраняется опасность поломки частей механизма. Передвиженіемъ камня  $m$  можно измѣнять количество сожигаемаго угля въ предѣлахъ отъ 1 до 10, а слѣдовательно увеличивать количество доставляемаго котломъ пара.

Сильно спекающійся уголь въ томъ отношеніи неудобенъ, что при нѣкоторыхъ сортахъ необходимо время отъ времени открывать дверцу  $x$  для перемѣшиванія его, чѣмъ нарушается правильный ходъ горѣнія.

Приборъ *Лича* можно, конечно, какъ и остальные системы стокеровъ, приспособлять и къ другимъ системамъ котловъ, кромѣ ланкаширскихъ.

Инженеры саксонскаго общества удостовѣряютъ, что уголь ложится совершенно равномернымъ слоемъ отъ дѣйствія лопатокъ *Лича*. Горѣніе весьма полное и бездымное, даже при усиленной работѣ: при опытахъ, произведенныхъ въ Саксоніи, сожигалось до 140 килогр. спекающагося каменнаго угля на 1 квадратномъ метрѣ площади рѣшетки (31,5 фн. на 1 кв. футѣ), при паропроизводительности поверхности нагрѣва въ 32 килогр. (7,1 фн. на 1 кв. футѣ). Воздуха вводилось 1,6 теоретическаго количества \*).

#### ТОПКА ВИТАКЕРА.

Стокеръ *Витакера*, устраиваемый, между прочимъ, фирмою *Л. Воячекъ* въ *Прагѣ*, имѣетъ большое сходство съ приборомъ *Лича*, отъ котораго отличается въ нѣкоторыхъ деталяхъ (черт. 76 и 77, табл. XIII). Подача угля совершается посредствомъ пары рифленыхъ катковъ  $B$ , а подкидываніе угля на рѣшетку—барабанами  $B'$  съ лопатками. Пути описываемые частицами угля регулируются листомъ  $V$ , отражающимъ ихъ, и устанавливаемымъ винтомъ  $W$ .

Барабаны  $B'$  сидятъ на оси  $L$ , дѣлающей 400—500 оборотовъ въ минуту. Отъ нея получаетъ вращеніе винтовое колесо  $J$ , которое посредствомъ штифта  $H$  передаетъ качательное движеніе рычагу  $G$ , подвѣшенному своимъ верхнимъ концомъ къ станинѣ.

\*) Mittheilungen aus der Praxis etc., 1890. Стр. 163.



Штифтъ  $G'$ , ввинченный въ рычагъ  $G$ , служитъ для передачи движенія полоскѣ  $E$ , направляемой катками  $F$ . Собачки, подвѣшенныя къ полоскѣ  $F$ , передаютъ движеніе барабанамъ  $B$  посредствомъ храповиковъ  $C$ .

Количество топлива, спускающагося внизъ изъ ковша, регулируется листомъ  $P$ , составляющимъ продолженіе неподвижной перегородки  $N$ . Установка листа совершается рычагомъ  $R$ . \*).

Профессоръ *Ценгеръ* въ Прагѣ, изслѣдовавшій эту топку въ теченіе одной недѣли, удостовѣряетъ, что достигалось бездымное горѣніе, за исключеніемъ того времени, когда дверцы открыты для очистки рѣшетки. Этотъ приборъ довольно распространенъ въ Австріи.

#### ТОПКА ПРОКТОРЪ-МЮНКНЕРА.

Одинъ изъ наиболѣе простыхъ механическихъ кочегаровъ—стокеръ *Проктора*, видоизмѣненный механическимъ заводомъ *Мюнкнера* въ *Бауценъ* (*Münckner & Co., Bautzen*), изображенъ на черт. 78 и 79 (табл. XV) въ примѣненіи къ ланкаширскому котлу. На черт. 78 представленъ продольный разрѣзъ по оси одной изъ жаровыхъ трубъ и показана лопата, укрѣпленная на горизонтальной оси, которая особымъ механизмомъ приводится въ крайнее лѣвое положеніе; съ этимъ поворотомъ прекращается связь между осью и передаточнымъ механизмомъ, и тогда лопата подъ дѣйствіемъ спиральныхъ пружинъ (см. черт. 79) моментально возвращается въ крайнее правое положеніе, вбрасывая въ топку уголь, встрѣчаемый ею на пути. Передача движенія производится слѣдующимъ образомъ: горизонтальный валъ, посредствомъ ступенчататаго шкива, получаетъ вращеніе отъ передаточнаго вала фабрики. Онъ передаетъ вращательное движеніе посредствомъ винтового зацѣпленія короткому горизонтальному валу, на которомъ заклинено нѣсколько кулачныхъ дисковъ различной величины. Этотъ валъ не показанъ на чертежѣ. Дѣйствуя послѣдовательно на рычаги осей лопатъ, кулаки выводятъ лопаты больше или меньше изъ ихъ крайняго лѣваго положенія (изображеннаго на черт. 78); въ зависимости отъ этого, пружины, подъ дѣйствіемъ которыхъ лопатки возвращаются обратно, сжимаются болѣе или менѣе сильно, а вмѣстѣ съ напряженіемъ ихъ измѣняется и разстояніе, на которое забрасывается уголь.

Засыпается топливо въ ковшъ, откуда оно спускается внизъ въ ящикъ, по дну котораго скользитъ телѣжка, передвигающая

\*) Zeitschrift des Vereins Deutscher Ingenieure 1890. Стр. 1087.



его то къ лѣвой, то къ правой лопаткѣ. Телѣжка, изображенная схематично на чертежѣ 79, получаетъ движеніе взадъ и впередъ отъ длиннаго рычага, представленнаго на чертежѣ 79, на оси котла, и приводимаго въ движеніе отъ одной изъ передаточныхъ осей механизма посредствомъ небольшого кривошипа.

Приборы Мюнкнера поставлены въ Россіи на нѣсколькихъ лодзинскихъ фабрикахъ; въ С.-Петербургѣ—на писчебумажной фабрикѣ В. П. Печаткина (на о. Голодаѣ), гдѣ они работаютъ вполне удовлетворительно; они дали возможность заводскому управленію перейти къ болѣе дешевому, но сильно спекающемуся углю. Такъ какъ котлы, снабженные этими приборами, имѣютъ общую трубу съ другими котлами, то мнѣ нельзя было судить о бездымности горѣнія; но мнѣ сообщили, что при остановкѣ дѣйствія котловъ, работающихъ безъ стокеровъ, можно было убѣдиться въ значительномъ уменьшеніи выдѣленія дыма при работѣ приборовъ.

Стокеръ Мюнкнера проще другихъ механическихъ кочегаровъ, что, конечно, говоритъ въ его пользу; регулированіе расхода топлива достигается измѣненіемъ числа оборотовъ валовъ, для чего служить ступенчатый шкивъ. Недостатокъ прибора состоитъ въ примѣненіи пружинъ, что нежелательно, такъ какъ онѣ вообще считаются ненадежнымъ элементомъ, легко подвергающимся порчѣ.

Съ приборомъ Мюнкнера, пристроеннымъ къ котлу съ внутреннимъ нагрѣвомъ, производили опыты главный инженеръ берлинскаго общества по наблюденію за котлами *Шнейдеръ* въ Берлинѣ и профессоръ *Шедльбауеръ* въ Рейхенбергѣ \*).

Инженеръ *Шнейдеръ* удостовѣряетъ, что при дѣйствіи прибора паропроизводительность котла увеличилась на 60%, а испарительная способность угля—на 3%. Вотъ главные результаты: расходъ питательной воды въ 1 часъ безъ прибора—21,73 килогр. на 1 квадрат. метръ поверхности нагрѣва (4,9 фн. на 1 квадрат. футъ), а съ приборомъ—34,75 *kg.* (7,9 фун.); расходъ угля на квадратную единицу площади рѣшетки: безъ прибора—74,9 *kg.* (17 фун.), съ приборомъ—116 *kg.* (26,4 фун.); паропроизводительность безъ прибора 7,68, съ приборомъ 7,92. Сожигался верхнесилезскій уголь; горѣніе было бездымное. Хорошіе результаты, которые были получены также при ручной работѣ, легко объяснить тѣмъ, что работалъ одинъ изъ самыхъ опытныхъ и добросовѣстныхъ кочегаровъ; при обык-

---

\*) Mittheilungen aus der Praxis des Dampfkessel-und Dampfmaschinenbetriebes, 1892. Стр. 53.



новенномъ кочегарѣ въ пользу прибора Мюнкнера было бы еще больше выгоды.

Профессоръ *Шедльбауеръ* нашелъ при своихъ опытахъ, что отъ дѣйствія прибора полезное дѣйствіе котла возросло отъ 71,1 до 77,4%. Сожигался при опытахъ также верхнесилезскій уголь съ теплотворною способностью въ 6300 ед. тепла. Паропроизводительность въ часъ на 1 квадрат. метръ увеличилась отъ 8,6 до 12,6 килогр. (отъ 2 до 2,85 фн. на 1 квадрат. футъ).

Выше было сказано, что второй принципъ, примѣняющійся при механическихъ кочегарахъ, состоитъ въ томъ, что колосникамъ даютъ нѣкоторое движеніе, чѣмъ, во-первыхъ, разрыхляется шлакъ, а, во-вторыхъ, медленно передвигается уголь по рѣшеткѣ. На этомъ принципѣ основаны стокеры *Макъ-Дугаля* и *Викарса*, довольно распространенные въ Англии.

#### Топка Макъ-Дугаля.

Черт. 80 и 81 (табл. XIV) представляютъ схему рѣшетки *Макъ-Дугаля*. Задніе концы колосниковъ скользятъ по опорному бруску, а передніе получаютъ движеніе по кругу отъ шеекъ, эксцентрично выточенныхъ на общемъ валу. Расположеніе шеекъ такое, что половина всѣхъ колосниковъ спускается въ то время, когда другая половина поднимается, и наоборотъ. Каждые два смежныхъ колосника принадлежатъ къ различнымъ серіямъ. Иногда устраиваются три серіи колосниковъ; валъ, передвигающій ихъ, снабженъ заточенными на немъ шейками, которыхъ оси проходятъ черезъ вершины равносторонняго треугольника.

Понятно, что эта топка хотя сравнительно проста, но не можетъ подавать уголь такъ равномерно, какъ описанные выше приборы.

#### Топка Викарса.

Топка *Викарса* (I. Vicars) была одной изъ первыхъ механическихъ топокъ изобрѣтенныхъ въ Англии. Основная мысль та же, что у *Макъ-Дугаля*—устройство передвижной системы колосниковъ, но у *Макъ-Дугаля* передніе концы колосниковъ описываютъ кругъ, между тѣмъ какъ колосникамъ *Викарса* сообщается только поступательное движеніе взадъ и впередъ.

Топка *Викарса* представлена на черт. 82 до 87 (табл. XIV и XII) въ примѣненіи къ водотрубному котлу. Черт. 82 изображаетъ фасадъ котла и топки, черт. 83—поперечный разрѣзъ черезъ



колосники. Въ свободномъ пространствѣ чертежа помѣщены нѣкоторыя детали. Черт. 84 представляетъ продольный, черт. 85—горизонтальный разрѣзъ топки, а черт. 86—87—передачу движенія осямъ механизма. Чертежи начерчены въ  $\frac{1}{25}$  натуральной величины, а детали на черт. 86 и 87—въ  $\frac{2}{25}$ .

Колосники  $w_1$  расположены подъ нѣкоторымъ небольшимъ наклономъ къ горизонту для лучшаго перемѣщенія угля по направленію къ заднимъ концамъ рѣшетки; они отливаются по двумъ моделямъ № 1 и № 2, отличающимся формою переднихъ концовъ. Въ свободномъ промежуткѣ (черт. 83) показаны отдѣльно передніе концы колосниковъ; налѣво—серія № 1, направо—№ 2. Первые вырѣзаны внизу и сверху закладываются въ пропилы бруска  $a$ ,—вторые вырѣзаны наверху больше, чѣмъ внизу, и небольшимъ крючкомъ вложены въ пазы бруска  $b$ . Колосники обѣихъ системъ чередуются, такъ что каждый колосникъ № 1 находится между двумя сосѣдними, принадлежащими къ системѣ № 2.

Оба бруса  $a$  и  $b$  обточены на концахъ въ видѣ цапфъ и на нихъ свободно сидятъ катки  $z$  (черт. 84 и 85), которые катятся по рельсамъ изъ круглаго желѣза  $E_1$  и  $E_2$ , представленнымъ отдѣльно въ  $\frac{2}{25}$  натуральной величины въ свободномъ мѣстѣ черт. 83; наверху показанъ передній, а внизу боковой видъ кронштейна  $Z_1$ , поддерживающаго рельсы  $E_1$  и  $E_2$ , и привинчиваемаго къ боковымъ щитамъ общей станины посредствомъ пары болтовъ. Телѣжки  $a$  и  $b$  соединены съ двумя парами хомутовъ  $a_1$  и  $b_1$ , которые получаютъ поступательное движеніе отъ кулаковъ  $c$  и  $d$ , сидящихъ на валу  $o$  (черт. 86).

Вслѣдствіе особой формы очертанія хомутовъ  $a_1$  и  $b_1$ , передача происходитъ такимъ образомъ, что пальцы  $d$  только выдвигаютъ впередъ изъ топки хомуты  $b_1$ , между тѣмъ какъ пальцы  $c$  заставляютъ хомуты  $a_1$  двигаться назадъ и впередъ, и кромѣ того, на возвратномъ пути, передвигаютъ назадъ и телѣжку  $b$ , такъ какъ при этомъ брусья  $a$ , захватывая съ собой колосники серіи № 2, толкаютъ ихъ назадъ. Кулаки  $c$  насажены подъ прямымъ угломъ къ кулакамъ  $d$ , чѣмъ обуславливается относительное движеніе колосниковъ. Для регулированія хода колосниковъ имѣется прямоугольнаго сѣченія вставка  $e$ ; ее можно передвигать въ направляющихъ, которыя составляютъ одно цѣлое съ хомутами  $a_1$  и  $b_1$ . Собачка  $f$ , ось вращенія которой соединена съ хомутомъ, задѣваетъ за выступы на верхней поверхности „ключа“  $e$ , и соединяетъ его такимъ образомъ съ хомутомъ. Пальцы  $c$  и  $d$  задѣваютъ за вставку  $e$ , и смотря по тому, на сколько она выдвинута изъ хомута, больше или меньше передвигаютъ хомутъ съ телѣжкой.



Чтобы телѣжка  $a$  не увлекала съ собой телѣжки  $b$  при движеніи впередъ, придумана собачка  $g$  (черт. 84), которая задѣваетъ за выступы на нижней поверхности хомутовъ  $b_1$  и такимъ образомъ задерживаетъ ихъ движеніе, пока отводка  $l$  (черт. 86) не заставитъ собачку  $g$  опуститься, вслѣдствіе чего передвиженіе телѣжки  $b$  становится возможнымъ. Ось собачки  $g$  прикрѣплена къ кронштейну  $v$ , привинченному къ станинѣ.

Уголь засыпается въ желѣзный ковшъ  $A$ , откуда онъ поступаетъ въ два ящика; внутри послѣднихъ въ особыхъ направляющихъ движутся ползуны  $m$ , которые должны измельчать и подавать уголь на доску  $p$ , а затѣмъ дальше на колосники. Ползуны получаютъ свое движеніе отъ верхняго вала  $o_1$  посредствомъ двухъ кулаковъ  $r$  и четырехъ кулаковъ  $s$ , насаженныхъ на ось подъ угломъ въ  $90^\circ$  относительно другъ друга; изъ нихъ первые служатъ для подъема, а вторые для опусканія ползуновъ.

Передача движенія къ обоимъ валамъ совершается посредствомъ длинной эксцентриковой тяги  $i_1$  отъ приводнаго вала, помѣщеннаго надъ котлами. Тяга  $i_1$  соединена съ трехлапымъ дискомъ  $G_1$ , свободно сидящимъ на верхнемъ валу  $o_1$ , и посредствомъ тяги  $i$  передающимъ движеніе такому же диску  $G$ , свободно насаженному на валъ  $o$ . Диски  $G$  и  $G_1$  заставляютъ вращаться валы  $o$  и  $o_1$  посредствомъ собачекъ  $H$  и  $H_1$  и храповиковъ  $I$  и  $I_1$ .

Собачки  $P$  и  $P_1$  служатъ для установки дисковъ  $t$  и  $t_1$ , которые на верхней половинѣ снабжены рядомъ зубцовъ, а на нижней—выступомъ, который, смотря по положенію дисковъ  $t$  и  $t_1$ , раньше или позже отводитъ собачки  $H$  и  $H_1$ , чѣмъ регулируется уголъ вращенія валовъ  $o$  и  $o_1$  за одинъ оборотъ передаточнаго вала трансмиссіи. Эта установка дѣлается отъ руки. Чѣмъ менѣе выступы дисковъ  $t_1$  и  $t$  надвинуты по направленію къ собачкамъ  $H$  и  $H_1$ , тѣмъ стерженьки собачекъ  $H$  и  $H_1$ , скользящіе по выступу при движеніи лапъ  $G$  и  $G_1$  по направленію часовой стрѣлки, скорѣе сойдутъ съ нихъ и тѣмъ скорѣе они допустятъ сцѣпленіе собачекъ съ храповичками, а стало быть, и на большее число зубцовъ повернутся храповики  $I$  и  $I_1$  вмѣстѣ съ осями  $o$  и  $o_1$ , т. е., тѣмъ больше угла спустится въ топку и тѣмъ скорѣе совершатъ телѣжки свой путь втеченіе одного оборота передаточнаго вала (черт. 86 и 87).

Задніе концы колосниковъ лежатъ на желѣзномъ кругломъ брускѣ, опирающемся на боковые кронштейны  $D$ . Они же служатъ для установки задней доски  $C$ , на которой, равно какъ на колосникахъ  $L$ , должно происходить догораніе горячаго. — Для охлажденія доски  $C$ , служитъ паровая трубка  $B$ ,



опирающаяся концами на полуцилиндрическіе приливы въ кронштейнахъ *D*. Черезъ мелкія отверстія въ трубкѣ *B* можно направлять струйки пара на доску *C*. Планъ и видъ частей *C* и *D* представлены отдѣльно на черт. 83. Кромѣ подвижныхъ колосниковъ  $w_1$ , имѣются по бокамъ топки постоянные колосники  $w_2$  для защиты кирпичной кладки. Передніе концы ихъ опираются на особые кронштейны *F* (черт. 84, въ правомъ углу).

Нельзя не указать на большую сложность и деликатность системы Викарса; несомнѣнно также, что вслѣдствіе передвиженія большихъ, тяжелыхъ массъ взадъ и впередъ при невыгодныхъ условіяхъ (высокая температура частей, неудобство смазыванія), силы на приведеніе въ движеніе всѣхъ механизмовъ требуется больше, чѣмъ при существованіи однихъ вращательныхъ движеній. Но за то подвижные колосники прекрасно разрыхляютъ топливо, и потому система Викарса наиболѣе выгодна при сожиганіи дешеваго и сильно спекающагося угля.

Нѣсколько статистическихъ данныхъ о распространеніи механическихъ кочегаровъ въ Англіи далъ инженеръ *И. Спенсеръ* въ засѣданіи одного изъ лондонскихъ техническихъ обществъ \*). По его словамъ, въ Англіи въ началѣ 90-хъ годовъ существовало примѣрно 3600 механическихъ топокъ съ подвижными колосниками (изъ нихъ 2500 системы Викарса) и 11500 топокъ съ автоматическимъ подкидываніемъ топлива.

Изъ опытовъ произведенныхъ съ топкою Викарса укажу на тѣ, которые состоялись въ 1890 г. на королевской писчебумажной фабрикѣ въ *Вандсвортъ* (Wandsworth) съ двумя совершенно одинаковыми ланкаширскими котлами. Одинъ изъ котловъ былъ снабженъ топкою Викарса, другой отапливался въ ручную. Въ первомъ случаѣ оказалось возможнымъ перейти къ болѣе спекающемуся углю, который стоилъ 9,5 коп. пудъ, между тѣмъ какъ при второмъ котлѣ сожигался уголь въ 11 коп. пудъ. Несмотря на худшій уголь, приборомъ Викарса достигалась паропроизводительность въ 8,98, въ ручную же только 7 фун. Къ сожалѣнію, при описаніи этихъ опытовъ не оговорено, принять ли во вниманіе расходъ пара на передвиженіе частей рѣшетки?

Въ Россіи топки Викарса появились сравнительно недавно, но въ настоящее время онѣ уже введены въ нѣсколькихъ кочегаркахъ С.-Петербурга, между прочимъ, на Новой бумагопрядильнѣ (Обводный каналъ, 60) и на главной станціи с.-петербург-

---

\*) Zeitschrift der österreichischen Dampfkesseluntersuchungs-Gesellschaft, 1892. Стр. 105. Техническій Сборникъ, Москва, 1892. Стр. 273.



скихъ водопроводовъ (Шпалерная, 56), гдѣ онѣ дѣйствуютъ вполне удовлетворительно, по сообщенію завѣдывающаго станціею. Онѣ изготовляются на механическомъ заводѣ *В. Цолликофера* (Лубенская, 8), нѣсколько измѣнившаго въ деталяхъ англійскую конструкцию. На чертежахъ 82—87, любезно доставленныхъ мнѣ г. Цолликоферомъ, изображена именно эта видоизмѣненная топка.

### 19) Сводчатая перегородка для перемѣшиванія газовъ. Топка Вильмсмана.

Переходя къ описанію топокъ, въ которыхъ достигается бездымное горѣніе улучшеніемъ перемѣшиванія газовъ, находимъ, что въ большинствѣ случаевъ тѣми же средствами попутно достигается и равномерность температуры въ топкѣ.

Извѣстно, что не трудно достигнуть почти бездымнаго горѣнія на обыкновенной плоской рѣшеткѣ, если перекрыть ее сводчатымъ поясомъ изъ огнеупорнаго кирпича. Въ „Вѣстникѣ Общества Технологовъ“ \*) сообщается слѣдующій случай: на одной маленькой фабрикѣ въ С.-Петербургѣ былъ небольшой корнваллійскій котель, топка котораго постоянно дымила. Тяга была слаба, а труба слишкомъ низка для усиленной производительности завода. Сосѣди стали жаловаться на выдѣленіе дыма. Тогда заводчикъ устроилъ полусводъ толщиною въ полкирпича, глубиною въ кирпичъ, опирая его на колосниковую рѣшетку, на разстояніи 15 дюймовъ отъ лицевой стѣнки. Результатъ былъ поразительный: труба съ тѣхъ поръ дымитъ только при загрузкѣ топлива, но слабѣе прежняго, а между загрузками горѣніе вполне бездымное. Объясняется это явленіе лучшимъ перемѣшиваніемъ газовъ подъ аркой и вліяніемъ огнеупорной массы какъ регулятора теплоты. На этомъ же принципѣ основана и топка *Вильмсмана*, изображенная на черт. 88—91 (табл. XIV—XV). За серединою рѣшетки перекинута черезъ топку арка *f* (см. продольный разрѣзъ черт. 88), которая раздѣляетъ топочное пространство на двѣ половины; пролетъ подъ аркой всегда заполненъ слоемъ угля, такъ что сообщеніе между обѣими отдѣленіями топки производится только по каналамъ *t v*. По каналамъ *r* проводится свѣжій воздухъ въ заднее пространство топки, въ которомъ догораютъ углеводороды, образовавшіеся на передней половинѣ рѣшетки и по каналамъ *t v* перешедшіе за арку. Каналы показаны на поперечныхъ разрѣ-

---

\*) 1894. Стр. 110.



захъ: по  $AB$  (черт. 89), по  $CD$  и  $EF$  (черт. 90) и на планѣ (черт. 91). Температура въ этой топкѣ высокая и горѣніе бездымное, пока кочегаръ заботится о томъ, чтобы пролетѣть подъ аркой былъ совершенно закрытъ углемъ. Эта система одна изъ наиболѣе простыхъ дымогарныхъ топокъ. Неудобство ея состоитъ въ томъ, что арка лишаетъ кочегара возможности наблюдать за горѣніемъ на всей рѣшеткѣ и за состояніемъ стѣнокъ котла. Между тѣмъ, самый сильный жаръ сосредоточенъ за аркой, т. е. въ мѣстѣ недоступномъ для осмотра. Инженеры прирейнскаго общества по наблюденію за котлами, произвели испытаніе котла съ двумя подогрѣвателями, къ которому была придѣлана топка Вильмсмана. Результатъ былъ такой: паропроизводительность угля увеличилась противъ паропроизводительности при обыкновенной рѣшеткѣ, но испареніе на квадратную единицу поверхности нагрѣва уменьшилось. Горѣніе было полное и бездымное за исключеніемъ времени растопки \*).

## 20) Топки Тенбринка.

Мы уже выше познакомились съ топками съ наклонными колосниками, которыя даютъ очень хорошіе результаты какъ по экономіи топлива, такъ и по бездымному горѣнію. Остается рассмотреть еще одну весьма важную разновидность этихъ топокъ, которая отъ другихъ отличается тѣмъ, что наклонные колосники устраиваются не въ изолированномъ отъ котла топочномъ пространствѣ, а, наоборотъ, находятся въ тѣсной связи съ котломъ, извѣстная часть поверхности котораго входитъ въ составъ стѣнокъ, ограничивающихъ топку. Это — топки системы *Тенбринка*. Мы различаемъ двѣ разновидности ихъ — собственно приборы Тенбринка, которые характеризуются примѣненіемъ наклонныхъ колосниковъ къ особаго вида пріемникамъ съ внутреннимъ нагрѣвомъ, и топки Тенбринка въ обширномъ смыслѣ слова, при которыхъ особаго короткія горизонтальныя трубы (котлы), соединенныя съ главнымъ котломъ и расположенныя перпендикулярно къ его оси, ограничиваютъ топку съ задней стороны ея, составляя ея порогъ.

Короткіе котлы второй системы тенбринковыхъ топокъ будемъ называть *поперечными* тенбринковыми барабанами или кипячильниками, а котлы съ жаровыми трубами, въ которыхъ помѣщаются топки первой системы — *пріемниками* Тенбринка.

\*) Mittheilungen aus der Praxis etc., 1884. Стр. 76.



Котлы Тенбринка можно было бы рассмотреть также въ числѣ топокъ, отличающихся высокою температурою, наравнѣ съ другими топками съ наклонными колосниками. Причина, почему мы ихъ рассматриваемъ здѣсь, состоитъ въ томъ, что болѣе существеннымъ признакомъ ихъ является устройство, позволяющее дополнительное горѣніе газовъ при выходѣ послѣднихъ изъ топки.

Топки съ приемникомъ Тенбринка (первая система).

Цѣлый рядъ различныхъ конструкцій этихъ топокъ приведенъ на черт. 92—110. Приемникъ всегда помѣщается подъ главнымъ котломъ такъ, чтобы ось жаровой трубы составляла съ горизонтомъ уголъ, близкій къ  $45^\circ$ . Онъ соединяется съ котломъ либо въ одномъ мѣстѣ (черт. 92 и 93, табл. XVIII), либо въ двухъ мѣстахъ (черт. 94, 95, 98 и 100, табл. XVI—XVIII). Въ первомъ случаѣ вставляется въ рукавъ концентричная трубка, которая проводитъ свѣжую воду въ приемникъ, между тѣмъ какъ паръ поднимается кверху по кольцевому пространству между трубками. Во второмъ случаѣ верхній рукавъ служитъ исключительно для удаленія пара; по нижней же трубѣ поступаетъ въ приемникъ вода изъ менѣе нагрѣтыхъ частей котла.

Уголь, разбитый предварительно до величины кусковъ въ орѣхъ, забрасывается въ желѣзный ковшъ, вставляемый въ загрузочный каналъ, и отсюда скатывается внизъ на рѣшетку. Нижніе слои топлива опираются на шлакъ и золу, заполняющіе поддувало до нижняго горизонта рѣшетки. Воздухъ для горѣнія поступаетъ въ топку отчасти черезъ зольниковую дверцу, отчасти черезъ отверстіе въ чугунной облицовочной плитѣ, устраиваемое подъ загрузочнымъ ковшомъ; въ третьихъ, имѣется еще надъ ковшомъ отверстіе, перекрываемое дверцою, открываніе которой легко регулировать винтомъ; оно служитъ для впуска воздуха съ цѣлью дополнительнаго горѣнія. Горѣніе въ топкѣ Тенбринка весьма совершенное, пламя топлива, горящаго на нижней части рѣшетки, направляется кверху на встрѣчу газамъ, выдѣляющимся изъ тѣхъ слоевъ, которые расположены выше и въ загрузочномъ каналѣ; тутъ же встрѣчаются эти газы со струею воздуха для дополнительнаго горѣнія, пересѣкающею направленіе ихъ движенія: происходитъ хорошее перемѣшиваніе и правильное сжиганіе.

При всѣхъ своихъ достоинствахъ эти топки имѣютъ и свои недостатки: громоздкость и дороговизну прибора Тенбринка, невозможность форсировать топку котла и нерѣдко случающуюся



порчу нѣкоторыхъ соединеній при нераціональномъ изготовленіи и неправильной конструкціи. Дѣйствительно, извѣстно нѣсколько примѣровъ, что перегорали отогнутые флянцы жаровой трубы въ поясѣ самаго оживленнаго горѣнія, на одной изъ верхнихъ производящихъ цилиндра. Это происходило отъ недостатковъ конструкціи: при небольшомъ діаметрѣ соединительныхъ рукавовъ, особенно при отсутствіи нижняго патрубка, слѣдовательно, при конструкціи по способу представленному на черт. 92 и 93 (табл. XVIII), при усиленной паропроизводительности паръ нерѣдко застаивается въ приѣмникѣ Тенбринка, не находя выхода, вслѣдствіе чего стѣнки не охлаждаются водою и перегораютъ. Вотъ почему подобная конструкція теперь считается устарѣлой.

Другой родъ порчи происходилъ нерѣдко въ жаровыхъ трубахъ нѣсколько выше середины рѣшетки — образованіе отдулинъ. Объясняется появленіе ихъ тѣмъ, что при увеличенной производительности котла, паръ не имѣетъ достаточно времени отдѣлиться отъ поверхности трубы, на которой онъ образовался и застаивается, образуя паровую оболочку, которая не передаетъ теплоты далѣе, листы жаровыхъ трубъ сильно нагрѣваются и, расширяясь, образуютъ отдулины. Изъ этого слѣдуетъ, что помимо конструктивныхъ мѣръ для облегченія циркуляціи воды въ котлѣ надо строго слѣдить за тѣмъ, чтобы котлы не работали слишкомъ напряженно. Парообразование въ 17 килораммовъ на каждомъ квадратномъ метрѣ поверхности нагрѣва въ часъ (или 3,8 фунт. на квадратномъ футѣ) считается обыкновенно высшимъ предѣломъ, если только трубы для выдѣленія пара достаточно просторны.

Понятно, что только самое лучшее желѣзо при вполнѣ добросовѣстномъ изготовленіи трубъ и осторожномъ отгибаніи флянецвъ можетъ гарантировать безупречную службу прибора Тенбринка.

Топки Тенбринка заграницей (напр., въ южной Германіи) довольно распространены, у насъ же онѣ устраиваются сравнительно рѣже. Укажу на нѣкоторые изъ котловъ Тенбринка, которые я имѣлъ случай видѣть:

а) топки поставленныя *с.-петербургскимъ металлическимъ заводомъ* въ Новомъ Адмиралтействѣ, въ Арсеналѣ, на писчебумажной фабрикѣ *Паллизена* (Кожевенная линія, 9), на бѣлизильной фабрикѣ *Струка* (17-я линія, 48), на *металлическомъ заводѣ* (Полюстровская набережная, 19), на заводѣ *Жукова* и въ г. Туль — на оружейномъ заводѣ;

б) топки поставленныя *нарвскимъ машиностроительнымъ заводомъ Д. Зиновьева и К<sup>о</sup>* въ Арсеналѣ (по Симбирской улицѣ);



в) топки поставленныя котельнымъ и механическимъ заводомъ *Фицнера и Гампера въ Сельцахъ* на костеобжигательномъ заводѣ на о. Рѣзвомъ.

Приложенные чертежи даютъ понятіе о томъ, какъ удобно бываетъ присоединеніе топокъ Тенбринка къ котламъ какихъ бы то ни было системъ: къ котлу съ жаровыми трубами (черт. 94, табл. XVІІІ), къ котлу съ подогревателями (черт. 95, 98, 99, табл. XVI и XVІІІ), къ батарейному котлу (черт. 100—103, табл. XVII—XIX), къ котлу съ кипятилниками (черт. 92, табл. XVІІІ), къ котлу съ дымогарными трубками (черт. 96 и 97, табл. XVI) и къ котлу системы *Дюпюи* (черт. 93, табл. XVІІІ). Черт. 97 изображаетъ передній видъ котла съ приѣмникомъ.

Иногда располагаютъ цилиндрической приѣмникъ не горизонтально, а подъ угломъ около  $45^\circ$ ; топочную же трубу вставляютъ параллельно оси котла, такъ что ея флянцы соединяются не съ цилиндрической поверхностью, а съ днищами приѣмника. Такое расположеніе показано на черт. 98—103.

На черт. 100—103 представлены разрѣзы большого батарейнаго котла съ поверхностью нагрѣва въ 116 квадр. метровъ (1250 квадр. футовъ), работающаго при давленіи въ 7 атмосферъ (110 русскихъ фунтовъ на квадратный дюймъ) и изготовленнаго также с.-петербургскимъ металлическимъ заводомъ для Императорскаго тульскаго оружейнаго завода. Чертежи 101 и 102 изображаютъ (въ  $\frac{1}{48}$  натуральной величины) разрѣзы по *EF* и *GH*, а черт. 103—планы по *CD* и *AB*. Котель, представленный на черт. 98 и 99 (табл. XVI), изготовленъ также металлическимъ заводомъ по заказу с.-петербургской фабрики Жукова.

Весьма компактное и интересное примѣненіе принципа Тенбринка къ котлу для отопленія зданій принадлежитъ директору с.-пб. металлическаго завода, инженеръ-технологу *О. Е. Крелю*. Этотъ котель, поставленный на томъ же заводѣ, изображенъ на черт. 104—110 (табл. XIX и XX) въ  $\frac{1}{16}$  натуральной величины. Онъ отличается отъ предыдущихъ конструкцій тѣмъ, что наклонные колосники помѣщены внутри самаго котла, оси котораго для этой цѣли приданъ наклонъ, т. е. самъ котель играетъ роль тенбринкова приѣмника. Жаровая труба *M* котла соединена у передняго своего конца съ цилиндрической же огневой камерой *N*, изъ которой газы направляются въ трубу *J* по дымогарнымъ трубкамъ, соединяющимъ огневую коробку съ дымовой коробкой *P*. Противъ каждой изъ трубокъ устроены короткія трубки, вставленныя въ переднія днища котла и огневой коробки и служащія для осмотра и очистки дымогарныхъ трубокъ. Во время дѣйствія



котла, онѣ закрываются пробками. Черт. 106 представляетъ фасадъ котла, черт. 107—поперечный разрѣзь по *CDEF* и черт. 108—поперечный разрѣзь по *GH* черезъ огнеую коробку. Поперечный разрѣзь черезъ дымовую коробку по *JK* изображенъ на черт. 109, а задній видъ котла—на черт. 110. Черт. 105 представляетъ разрѣзь котла плоскостью, параллельною колосникамъ, причемъ для трубы она проведена по оси трубы, а для котла и огневой коробки—по оси котла.

Такъ какъ детали этой специальной топки представлены въ крупномъ масштабѣ, то я воспользуюсь ими, чтобы описать устройство рѣшетки и лицевой топочной доски, употребляемыхъ при этихъ топкахъ.

Колосники отлиты съ верхнимъ крюкообразнымъ концомъ, посредствомъ котораго они подвѣшены къ поперечинѣ, отлитой вмѣстѣ съ плитою, на которую подается горючій матеріалъ для подогрева и возгонки углеводородовъ (черт. 104). Эта плита, соединенная болтами съ боковыми стѣнками *s* (черт. 108), составляетъ съ ними корыто для приѣма топлива, и подвѣшивается посредствомъ болтовъ къ чугунной лицевой доскѣ. Чугунная перегородка *r* ограничиваетъ коробку съ верхней стороны. Смотря по величинѣ кусковъ угля, устанавливають перегородку выше или ниже, для чего устроены двѣ пары направляющихъ выступовъ. Топочная дверца *p*, вращающаяся около горизонтальной оси, снабжена особымъ приливомъ у ушка, черезъ которое продѣта ось; при полномъ открываніи дверцы, выступъ этотъ опирается о приливъ въ чугунной лицевой доскѣ, вслѣдствіе чего дверца останавливается неподвижно въ положеніи, при которомъ она составляетъ продолженіе подготовительной плиты, послѣ чего на полученномъ такимъ образомъ столѣ устанавливается приѣмный ковшъ *m*, который всегда долженъ быть наполненъ углемъ. Дверца *n* служитъ для регулированія впуска воздуха для дополнительнаго горѣнія; она устанавливается въ желаемомъ положеніи посредствомъ винта снабженнаго маховичкомъ. Вотъ детали, общія всѣмъ топкамъ этого рода.

Особенностью даннаго типа тенбринкова котла надо считать устройство особыхъ перегородокъ *V* (черт. 105 и 108) въ огневой коробкѣ, устанавливаемыхъ посредствомъ задвижки, которыя не допускаютъ притока свѣжаго воздуха непосредственно въ огнеую коробку, а также добавку особой приѣмной коробки *O* для шлака, откуда онъ время отъ времени извлекается черезъ дверцу *S*. Зола, проваливающаяся черезъ промежутки колосниковъ, собирается въ тазъ *Z* (черт. 103). Указанный типъ нельзя не признать заслу-



живающимъ вниманія для цѣлей отопленія, вслѣдствіе оригинальности и компактности; однако же сложность конструкціи мѣшала его распространенію. По сообщенію инженеровъ завода, при опытахъ, произведенныхъ съ котломъ, паропроизводительность угля была доведена до 9 фунтовъ; при усиленной тягѣ сожигалось до 139 кил. угля въ часъ на квадратномъ метрѣ площади рѣшетки и получалось до 28,8 килогр. пара съ cadaго квадратнаго метра поверхности нагрѣва (31,5 и 6,6 фун. на 1 квадр. футъ). Это доказываетъ, что въ экстренныхъ случаяхъ, при хорошемъ надзорѣ и тщательномъ изготовленіи котла, бываетъ возможно нѣсколько отступать отъ указанной выше нормы парообразованія.

Въ топкѣ Тенбринка можно сожигать вполне бездымно всѣ сорта угля, кромѣ тѣхъ, которые даютъ много шлака, потому что образовавшійся шлакъ нерѣдко крѣпко пристаеъ къ колосникамъ, останавливаетъ движеніе массы угля находящейся выше и потому ниже образуются на рѣшеткѣ мѣста непокрытыя углемъ кочегару приходится шуровать и такимъ образомъ разстраивается правильный установившійся ходъ горѣнія \*).

Въ Берлинѣ производились опыты съ большимъ котломъ съ поверхностью нагрѣва въ 200 квадратныхъ метровъ, причемъ на каждомъ квадратномъ метрѣ площади рѣшетки сожигалось 112 килогр. верхнесилезскаго угля въ часъ (25,5 фун. на 1 квадр. футъ) безъ выдѣленія дыма; даже при расходѣ топлива въ 180 килогр. (41 фун. на 1 квадр. футъ рѣшетки) выдѣленіе дыма было незначительно \*\*).

Оригинальное видоизмѣненіе котла Тенбринка привилегировано заводчикомъ *Куномъ* (Kuhn, Stuttgart). Черт. 111 (табл. XX) представляетъ продольный, а черт. 112—поперечный разрѣзъ топки его системы. Въ обыкновенномъ корнваллійскомъ котлѣ съ волнистою жаровою трубою переднія три кольца жаровой трубы уширены. Въ стѣнки средняго кольца вставлена горизонтальная труба, по которой циркулируетъ вода. Передъ нею устроена наклонная рѣшетка. Воздухъ и уголь подводятся такъ же, какъ при обыкновенной конструкціи. Очевидно, эта система имѣетъ тѣ же достоинства, какъ обыкновенная, но отличается большею компактностью и меньшею потерей черезъ лучеиспусканіе. Многочисленные опыты доказали хорошее дѣйствіе этой системы.

\*) Докладъ инженера *Хаге* въ журналѣ „Mittheilungen aus der Praxis“, 1883. Стр. 137.

\*\*) Сообщение инженера *Шнейдера*, „Mittheilungen aus der Praxis“, 1884. Стр. 162.



Котлы системы Тенбринка слѣдуетъ признать прекрасно дѣйствующими дымогарными топками, дающими, кромѣ того, высокій коэффициентъ полезнаго дѣйствія. Но они должны быть изготовлены изъ вполне хорошаго матеріала и работа должна быть исполнена добросовѣстно, иначе въ нихъ могутъ появляться вредныя напряженія, ведущія къ порчѣ. Только самымъ лучшимъ заводамъ, спеціально занимающимся такими работами, можно довѣрять изготовленіе сложныхъ тенбринковыхъ пріемниковъ и деталей топки Куна. Менѣе трудна постройка поперечныхъ котловъ второй системы. Другое условіе, которое должно быть соблюдено въ котлахъ Тенбринка, также указано выше,—не слѣдуетъ форсировать работу котла.

Поверхность нагрѣва въ пріемникѣ Тенбринка дѣйствуетъ весьма интенсивно, способствуя быстрой циркуляціи воды въ котлѣ и скорому ея нагрѣву. Работа кочегара сравнительно легкая.

Въ отчетѣ за 1887 годъ баварскаго общества по наблюденію за котлами имѣются интересныя данныя относительно ремонта котловъ Тенбринка \*). На заводахъ, принадлежащихъ членамъ этого общества, имѣлось до 131 топки Тенбринка (только *первой* системы); втеченіе 8 лѣтъ, разсматриваемыхъ отчетомъ, 107 топокъ дѣйствовали вполне исправно безъ ремонта, а 24 топки (19%) получили втеченіе этого времени трещины, отдулины и проч. Главный инженеръ общества объясняетъ число поврежденій тѣмъ, что при первомъ введеніи топокъ Тенбринка не обращали должнаго вниманія на хорошее качество матеріала и работы. Онъ находитъ, что въ настоящее время причины могущихъ происходить поврежденій выяснились, и что теперь котлы Тенбринка подвергаются ремонту котловъ не чаще другихъ системъ, если только уходъ за ними правильный.

Котлы Тенбринка съ наружнымъ нагрѣвомъ (вторая система).

Принципъ Тенбринка примѣняется также къ котламъ съ наружной топкою. Въ такомъ случаѣ устраивается ступенчатая или наклонная рѣшетка въ особомъ топочномъ пространствѣ, ограниченномъ сбоку и сзади кирпичными стѣнками, а сверху небольшимъ поперечнымъ барабаномъ. Такого рода топки изображены на чертежахъ 113 и 114 (табл. XVI), на которыхъ буквою *P* обозна-

\*) Журналъ „Dampf“, 1888, стр. 187.



чень кипятильникъ, соединенный съ верхнимъ котломъ двумя или тремя рукавами. Черт. 115 и 116 (табл. XVII) изображаютъ примѣненіе этого принципа къ котлу съ дымогарными трубками. Поперечный котель соединенъ съ главнымъ котломъ однимъ широкимъ рукавомъ съ циркуляціонною трубкою. Второй поперечный котель служитъ грязевикомъ. Воздухъ для дополнительнаго горѣнія поступаетъ въ топку изъ канала  $L$  по отверстіямъ (не показаннымъ на чертежѣ). Газы тѣсно сближаются, огибая поперечные котлы, и перемѣшиваются съ воздухомъ, идущимъ на встрѣчу имъ изъ-подъ верхней дверцы; подъ вліяніемъ высокой температуры топки происходитъ полное и бездымное сожиганіе газовъ. Эта система также можетъ быть примѣнена ко всѣмъ типамъ котловъ (за исключеніемъ развѣ водотрубныхъ), и такъ какъ она проще топки Тенбринка съ внутреннимъ нагрѣвомъ, то въ послѣднее время получила за границей большое распространеніе. Иногда устраиваютъ два поперечныхъ котла  $P_1$  и  $P_2$  (черт. 117 и 118, табл. XVII и XX), между которыми поднимаются газы кверху. Эту систему употребляетъ съ успѣхомъ извѣстный машиностроительный и механичскій заводъ *Куна* въ Штутгартѣ. Его котлы отличаются отъ котла изображеннаго на черт. 117 тѣмъ, что поперечные котлы  $P_1$  и  $P_2$  соединены съ верхними котлами не патрубками, а особыми желѣзными горловинами, т. е. они соединены съ ними почти вплотную, что, конечно, облегчаетъ выходъ пара изъ кипятильниковъ, но исполненіе подобнаго соединенія не легко. Такой котель изображенъ на черт. 118. Изъ числа 2185 котловъ, устроенныхъ этою фирмою, свыше 450 снабжены патентованными (для наружнаго и внутренняго нагрѣва) топками Куна, о правильномъ дѣйствіи которыхъ фирма получила многочисленныя заявленія. Особенно слѣдуетъ обратить вниманіе на фильдовскій котель съ топкою Куна (черт. 119), въ виду того, что вообще не легко найти удачнаго примѣненія какой бы то ни было дымогарной топки къ маленькимъ вертикальнымъ котламъ.

Тенбринкова топка второй системы представлена на черт. 120—124 (табл. XIX и XXI). Эти котлы съ поверхностью нагрѣва въ 132 квадр. метр. (1420 квадр. фут.), исполнены механическимъ заводомъ *Г. Рохова* въ Оффенбахѣ для пивовареннаго завода *Г. Николаи* въ Ганау. Рабочее давленіе—6 атмосферъ. Чертежи въ  $\frac{1}{75}$  натуральной величины \*). Черт. 120 представляетъ продольный разрѣзъ, а

\*) Чертежи позаимствованы изъ альбома „*Neuere Dampfkessel-Konstruktionen*“.



черт. 121—планы, причемъ на верхней половинѣ представлены главные котлы, а на нижней—подогрѣватели. Черт. 122 до 124 изображаютъ поперечные разрѣзы по *gh*, *ab* и *cd*, и разъясняютъ способъ устройства вертикальныхъ перегородокъ, ограничивающихъ дымоходы.

## 21) Пустотѣлые пороги.

Топки съ пустотѣлыми порогами въ большомъ ходу въ Англіи, гдѣ ихъ рекомендуютъ такіе авторитеты, какъ главные инженеры обществъ по наблюденію за котлами. Польза ихъ несомнѣнна для сожиганія дыма: они нагрѣваютъ воздухъ, поступающій въ топку въ концѣ рѣшетки и заставляютъ его хорошо перемѣшиваться съ продуктами горѣнія. Но если такимъ образомъ достигается бездымное горѣніе, то въ большинствѣ случаевъ это происходитъ на счетъ полезнаго дѣйствія котла: понятно, что если количество воздуха, поступающее за порогъ немедленно послѣ загрузки свѣжаго топлива, достаточно для бездымнаго горѣнія, то между загрузками окажется въ топкѣ излишекъ воздуха, если не приняты мѣры для прикрыванія выходныхъ отверстій; въ послѣднемъ же случаѣ теряется идеальная простота прибора.

Такимъ образомъ, достоинства и недостатки пустотѣлыхъ пороговъ состоятъ въ слѣдующемъ:

а) пороги безъ задвижекъ для регулированія притока воздуха; они дешевы и чрезвычайно просты, не нуждаются въ ремонтѣ; ихъ можно всюду пристраивать легко и быстро безъ долговременной остановки дѣйствія котла; горѣніе бездымное, но притокъ воздуха значительный, уносящій непроизводительно много тепла въ дымовую трубу.

б) пороги съ задвижками для регулированія притока воздуха; они сложнѣе первыхъ, но также быстро пристраиваются къ топкѣ; горѣніе бездымное и экономное, если только кочегаръ правильно слѣдитъ за регулированіемъ задвижками.

Пустотѣлые пороги давно извѣстны въ Англіи („split bridge“). Первая привилегія была взята тамъ *I. Парксомъ* (Josiah Parkes) въ 1820 г.; его идея съ тѣхъ поръ повторяется въ различныхъ видоизмѣненіяхъ. Инженеры манчестерскаго общества по наблюденію за котлами удостовѣряютъ полезное дѣйствіе этихъ пороговъ по отношенію къ бездымному горѣнію, но не полагаютъ, чтобы они способствовали экономіи топлива. Если площадь отверстія въ нихъ меньше двухъ квадратныхъ дюймовъ на одинъ квад-



ратный футъ площади рѣшетки, то они считаютъ излишнимъ регулирование притока воздуха для дополнительнаго горѣнія.

Изъ большого числа пустотѣлыхъ пороговъ, укажу на нѣсколько простыхъ и извѣстныхъ конструкцій.

#### Порогъ Ротзипера.

Порогъ *Ротзипера* (Rottsieper) состоитъ изъ двухъ коробокъ *a* и *b* (черт. 125 и 126, табл. XXI): *a* устанавливается на кирпичномъ порогѣ и въ ней вставляется коробка *b*, снабженная рядомъ реберъ. Такимъ образомъ, получается рядъ каналовъ, по которымъ протекаетъ воздухъ, поступающій въ пустотѣлый порогъ по плоской чугунной трубѣ *c*. Величина отверстія канала *c* регулируется вставляемыми въ него кирпичами, пока не получится бездымное горѣние. Рекомендуются приборъ арматурнымъ заводомъ *P. Шварцкопфа*, въ Берлинѣ.

#### Топка Ковицке.

Въ настоящее время получила большое распространение топка изобрѣтенная берлинскимъ механикомъ *Ковицке*. Существенная часть топки—чугунный полый порогъ (черт. 127 и 128, табл. XXII), раздѣленный вертикальными ребрами на рядъ вертикальныхъ каналовъ, по которымъ воздухъ для дополнительнаго горѣнія поступаетъ въ пролетъ, встрѣчая струю продуктовъ горѣнія подъ прямымъ угломъ, чѣмъ еще болѣе усиливается перемѣшиваніе его съ газами. Воздухъ значительно подогрѣвается въ каналахъ и выступаетъ въ пролетъ съ довольно большою скоростью, такъ какъ каналы суживаются къ выходу, гдѣ ширина ихъ составляетъ около 30 *mm*. Притокъ воздуха регулируется съ помощью пары жалюзиобразныхъ заслонокъ, установленныхъ въ нижней части порога; онѣ закрываются и открываются съ помощью тяги, которая у ручки снабжена рядомъ вырѣзовъ, такъ что кочегаръ можетъ ее установить въ любомъ положеніи, при чемъ заслонки будутъ въ желаемой степени закрывать нижнюю часть порога, въ которую поступаетъ воздухъ. Очертаніе верхней части порога имѣетъ также вліяніе на дѣйствіе прибора. Послѣ ряда опытовъ, изобрѣтатель остановился на выпуклой формѣ для употребленія въ жаровыхъ трубахъ.

На черт. 129 до 131 (табл. XXI) изображена топка Ковицке въ томъ видѣ, въ какомъ она устраивается для котловъ съ жаровыми трубами по новѣйшимъ исполненіямъ изобрѣтателя. Порогъ опирается на чугунную поперечину *A* (черт. 131), поддерживающую задніе концы колосниковъ, и на чугунную же доску *B*, приставлен-



ную къ низкому кирпичному порогу. *A* и *B* соединены болтами. На черт. 129 видно, что средняя часть порога имѣетъ выпуклую форму, по бокамъ же устроены выступы въ видѣ роговъ, подводящіе струйки воздуха подъ нѣкоторымъ угломъ къ нормальному теченію газовъ. Заслонки регулируютъ только притокъ воздуха къ среднимъ каналамъ, такъ что воздухъ по боковымъ ходамъ всегда протекаетъ въ топку. На черт. 131 задвижка представлена въ открытомъ, а на черт. 130—въ закрытомъ положеніи. Тамъ же изображенъ чугунный катарактъ *GH*, автоматически регулирующий притокъ воздуха. Въ коробкѣ *H* имѣется сильный часовой механизмъ, дѣйствующій на проволоку, поддерживающую гирю *J*, и соединенную съ рычагомъ, который можетъ передвигать тягу *a* изъ одного положенія въ другое. Посредствомъ рычага, вращающагося около горизонтальной оси у коробки *H*, поднимаютъ грузъ *J* въ верхнее положеніе (черт. 130), послѣ загрузки топлива. Отъ дѣйствія часового механизма грузъ опускается медленно внизъ и при этомъ заставляетъ задвижки закрываться. Механизмъ можно регулировать такимъ образомъ, чтобы время опусканія груза какъ разъ соотвѣтствовало промежутку между двумя загрузками топлива.

Для котловъ съ наружнымъ нагрѣвомъ, Ковицке придаетъ порогу вогнутую форму, какъ видно на черт. 132 и 133. Порогъ здѣсь довольно длинный; онъ состоитъ изъ двухъ частей, установленныхъ на двухъ чугунныхъ брускахъ *A* и *B*, которые между собою соединены двумя болтами. Въ поперечномъ разрѣзѣ (на черт. 132) заслонки показаны въ закрытомъ положеніи. Плоскость горизонтальнаго разрѣза проведена нѣсколько выше нижняго конца вертикальныхъ реберъ. Задняя стѣнка порога представляетъ собою косую поверхность; цѣль этого устройства, вѣроятно, направленіе заднихъ струекъ воздуха подъ нѣкоторымъ угломъ къ струѣ воздуха, скользящей по передней стѣнкѣ.

Черт. 134 и 135 (табл. XXIII) представляютъ поперечный и горизонтальный разрѣзы порога подобной же конструкціи; только задній брусокъ *B* снабженъ приливомъ, образующимъ стѣнку для укрѣпленія кладки, составляющей нижнюю часть порога. Стѣнка посрединѣ имѣетъ окно, закрываемое приставною дверцею, что видно на черт. 136 (табл. XXII), изображающемъ устройство порога въ топкѣ локомобильнаго котла. Порогъ въ этомъ случаѣ дѣлается очень высокимъ, чтобы проводить въ топку достаточное количество сильно нагрѣтаго воздуха.

Черт. 137 и 138 изображаютъ примѣненіе порога Ковицке къ водотрубному котлу, а черт. 139—къ котлу съ дымогарными



трубками. Черт. 140 и 141 — продольный и поперечный разрѣзы ланкаширскаго котла съ порогомъ Ковицке, который подлежалъ испытанію въ Берлинѣ при конкурсѣ дымогарныхъ топокъ (см. ниже).

Приборъ Ковицке испытывался за границей много разъ инженерами обществъ по наблюденію за котлами. Силезское общество удостовѣряетъ, что въ ланкаширскомъ котлѣ (съ поверхностью нагрѣва въ 570 квадр. фут.) достигнуто было полезное дѣйствіе до 77%, между тѣмъ какъ тотъ же котелъ послѣ разборки прибора давалъ только 68,6%; при опытахъ, произведенныхъ также съ ланкаширскимъ котломъ (поверхность нагрѣва = 400 квадр. фут.) послѣ введенія порога паропроизводительность угля съ 5,49 поднялась до 6,54 фунтовъ и т. д. Фирмою Ковицке продано уже около 1000 штукъ пороговъ, между прочимъ 42 въ Россіи. Въ С.-Петербургѣ порогъ Ковицке примѣненъ къ ланкаширскимъ котламъ тюлевой фабрики (на с.-петербургской набережной Большой Невки); онъ дѣйствуетъ вполне удовлетворительно; при исключеніи его изъ дѣйствія, выдѣленіе дыма немедленно и значительно усиливается. Наблюдая за горѣніемъ черезъ окна, продѣланныя въ задней стѣнкѣ кладки котла, я замѣчалъ послѣ подкидыванія топлива моментальное выдѣленіе дыма на рѣшеткѣ, который однако же исчезалъ черезъ нѣсколько секундъ, между тѣмъ какъ топки сосѣднихъ котловъ, работавшихъ безъ прибора Ковицке, оказывались темными втеченіе почти всего промежутка между загрузками топлива, такъ какъ жаровыя трубы почти все время были наполнены дымомъ.

И такъ, за порогомъ *Ковицке* надо признать слѣдующія достоинства: при надлежащемъ уходѣ, онъ почти совсѣмъ уничтожаетъ выдѣленіе дыма, и во многихъ случаяхъ въ состояніи дать экономію въ расходѣ топлива. Устройство его вполне рационально и несложно; въ виду простоты устройства онъ не долженъ подлежать скорому ремонту; расходы по установкѣ малы. Онъ удобопримѣнимъ при всѣхъ системахъ котловъ; его можно пристроить въ самый короткій срокъ, при чемъ не требуется никакихъ измѣненій въ котлѣ, и такъ какъ онъ не соединяется съ котломъ ни болтами, ни заклепками, то его легко удалить въ случаѣ необходимости. Регулированіе притока воздуха очень простое. Воздухъ значительно подогрѣвается въ порогѣ.

Недостатокъ прибора состоитъ въ томъ, что онъ нисколько не уменьшаетъ труда кочегара; напротивъ, только очень внимательный и добросовѣстный кочегаръ будетъ работать съ нимъ удовлетворительно.



Катарактъ едва-ли приносить пользу и наблюдение за правильнымъ дѣйствіемъ его, въ большинствѣ случаевъ, только отвлекаетъ вниманіе кочегара отъ его прямыхъ обязанностей. Какъ ни привлекательна мысль механическаго регулированія притока воздуха,—въ дѣйствительности она почти всегда оказывается непрактичною.

#### ТОПКА ЧЁББА.

Пустотѣлый порогъ Чёбба извѣстенъ уже давно; онъ представленъ отдѣльно на черт. 142 (табл. XXII) въ томъ видѣ, въ какомъ онъ экспонировался еще на лондонской выставкѣ дымосожигательныхъ приборовъ въ 1882 г. Порогъ имѣетъ двѣ системы каналовъ, направляющихъ воздухъ или въ топку на встрѣчу газамъ, или въ пролетъ надъ порогомъ перпендикулярно къ движенію газовъ. Выходныя отверстія каналовъ довольно узки (3—4 *mm.*). Притокъ воздуха регулируется посредствомъ двухъ крышекъ съ соотвѣтствующими рычагами и тягами. Порогъ дѣйствовалъ хорошо на лондонской выставкѣ, и можетъ быть рекомендованъ одинаково съ другими пустотѣлыми порогами, однако же не для всякаго горючаго матеріала, въ виду того, что узкія щели его легко залѣпляются золой или шлакомъ. Кромѣ того, все устройство тяжелое и массивное. Порогъ Чёбба изготовляется, между прочимъ, берлинскимъ механическимъ заводомъ „Циклопъ“. Черт. 143 и 144 (табл. XXIII) изображаютъ ланкаширскій котель съ топкою Чёбба, испытанный на берлинскомъ конкурсѣ дымогарныхъ топокъ.

#### ПРИБОРЪ ШТАУСА.

Приборъ *Штауса* (C. W. Stauss, Berlin), изображенный на черт. 145 до 148 (табл. XXIII и XXIV), состоитъ изъ системы чугунныхъ плитъ *a*, установленныхъ вертикально за порогомъ надъ воздушной камерой, которая въ случаѣ внутренняго нагрѣва котла устраивается изъ чугуна (черт. 145 и 146), а въ случаѣ отопленія котла снизу составляетъ выемку *b* въ кладкѣ (черт. 147 и 148). Чугунныя плиты *a* снабжены ребрами наверху и внизу, такъ что каждая двѣ сосѣднія плиты образуютъ каналъ, по которому отчасти протекаютъ газы. Между отдѣльными парами плитъ остается небольшой зазоръ *s*, по которому свѣжій воздухъ, нагрѣтый горячими плитами, направляется кверху на встрѣчу газамъ. Плиты соединяются посредствомъ болтовъ *u* и *d*. Клапаномъ *e* регулируется притокъ воздуха въ камеру *b*, что производится автома-



тически посредствомъ коническихъ шестерень (заключенныхъ въ особую чугунную коробку), тяги  $f$ , рычага  $g$  (см. черт. 149) и катаракта  $l$ , укрѣпленнаго на лицевой доскѣ топочной трубы посредствомъ кронштейна  $m$ . Катарактъ (черт. 149 и 150, табл. XXIV) представляетъ собою вертикальный цилиндръ, примѣрно на половину наполненный глицериномъ, внутри котораго движется колпакъ, закрытый наверху и соединенный съ рычагомъ  $g$  посредствомъ проволоки, перекинутой черезъ блокъ. Вслѣдствіе собственнаго вѣса, колпачекъ мало по малу опускается по мѣрѣ того, какъ воздухъ изъподъ него вытекаетъ наружу черезъ небольшое отверстіе у  $n$ , величина котораго регулируется посредствомъ винта. Кочегаръ послѣ загрузки угля поднимаетъ кверху колпакъ и ставитъ проволоку съ рычагомъ  $g$  въ такое положеніе, при которомъ дымъ изъ трубы не выдѣляется. Затѣмъ колпачекъ, опускаясь медленно, поворачиваетъ задвижку, дѣйствуя на рычагъ  $g$ , пока не дойдетъ до нижняго своего положенія. Скорость движенія колпачка регулируется такъ, чтобы періодъ опусканія соотвѣтствовалъ промежутку между двумя загрузками. Кронштейнъ  $k$  служитъ поддержкою для стержня  $f$ .

Многочисленныя свидѣтельства, выданныя изобрѣтателю частными лицами и представителями заводууправленій, доказываютъ успѣшное дѣйствіе прибора.

Приборъ Штауса отличается простотою; его можно собрать на мѣстѣ втеченіе одного дня; по заявленію изобрѣтателя, промежутки между плитками засариваются рѣдко, такъ что чистить приходится ихъ не чаще какъ черезъ 6 — 9 мѣсяцевъ; срокъ службы ихъ неопредѣленный (есть приборы, дѣйствовавшіе болѣе 2-хъ лѣтъ); цѣна прибора очень мала; катарактъ отличается простотою—въ немъ нѣтъ ни пружинъ, ни сложной передачи.

## 22) Примѣненіе пара.

Довольно простымъ средствомъ для лучшаго перемѣшиванія продуктовъ горѣнія является примѣненіе пара, направляемаго въ самую топку. Вліяніе пара на улучшеніе горѣнія было доказано опытами во многихъ частныхъ случаяхъ, хотя не всегда достигалась экономія горючаго матеріала, въ виду усиленнаго его расхода. Дѣйствіе пара, по всей вѣроятности, не только механическое, но и химическое. Струя пара способствуетъ перемѣшиванію продуктовъ горѣнія съ воздухомъ, и кромѣ того, оживляетъ горѣніе, увеличивая тягу. Что присутствіе водяныхъ



паровъ выгодно также вслѣдствіе извѣстнаго химическаго дѣйствія,—давно уже предполагалось, но по недостатку опытовъ нельзя было до сихъ поръ вполне выяснитъ, въ чемъ именно состоитъ это вліяніе. Впрочемъ, приведенные ниже опыты довольно ясно констатируютъ этотъ фактъ.

### ТОПКА ТЬЕРИ.

Перемѣшиваніе продуктовъ горѣнія въ топкѣ посредствомъ струи пара было испытано *Тьері* (Thierry) въ 60-хъ годахъ, а англійскіе инженеры работали въ этомъ же направленіи еще въ тридцатыхъ годахъ. Устройство его изображено на черт. 151 и 152 \*) (табл. XXIII) въ примѣненіи къ котлу съ кипятилниками. Отъ пароваго пространства отведена тонкая трубка *m*, соединенная съ змѣвикомъ *n*, расположеннымъ внутри кладки печи. Конецъ змѣвика сообщенъ съ поперечною трубкою *p*, подвѣшенной къ передней стѣнкѣ топки, и снабженной отверстіями съ діаметромъ отъ 2 до 2½ миллиметровъ, черезъ которыя паръ поступаетъ въ топку по различнымъ направленіямъ, перемѣшивая газы и такимъ образомъ улучшая горѣніе. Въ змѣвикѣ *n* паръ освобождается отъ влаги и отчасти перегрѣвается, чѣмъ, конечно, усиливается его дѣйствіе. (На чертежѣ трубки представлены для простоты сплошными линіями, хотя онѣ расположены въ кладкѣ).

Съ этой топкою производились въ *Мюльгаузенѣ* опыты \*\*), имѣвшіе цѣлью прослѣдить—получается-ли бездымное горѣніе и вмѣстѣ съ тѣмъ экономія топлива. Инженеры мюльгаузенскаго промышленнаго общества убѣдились въ томъ, что горѣніе было бездымное и болѣе совершенное, чѣмъ безъ содѣйствія пара, и что вслѣдствіе этого получалась нѣкоторая экономія топлива: паропроизводительность угля оказалась въ 7,574 фн. безъ прибора и въ 7,651 фн. съ приборомъ Тьері. Но такъ какъ расходъ пара былъ довольно великъ, то за вычетомъ его, паропроизводительность угля уменьшилась до 7,104. По мнѣнію проф. *Гирша* \*\*\*) результаты примѣненія способа Тьері къ паровознымъ топкамъ, были лучше; онъ приписываетъ это обстоятельство лучшей тягѣ при паровозныхъ котлахъ.

Мыслью Тьері воспользовались другіе изобрѣтатели, видоизмѣнивъ детальное устройство топки. Къ числу ихъ принадлежитъ *Бельвиль* (Belleville), примѣнившій систему паровыхъ

\*) Denfer, Traité pratique des chaudières à vapeur. Paris, 1878.

\*\*) Bulletins de la Société industrielle de Mulhouse, 1866. Стр. 49

\*\*\*) Hirsch et Debize. Leçons sur les machines à vapeur, стр. 440.



сопель къ водотрубнымъ котламъ своей системы. Черт. 153 и 154 (табл. XXV) представляютъ продольный и горизонтальный разрѣзы топки, а 155 и 156 (табл. XXIII)—детальное устройство сопель. Паропроводная горизонтальная трубка *A* прикрѣплена посредствомъ цапфъ *c* къ угловому желѣзу *b* (черт. 155), расположенному подъ нижнимъ коллекторомъ котла. Скобы *d* удерживаютъ трубу въ одномъ положеніи, причеъ она опирается на отрѣзки углового желѣза, приклепанные къ угольнику *b*. Въ нѣкоторыхъ мѣстахъ вставлены въ трубку сопла или форсуны *a*, по которымъ паръ поступаетъ въ топку подъ угломъ, котораго наивыгоднѣйшая величина зависитъ отъ величины и вида рѣшетки и свойствъ горючаго. Улучшеніе, введенное Бельвилемъ въ приборѣ Тьери, состоитъ въ уменьшеніи числа выходныхъ отверстій (2—4 вмѣсто 6—8) и въ употребленіи сопель, между тѣмъ какъ въ трубкѣ Тьери были только просверлены отверстія. Эти улучшенія приводятъ къ сокращенію расхода пара на перемѣшиваніе, что было удостовѣрено опытами инженера *К. Х. Зоммера*, которые производились на франко-русскомъ (бывшемъ бердовскомъ) заводѣ въ С.-Петербургѣ: оказалось, что при извѣстныхъ углахъ направленія оси форсуновъ къ горизонту горѣніе до того улучшалось, что паропроизводительность угля нѣсколько увеличивалась \*): для плохихъ сортовъ угля до 34,5%, для хорошихъ—меньше (6,5 до 18,2%). Особенно поразительна экономія расхода угля при усиленной тягѣ; напр., стоимость 100 пудовъ пара оказалась при плохомъ шотландскомъ углѣ въ 2 р. 79 к. при нормальной и въ 4 р. 0,8 к. при усиленной работѣ котла безъ помощи пара; расходъ уменьшался до 2 р. 16,1 к. безъ пара и до 3 р. 42,3 к. при дѣйствіи паровыхъ струекъ; первая изъ этихъ цифръ относится къ нормальной тягѣ (испареніе до 21,1 килограмма на квадратный метръ поверхности нагрѣва или до 4,8 фн. на квадратный футъ въ 1 часъ), а вторая—къ усиленной тягѣ (испареніе свыше 23,25 килограммовъ или 5,3 фн. на квадратную единицу, а паропроизводительность котла свыше 1000 килогр. или 65 пуд. въ часъ): число сопель два, съ діаметромъ въ  $\frac{1}{16}$  дюйма.

С.-петербургскій *металлическій* заводъ также пользуется паромъ для перемѣшиванія газовъ съ 1892 года; продолжительные опыты, производившіеся втеченіе цѣлаго года, показали, что съ введеніемъ этого способа связано нѣкоторое повышеніе паропроизводительности угля. Черт. 157 и 158 (табл. XXV)

---

\*) Protocolle des St.-Petersburger Polytechnischen Vereins, 1892, стр. 1. „Техническій сборникъ и Вѣстникъ Промышленности“, 1892, стр. 359.



представляютъ продольный разрѣзъ и фасадъ водотрубнаго котла системы *Бабкока и Вилькокса*, къ которому придѣланы форсуны Бельвиля, детальное устройство которыхъ видно на черт. 159 (табл. XXV). Трубка *a* діаметромъ въ  $\frac{3}{8}$ " проводитъ паръ въ квадратнаго сѣченія трубку *E*, откуда онъ по двумъ сопламъ распредѣляется по топкѣ. Котель установленъ на самомъ заводѣ; при нормальной работѣ его достигается паропроизводительность угля въ 7,14 фун. безъ дѣйствія прибора и въ 7,23 фун. при дѣйствии его, за вычетомъ расхода пара на перемѣшиваніе.

Сюда же относится пароструйная топка инженеръ-технолога *Вл. К. Хлѣбникова*, появившаяся въ С.-Петербургѣ въ 1893 году. Различіе ея отъ системы металлическаго завода состоитъ въ нѣкоторомъ упрощеніи самого паропровода (коллекторъ *E* на черт. 185 замѣненъ газовой трубкой), но главнымъ образомъ въ расположеніи и числѣ сопелъ; онѣ устраиваются непременно съ двухъ сторонъ топки, т. е. въ лицевой стѣнѣ и въ порогѣ, или въ противоположныхъ боковыхъ стѣнахъ; притомъ онѣ расположены въ перемежку, напр., съ одной стороны два, а съ другой три сопла. Слѣдствіемъ такого расположенія должно быть улучшеніе перемѣшиванія газовъ, хотя оно, вѣроятно, отразится на нѣсколько увеличенномъ расходѣ пара. Сопла состоятъ изъ кусковъ газовыхъ трубокъ съ осаженными концами для уменьшенія діаметра выходнаго отверстія.

При небольшихъ вертикальныхъ котлахъ сопла размѣщаются по окружности круга и подъ нѣкоторымъ наклономъ къ горизонту, вслѣдствіе чего получается энергичное вихреобразное движеніе газовъ. Опыты, произведенные извѣстнымъ специалистомъ по части технологіи горючихъ матеріаловъ *Юптнеромъ* (*Hans von Jüptner* \*) съ однимъ изъ приборовъ этой категоріи, дали въ результатѣ уменьшеніе выдѣленія дыма и нѣкоторое увеличеніе коеффициента полезнаго дѣйствія котла. Топка, подлежавшая испытанію, была снабжена приборомъ системы *Мѣрата* (*Mörath*); приборъ состоитъ изъ двухъ паропроводныхъ трубокъ; одна изъ нихъ помѣщена у порога, другая подъ колосниками; чрезъ рядъ небольшихъ отверстій вытекають струйки пара, которыя перемѣшиваютъ продукты горѣнія и усиливають тягу. Юптнеръ указываетъ на паръ какъ на прекрасное средство, которымъ располагаетъ техника для уменьшенія температуры отработавшихъ газовъ: во всѣхъ тѣхъ случаяхъ, когда температура газовъ при поступленіи въ боровъ

---

\*) Oesterreichische Zeitschrift für Berg- und Hüttenwesen. Wien, 1894. Стр. 525 и слѣд.



слишкомъ высока (примѣрно, > 200°), можно ее уменьшать вдуваніемъ пара въ топку, чѣмъ значительно понижается температура въ самой топкѣ вслѣдствіе значительной теплоемкости пара, быстро увеличивающейся при высокихъ температурахъ. Въ виду указаннаго свойства пара, одинъ фунтъ обыкновенныхъ печныхъ газовъ, состоящихъ изъ азота, углекислоты и кислорода, заключаетъ въ себѣ меньше теплоты, чѣмъ онъ заключалъ бы, еслибы содержалъ достаточную примѣсь пара \*). Поэтому, вводя нѣкоторое количество паровъ, мы можемъ въ то же время уменьшать притокъ воздуха, благодаря лучшему перемѣшиванію и увеличенію количества теплоты, заключающейся въ каждомъ фунтѣ смѣси, т. е., уменьшать потерю тепла въ отработавшихъ газахъ. Такимъ образомъ можемъ объяснить тотъ фактъ, что въ нѣкоторыхъ случаяхъ увеличивается полезное дѣйствіе котла отъ вдуванія пара, не прибѣгая къ предположенію образованія въ топкѣ свободнаго водорода отъ разложенія пара.

Одно изъ видоизмѣненій топки Тъери состоитъ во введеніи въ топку струи воздуха вмѣстѣ съ паромъ для улучшенія горѣнія. Сюда относится приборъ *Тюрка* (Turck), изображенный детально на черт. 160 (табл. XXV) и состоящій изъ паропроводной трубки, снабженной соплами, въ которыя вставлены концентрическія коническія насадки. Каждое сопло окружено коническимъ же кожухомъ съ отверстіями для впуска воздуха. Паръ, вытекая изъ кольцевого пространства между двумя насадками, увлекаетъ съ собою воздухъ. Смѣсь пара съ воздухомъ направляется въ топку подъ нѣкоторымъ угломъ къ горизонту. Примѣненіе этого прибора къ паровой топкѣ показано на черт. 161 (табл. XXIV). Понятно, что воздухъ, поступающій въ топку съ большою скоростью, весьма существенно улучшаетъ горѣніе.

По замѣчанію проф. *Гирша* \*\*) при примѣненіи прибора Тюрка къ заводскимъ котламъ, ограничиваются пульверизаціей только послѣ каждой загрузки, или когда надо усилить тягу. Такой способъ уменьшаетъ расходъ пара, не ослабляя правильнаго перемѣшиванія газовъ въ моментъ загрузки топлива, когда можно ожидать появленіе дыма, но имѣетъ тотъ недостатокъ, что требуетъ вполнѣ добросовѣстнаго ухода, иначе нельзя будетъ добиться того, чтобы кочегаръ дѣйствительно своевременно заботился объ открываніи и закрываніи парового клапана, приводящаго паръ въ приборъ.

---

\*) По Аккерману теплоемкость паровъ: 0,427 при 0°, 0,454 при 100°, 0,557 при 500°, 0,679 при 1000°, 0,796 при 1500°; теплоемкость углекислоты значительно меньше: 0,247 при 500°, 0,294 при 1000° и 0,338 при 1,500°; теплоемкости кислорода (0,217) и азота (0,294) принимаются постоянными.

\*\*) Hirsch et Debize. Leçons sur les machines à vapeur. Стр. 441.



Приспособленіе сходное по основной мысли съ приборомъ Тюрка введено въ Америкѣ предсѣдателемъ гартфордскаго общества наблюденія за котлами *Алленомъ* (I. M. Allen). Оно представлено на черт. 162 и 163 (табл. XXIV). Паръ по полудюймовой трубкѣ *S* проводится въ трубку *W*, откуда онъ черезъ рядъ отверстій входитъ въ топку. Трубка *W* находится внутри другой двухдюймовой трубки, въ которую по трубкамъ *V* и *T* поступаетъ воздухъ, нагрѣтый въ зольникѣ. Паръ вытекаетъ черезъ сопла съ отверстиями діаметромъ въ  $\frac{1}{16}$  дюйма, устраиваемыя на разстояніи около 6 дюймовъ одно отъ другого. Эти сопла вставлены въ другія сопла, соединенныя съ воздухопроводной трубкой. Струя смѣси пара съ воздухомъ направляется на скошенную переднюю часть порога.

Дѣйствіе прибора моментальное, по замѣчанію редактора американскаго журнала „Локомотивъ“ \*): если густой дымъ валитъ изъ трубы, и вдругъ пустить въ топку смѣсь пара съ воздухомъ, открывъ паровой клапанъ въ трубкѣ *S*, то выдѣленіе дыма прекращается тотчасъ же, и по словамъ докладчика „столбъ дыма, вытекающій изъ устья трубы, отрѣзывается какъ ножомъ“.

Въ послѣднее время появился въ Австріи приборъ инженера *Ф. Лангера*, который обратилъ на себя вниманіе заинтересованныхъ лицъ вслѣдствіе высокой степени достигаемой бездымности. Онъ отличается компактностью и придрѣлывается къ передней части котла. Его дѣйствіе состоитъ во вдуваніи въ топку снопа тонкихъ паровыхъ струекъ при одновременномъ впускѣ струи воздуха для дополнительнаго горѣнія. Для этой цѣли имѣется рѣшетчатый золотникъ, скользящій внутри топочной дверцы; величина открыванія регулируется автоматически. Всѣ паровозы скорыхъ поѣздовъ австрійской сѣверозападной желѣзной дороги уже снабжены этимъ приборомъ, который, по сообщенію австрійскихъ журналовъ, дѣйствуетъ вполне удовлетвори-тельно \*\*).

Нельзя не упомянуть еще о работахъ нѣкоторыхъ шотландскихъ инженеровъ и ученыхъ по этому вопросу. Инженеръ *Сенетъ* въ *Гласго* (A. K. Senett, Glasgow) устроилъ остроумный приборъ для вдуванія смѣси пара съ воздухомъ въ топку \*\*\*). Онъ

\*) Locomotive, 1892. Стр. 178.

\*\*) Zeitschrift der Dampfkesseluntersuchungsgesellschaft, 1894. Wien. Стр. 90.

\*\*\*) Zeitschrift der Dampfkesseluntersuchungs-und Versicherungs-Gesellschaft. Wien, 1893. Стр. 22. „Нижегородскій Вѣстникъ Пароходства и Промышленности“, 1894. Стр. 28.



утверждаетъ, что недостаточно вводить сжатый воздухъ, и что необходима примѣсь пара для улучшенія горѣнія. Его взгляды были подтверждены лабораторными изслѣдованіями *Бэжера* (H. Breton Baker). Онъ вводилъ вполнѣ сухой древесно-угольный порошокъ въ толстостѣнные стеклянныя трубки, наполненныя кислородомъ, и запаивалъ концы ихъ. Въ нѣкоторыхъ изъ трубокъ находился сухой, въ другихъ насыщенный паромъ кислородъ. При нагрѣвѣ трубокъ бунзеновской горѣлкой оказывалось, что угольный порошокъ загорался яркимъ пламенемъ только въ тѣхъ трубкахъ, которыя заключали въ себѣ влажный кислородъ; въ другихъ же трубкахъ не замѣчалось горѣнія. Профессоръ *Диксонъ* (H. V. Dixon) пришелъ къ тому же заключенію; онъ нашелъ, что въ совершенно сухомъ видѣ окись углерода и кислородъ не составляютъ взрывчатой смѣси; платиновая проволока можетъ быть накалена до-красна въ этой смѣси, причемъ соединеніе газовъ наступаетъ безъ быстрого воспламененія и взрыва, но крайне медленно, какъ бы только въ слояхъ смѣси, окружающихъ проволоку, распространяясь постепенно.

Эти опыты, которые, конечно, слѣдовало бы еще провѣрить и дополнить, выясняютъ до нѣкоторой степени значеніе присутствія водяныхъ паровъ для правильнаго горѣнія.

На основаніи этого, *Сенетъ* устраиваетъ отопленіе заводскихъ котловъ, какъ показано на черт. 164 и 167 (табл. XXIV).

Черт. 164 и 165 изображаютъ продольный разрѣзъ и фасадъ корнваллійскаго котла. Паропроводная трубка *p* соединяется съ змѣевиномъ *s*, расположеннымъ въ дымоходѣ и назначеннымъ для перегрѣва пара. Паръ оттуда поступаетъ въ инжекторъ *A*, куда онъ увлекаетъ съ собою и воздухъ. Смѣсь воздуха съ паромъ поступаетъ во второй инжекторъ *A'* для увеличенія количества увлекаемаго воздуха, и по трубкамъ *C'* и *e* направляется для большаго подогрѣва въ пустотѣлый порогъ *B*, а затѣмъ по трубкамъ *d* въ пустотѣлую лицевую доску жаровой трубы, откуда смѣсь вытекаетъ въ топку. Щитъ *D* направляетъ ее книзу на топливо для лучшаго перемѣшиванія газовъ.

Черт. 166 и 167 представляютъ примѣненіе того же принципа къ пароходному котлу. Разница въ устройствѣ въ томъ, что смѣсь изъ второго инжектора *T* по трубкѣ *t* прямо поступаетъ въ топку. Трубка *t* введена въ дымовую коробку для подогрѣва смѣси. Рычагъ *L* служитъ для впуска пара въ трубки прибора.

Профессоръ *Кеннеди* произвелъ рядъ опытовъ съ топкой *Сенета*, и удостовѣряетъ вполнѣ бездымное горѣніе даже сильно дымящаго шотландскаго угля, а также полученіе экономіи въ



расходъ топлива до 10%. Пароходы общества легкаго пароходства въ *Гласго*, которые до тѣхъ поръ сильно дымили, теперь совершаютъ свои рейсы безъ выдѣленія копоти.

### 23) Топки для сожиганія порошкообразнаго угля.

Къ числу самыхъ новѣйшихъ и весьма интересныхъ топокъ принадлежатъ приборы для сожиганія мелко раздробленнаго угля. Примѣненіе топлива въ такомъ видѣ оказывается чрезвычайно выгоднымъ для достиженія бездымнаго горѣнія. Въ самомъ дѣлѣ, для этого всѣ условія на лицо: топливо сожигается въ видѣ тончайшей пыли и его можно подводить непрерывною тонкою лентою, слѣдовательно, легко утилизировать незначительный притокъ воздуха; направляя воздухъ надлежащимъ образомъ на топливо, можно правильно перемѣшивать воздухъ съ продуктами горѣнія, не охлаждая топки открываніемъ дверей.

Идея сожигать угольный порошокъ въ топкахъ спеціальнаго устройства появилась еще въ началѣ семидесятыхъ годовъ: *Крамptonъ* (T. R. Crampton) производилъ опыты въ этомъ направленіи; *Мак-Аулей* въ Америкѣ (Mac Auley, Denver, Colorado) взялъ въ 1881 г. привилегію на приборъ, въ которомъ обыкновенный уголь размельчается, послѣ чего полученный порошокъ подхватывается струею воздуха и вносится въ топку. Однако ни этотъ способъ, ни способы другихъ изобрѣтателей не получили распространенія \*), и только въ послѣднее время удалось выработать методы, которые дѣйствительно оказались болѣе практичными.

#### Топка Вегенера.

Въ числѣ приборовъ для сожиганія угольнаго порошка топка *Вегенера* занимаетъ первое мѣсто по времени появленія въ практикѣ. Изобрѣтатель не разъ видоизмѣнялъ ее въ значительной мѣрѣ на основаніи результатовъ своихъ многочисленныхъ опытовъ. Въ томъ видѣ, въ какомъ я ее видѣлъ, она изображена на черт. 168 (табл. XXVI). Угольная мелочь находится въ ковшѣ *A*; она черезъ сѣтчатую рѣшетку *H* сыплется на наклонную плоскость *B*, отдѣльно изображенную на нижней части чертежа, и по ней, а также по приклепаннымъ къ ней желѣзнымъ желобкамъ спускается внизъ въ выложенный огнеупорнымъ кирпичемъ приѣмникъ, гдѣ она подхватывается струею воздуха и уносится въ

\*) Журналъ „Dampf“, 1894. Стр. 533.—1895. Стр. 289.



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 шестерень, 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 *Nn* 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.

Въ августѣ 1893 года я имѣлъ случай познакомиться съ этими топками на пивоваренномъ заводѣ въ *Моабитѣ* и на фабрикѣ искусственнаго мрамора въ *Плецензе*, близъ Берлина, и убѣдиться въ бездымномъ горѣніи каменноугольной мелочи. Тамъ же мнѣ сообщили весьма благопріятные результаты опытовъ произведенныхъ съ топкою Вегенера, пристроенной къ корнваллійскому котлу съ поверхностью нагрѣва въ 42,5 квадратныхъ метра, (459 квадратныхъ футовъ). При опытахъ сжигали верхнесилезскій каменный уголь, банторфскій каменный уголь (плохой уголь, добываемый въ Ганноверѣ, съ теплотворной способностью въ 6200 до 6380 единицъ) и бурый уголь съ теплотворной способностью въ 5892 единицы. Получились при этомъ слѣдующіе результаты:

При углѣ	верхнесилезскомъ.	банторфскомъ.	буромъ.
Паропроизводительность 1 фунта угля. . . . .	9,2 — 11,5	8,9 — 10,16	7,7 — 8,34
Паропроизводительность поверхности нагрѣва: 1 квадрат. метра въ клгр. . . . .	23,5 — 28,7	13,3 — 23,3	13,3 — 15,1
1 квадрат. фута въ фнт. . . . .	5,3 — 6,5	3,0 — 5,3	3 — 3,4
Содержаніе углекислоты въ газахъ въ % . . . . .	17 — 18	14 — 18	11 — 16,6
Отношеніе объема воздуха къ теоретическому . . . . .	1,02 — 1,1	1,08 — 1,1	—
Полезное дѣйствіе котла въ %.	—	83	77 — 83



Указанные опыты производились подъ руководствомъ инженеровъ берлинскаго общества наблюденія за котлами. Если-бы даже исключить, какъ сомнительную, одну серію опытовъ, которая дала паропроизводительность въ 11,5, то всетаки результаты другихъ опытовъ, которые можно признать вполне правдоподобными, указываютъ на выгодность подобнаго рода топокъ, въ особенности для рыхлыхъ, плохихъ углей, при которыхъ получено полезное дѣйствіе до 83%, а вмѣстѣ съ тѣмъ достигнута высокая паропроизводительность поверхности нагрѣва \*).

Въ 1894 году устроена Вегенеромъ новая топка, которая со старою имѣетъ мало общаго. Въ новомъ приборѣ надо различать во 1-хъ—приспособленіе для питанія топки; во 2-хъ—коробку для смѣшиванія угольной пыли съ воздухомъ; въ 3-хъ—поверхность, служащую для раздѣленія и уширенія сплошной струи мелочи, въ 4-хъ—устройство для усиленія вихреобразнаго движенія смѣси воздуха съ углемъ въ подводящихъ трубахъ и въ 5-хъ—самую топку. Черт. 169 (табл. XXIV) изображаетъ схему прибора.

Питаніе мелочью производится или посредствомъ сѣтки, которая получаетъ качательное движеніе, или посредствомъ вращающагося диска съ острыми выступами. Эти органы получаютъ движеніе отъ центральной вертикальной оси *F*. На этой оси заклинено металлическое тѣло, состоящее изъ двухъ конусовъ или коноидовъ (*C* и *C*<sub>1</sub>), соприкасающихся своими основаніями. Падая на верхнюю изъ этихъ поверхностей *C*, уголь распредѣляется по ней тонкимъ слоемъ, и подхватывается струею воздуха, вдуваемого въ приборъ по нижней вертикальной трубѣ. Такъ какъ коническая поверхность вращается вмѣстѣ съ вертикальной осью, то комки угля, которые случайно образовались отъ сырости, не могутъ прилипать къ поверхности. Ось получаетъ вращательное движеніе отъ маленькаго колеса съ лопастями *D*, заклиненнаго на ней и вращаемаго струею воздуха, вдуваемого вентиляторомъ или увлекаемаго естественною тягою. Наконецъ, для увеличенія скорости смѣси при выходѣ изъ трубы въ топку, отверстіе снабжено рядомъ уменьшающихся кольцевыхъ перегородокъ, а воздуху и смѣси придается кромѣ поступательнаго еще и вращательное движеніе устройствомъ винтовыхъ лопастей у стѣнокъ подводящей трубы. Наконецъ, смѣсь воздуха съ угольной пылью

---

\*) Болѣе подробное описаніе опытовъ съ топкою Вегенера можно найти въ статьѣ: „О новомъ способѣ сжиганія угольной мелочи“, „Вѣстникъ Общества Технологовъ“, 1894. Стр. 10—14.



спускается внизъ въ камеру изъ огнеупорнаго кирпича, увеличивающуюся къ выходу, или же прямо въ жаровую трубу, выложенную шамотомъ, причемъ еще подводится въ соответствующихъ мѣстахъ воздухъ для дополнительнаго горѣнія.

Съ новой топкой производились опыты на заводѣ *Крупна*, бывшемъ *Грюзона* въ *Магдебургѣ*, инженерами берлинской городской администраціи (при котлахъ установленныхъ въ зданіи городского рынка) и инженерами берлинскаго общества по наблюдению за котлами. Результаты были вполне удачны; напр., въ *Магдебургѣ* достигнута (въ февралѣ 1895 г.) паропроизводительность угля въ 10,2 фунта, а углекислоты въ газахъ найдено свыше 16%. Инженеры берлинскаго общества по наблюдению за котлами сообщаютъ, что полезное дѣйствіе котла при топкѣ Вегенера достигло 82%, а управленіе городскихъ торговыхъ рядовъ свидѣтельствуешь, что топка вполне удовлетворила требованіямъ относительно уменьшенія выдѣленія дыма. На основаніи удачныхъ результатовъ этихъ опытовъ, начальникъ 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 запросами относительно топки. Онъ выражаетъ надежду, что при соответствующихъ мѣрахъ со стороны фабрикантовъ, городъ *Кассель* будетъ однимъ изъ первыхъ городовъ, въ которыхъ будетъ сдѣланъ переворотъ въ санитарномъ отношеніи уничтоженіемъ дыма и копоти при помощи указаннаго способа.

### Топка Фридеберга.

Описаніе прибора Фридеберга и результаты дѣйствія его заимствую изъ статьи доктора *Космана*, бывшаго прусскаго окружного горнаго инженера\*), такъ какъ я самъ не видалъ прибора въ дѣйствиіи. Планъ прибора представленъ на черт. 170, а продольный разрѣзъ по *ABD* на черт. 171 (табл. XXVI), при чемъ онъ для большаго удобства изображенъ въ развернутомъ видѣ. По вертикальной трубѣ *p* подводится воздухъ вентиляторомъ. Около трубы какъ около оси вращается цилиндръ *z* съ отростками *d* и *h*. Угольная мелочь засыпается въ воронку и черезъ горлышко ея въ силу собственной тяжести падаетъ въ коробку *a*, откуда она уносится въ трубу

\*) Dr. B. Kosmann, K. Bergmeister a. D., der Kohlenstaub-Feuerungs-Apparat „Patent Friedeberg“. Oesterreichische Zeitschrift für Berg- und Hüttenwesen 1894. Стр. 555.



с воздухомъ, поступающимъ въ коробку *a* черезъ рядъ наклонныхъ каналцевъ *e*. Въ трубѣ *g* смѣсь воздуха съ угольной пылью освобождается отъ увлеченныхъ ею постороннихъ частицъ (кусочковъ угля, шлака и пр.); въ *f* ее подхватываетъ струя свѣжаго воздуха, поступающая туда по трубѣ *h*; пирамидальное тѣло *n* заставляеть смѣсь распредѣляться по кольцеобразному промежутку *m*, откуда она поступаетъ въ топку *R* въ видѣ легкой прозрачной струи; вскорѣ послѣ зажиганія вся топка, выложенная огнеупорнымъ кирпичомъ, доходитъ до бѣлаго каленія. При вращеніи всего прибора около трубы *p* останавливается подача угля, такъ какъ при этомъ выпускныя отверстія въ трубѣ *p* не совпадаютъ со впускными окнами въ цилиндрѣ *r*. Давленіе воздуха въ трубахъ *d* и *h* регулируется указанными на чертежѣ заслонками; давленіе должно составлять 30—40 миллиметровъ ( $1\frac{3}{16}$ — $1\frac{5}{8}$  дюймовъ) водяного столба въ соплахъ *e* и 100—140 миллиметровъ (4 до  $5\frac{1}{2}$  дюймовъ) въ трубѣ *h*, смотря по плотности и степени воспламеняемости угля. Давленіе въ топкѣ *u* *R* не болѣе 3 миллиметровъ ( $\frac{1}{8}$  дюйма).

Въ настоящее время приборы *Фридеберга* изготовляются двухъ величинъ: малые приборы расходуютъ въ одинъ часъ отъ 5 до 55 килограммовъ (12 до 135 фунтовъ) угля, а большіе отъ 10 до 150 (24 до 365 фн.). — Вотъ результаты нѣкоторыхъ опытовъ: въ чугунно-литейной братьевъ *Арндтъ* въ Берлинѣ сожжено въ теченіе 12-ти часовъ 325 килограммовъ (20 пудовъ) угольной пыли подъ котломъ съ дымогарными трубками и при давленіи въ 7 атмосферъ (110 фн. на 1 квадратный дюймъ); при этомъ работала 12-ти сильная машина; слѣдовательно, на 1 силу израсходовано 2,26 килограммовъ ( $5\frac{1}{2}$  фн.) въ 1 часъ. Количество углекислоты въ газахъ найдено отъ 17 до 19,8%, количество кислорода—2,1 до 0,2%; выдѣленія дыма не замѣчалось.

Въ топкѣ котла съ жаровыми трубами въ 90,5 квадратныхъ метровъ поверхности нагрѣва (980 квадр. футовъ), на заводѣ *Эберта* и *Неймана* въ Берлинѣ, израсходовано въ сутки 2550 килограммовъ (156 пудовъ) угольной мелочи англійскаго происхожденія. До примѣненія прибора *Фридеберга* расходовали 3150 килограммовъ (192 пуда) хорошаго газоваго угля въ сутки. 100 килограммовъ угольной пыли изъ англійскаго угля стоитъ въ заводѣ 110 пфенниговъ (1 пудъ—8,2 коп., считая одну германскую марку въ 45 к.); помоль 100 килограммовъ стоитъ 20 пфенниговъ ( $1\frac{1}{2}$  к. за пудъ); между тѣмъ какъ силезскій газовый уголь стоитъ 170 пфенниговъ (12,7 к. за пудъ); слѣдовательно, въ данномъ случаѣ экономія отъ



примѣненія угольной мелочи выразилась  $\frac{31,5 \times 170 - 25,5 \times 130}{31,5 \times 170} 100 = 38\%$ .  
 Котель работаль на 50-сильную машину; слѣдовательно, въ 1 часъ расходовалось на 1 силу  $\frac{2550}{24 \times 50} = 2,13$  килограмма (5,2 фн.) угля.

Трудно сказать, на сколько тщательно были произведены эти опыты, несомнѣнно, однако, что результаты должны быть удовлетворительны относительно дымосожиганія, а въ нѣкоторыхъ случаяхъ могутъ быть выгодны и въ отношеніи экономіи топлива.

Приборъ даетъ также хорошіе результаты при тигельныхъ и другихъ печахъ по отношенію къ производительности, удобству, скорости работы и экономіи топлива. На заводѣ *Арндта* оказалось, что на 1 килограммъ металла требуется отъ 0,312 до 0,375 килограмма мусора (12½ до 15 фн. на 1 пудъ) вмѣсто прежняго расхода въ 1 до 1,7 килограмма кокса (40 до 68 фн. на 1 пудъ).

Извѣстные берлинскіе заводы *Леве* (Ludwig Löwe) и берлинско-ангальтскій механическій заводъ (Berlin-Anhalter Maschinenbau-Aktien-Gesellschaft) купили у изобрѣтателя право на производство приборовъ въ германской имперіи.

#### Топка Шварцкопфа.

Топка Шварцкопфа представлена на черт. 172 (табл. XXIV, фасадъ) и на черт. 173 (продольный разрѣзь); мусоръ ссыпается въ чугунный ковшъ *a*, ограниченный съ передней стороны желѣзнымъ листомъ *e*. Подъ нимъ находится валь, на которомъ заклинена широкая стальная щетка *f*, которая дѣлаеть нѣсколько сотъ оборотовъ въ минуту. При каждомъ оборотѣ молоточекъ *g*, соединенный со щеткою, ударяеть о полосу *h*, прилепанную къ тонкому стальному листу *d*. Сотрясеніе отъ удара передается листомъ угольной массѣ въ ковшѣ, которая поэтому постепенно передвигается внизъ, захватывается щеткой и тонкой струею забрасывается въ топочное пространство (выложенное огнеупорнымъ кирпичемъ также въ случаѣ англійскаго котла). Молоточекъ *g* можно болѣе или менѣе выдвигать изъ гнѣзда щетки и устанавливать посредствомъ гаекъ въ любомъ положеніи, чѣмъ регулируется ударъ о полосу *h*; вслѣдствіе того увеличивается или уменьшается вмѣстѣ съ сотрясеніемъ и количество поступающаго въ топку мусора. Кромѣ того, можно регулировать величину щели, черезъ которую подается топливо, посредствомъ винта *b*. Воздухъ поступаетъ въ топку по направлениямъ *l*, *m* и *n*, указаннымъ на чертежѣ. Притокъ воздуха по направленію *n* можно регулировать желѣзною заслонкою *o*, которой верхняя кромка загнута подъ острымъ угломъ.



Сбоку въ чугунной топочной плитѣ сдѣланъ рядъ вырѣзовъ, въ которые вставляется загнутая кромка заслонки на желаемой высотѣ.

Уходъ за топкой чрезвычайно простой и легкой, вся работа кочегара состоитъ въ засыпкѣ угля въ ковшъ, въ регулировании винта *b*, заслонки *o*, и въ очисткѣ топки отъ шлака, производимой, по заявленію изобрѣтателя, одинъ разъ въ 10 часовъ. Въ приборѣ возможно сжигать всякіе сорта угля, что было удосто- вѣрено магдебургскимъ обществомъ по наблюденію за котлами. На испытательной станціи общества была установлена топка Шварц- копфа, въ которой удалось, безъ малѣйшаго неудобства, сжигать всевозможные сорта угля, напр., каменный уголь, хорошій и весьма плохой лигниты и антрацитъ. Бурый уголь съ теплотворной спо- собностью въ 3750 ед. тепла далъ пятикратную паропроизводи- тельность, а каменный уголь съ теплотворною способностью въ 6800 ед.—восьмикратную, при испареніи въ 26 килогр. на 1 квадра- метрѣ поверхности нагрѣва (6 фн. на 1 квадрат. футѣ). При этихъ двухъ опытахъ достигнуто было полезное дѣйствіе въ 83 и 80<sup>0</sup>/. Температура отработавшихъ газовъ доходила только до 170°. Ко- личество воздуха, которое вводилось при опытахъ съ лигни- томъ, равнялось 1,08 теоретическаго \*).

Достоинства топокъ для угольной мелочи заключаются въ слѣдующемъ:

- 1) Горѣніе въ нихъ совершенное и бездымное.
- 2) Въ топкѣ достигается высокая температура.
- 3) Регулированіе притока воздуха совершается легко.
- 4) Газы хорошо перемѣшиваются.
- 5) Горѣніе происходитъ съ весьма малымъ избыткомъ воз- духа, а потому достигается высокое полезное дѣйствіе.
- 6) Работа кочегара значительно облегчается; она состоитъ только въ наблюденіи за горѣніемъ, въ регулировании притока воздуха и скорости подачи мелочи; изрѣдка онъ засыпаетъ уголь въ ковшъ.
- 7) Листы котла близъ топки предохраняются отъ вредныхъ напряженій, происходящихъ отъ охлажденія при обыкновенномъ способѣ загрузки топлива черезъ топочныя дверцы.
- 8) Температура въ кочегаркѣ передъ топкою низкая.
- 9) Возможно примѣнять различные сорта каменныхъ и бу- рыхъ углей.

\*) Журналъ „Dampf“, 1894. Стр. 558.



10) Удобно пристраивать приборы для сожиганія мелочи къ обыкновеннымъ топкамъ.

11) Очистка топки отъ шлака удобна; при осмотровыхъ мною топкахъ шлакъ накоплялся на дни ихъ въ видѣ жидкой расплавленной массы и выпускался оттуда время отъ времени, какъ изъ доменной печи.

Неудобствами же топокъ слѣдуетъ признать:

1) Употребленіе вентилятора для дутья и вообще механической силы для приведенія въ движеніе механизмовъ. Впрочемъ, механическая работа довольно незначительна.

2) Помоль угля, что замѣтно удорожаетъ производство и, конечно, во многихъ случаяхъ дѣлаетъ примѣненіе этихъ топокъ нераціональнымъ, какъ, на примѣръ, при дорогомъ и крупномъ углѣ. За то навѣрное этотъ способъ имѣетъ будущность для мелкихъ, рыхлыхъ и разсыпающихся углей, въ особенности близъ мѣста ихъ разработки. Стоимость размельченія опредѣляется различно, и зависитъ, конечно, отъ многихъ условій, отъ размѣра производства, отъ спроса, отъ производительности дезинтеграторовъ, служащихъ для помола и проч. На примѣръ, на одномъ берлинскомъ заводѣ считаютъ, при крупномъ производствѣ, 10 пфенниговъ за помоль 100 кило угля, т. е. за пудъ 0,75 коп. (на другомъ заводѣ, впрочемъ, 20 пфенниговъ), что нельзя признать дорогою цѣною, такъ какъ при отопленіи угольной мелочью въ специальныхъ топкахъ можно сожигать уголь болѣе дешевый, чѣмъ тотъ, который пришлось бы употреблять въ обыкновенной топкѣ.

3) Нарушеніе правильной подачи мелочи отъ случайной влажности послѣдней. Мнѣ не удалось собрать достовѣрныхъ данныхъ относительно вліянія влажности; казалось бы, что приборъ Шварцкопфа въ этомъ отношеніи надежнѣе другихъ.

4) Неудобство растопки, когда не имѣется пара, чтобы пустить въ ходъ вентиляторъ. На этомъ основаніи стараются строить печи, чтобы воздухъ поступалъ въ нихъ естественною тягою, но въ такомъ случаѣ нельзя такъ полно регулировать горѣніе и впускъ воздуха, какъ при искусственномъ дутьѣ.

Что касается самовозгаранія мелочи, то можно сослаться на показаніе берлинскаго фабриканта Карла Шютца, уже 25 лѣтъ занимающагося помоломъ угля \*), который утверждаетъ, что примѣненіе угольной пыли совершенно безопасно: на его фабрикѣ ни разу не случилось взрыва отъ воспламененія каменноуголь-

---

\*) „Dampf“ 1893. Стр. 939.



наго 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 фабрику разъ случился пожаръ отъ самовозгоранія древесноугольной пыли, при чемъ каменноугольная мука, находившаяся въ томъ же помѣщеніи, не загорѣлась,—пострадали одни только мѣшки. Въ настоящее время *Шютцъ* производитъ помоль дезинтеграторами, которые въ часъ доставляютъ отъ 1000 до 2000 килограммовъ угольной пыли (60 до 120 пуд.), и будто бы работаютъ такъ чисто, что пыль не проникаетъ въ мастерскую.

По послѣднимъ свѣдѣніямъ, *Шютцъ* устраиваетъ машины, которыя ежедневно производятъ 4000 кил. (240 пуд.) мелочи, расходуя будто-бы только 2 лош. силы. Приборы занимаютъ мало мѣста, такъ что ихъ можно устанавливать въ кочегарнѣ; кочегаръ легко можетъ наблюдать за дѣйствіемъ ихъ. Въ такомъ случаѣ, по мнѣнію изобрѣтателя, расходъ на помоль 4000 кил. будетъ не болѣе 2 марокъ (90 коп.), т. е. 100 кил. обойдутся въ 5 пфенниговъ (пудъ въ 0,4 коп.); если же надо держать особаго машиниста для наблюденія за машиною, то стоимость увеличивается вдвое \*).

Топки для угольной пыли слѣдуетъ признать наиболѣе совершенными между топками для твердаго топлива, которыми располагаетъ техника въ настоящее время. Въ особенности по бездымному горѣнію онѣ ближе къ идеалу, чѣмъ остальные разсмотрѣнныя нами топки, и желающимъ окончательно уничтожить дымъ при условіи употребленія твердаго топлива, смѣло можно посоветовать устройство топки для мусора. Но понятно, что выгоднымъ окажется этотъ способъ только тамъ, гдѣ будетъ готовая угольная мука, производство которой правильнѣе сосредоточить въ какихъ нибудь центральныхъ станціяхъ, чтобы не обременять самого потребителя. Что касается Петербурга, то врядъ ли здѣсь привьется этотъ способъ въ скоромъ времени, въ виду того, что у насъ дешевле англійскій уголь, который горитъ хорошо и на обыкновенной рѣшеткѣ. Но когда возникнутъ въ англійскихъ портахъ центральныя станціи для размола плохихъ сортовъ угля и они начнутъ высылать намъ готовую муку, тогда легко можетъ быть, что описанныя нами топки получатъ значеніе и для Петербурга.

---

\*) „Dampf“, 1895. Стр. 145.



На предыдущихъ страницахъ мы познакомились съ сожиганіемъ *твердыхъ* горючихъ матеріаловъ. Мы видѣли, что достигнуть бездымнаго горѣнія возможно уже при обыкновенной колосниковой рѣшеткѣ, по крайней мѣрѣ въ извѣстныхъ предѣлахъ, и что для этого требуется главнымъ образомъ хорошій кочегаръ,—но что задача послѣдняго чрезвычайно трудная и хлопотливая, вслѣдствіе чего появилась масса дымогарныхъ топокъ въ помощь ему, а иногда и для замѣны его. Мы видѣли, что эти топки въ извѣстныхъ случаяхъ могутъ дѣйствовать прекрасно, но что и при нихъ необходимо имѣть хорошаго, знающаго свое дѣло, кочегара. Такимъ образомъ, при твердомъ топливѣ, все сводится къ тому, что не слѣдуетъ жалѣть ни труда, ни расходовъ для подготовки кочегара къ сознательному и добросовѣстному исполненію своихъ обязанностей.

Нѣсколько проще окажется дѣло при нефтяномъ и газовомъ отопленіяхъ, къ описанію которыхъ теперь переходимъ. При нихъ возможно достигать абсолютно бездымнаго горѣнія, а работа котельной прислуги доводится до такого минимума, что и менѣе опытный и расторопный кочегаръ легко можетъ справиться съ нею.

## VII.

### Нефтяное отопленіе.

Прекраснымъ топливомъ относительно бездымности горѣнія являются нефть и нефтяные остатки. Природа, щедро надѣлившая Россію источниками этого цѣннаго матеріала, указываетъ сама путь, которому могутъ слѣдовать русскіе техники въ борьбѣ съ дымомъ, — путь, недоступный промышленности всѣхъ другихъ странъ въ мірѣ, за исключеніемъ нѣкотораго раіона Сѣверо-Американскихъ Соединенныхъ Штатовъ. Не буду распространяться о выгодахъ примѣненія мазута для отопленія котловъ; всякому технику извѣстно, что высокая паропроизводительность нефти, удобство регулированія горѣнія, простота ухода за нефтяными топками, значительное облегченіе труда кочегаровъ, небольшой удѣльный вѣсъ этого матеріала и другія достоинства говорятъ въ пользу его. Здѣсь я укажу только на то, что весьма легко получить бездымность при нефтяномъ отопленіи, легче и удобнѣе, чѣмъ при сожиганіи твердаго топлива. Стоитъ только регулировать притокъ воздуха, позаботиться о правильномъ перемѣшиваніи его съ газами устройствомъ соотвѣт-



ствующихъ сводиковъ, столбовъ или рѣшетчатыхъ перегородокъ, въ которыя ударялось бы пламя и которыя суживали бы струю газовъ для сближенія частицъ ихъ, — и въ результатѣ получится бездымное горѣнiе. Всѣ условiя для этого на лицо: безостановочное питанiе топки, хорошее перемѣшиванiе газовъ, высокая температура въ топкѣ. Одно время, правда, нефтяное отопленiе велось такимъ образомъ, что пламя получалось менѣе горячее и слегка коптящее (нѣкоторыя лица и до сихъ поръ работаютъ такъ); предполагали, что пламя, развивая высокую температуру, будетъ сильно дѣйствовать на листы котловъ, которые отъ этого могутъ перегорать, измѣняя свою структуру. Указываютъ даже на нѣкоторые случаи, въ которыхъ хорошее тягучее желѣзо сдѣлалось хрупкимъ отъ введенiя нефтяного отопленiя \*). Въ настоящее время эти явленiя большею частью приписываютъ не регулированiю горѣнiя съ цѣлью полученiя бездымности вмѣстѣ съ высокою температурою, а конструктивнымъ ошибкамъ или случайностямъ. Къ такимъ ошибкамъ надо причислить, между прочимъ, такое направленiе пламени, при которомъ оно непосредственно дѣйствуетъ на листы котла, въ особенности на стыкъ. Правильнѣе защищать стѣнки жаровыхъ трубъ или котловъ устройствомъ футеровки, сводиковъ отклоняющихъ пламя и проч.

Для сожиганiя нефти придумана масса разныхъ приспособленiй. Большее распространенiе получили такъ называемыя *колосники Нобеля* и *форсулки*.

Для простоты, жидкое топливо буду называть *нефтью*, хотя въ дѣйствительности чаще сожигаютъ *нефтяные остатки (мазутъ)*.

### К о л о с н и к и Н о б е л я .

Колосники представляютъ собою чугунныя корыта, установленныя одно надъ другимъ (*m* на черт. 174—182). На чертежахъ 174—176 (табл. XXVI) изображены продольный разрѣзъ, фасадъ и планъ котла съ внутреннимъ нагрѣвомъ. Изъ резервуара, поставленнаго на рельсы *D*, нефть по трубкѣ *a* спускается самотекомъ въ верхнее корыто; по наполненiи его она черезъ короткую трубочку (см. планъ на черт. 176) переливается во второе корыто, считая сверху, оттуда въ третье и т. д. Остатокъ по трубкѣ *b* уда-

\*) Въ такихъ случаяхъ пламя дѣйствовало на желѣзо возстановляющимъ образомъ и получались отдулины; при исправленiи ихъ осаживанiемъ молоткомъ въ нагрѣтомъ до-красна состоянiи отскакивали слои хрупкаго металла. Бюлетени Московскаго Политехническаго Общества 1893. С. А. Нетыкса, объ отопленiи фабричныхъ котловъ нефтяными остатками.



ляется въ особый резервуаръ. Пламя проходитъ черезъ рядъ пролетовъ между столбами изъ огнеупорнаго кирпича; сбоку имѣются каналы для притока воздуха. Топка была устроена на Сормовскихъ заводахъ.

Чтобы показать, до чего можно разнообразить примѣненіе нефтяныхъ колосниковъ, приводимъ еще два примѣра. На черт. 177 (табл. XXVI, продольный разрѣзь), 178 (табл. XXVII, фасадъ) и 179 (горизонтальный разрѣзь по топкѣ) показанъ простой цилиндрической котель съ подогревателемъ, для отопленія котораго устроена особая кирпичная топка *V* съ 6 парами колосниковъ *m*. Нефть наполняетъ ихъ, стекая внизъ по трубкѣ *a* изъ резервуара *N*. Пламя суживается, встрѣчая столбъ *M*; каналы *W* подводятъ воздухъ для дополнительнаго горѣнія за порогомъ. Топка была устроена въ Сызрани въ 1889 г.

На черт. 182 (табл. XXVII) представленъ продольный, на черт. 180 поперечный разрѣзь и фасадъ топки для маленькаго вертикальнаго котла съ водяными трубками системы *Лашапеля*. Обозначенія тѣ же, какъ выше. Для защиты трубокъ и ихъ соединеній устроены футеровка и сводъ изъ огнеупорнаго кирпича. Черт. 181 представляетъ горизонтальный разрѣзь топки. Топка была устроена въ С.-Петербургѣ въ 1892 г.

Недостатки колосниковъ состоятъ въ томъ, что дѣйствіе ихъ нельзя такъ легко регулировать, какъ горѣніе въ форсункахъ, температура пламени чрезвычайно высокая, вслѣдствіе чего листы котла легко могутъ испортиться; форму пламени нельзя видоизмѣнять по желанію; наконецъ, пламя весьма часто выдѣляетъ сажу, осаждающуюся на стѣнкахъ корытъ, которую не всегда легко отбивать. Всѣ эти обстоятельства привели къ тому, что для отопленія котловъ въ настоящее время болѣе употребительны *форсунки*.

#### ФОРСУНКИ.

Форсунками, какъ извѣстно, называются особыя приспособленія для пульверизаціи нефти посредствомъ пара или сжатого воздуха. Послѣдній способъ встрѣчается гораздо рѣже, потому что для примѣненія его надо обзавестись необходимыми насосами, резервуарами для сжатого воздуха и проч., такъ что онъ оказывается сложнѣе и менѣе удобнымъ, за исключеніемъ случаевъ, когда уже безъ того эти приспособленія на лицо, напр., на военныхъ судахъ. Въ форсункахъ заставляють паръ, вытекающій изъ отверстія соотвѣтствующей формы, дѣйствовать на струю нефти, вслѣдствіе чего послѣдняя разбивается на мельчайшія



капли, уносимыя паромъ по направленію его движенія. Если зажечь струю нефти, то, слѣдовательно, пламя получаетъ форму, соотвѣтствующую виду струи пара. Для практики весьма важно это обстоятельство, что правильнымъ выборомъ формы парового отверстия возможно придать пламени любое очертаніе и направленіе. Капли нефти сгораютъ совершенно, будучи со всѣхъ сторонъ окружены воздухомъ.

Къ недостаткамъ форсунокъ надо причислить нѣкоторое неудобство при затопкѣ (когда нѣтъ другого котла, изъ котораго можно было-бы заимствовать паръ), случающіеся иногда непріятные, хотя безопасные взрывы въ топкѣ и сильный шумъ отъ вытекающаго пара.

Выстрѣлы въ топкѣ происходятъ отъ присутствія воды въ нефти или отъ накопленія углеводородовъ въ топкѣ, что случается, когда при возобновленіи работы открываютъ паровпускной кранъ позже нефтяного вентиля, и вообще при недостаточной тягѣ, когда горючіе газы имѣютъ возможность накапливаться въ топкѣ, гдѣ они съ воздухомъ образуютъ взрывчатые смѣси, воспламеняющіяся при удобномъ случаѣ.

Для осажденія воды изъ остатковъ совѣтуютъ давать имъ отстаиваться въ бакѣ, и время отъ времени выпускать нижніе слои, въ которыхъ собирается вода вслѣдствіе большей плотности.

При нефтяномъ отопленіи посредствомъ форсунокъ необходимо не только примѣнять форсунку, хорошо распыливающую нефть при умѣренномъ расходѣ пара, но также надлежащимъ образомъ вести газы до воспламененія и направлять пламя такъ, чтобы оно не повреждало стѣнокъ котла; устройство топки едва ли не имѣетъ большее значеніе для бездымнаго и правильнаго сжиганія остатковъ, чѣмъ выборъ системы форсунокъ.

Вариантовъ форсунокъ чрезвычайно много, начиная отъ самыхъ простыхъ, при которыхъ направляютъ струйку пара подъ нѣкоторымъ наклономъ къ желобу, по которому течетъ нефть, у самага устья его, и кончая сложными приборами, позволяющими точное регулированіе притока пара и нефти.

По формѣ пламени различаютъ форсунки съ круглымъ (метлообразнымъ) и съ плоскимъ (вѣрообразнымъ) пламенемъ, изъ которыхъ первыя больше употребляются при котлахъ съ жаровыми трубами, а вторыя—кромѣ того и при наружномъ нагрѣвѣ котловъ. Такъ какъ послѣднія чаще встрѣчаются въ С.-Петербургѣ, то я ограничусь описаніемъ нѣкоторыхъ форсунокъ этого



типа, которыя здѣсь испытывались и дали хорошіе результаты, а именно форсунокъ *Нобеля*, *Кауфмана* и *Береснева* \*).

Форсунка *Нобеля* изображена на черт. 183 (табл. XXVII, продольный разрѣзь), 184 (разрѣзь по *MN*), 185 (разрѣзь по линіи *FG* на 183), 186 (табл. XXVIII, видъ коробки *A*) и 187 (видъ золотника *C*). Чертежи исполнены въ половину натуральной величины. Форсунка *Нобеля*—усовершенствованіе извѣстной форсунки *Ленца* въ конструктивномъ отношеніи. Форсунка состоитъ изъ цилиндрической коробки *A*, отлитой заодно съ двумя цилиндрическими же отроутками *B*; по верхнему течетъ нефть, по нижнему—паръ. Внутри этихъ отроутковъ могутъ свободно вращаться стержни *H*; при вращеніи ихъ рукояткою *J* (черт. 183 и 185) перемѣщаются призматическіе камни *D*, которые при этомъ поднимаютъ или опускаютъ золотники *C*, при чемъ величина выходныхъ отверстій для нефти и пара измѣняется. На черт. 185 изображенъ запорный вентиль *K* нефтепроводной трубки *F*. Подобный же вентиль устроенъ также въ паропроводной трубкѣ *G*. Между отроутками *B* имѣется еще продувательный кранъ, также обозначенный буквою *H*, служащій для очистки верхняго отроутка *B* продуваніемъ паромъ (при закрытомъ клапанѣ *K*). Щель для выхода пара и нефти занимаетъ въ планѣ около одной четверти окружности (черт. 184).

Форсунка *Кауфмана* состоитъ изъ двухъ коробокъ (*E*—для нефти, *F*—для пара, черт. 188, табл. XXVIII), навинченныхъ на промежуточный стаканъ *M*, который раздѣленъ перегородкою на двѣ половинки и снабженъ двумя вырѣзами *r* (для нефти) и *s* (для пара). Величина этихъ отверстій регулируется муфтами *P* и *Q* (черт. 188 и 189), снабженными приливами *p* и *q* съ гнѣздами *p'* и *q'*, для удобства повертыванія въ ту или другую сторону. Такимъ образомъ, существенная разница въ регулированіи въ обѣихъ форсункахъ состоитъ въ томъ, что у первой оно производится на внутренней, у второй — на наружной поверхности коробокъ; первый способъ болѣе удобенъ для кочегара, а второй имѣетъ то преимущество, что скорость теченія выходящаго пара менѣе понижается.

Черт. 190 изображаетъ форму щели въ горизонтальномъ разрѣзѣ черезъ соединительный стаканъ *a M*, черт. 191 — видъ ста-

\*) Желаящіе найдутъ полное описаніе всѣхъ предложенныхъ системъ нефтяного отопленія въ извѣстномъ трудѣ *С. О. Гулшамбарова*: „Нефтяное отопленіе пароходовъ, паровозовъ, постоянныхъ паровыхъ котловъ, металлургическихъ, комнатныхъ, хлѣбопекарныхъ и др. печей“, 3-е изд. С.-Петербургъ, 1894.



кана *P*. Посредствомъ винтовъ *x* и *y* (черт. 188) привинченъ полукруглый предохранительный щитъ къ выступамъ прилитымъ къ коробкамъ форсунки. Форсунка изображена въ  $\frac{7}{8}$  натуральной величины.

Форсунка *Береснева* отличается отъ только что описанныхъ форсунокъ тѣмъ, что паръ подводится сверху и снизу къ струѣ нефти. На черт. 192 (табл. XXVIII) представлены слѣва — видъ, справа — разрѣзъ форсунки, на черт. 193 — видъ сверху и горизонтальный разрѣзъ по срединѣ. Форсунка состоитъ изъ четырехъ тарелокъ ( $P_1$  до  $P_4$ ), свинченныхъ между собою и имѣющихъ въ соответствующихъ мѣстахъ вырѣзы для внутренней нефтяной и наружныхъ паровыхъ струекъ. Соприкасающіяся поверхности пришлифованы одна къ другой. Первая и четвертая тарелки ( $P_1$  и  $P_4$ ) снабжены приливами, въ которые ввинчены паропроводныя трубки. Нефтяная трубка ввинчена въ стаканъ *V*, изъ котораго нефть по четыремъ вертикальнымъ каналамъ *h* (черт. 193), оставленнымъ въ приливѣ второй тарелки, поднимается въ промежутокъ между тарелками  $P_2$  и  $P_3$ . Всѣ четыре тарелки вмѣстѣ со стаканомъ соединяются въ одно цѣлое посредствомъ центрального болта *T*.

Относительно расхода пара на пульверизацію извѣстно, что при хорошихъ приборахъ расходуется для этого 4—7% всего произведеннаго пара. По всей вѣроятности форсунка *Береснева* расходуетъ болѣе пара, чѣмъ другія системы, ограничивающіяся однимъ притокомъ пара снизу.

Нѣсколько хорошихъ устройствъ нефтяного отопленія указаны на таблицахъ XXVIII—XXXII. За исключеніемъ одного случая, вездѣ дѣйствуютъ нобелевскія форсунки. На чертежахъ—*F* изображаетъ форсунку, *K*—особаго устройства колонку, около которой вращается форсунка. Нефтяная трубка на большинствѣ чертежей обозначена буквою *a*, паровая—*b*. *N*—нефтяной бакъ, снабженный указательной трубкой *w*. Колонка *K* состоитъ обыкновенно изъ бронзоваго полаго корпуса, привинченнаго къ кладкѣ или къ самому котлу, и соединеннаго съ трубками приводящими нефть и паръ. Нижній и верхній концы играютъ роль пробокъ крановъ. Трубки, приводящія нефть и паръ къ форсункѣ, ввинчены въ корпуса соответствующихъ крановъ, которые надѣваются на пробки и притягиваются къ нимъ центральными болтами. Цѣль устройства та, чтобы при внезапномъ откидываніи форсунки (отъ взрыва или удара) впускныя отверстія закрывались и пламя такимъ образомъ прекращалось, не вредя котельной прислугѣ.



Черт. 194—196 (табл. XXVIII и XXIX) изображаютъ примѣненіе нефтеотопленія къ вертикальному котлу съ узкими водяными трубками. Внутри топки устроена камера изъ огнеупорнаго кирпича, на стѣнки которой направляется пламя. Планъ ея изображенъ на черт. 196. Котель установленъ въ г. Триестѣ.

Черт. 197—199 (табл. XXIX и XXX) представляютъ продольный, горизонтальный (по *ABCD*) и поперечный (по *DRSBA*) разрѣзы топки Бельвилевскаго водотрубнаго котла. Подъ котломъ устроена камера изъ огнеупорнаго кирпича, внутри которой лежитъ змѣвикъ *b*, служащій для перегрѣва пара на пути къ форсункѣ.

Черт. 200—202 (табл. XXIX—XXXI) изображаютъ планъ (по *AB*), фасадъ и продольный разрѣзъ вертикальнаго котла системы *Лашанеля*. Нефтяная топка устроена подъ котломъ. Каналы *a* и *b* подводятъ воздухъ для горѣнія. Форсунка вращается около колонки *G*.

На черт. 203 и 204 (табл. XXX) представленъ котель съ подгрѣвателемъ. На колосники положенъ рядъ огнеупорныхъ кирпичей, на которые направляется пламя форсунки *F*. Нефтепроводная труба изображена буквою *b*, паропроводная—буквою *a*.

Черт. 205 и 206 изображаютъ нефтяное отопленіе парходнаго котла съ возвратными трубками. Пламя форсунки *F* направлено на рѣшетку, сложенную изъ огнеупорнаго кирпича, и принимающую на себя ударъ пламени.

Топка Береснева примѣнена, между прочимъ, для двухъ котловъ въ Экспедиціи заготовленія государственныхъ бумагъ. Одинъ изъ нихъ водотрубный, другой—ланкаширскій. Послѣдній изображенъ на черт. 207—209 (табл. XXXI и XXXII).

По тремъ отверстиямъ *v*, величину которыхъ можно регулировать заслонками, въ топку притекаетъ воздухъ; верхнее отверстие, также помѣченное буквою *v*, служитъ для наблюденія за пламенемъ, *a* обозначаетъ паропроводную, *b*—нефтепроводную трубки. Жаровая труба на протяженіи 6½ фут. выложена огнеупорнымъ кирпичемъ; облицовка на концѣ образуетъ пролетъ, сближающій газы и отклоняющій ихъ отъ поверхности трубы. *K*<sub>1</sub> и *K*<sub>2</sub>—поворотные краны, около которыхъ вращаются форсунки *F*. Черт. 208 представляетъ поперечный разрѣзъ по линіи *AB*.

Топка Экспедиціи отличается вполнѣ бездымнымъ горѣніемъ; даже во время затопки не показывается дыма.



### ПРИБОРЫ ДЛЯ ПУЛЬВЕРИЗАЦИИ МАЗУТА ДАВЛЕНИЕМЪ.

Въ новѣйшее время появились приборы для пульверизации нефти, которые дѣйствуютъ безъ пара. Цѣль такого устройства—избавиться отъ потери, сопряженной съ затратою пара для пульверизации нефти. Сюда относится топка *Тентелевскаго* завода, примѣняющаго извѣстныя стальные коническія сопла системы *Кертинга*, внутри которыхъ помѣщенъ стержень съ винтовыми нарѣзками. Нефть проводится въ сопла изъ закрытаго цилиндрическаго резервуара, куда она нагнетается посредствомъ насоса. Въ верхней половинѣ резервуара имѣется воздушный слой, который сжимается при увеличеніи давленія. Работаютъ обыкновенно при давленіи отъ 3 до 4 атмосферъ (45 до 60 фн.). Винтовые нарѣзки сообщаютъ нефти нѣкоторое вращательное движеніе, и по выходѣ изъ тонкаго отверстія сопла (діаметръ около 1 миллиметра) она, отъ дѣйствія центробѣжной силы, разбрызгивается на всѣ стороны въ видѣ мельчайшихъ капель, прекрасно горящихъ внутри топки съ раскаленными стѣнками. Расходъ на обзаведеніе насосомъ и резервуаромъ, а также на приведеніе его въ дѣйствіе сравнительно незначителенъ, въ особенности при цѣлой батарее котловъ (на Тентелевскомъ заводѣ, по замѣчанію проф. Тиме \*), расходуютъ на пульверизацию 0,2% получаемаго пара). Этотъ способъ имѣетъ еще то удобство, что въ резервуарѣ можно всегда поддерживать давленіе достаточное для затопки на слѣдующій день. Результаты изслѣдованія газовъ были очень хороши, по сообщенію директора Тентелевскаго завода, доктора *Вингина*: въ газахъ найдено до 17% углекислоты. Что же касается бездымности горѣнія, то ея возможно достигнуть и при этомъ приборѣ, но вопросъ въ томъ, не получается ли тогда столь высокая температура, что слишкомъ скоро повреждаются стѣнки топки? По крайней мѣрѣ, при существующихъ нынѣ топкахъ на Тентелевскомъ заводѣ стараются вести горѣніе такъ, чтобы всегда выдѣлялся изъ трубы дымъ съ легкой черной окраской. Однако, можетъ быть удастся современемъ улучшить топку въ этомъ отношеніи.

Въ прошломъ году появилось другое приспособленіе, дѣйствующее также безъ пара,—пульверизаторъ *Свенсонъ-Петерсена*, подъ названіемъ „*Симплексъ*“. Онъ изображенъ на черт. 210 и 211. Изобрѣтатели поставили себѣ цѣлью, воспользоваться давленіемъ пара въ котлѣ для сообщенія струѣ нефти извѣстной скорости при выходѣ изъ форсунки.

\*) Ив. Тиме, безшумное нефтяное отопленіе, привил. Тентелева. „Горный журналъ“, 1894.—Стромейеръ, морскіе паровые котлы. Перев. Д. Головъ. Спб. 1895.



Въ удобномъ мѣстѣ кочегарни устанавливають два желѣзныхъ вертикальныхъ цилиндрическихъ котла *A* и *B* (черт. 210, табл. XXXI). Ихъ наполняютъ водою (напримѣръ, изъ водопровода, трубою *e*); затѣмъ открываютъ клапаны *K*<sub>1</sub> и *K*<sub>2</sub>, соединяющіе верхнюю часть цилиндровъ съ трубою *d* (или *z*), идущею изъ бака съ нефтяными остатками, и также открываютъ краны *G* и *H*, черезъ которые цилиндры опоражниваются въ отводную трубу *f*. По мѣрѣ того, какъ вода вытекаетъ изъ цилиндровъ, нефтяные остатки засасываются сверху. Наполнивъ цилиндры нефтью до извѣстнаго уровня, закрываютъ краны *G* и *H* и клапаны *K*<sub>1</sub> и *K*<sub>2</sub>, и открываютъ краны *E*, *F* и *O* для сообщенія цилиндровъ съ самою холодною частью котла посредствомъ трубки *g*, вслѣдствіе чего въ цилиндрахъ устанавливается то же давленіе, которое имѣется въ котлѣ. По открытіи крана *C*, остатки по трубкѣ *h* будутъ переходить къ форсункамъ *P*<sub>1</sub> и *P*<sub>2</sub>, причемъ цилиндръ *A* мало по малу будетъ наполняться водою изъ котла. Когда уровень воды достигъ верхней части водоуказательной трубки, закрываютъ краны *C* и *E*, открываютъ *D* и *F*, пускаютъ остатки въ форсунки изъ резервуара *B*, и наполняютъ *A* снова остатками, выпустивъ сначала изъ него воду. Такимъ образомъ, цилиндры дѣйствуютъ попеременно.

Сама форсунка (черт. 211, табл. XXIX) состоитъ изъ бронзоваго корпуса съ ввинченнымъ въ него стальнымъ наконечникомъ, который снабженъ крюкомъ *V*, служащимъ для превращенія сплошной струи нефти въ тончайшую желобообразную струю. Величина отверстія регулируется иглою, устанавливаемою отъ руки стержнемъ, снабженнымъ нарѣзкою.

Видоизмѣненіе этого устройства состоитъ въ примѣненіи особаго насосика, накачивающаго нефть въ резервуары: въ этомъ случаѣ весьма удобно растопить печь, такъ какъ имѣется въ распоряженіи давленіе, достаточное для дѣйствія форсунки. Вообще, зависимость количества притекающей нефти отъ давленія въ котлѣ неудобна, особенно когда надо быстро поднять пары.

Форсунка и вся система отопленія отличаются простотою; пульверизація производится безъ расхода пара и безъ шума.

Опыты, произведенные въ теченіе этой зимы на балтійскомъ заводѣ, въ С.-Петербургѣ, дали, насколько мнѣ извѣстно, вполне удовлетворительные результаты, и при регулированіи иглою, вентиляемъ и заслонками достигалось вполне бездымное горѣніе.



Мы видѣли, что вполне бездымное горѣніе достигается при нефтяномъ отопленіи легко и безъ особаго напряженія и постояннаго присмотра со стороны кочегара. Въ этомъ заключается большое преимущество нефтяного отопленія передъ отопленіемъ твердымъ топливомъ, не говоря о другихъ выгодахъ его. Поэтому вопросъ о бездымномъ горѣніи рѣшается легко для всѣхъ тѣхъ мѣстностей, въ которыхъ нефть можетъ конкурировать съ твердымъ топливомъ; но даже въ краяхъ, гдѣ нефть обходится значительно дороже угля, употребленіе ея нерѣдко можно оправдать въ тѣхъ случаяхъ, въ которыхъ бездымное горѣніе стоитъ на первомъ планѣ, такъ какъ послѣднее и при твердомъ топливѣ достигается на иначе, какъ цѣною не малыхъ затратъ: даже сохраняя обыкновенную колосниковую рѣшетку, мы можемъ добиться сноснаго бездымнаго горѣнія только тогда, когда намъ удастся заинтересовать въ этомъ кочегара, болѣе обезпечивъ его матеріально. Дымогарныя же топки вводятъ заводчика въ большіе расходы по первоначальному обзаведенію ихъ и ремонту, а иногда и по содержанию. Вотъ почему и нефтяное отопленіе можетъ быть введено съ выгодой, на равнѣ съ другими приспособленіями для уменьшенія выдѣленія дыма, если-бы даже цѣна ея довольно значительно (болѣе чѣмъ въ 2 раза) превосходила цѣну угля.

## VIII.

### Газовое отопленіе.

Есть еще одно средство къ полному уничтоженію дыма, средство всегда достигающее цѣли и независимое отъ извѣстнаго рода топлива, но требующее крупныхъ расходовъ на первое устройство—это *газовое* отопленіе. Считаю долгомъ познакомить читателя съ нѣкоторыми системами этого идеальнаго способа отопленія, несмотря на то, что, къ сожалѣнію, оно примѣняется для отопленія котловъ только въ исключительныхъ случаяхъ.

Всѣми специалистами по отопленію давно уже признаются достоинства газовыхъ топокъ. Во всѣхъ отношеніяхъ онѣ являются идеальными. Онѣ могутъ дѣйствовать на какомъ угодно топливѣ, даже на самыхъ плохихъ, влажныхъ сортахъ. Въ топкахъ развивается чрезвычайно высокая температура, которая распределяется равномерно и которую регулировать легко. Благодаря высокой температурѣ и хорошему перемѣшиванію газовъ, достигается не только полное и совершенно бездымное, но и эко-



номное сжиганіе топлива, потому что оно происходитъ при минимальномъ притокѣ атмосфернаго воздуха. Работа кочегара весьма простая и легкая. Пламя можно легко направлять какъ угодно, что особенно важно въ печахъ разнаго рода для химическихъ и металлургическихъ цѣлей, вслѣдствіе чего газовыя топки получили наибольшее распространеніе на химическихъ фабрикахъ и горныхъ заводахъ. Для отопленія котловъ онѣ примѣняются рѣдко, въ виду дороговизны устройства, несмотря на всѣ преимущества этой системы.

Различаютъ два типа газовыхъ топокъ: одинъ или нѣсколько большихъ генераторовъ питаютъ топку котловъ, расположенныя нерѣдко на большомъ разстояніи отъ нихъ, — или же къ котлу пристраивается генераторъ небольшихъ размѣровъ. Первая система примѣнима тогда, когда котлы работаютъ безостановочно днемъ и ночью, причеиъ достигается весьма значительная экономія горючаго; если же котлы работаютъ съ остановками, то выгоднѣе устраивать генераторы малой емкости въ виду большого расхода топлива и траты времени на разогреваніе генератора послѣ остановки его дѣйствія.

#### Топки Сименса и Шнейдера.

Черт. 212 (табл. XXXIII) представляетъ устройство газовой топки перваго типа, предложенное извѣстнымъ инженеромъ *Сименсомъ*. Газъ по каналамъ *a, b, c* поступаетъ въ камеру *A*, гдѣ онъ воспламеняется, встрѣчая струи нагрѣтаго воздуха, прошедшіе по каналамъ *e, f, g, i, d*. Продукты горѣнія поступаютъ изъ жаровой трубы *B* въ дымоходы 3 и 4 и далѣе въ боровъ *F*. Въ трехъ мѣстахъ (*y n*) устроены кольца изъ огнеупорнаго матеріала для суженія струи газовъ и перемѣшиванія ихъ.

Топка *Сименса* послужила прототипомъ для топокъ опытнаго спеціалиста по устройству газовыхъ топокъ, инженера *P. Шнейдера* въ Дрезденѣ (Hohestrasse, 7). Черт. 213 изображаетъ продольный разрѣзъ по *AB*, черт. 214 (табл. XXXIV) — часть продольнаго разрѣза по *BV*, черт. 215 (табл. XXXIII) — горизонтальные разрѣзы по *CD* и *EF*. Фасадъ кладки и поперечный разрѣзъ по *GH* показаны на черт. 218 (табл. XXXII), поперечные разрѣзы по *NO* и *PS* на черт. 217 (табл. XXXIV), по *IK* и *LM* на черт. 216 (табл. XXXV). Газъ изъ канала *a* поступаетъ въ колодець *b*, а оттуда по каналамъ *c* въ камеру *d*, гдѣ происходитъ горѣніе, благодаря подводу свѣжаго воздуха по каналамъ *o*. Воздухъ, проходя по каналамъ *m* и *n* подъ вторымъ дымоходомъ, доста-



точно нагрѣвается для поддержанія высокой температуры въ топкѣ. Теченіе воздуха показано простыми, а газа — двойными стрѣлками.—Кромѣ генераторныхъ газовъ можно, конечно, сжигать и другіе газы, напримѣръ, газы доменныхъ печей.

Топка *Шнейдера*, представленная на (черт. 219 — 222), принадлежитъ ко второму типу.

Черт. 219 (табл. XXXIV) изображаетъ продольный разрѣзъ по *AB*, черт. 220—горизонтальные разрѣзы по *CNDEFG* и *HIKL*, а чертежи 221 и 222 (табл. XXXII) — поперечные разрѣзы по *WV*, *ST*, *MNDO* и *PR*. Топливо (каменный и бурый угли, дрова и пр.) вводится сверху въ генераторъ *M*, и поступаетъ на ступенчатую, а затѣмъ на плоскую колосниковую рѣшетку. Оттуда шлакъ переходитъ на подвижные дугообразные колосники *w*, съ которыхъ его нетрудно удалять поворачиваніемъ колосниковъ посредствомъ тяги. Продукты горѣнія поступаютъ затѣмъ въ камеру для горѣнія (между *w* и *E*), гдѣ они смѣшиваются съ воздухомъ и сгораютъ совершенно, благодаря значительному подогрѣву воздуха, проходящаго внутри кладки длинный путь по каналамъ *a*, *b*, *c*, *d*, *e*. Хорошему перемѣшиванію газовъ способствуютъ своды и стѣнки, заставляющія ихъ до шести разъ измѣнять направленіе. Весьма важно присутствіе верхняго свода подъ котломъ: онъ предохраняетъ котель отъ непосредственнаго дѣйствія пламени и не даетъ газамъ охлаждаться отъ прикосновенія со стѣнками котла до полного окончанія горѣнія.

Несмотря на полное бездымное горѣніе въ этой топкѣ, она не получила большого распространенія въ виду сложности устройства кладки. Все таки, укажу на примѣръ „*новаго купальнаго заведенія*“ въ *Карлсбадѣ*, гдѣ, между прочимъ, эта топка была устроена въ концѣ 80-хъ годовъ и, по удостовѣренію мѣстной городской администраціи, работала вполне удачно.

Топки Шнейдера извѣстны и у насъ въ Россіи, хотя только въ примѣненіи къ печамъ. Онѣ устроены, между прочимъ, на фабрикѣ *Шписа*, *Штукена* и *К°* въ Москвѣ (для плавки эмали), на мѣдно-прокатномъ заводѣ *Кольчугина* въ Москвѣ (калильная печь) и на гильзовомъ заводѣ въ *Луганскѣ* (8 калильныхъ печей).

#### ТОПКА ЗАВОДА УНІОНЪ.

Хорошая газовая топка, устроенная на горномъ заводѣ *Уніонъ*, въ *Дортмундѣ* \*), представлена на [черт. 223 — 226 (табл.

\*) *Reiche, Anlage und Betrieb der Dampfkessel. 3. Aufl. Стр. 168.*



XXXV и XXXII). На продольномъ разрѣзѣ (черт. 223) изображенъ котель съ дымогарными трубками, отопливаемый газами, развивающимися въ генераторѣ *S*. Уголь загружается черезъ отверстія *w*. Находящееся въ генераторѣ топливо покоится на колосникахъ *r*. Воздухъ подводится въ верхнюю часть генератора въ сильно нагрѣтомъ состояніи. Для этого служитъ рядъ каналовъ, устроенныхъ въ толщѣ кладки: по приѣмнымъ каналамъ *e* воздухъ поступаетъ въ лабиринтъ, состоящій изъ каналовъ *f* и *g* (расположеніе ихъ видно на горизонтальномъ разрѣзѣ по *AB*, черт. 224); изъ послѣдняго колѣна этихъ ходовъ воздухъ поступаетъ въ генераторъ по узкимъ щелямъ *h*, чѣмъ достигается хорошее перемѣшиваніе его съ газами. Въ районѣ горѣнія газовъ у *h* температура чрезвычайно высока; поэтому приходится искусственнымъ образомъ охлаждать кладку, для чего устроены воздушный каналъ *z* и водопроводная трубка *y*. Черт. 225 представляетъ фасадъ котла и генератора, черт. 226—поперечные разрѣзы по *HG* и *KJ*. На черт. 227 (табл. XXXII) представлены горизонтальные разрѣзы по *CD* и *EF*. По рельсамъ у *b* подходят телѣжки съ углемъ, а у *c*—телѣжки для вывоза шлаковъ и золы.

#### Газовыя топки Э. Фолькмана.

Въ Россіи много трудился надъ вопросомъ о примѣненіи газовыхъ топокъ къ отопленію котловъ инженеръ невскаго механическаго завода Э. И. Фолькманъ, не пожалѣвшій ни времени, ни средствъ для выработки хорошаго и надежнаго типа такой топки. Послѣдній проектъ, выработанный имъ, изображенъ на черт. 228—235. Черт. 228 (табл. XXXVI) представляетъ боковой видъ генератора и продольный разрѣзъ по оси котла, черт. 229 (табл. XXXVII)—планъ устройства, черт. 233 до 236 (табл. XXXVII и XXXVI)—поперечные разрѣзы по *ab*, *CD* и *EF*, а черт. 230 и 231 (табл. XXXVIII)—разрѣзы генератора по *cd* и *ab*. Генераторъ представляетъ собою желѣзный клепанный котель, содержащій внутреннюю топку, и соединенный съ котломъ трубами *g* и *h*. Загрузка топлива (угля или торфа) производится черезъ дверцу *M* въ шахту, составленную боковыми стѣнками генератора и пустотѣлыми порогами *n*, *k* и *l*, внутри охлаждаемыми водою. Черезъ *P* производится разгрузка генератора, у *O* соединяется съ нимъ воздухопроводная труба, идущая отъ вентилятора. Газы проходятъ черезъ горло *N* въ жаровую трубу или вообще первый дымоходъ котла, засасывая еще свѣжій воздухъ для окончательнаго горѣнія черезъ рядъ круглыхъ отверстій, показанныхъ на



черт. 235. Отъ общаго воздухопровода  $m$  идетъ отростокъ  $f$  подъ крышку топчнаго отверстія  $M$ , для охлажденія ея и устраненія возможности просачиванія горючихъ газовъ въ атмосферу. Трубка  $u$  служитъ для выпуска воды въ водоотводную трубу  $b$  изъ водяного пространства генератора.

Для удобства осмотра и ремонта генераторъ посредствомъ цапфы подвѣшенъ къ телѣжкамъ, которыя съ помощью двухъ паръ колесъ легко передвигаются по рельсамъ  $w$ . Въ этомъ случаѣ разобщаютъ генераторъ съ котломъ, а также съ воздухопроводной и водоотводной трубками, для чего, снявъ болты у  $N$ ,  $g$ ,  $h$ ,  $m$ , и муфту трубки  $u$ , отодвигаютъ тамбуръ  $S$  (замѣняющій дверцу для входа въ подвальную яму), винтами  $v$  слегка спускаютъ передніе концы рельсовъ  $w$ ,—послѣ чего уже легко подкатить генераторъ поближе къ концамъ рельсовъ,—и наконецъ поворачиваютъ генераторъ около оси на прямой уголъ, для удобства осмотра его черезъ дверцы  $M$  и  $P$ .

На черт. 232 (табл. XXXVIII) изображенъ предложенный Э. Фолькманомъ предохранительный приборъ, приходящій въ дѣйствіе, когда кочегаръ позабылъ о своевременной загрузкѣ топлива. Внутри распорной трубки, соединяющей наружную и внутреннюю стѣнки генератора, и помѣщенной близъ наинизшаго допускаемаго уровня топлива, находится бронзовая трубка съ наконечникомъ изъ легкоплавкаго металла. Когда по оплошности кочегара свободная поверхность угля слишкомъ понизилась, пробка плавится и пламя показывается у выходнаго отверстія трубки.

Генераторъ Э. Фолькмана отличается своей компактностью и удобствомъ для ремонта и осмотра, конечно, при томъ условіи, что вода, служащая для питанія котла, не даетъ много накипи, которая могла-бы отлагаться въ узкомъ водяномъ пространствѣ генератора. Хотя для очистки поверхности отъ накипи вездѣ имѣются люки, но тѣмъ не менѣе осажденіе накипи не желательно на сильно нагрѣтыхъ стѣнкахъ генератора. Къ мысли охладить стѣнки генератора водою, привелъ изобрѣтателя опытъ съ построенными имъ раньше генераторами съ кирпичной облицовкой, отъ которой очень трудно было отдѣлять крѣпко пристававшій шлакъ.

При предложенной имъ новой конструкціи этотъ недостатокъ устраняется, такъ какъ жидкій шлакъ не пристаётъ къ металлическимъ листамъ, и его можно выпускать черезъ отверстіе  $P$ . Этой цѣли нельзя было достигнуть иначе, какъ устройствомъ желѣзнаго генератора съ охлажденіемъ стѣнокъ, вслѣд-



ствіе чего эта топка сложнѣе топокъ ранѣе устроенныхъ г. Фолькманомъ, но за то имѣетъ то преимущество, что теплота, развиваемая въ ней, утилизируется для нагрѣванія воды въ котлѣ.

Черт. 236—238 (табл. XXXVII) изображаютъ примѣненіе генератора для отопленія дровами, по проекту *Э. И. Фолькмана*. Черт. 236 представляетъ продольный, черт. 237 и 238—поперечные разрѣзы по *AB* и *CD*. Дрова забрасываются въ генераторъ у *M*; у *N* газы поступаютъ подъ котель. Необходимый для горѣнія воздухъ подводится къ генератору у *O* и черезъ отверстія *a*, величина которыхъ можетъ быть регулируема. Отверстіе *P* служитъ для очистки генератора отъ золы. Отверстія *O* и *P* доступны со стороны углубленія подъ уровнемъ пола; спускъ внизъ окруженъ коническимъ тамбуромъ *S*, чтобы устранить опасность провала рабочихъ въ подвалъ. Генераторъ назначенъ для батарейнаго котла съ поверхностью нагрѣва въ 1000 квадр. футовъ.

Черт. 239 (табл. XXXVII) изображаетъ продольный разрѣзь генератора для отопленія хворостомъ, а черт. 240 (табл. XXXIX)—поперечный разрѣзь его по *ABCD*. Въ нѣкоторыхъ уѣздахъ, изобилующихъ лѣсомъ, до сихъ поръ нерѣдко употребляются для отопленія пучки хвороста длиною около 2 аршинъ. Для такой мѣстности проектированъ *Э. И. Фолькманомъ* генераторъ, изображенный на указанныхъ чертежахъ, вполне выясняющихъ его устройство. Замѣчу только, что *b* — отверстія для наблюденія за пламенемъ, а *R*—каналъ, идущій прямо къ дымовой трубѣ и тамъ снабженный заслонкой, которая, во время дѣйствія топки, опущена, такъ что газы направляются въ дымоходы котла. Если же надо поскорѣе охладить котель, то поднимаютъ заслонку у *R* и закрываютъ каналы *a*,—газы направляются по кратчайшему пути *R* въ трубу и для осмотра котла не приходится ожидать полного охлажденія генератора. Поверхность нагрѣва котла, къ которому пристроенъ генераторъ, составляетъ 1200 квадр. фут.

Указанные примѣры даютъ понятіе о томъ, какъ разнообразны газовыя топки и какъ удобны онѣ для сожиганія всякихъ сортовъ топлива,—но по нимъ можно также судить и о значительныхъ расходахъ для устройства ихъ, хотя самыя сложныя газовыя топки (напр. топки *Понсара*, соединенныя съ регенераторами \*) не приведены нами, такъ какъ онѣ, вслѣд-

---

\*) J. Denfer, les chaudières à vapeur.



ствіе излишней сложности, не получили примѣненія. Въ виду достоинствъ газовыхъ топокъ, въ особенности въ виду абсолютно бездымнаго горѣнія достигаемаго ими, было бы весьма желательно, чтобы онѣ распространились у насъ не только на горныхъ заводахъ и химическихъ фабрикахъ, но также для отопленія котловъ въ другихъ промышленныхъ заведеніяхъ въ особенности въ городахъ для уничтоженія выдѣленія дыма внутри городской черты.

## IX.

### Фильтрація дыма.

Въ послѣднее время были сдѣланы попытки, разрѣшить вопросъ объ уничтоженіи дыма совершенно инымъ путемъ,—не улучшеніемъ топокъ и способа работы кочегара, а механическимъ и отчасти химическимъ воздѣйствіемъ на печные газы, содержащіе сажу и золу. Для этой цѣли путемъ промывки удаляютъ изъ нихъ всѣ твердыя части.

Сюда относится приборъ *Антонэ* (aéro-fumivore d'Anthonay \*), установленный въ парижскомъ коммерческомъ банкѣ для промывки газовъ, выдѣляющихся изъ комнатныхъ печей и топокъ паровыхъ котловъ для электрическаго освѣщенія. Приборъ состоитъ изъ большого желѣзнаго цилиндра, внутри котораго концентрично вращается другой цилиндръ. Наружный цилиндръ наполненъ водою до известной высоты; черезъ отверстія въ кожухѣ его вода проникаетъ также во внутренній цилиндръ. Газы изъ борова поступаютъ во внутренній цилиндръ, гдѣ они, вслѣдствіе прикосновенія съ водою и съ влажною поверхностью цилиндра, освобождаются отъ сажи, золы и растворенныхъ газовъ. Вентиляторъ засасываетъ ихъ изъ кольцевого пространства между обѣими бочками, куда они поступаютъ черезъ упомянутыя отверстія, и нагнетаетъ ихъ въ дымовую трубу. Между каналами, отводящими газы въ приборъ и обратно проводящими ихъ въ боровъ, устроена заслонка, которую открываютъ, когда приборъ не дѣйствуетъ, напр., при растопкѣ котла, причемъ газы направляются непосредственно въ дымовую трубу.

Возраженіе, что при этомъ способѣ необходима механическая сила, несущественно, такъ какъ для приведенія въ движеніе вентилятора требуется незначительная сила.

---

\*) Génie civil 1893. Стр. 365.



Въ этомъ же родѣ устроены въ Англии, въ *Бирмингамѣ*, приборъ *Эллиота* \*). Дымъ вытягивается вентиляторомъ изъ большой дымовой трубы черезъ желѣзную трубу въ продыравленный барабанъ, погруженный въ желѣзный ящикъ, въ которомъ постоянно циркулируетъ вода. Ось вентилятора дѣлаетъ 1600 оборотовъ. Желѣзная труба для отвода газовъ соединяется съ дымовой трубой на высотѣ 12 фут. надъ землею. Длина барабана—11 фут., діаметръ его—16 дюймовъ, діаметръ отверстій— $\frac{1}{4}$  до  $\frac{3}{8}$  дюйма.

Наконецъ, укажу на устройство, примѣняемое на извѣстной фабрикѣ *Моэ и Шандона* въ *Эперне* (Moët et Chandon, Epernay). Эта фирма устроила электрическое освѣщеніе въ огромныхъ подвалахъ, въ которыхъ она хранитъ выдѣлываемое ею шампанское, и пожелала совершенно уничтожить дымъ топокъ котловъ для электрическихъ машинъ. Устройство это изображено на черт. 241 (продольный разрѣзъ по *AB*), 243 (планъ) и 242 (поперечный разрѣзъ по *WZ*, табл. XXXIX). Для этой цѣли проводятъ дымовые газы въ цилиндрической коллекторъ *C*, а затѣмъ они омываютъ трубки подогревателя *Грина* *E*. При этомъ они охлаждаются на  $100^{\circ}$  (до  $150^{\circ}$ ), между тѣмъ какъ вода для питанія котла, циркулирующая въ трубкахъ, нагревается отъ  $40^{\circ}$  до  $125^{\circ}$ . Въ камерѣ *D* установленъ вентиляторъ (діаметръ его 1,4 метр.=4' 7"), который гонитъ газы въ камеру *F*, откуда они поднимаются вверхъ черезъ слой кокса, постоянно смачиваемаго водою, и уже въ совершенномъ чистомъ видѣ направляются въ дымовую трубу.

Вентиляторъ дѣлаетъ 400 оборотовъ въ минуту, производя давленіе въ 32 миллиметра ( $1\frac{1}{4}$  дюйма) водяного столба и расхода 4 силы. Газы, поступающія въ фильтръ, уже охлаждены до  $120^{\circ}$ ; послѣ промывки газовъ температура ихъ понижается до того, что ихъ можно выпускать въ атмосферу по *деревянной* дымовой трубѣ. На охлажденіе требуется въ 1 часъ 6000 литровъ (485 ведеръ) воды \*\*).

Основная мысль описанныхъ приборовъ не новая. Еще въ 50-хъ годахъ появилась машина *Жана* (V. Jean) для промывки газовъ, а на лондонской выставкѣ дымогарныхъ топокъ въ 1881 г. былъ выставленъ приборъ *Гудфелло* (Goodfellow), состоявшій изъ длиннаго ящика, помѣщаемаго въ боровѣ и наполняемаго водою до извѣстной высоты. Барабаны, усаженные короткими штифтами, устанавливались на небольшомъ разстояніи до поверхности воды въ бакѣ. Когда барабаны приводились во вращеніе,

\*) Engineering 1893. Стр. 702.

\*\*\*) Revue Industrielle 1893, 18 марта.



штифты, касаясь поверхности воды, подбрасывали капли, направляя ихъ на сѣтки, черезъ которыя пропускались газы, причемъ они очищались отъ примѣси сажи. Замѣняя воду известковымъ растворомъ, можно также очищать дымовые газы отъ сѣрной и сѣрнистой кислотъ.

Интересныя данныя въ этомъ направленіи сообщаетъ д-ръ *Вольфъ* \*). Онъ полагаетъ, что въ одномъ городѣ *Эссенъ* выдѣляется ежегодно 16 милл. килограммовъ (около 1 милл. пуд.) сѣрной и сѣрнистой кислотъ отъ сжиганія угля, содержащаго отъ 1 до 1½% сѣры. Хотя пары кислоты значительно разбавлены дымовыми газами (0,5 до 2,5 граммовъ на 1 куб. метръ или 1,13 до 5,65 зол. на 1 куб. саж.), но тѣмъ не менѣе они вліяютъ вредно на организмъ: воздухъ, содержащій болѣе 0,004 грамма сѣрнистой кислоты и 0,007 грамма сѣрной кислоты въ 1 куб. метръ (0,009 и 0,016 зол. въ 1 куб. саж.), уже дѣйствуетъ на глаза и слизистыя оболочки. Слѣдовательно, газы, получаемые при сжиганіи угля, содержащаго сѣру, безвредны только съ значительной примѣсью воздуха. Кромѣ того, потеря сѣры въ дымовыхъ газахъ составляетъ весьма чувствительную стоимость: по даннымъ *Вольфа*, прусская промышленность развиваетъ 700000 паровыхъ силъ; предполагая на 1 силу расходъ въ 2,5 килогр. угля въ часъ и содержаніе сѣры въ 1%, найдемъ, что въ Пруссіи ежегодно теряется съ газами 240000 тоннъ сѣрной кислоты, между тѣмъ какъ ее производится не болѣе 106000 тоннъ, т. е. 44% количества, теряемаго ежегодно въ дымовыхъ газахъ.

Эти соображенія невольно заставляютъ вдуматься въ вопросъ о значеніи искусственнаго выдѣленія сѣры и сажи изъ дымовыхъ газовъ.

## Х.

### Общіе выводы.

Все вышеизложенное приводитъ къ заключенію, что абсолютно бездымное горѣніе возможно только при газовомъ отопленіи; весьма близко къ газовому отопленію подходитъ нефтяное, въ смыслѣ бездымнаго горѣнія, а изъ способовъ сжиганія твердаго топлива—отопленіе порошкообразнымъ углемъ. Однако же, при указанныхъ способахъ вмѣстѣ съ газами поступаютъ въ атмосферу пары сѣрной и сѣрнистой кислотъ, если сѣра содержится въ топливѣ; отъ

---

\*) Mittheilungen aus der Praxis des Dampfkessel-und Dampfmaschinenbetriebes, 1885. Стр. 19.



этихъ вредныхъ примѣсей можно избавиться только промывкою газовъ, которою одновременно задерживаются частицы золы и сажи; слѣдовательно, *четвертымъ и болѣе другихъ энергичнымъ способомъ является промывка газовъ, которая примѣнима при всѣхъ сортахъ топлива и при всѣхъ системахъ котловъ*, въ случаяхъ, когда первые три способа оказываются неудобными или невыгодными.

*Остальными способами сожиганія твердаго топлива достигается уничтоженіе дыма только въ извѣстныхъ предѣлахъ*; при надлежащемъ уходѣ за топкою и при нормальной, не форсированной работѣ котла, горѣніе можетъ происходить безъ замѣтнаго выдѣленія дыма; но, какъ только нарушаются условія правильнаго горѣнія (напримѣръ, при шуровкѣ, при очисткѣ рѣшетки отъ шлака), а также при недосмотрѣ со стороны кочегара,—сейчасъ же образуется дымъ. *Это относится не только къ горѣнію на обыкновенной колосниковой рѣшоткѣ, но и къ такъ называемымъ дымогарнымъ топкамъ*; при нихъ также надо заботиться о сохраненіи установившихся условій горѣнія, а главное, *уходъ за котломъ надо поручить добросовѣстному, усердному и знающему свое дѣло кочегару*. Какъ объяснено выше, хорошій кочегаръ, въ большинствѣ случаевъ, въ состояніи получить бездымное горѣніе въ предѣлахъ, вполне достаточныхъ для практики, даже при обыкновенной колосниковой рѣшоткѣ; дымогарныя топки только облегчаютъ его трудъ и служатъ регуляторомъ его работы.

*На весьма важный вопросъ о томъ, какая же система дымогарныхъ топокъ самая лучшая,—нельзя дать опредѣленнаго отвѣта*. Условія работы котла, свойства горючаго матеріала и системы котловъ до того разнообразны, что не мыслимо указать какую нибудь изъ этихъ топокъ, какъ идеальную, которую можно было-бы примѣнять во всѣхъ случаяхъ и которая вездѣ и всегда давала-бы самые лучшіе результаты. Такой идеальной топки не существуетъ, и въ каждомъ отдѣльномъ случаѣ необходимо тщательно обдумать данныя условія и, на основаніи всесторонняго изученія ихъ, произвести выборъ топки, которую можно считать самою выгодною для даннаго случая. Имѣя хорошихъ кочегаровъ, можно даже не измѣнять существующей простой колосниковой рѣшетки и ограничиться соотвѣтствующимъ наставленіемъ котельной прислугѣ о томъ, какъ слѣдуетъ топить печь. Въ нѣкоторыхъ случаяхъ, для бездымнаго горѣнія, переходятъ съ выгодою къ сожиганію сортовъ топлива, дающихъ весьма мало дыма, напримѣръ, дровъ, и т. н. *бездымнаго угля (кардифа)*; кардифъ, какъ извѣстно, нѣсколько дороже обыкновеннаго угля, но за то даетъ при горѣніи больше теплоты.



Въ виду важности вопроса о дымогарныхъ топкахъ было бы весьма желательно имѣть достовѣрныя свѣдѣнія о работѣ ихъ, чтобы можно было сравнивать ихъ между собою для надлежащаго выбора той или другой системы.

Хотя, какъ мы видѣли, дымогарныя топки различныхъ системъ испытывались не разъ, но результаты, полученные при этихъ испытаніяхъ, трудно сравнить между собою, такъ какъ, во-первыхъ, изслѣдованія производились при весьма различныхъ условіяхъ и, во-вторыхъ, до сихъ поръ не было выработано научнаго способа для опредѣленія густоты дыма, т. е. главнаго обстоятельства, на которое, при испытаніи дымогарныхъ топокъ, слѣдуетъ обратить вниманіе. Лучше другихъ испытаній были обставлены тѣ, которыя производились въ Берлинѣ въ 1893 и 1894 годахъ, такъ какъ при нихъ употреблялся довольно простой, но достаточно точный способъ для опредѣленія густоты дыма, благодаря которому мы въ состояніи сравнить между собою результаты наблюденій надъ выдѣленіемъ дыма различными топками.

Въ виду большого интереса, который представляютъ эти опыты, я считаю не лишнимъ познакомить съ ними читателя.

## XI.

### **Берлинскія испытанія дымогарныхъ топокъ.**

Въ 1892 году предсѣдатель союза прусскихъ обществъ по наблюденію за котлами получилъ запросъ отъ прусскаго министра торговли и мануфактуръ, въ которомъ министръ предлагаетъ на обсужденіе совѣта союза вопросъ о современности обязательнаго введенія извѣстныхъ дымогарныхъ топокъ на фабрикахъ и заводахъ.

Совѣтъ отвѣтилъ въ отрицательномъ смыслѣ, мотивируя свое мнѣніе тѣмъ, что до сихъ поръ не имѣется достаточнаго числа такихъ наблюденій надъ дымогарными топками, результаты которыхъ можно было бы между собою сравнивать, что необходимо для правильной относительной оцѣнки топокъ. Вмѣстѣ съ тѣмъ, совѣтъ союза предложилъ свои услуги для устройства такихъ испытаній. Министръ согласился съ мнѣніемъ и съ предложеніемъ совѣта, который вслѣдъ затѣмъ обратился съ просьбою о содѣйствіи къ другимъ техническимъ обществамъ и различнымъ административнымъ учрежденіямъ. Послѣднія приняли столь дѣятельное участіе, что комиссія, избранная для производства опытовъ, могла располагать суммою до 10000 германскихъ



марокъ. Эта комиссія, состоявшая подъ предсѣдательствомъ главнаго инженера берлинскаго общества по наблюденію за котлами, К. Шнейдера, произвела испытаніе нѣкоторыхъ дымогарныхъ топокъ зимою 1893—1894 гг.; отчетъ о нихъ былъ доложенъ общему собранію членовъ комиссіи и представителей учреждений и обществъ, участвовавшихъ въ доставленіи фонда на издержки по опытамъ. Выслушавъ отчетъ, общее собраніе согласилось на продолженіе этихъ изслѣдованій въ виду того, что не всѣ извѣстныя системы дымогарныхъ топокъ удалось испытать. Кромѣ того, было постановлено, что новый рядъ опытовъ съ дымогарными топками слѣдуетъ, по возможности, производить при одномъ и томъ же котлѣ и съ однимъ и тѣмъ же топливомъ, пристраивая къ данному котлу, одну за другой, испытываемыя топки, и сравнивая результаты съ тѣми, которые получились при томъ же котлѣ но при обыкновенной колосниковой рѣшеткѣ.

Это условіе не было соблюдено при испытаніяхъ 1893 и 94 гг., такъ какъ комиссіи не удалось найти свободный котель для этой цѣли; кромѣ того, придѣлать и разобрать топки было бы сопряжено съ значительными расходами. Поэтому, комиссія ограничилась тѣмъ, что испытывала каждую топку при томъ котлѣ, для котораго она была устроена. Въ своемъ отчетѣ она совершенно вѣрно оговаривается, что испытанія не даютъ достаточнаго матеріала для полной сравнительной оцѣнки топокъ; комиссія удостовѣряла только, что такая-то топка при такомъ-то котлѣ и при такихъ-то условіяхъ дала такіе-то результаты. Впослѣдствіи, нѣкоторые изъ изобрѣтателей дымогарныхъ топокъ заявляли претензіи, что будто бы ихъ топки были испытаны при менѣе выгодныхъ условіяхъ, чѣмъ другія, и поэтому оказались хуже другихъ, забывая, что при производствѣ испытанія имѣлось въ виду не принципиальное сравненіе топокъ между собою, а выясненіе вопроса — существуютъ-ли дымогарныя топки, которыя при вполнѣ научномъ и тщательномъ испытаніи оказались бы удовлетворительными.

Въ конкурсѣ участвовали слѣдующія топки:

- 1) топка *Ковицке* (Kowitzke) при котлѣ *анилиноваго* завода;
- 2) топка *Чѣбба* (Chubb) и
- 3) топка *Штауса* (Stauss) въ водоподъемномъ зданіи въ *Шарлоттенбургѣ*;
- 4) топка *Шомбурга* установленная въ зданіи Главнаго управленія почтою;
- 5) котель системы *Куна* на фабрикѣ искусственной шерсти *Гана*;



6) топка системы *Тенбринка* для котла съ наружнымъ нагрѣвомъ, на заводѣ *Ю. Пинча*;

7) топка *Донелли* въ зданіи университета;

8) топка *Рутеля* на фабрикѣ *Кунертъ* и *Кюне*;

9) топка *Шварцкопфа* на арматурномъ заводѣ изобрѣтателя. Эта топка испытывалась значительно позже другихъ, въ іюль 1894 года.

Работали при котлахъ мѣстные кочегары даннаго завода, за исключеніемъ испытанія топокъ Шомбурга и Штауса, къ которымъ, по желанію изобрѣтателей, былъ приставленъ кочегаръ-спеціалистъ.

### Топливо.

Къ сожалѣнію, нельзя было произвести все испытанія при одномъ и томъ же сортѣ топлива, приходилось пользоваться тѣмъ сортомъ, который употреблялся на данномъ заводѣ; при нѣкоторыхъ топкахъ (напр., при топкахъ съ наклонными колосниками)—комиссія получила отъ заводчиковъ вполне опредѣленные указанія относительно выбора горючаго матеріала; указывали, напр., на смѣси каменнаго и бураго углей, какъ на самый удобный и подходящій сортъ. Комиссія не считала себя въ правѣ отступить на свой рискъ отъ строгаго исполненія такихъ вполне опредѣленныхъ указаній, чтобы не навлечь на себя нареканій въ случаѣ нарушенія нормальнаго хода работы на фабрикѣ.

Такъ какъ въ Берлинѣ чаще всего примѣняются верхнесилезскій каменный и богемскій бурый угли, то въ большинствѣ случаевъ при испытаніи, приходилось сжигать эти сорта; впрочемъ, употреблялись также и угли вестфальскій (одинъ разъ) и англійскій (два раза), брикеты изъ бураго угля (одинъ разъ) и дрова (въ топкѣ Рутеля).

### Химическій составъ топлива.

Для опредѣленія влажности и для анализа отбирали по общепринятому способу пробы топлива, которыя въ герметически закупоренныхъ жестянкахъ передавались въ химическую лабораторію. Тамъ же опредѣляли содержаніе углерода въ шлакѣ и золѣ. Для опредѣленія теплотворной способности примѣняли формулу Дюлона.

Результаты анализовъ показаны въ слѣдующей таблицѣ.



## Результаты анализов угля.

О П Ы Т Ы.	I.		II.				III.		IV.			V.		VI.	VII.	VIII.		
СОРТА.	Верхнесилезский мелкий уголь „Königshütte“.	Богемский бурый уголь (Brix-Dux).	Верхнесилезский крупный уголь изъ копи „Schlesien“.	Верхнесилезский мелкий уголь изъ копи „Schlesien“.	Верхнесилезский орѣшникъ изъ копи „Schlesien“.	Богемский бурый уголь „Washing- ton“.	Богемский бурый уголь „Bruch“.	Англійскій камен- ный уголь.	Бурый уголь изъ Бранденбурга.	Верхнесилезский уголь изъ копи „Königin Luise“.	Верхнесилезский уголь изъ копи „Concordia“.	Верхнесилезский уголь изъ копи „Königin Luise, Bachfeld“.	Верхнесилезский орѣшникъ (Nuss I).	Верхнесилезский уголь изъ копи „Hohenzollern“.	Верхнесилезский штучный уголь изъ копи „Max I“.	Верхнесилезский кам. уголь копи „Königin Luise“.	Вестфальскій ка- мен. уголь изъ копи „Julia“.	Богемскій бурый уголь изъ копи „Agnes Tiefbau“.
составъ:	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.	18.
Углеродъ . . . . .	73,14	54,62	76,76	71,06	73,45	51,91	58,21	76,22	52,52	78,91	79,26	74,08	75,01	78,65	72,06	75,82	82,68	53,8
Водородъ . . . . .	4,64	3,58	4,49	4,08	4,42	4,19	4,49	4,84	3,91	4,55	4,76	4,5	3,58	4,71	4,08	4,79	4,74	4,33
Кислор. и азотъ.	11,43	12,73	12,71	11,08	9,14	14,87	15,97	8,64	22,74	8,15	9,99	9,92	4,47	10,04	13,60	5,96	5,35	14,91
Сѣра . . . . .	0,47	0,56	0,53	1,07	1,39	1,4	0,63	1,32	0,93	0,88	0,6	0,66	2,80	0,75	0,82	2,2	1,4	0,98
Зола . . . . .	5,97	3,09	3,05	10,15	8,28	8,45	2,73	5,49	3,42	3,9	2,54	7,87	13,14	4 3,17	4,06	10,0	4,82	7,64
Вода . . . . .	4,35	25,42	2,46	2,56	3,32	19,18	17,97	3,49	16,48	2,61	2,85	2,97	1,00	2,68	5,38	1,23	1,01	18,34
Теплотв. способн. ед. тепла. . . . .	6806	4843	7018	6514	6877	4786	5324	7236	4472	7343	7394	6907	6976	7333	6478	7323	7861	4970
Случайная влаж- ность, % . . . . .	1,57	2,08	2	2	0,3	4,3	0	1,1	38,9	0	0,8	1,6	0	0	0,6	0	0	5,6
Теплотв. способн. ед. тепла. . . . .	6690	4730	6866	6372	6856	4555	5324	7150	2732	7343	7330	6784	6976	7333	6435	7323	7861	4658
<b>Шлакъ и зола.</b>																		
Количество угле- рода, % . . . . .	5,18	10,35	53,16	19,8	10,83	13,36	20,56	31,5	8,62 <sup>1)</sup>		—	10,28	43,44 <sup>2)</sup>	22,93	49,77	—	—	—

1) Сожигалась смѣсь бранденбургскаго лигнита и верхнесилезскаго угля средней величины. Теплотворная способность смѣси 6190 ед. тепла.  
 2) Сожигалась смѣсь бранденбургскаго лигнита съ верхнесилезскимъ орѣшникомъ. Теплотворная способность смѣси 4193 ед. тепла.  
 При № 10 сумма составныхъ частей въ оригиналѣ 990%.



### ПИТАТЕЛЬНАЯ ВОДА.

Вода, служившая для питанія котловъ, измѣрялась въ особомъ желѣзномъ бакѣ, изъ котораго она поступала въ другой, установленный ниже. Питательный насосъ бралъ воду изъ второго бака. Температура питательной воды опредѣлялась черезъ извѣстные промежутки времени. При этомъ обращалось особое вниманіе на устраненіе утечки воды изъ котла и поступленія воды во второй бакъ или котель помимо перваго бака; для этой цѣли питательная труба разобщалась со всѣми трубками, съ которыми она соединялась при обыкновенной работѣ котла.

Давленіе пара опредѣлялось по заводскому манометру, послѣ провѣрки его съ контрольнымъ манометромъ и надлежащаго исправленія въ случаяхъ замѣченной разности показаній.

Всегда наблюдали за тѣмъ, чтобы уровень воды въ котлѣ стоялъ на той же высотѣ, какъ въ началѣ, такъ и въ концѣ опыта, и чтобъ вообще уровень воды колебался возможно меньше.

Паропроизводительность топлива, т. е. количество воды въ фунтахъ, выпаренной однимъ фунтомъ горючаго матеріала, выводилась по расходу воды и топлива. Она всегда приводилась къ температурѣ питательной воды равной нулю и къ давленію пара равному одной атмосферѣ.

Коеффиціентъ полезнаго дѣйствія котла  $\eta$  опредѣлялся за тѣмъ изъ формулы:

$$\eta = \frac{637 n}{K},$$

гдѣ  $n$  — паропроизводительность и  $K$  — теплотворная способность топлива.

Количество теплоты, уносимой газами въ дымовую трубу, выводилось на основаніи наблюденія температуры газовъ въ боровѣ и количества воздуха, поступавшаго въ топку и опредѣляемаго по результатамъ анализа газовъ. Такъ какъ для анализа газовъ брались пробы въ двухъ мѣстахъ, у заслонки и на концѣ перваго дымохода, то можно было получать понятіе о томъ, сколько воздуха пропускала кладка въ дымоходы черезъ швы.

### Способъ веденія опытовъ.

Опыты продолжались обыкновенно 8—10 часовъ, рѣдко меньше (но не меньше  $5\frac{1}{2}$  часовъ). Одинъ изъ инженеровъ, наблюдавшихъ за работою кочегара, записывалъ съ полною точностью время, когда кочегаръ забрасывалъ уголь, когда онъ шуровалъ и очищалъ рѣшетку, наконецъ сколько наполненныхъ углемъ лопать



вводилось въ топку за разъ,—для сопоставленія этихъ данныхъ съ результатами наблюденія надъ выдѣленіемъ дыма и изслѣдованія дымовыхъ газовъ и для опредѣленія вѣса угля, введеннаго въ топку за разъ. При топкахъ съ наклонными колосниками ковшъ, питавшій рѣшетку, всегда былъ наполненъ до верху.

Черезъ глядѣлки наблюдали за пламенемъ. Каждая тачка съ углемъ взвѣшивалась на вѣсахъ, поставленныхъ въ кочегаркѣ; кромѣ того, еще въ другомъ мѣстѣ записывали число и вѣсъ тачекъ. Передъ началомъ опыта очищали рѣшетку отъ шлака и выжидали моментъ, когда топливо догорало до очень тонкаго слоя; такимъ же образомъ поступали въ концѣ испытанія. При этомъ способѣ можно было быть увѣреннымъ, что количества топлива, бывшія на рѣшеткѣ до начала и при окончаніи опыта, были по возможности одинаковы. При топкахъ съ наклонной рѣшеткой наполняли воронку въ началѣ и концѣ опыта до верху.

Для опредѣленія количества шлаковъ и золы, образовавшихся во время испытанія, всегда тщательно очищали поддувало до начала опыта; во время опыта взвѣшивали шлаки и золу отдѣльно, предварительно просушивъ ихъ на кладкѣ печи въ случаѣ тѣхъ топокъ, которыя охлаждались водою (Шомбургъ и др.).

#### ГАЗООБРАЗНЫЕ ПРОДУКТЫ ГОРѢНІЯ.

Газы улавливались одновременно въ двухъ мѣстахъ: въ концѣ перваго дымохода и у дымовой заслонки. Улавливаніе происходило посредствомъ двухъ большихъ бутылей, емкостью въ 10 лит. (610 куб. дюймовъ) каждая, которыя наполнялись глицериномъ (жидкостью, не растворяющею углекислоту). Примѣнялось устройство, указанное на черт. 244 (табл. XXXVIII): аспираторъ № 1 засасываетъ газъ изъ дымохода, между тѣмъ какъ вода переходитъ въ аспираторъ № 2, и вслѣдствіе этого перегоняетъ заключающійся въ ней газъ (бутыль № 2 раньше стояла на мѣстѣ № 1) въ приборъ *Orsa O*, въ которомъ происходитъ анализъ газовъ. Чтобы узкія трубочки этого прибора не засорялись, установленъ у *F* фильтръ для отдѣленія сажи.

Температура газовъ опредѣлялась въ концѣ перваго дымохода воздушнымъ пирометромъ *Дюрра*, а у заслонки—ртутнымъ термометромъ системы *Гейслера*, которымъ возможно было отсчитывать температуры до 400°.

Воздушный пирометръ *Дюрра*, примѣнявшійся при опытахъ для опредѣленія высокихъ температуръ, заслуживаетъ вниманія.



Его показанія основаны на расширеніи нѣкотораго количества воздуха, заключеннаго въ фарфоровой трубкѣ (черт. 246, табл. XXXV) съ расширеннымъ концомъ *K*, помѣщаемымъ въ такомъ мѣстѣ, гдѣ желаютъ опредѣлить температуру. Посредствомъ волосной трубочки *C* изъ красной мѣди, трубка *K* сообщена съ колпачкомъ *G*, подвѣшеннымъ къ оси, концы которой задѣланы въ стѣнки бронзовой коробки. Всѣ колпачка *G* уравниваются противовѣсомъ. Нижняя открытая часть его опущена въ слой парафиноваго масла, такъ что объемъ воздуха подъ колпачкомъ со всѣхъ сторонъ ограниченъ, и если вслѣдствіе измѣненія температуры воздухъ расширяется или сжимается, то колпачекъ, отъ измѣненія давленія на стѣнки его, выводится изъ равновѣсія. Посредствомъ передачи, состоящей изъ тягъ, зубчатой дуги и шестерни, движеніе колпачка передается стрѣлкѣ, которая на циферблатѣ пирометра показываетъ температуру. Приборъ этотъ имѣетъ то удобство, что нетрудно исправить его, еслибы онъ показалъ невѣрно, что можетъ случиться при неосторожномъ обращеніи съ нимъ \*). Для этой цѣли служатъ трубки *e* и *d* (черт. 247, табл. XXXIX), посредствомъ которыхъ можно регулировать давленіе воздуха, заключеннаго въ пространствѣ надъ уровнемъ масла, а также давленіе воздуха подъ колпачкомъ. Это достигается легко высасываніемъ или вдуваніемъ воздуха, пока стрѣлка не остановится на той температурѣ, которая существуетъ въ данномъ мѣстѣ, для чего производятъ испытаніе въ средѣ, которой температура извѣстна. Двухколѣнная трубка, изображенная на черт. 247, служитъ компенсаторомъ, чтобы показанія пирометра были независимы отъ состоянія барометра и отъ температуры окружающаго воздуха.

Для опредѣленія силы *тяги* примѣнялись простые *сифоны* (*U*—образныя трубки, наполненныя водою) и *тягомѣры Дюрра*; эти приборы устанавливались у дымовой заслонки и въ концѣ топки.

Дѣйствіе *тягомѣра Зигертъ - Дюрра* основано на тѣхъ же принципахъ, какъ пирометръ его. Черт. 248 и 249 (табл. XXXVI) изображаютъ передній видъ и разрѣзъ его. Небольшой колпачекъ, вращающійся на оси внутри чугунной коробки, нижнимъ открытымъ концомъ опущенъ въ слой парафиноваго масла; воздухъ, находящійся подъ колпачкомъ, трубочкою соединяется съ мѣстомъ, гдѣ надо опредѣлить давленіе. Отклоненіе колпачка отъ нор-

---

\*) Напр., еслибы вслѣдствіе ударовъ или толчковъ пузырекъ воздуха выдѣлился изъ-подъ колпачка.



мальнаго положенія, при которомъ стрѣлка стоитъ на 0 шкалы, будетъ пропорціонально давленію подѣ колпачкомъ. Для провѣрки показанія прибора служить трехходовой кранъ; сообщая посредствомъ крана колпачекъ съ атмосфернымъ воздухомъ, провѣряютъ, возвращается-ли стрѣлка къ нулю; въ этомъ случаѣ приборъ въ порядкѣ.

Окиси углерода почти никогда не оказывалось въ топочныхъ газахъ, такъ что потерю вслѣдствіе несовершеннаго горѣнія можно было пренебрегать; точно также нельзя было обращать вниманія на потерю вслѣдствіе выдѣленія копоти, такъ какъ опредѣленіе количества сажи въ газахъ представляло значительныя затрудненія.

Потеря вслѣдствіе передачи теплоты лучеиспусканіемъ и непосредственнымъ прикосновеніемъ съ наружнымъ воздухомъ получалась какъ остатокъ, послѣ вычитанія суммы потерь и количества теплоты перешедшей въ паръ изъ теплоты, заключавшейся въ горючемъ.

#### О П Р Е Д Ѣ Л Е Н І Е К О Л И Ч Е С Т В А С А Ж И .

Нелегко было опредѣлять количество сажи, заключенной въ продуктахъ горѣнія. Главное затрудненіе состояло въ улавливаніи сажи. Послѣ многочисленныхъ опытовъ, наконецъ остановились на слѣдующемъ способѣ: газы пропускались черезъ фильтръ, состоявшій изъ слоевъ стекляной ваты переложенной кусками проволочной сѣтки и помѣщенной въ стекляный сосудъ (черт. 245, табл. XXXVIII). Газы поступали въ приборъ по трубкѣ *a* и выходили изъ него по трубкѣ *b*. Приборъ дѣйствовалъ вполне исправно; нижній слой очень скоро окрашивался въ черный цвѣтъ, между тѣмъ какъ верхній сохранялъ свою чистоту. Количество сажи опредѣлялось прокаливаніемъ осадка въ струѣ кислорода, при чемъ количество получавшейся углекислоты нетрудно было опредѣлять, что давало возможность судить о количествѣ сажи. Комиссія не нашла нужнымъ повторять изслѣдованіе сажи при каждой изъ описываемыхъ топокъ, тѣмъ болѣе, что стоимость прибора довольно высокая, и каждый разъ приходилось примѣнять новый сосудъ.

#### О П Р Е Д Ѣ Л Е Н І Е Г У С Т О Т Ы Д Ы М А .

До сихъ поръ подобныя опредѣленія дѣлались довольно грубо и поверхностно. Обыкновенно устанавливали шкалу густоты дыма, обозначая цифрой (отъ 0 до 5 или отъ 0 до 10) густоту или окраску дыма. Напримѣръ, черные клубы дыма обозначали № 5-мъ



(или 10-мъ), темносѣрый дымъ—№ 4-мъ, сѣрый дымъ—№ 3-мъ, желтоватый—№ 2-мъ и слабый дымокъ—№ 1-мъ; бездымное горѣніе оцѣнивали № 0. Наблюдали затѣмъ, сколько секундъ продолжалось выдѣленіе дыма по отдѣльнымъ категоріямъ. Топки или работа кочегаровъ сравнивались на основаніи суммъ произведеній изъ продолжительности каждой категоріи дыма въ единицахъ времени на соотвѣтствующій номеръ. Та топка или тотъ кочегаръ признавались лучшими, при которыхъ означенная сумма оказывалась наименьшею.

Понятно, что такой способъ не точенъ, потому что существуютъ переходы отъ одной категоріи къ другой, которые одно лицо причислитъ къ одной категоріи, а другое лицо—къ другой, вслѣдствіе отсутствія рѣзкой границы между ними и вслѣдствіе чисто субъективнаго вліянія привычки, глаза и даже темперамента лицъ, наблюдающихъ за выдѣленіемъ дыма. Конечно, введеніе субъективнаго элемента тутъ крайне нежелательно. Кромѣ того, при наблюденіи выдѣленія дыма изъ устья дымовой трубы можно легко ошибиться въ принадлежности дыма къ одной или другой категоріи, потому что состояніе неба и погоды, направленіе и сила вѣтра и другія случайности имѣютъ значительное вліяніе. Напримѣръ, окраска дыма произведетъ различное впечатлѣніе, будетъ-ли погода ясная или пасмурная, и потому обрисовываются-ли контуры дыма на свѣтломъ или темномъ фонѣ.

Иногда опредѣляли густоту дыма сравненіемъ его съ сѣрыми, желтоватыми и черными стеклами, черезъ которыя разсматривали дымъ. И здѣсь имѣютъ вліяніе погода и вѣтеръ; кромѣ того, требуется большой навыкъ, чтобы скоро и вѣрно опредѣлять соотвѣтствующую окраску; неопытный наблюдатель теряетъ при этомъ много времени, а переходы отъ одной категоріи дыма къ другой совершаются иногда очень скоро, такъ что неопытный глазъ не въ состояніи слѣдить за измѣненіями въ густотѣ дыма. И здѣсь, конечно, субъективная сторона имѣетъ значительное вліяніе. Наконецъ, этотъ способъ страдаетъ неудобствомъ воспроизведенія нормальной шкалы для сравненія оттѣнковъ \*).

Сознавая вполнѣ, что примѣнявшіеся до сихъ поръ способы недостаточно точны, берлинскіе инженеры рѣшили воспользоваться болѣе научнымъ способомъ, исключавшимъ вполнѣ вліяніе личности. Послѣ нѣкоторыхъ опытовъ они выработали фотометрическій способъ, видоизмѣнивъ для этой цѣли фотометръ Вебера.

---

\*) См. статью В. Hille: „Über die Methoden der Rauchbestimmung“. Civilingenieur, 1894. Стр. 329.



Фотометръ состоитъ изъ двухъ трубъ  $A$  и  $M$ , расположенныхъ подъ прямымъ угломъ (черт. 250, табл. XXXIX). На концѣ трубы  $M$  находится коробка  $D$ , заключающая въ себѣ бензиновую лампочку. Къ концамъ трубы  $A$  привинчены: мѣдная трубка  $v$  съ окуляромъ и желѣзная трубка  $N$  съ керосиновой горѣлкой  $C$ . Трубка  $N$  проходитъ черезъ стѣнки борова или дымохода; она имѣетъ продольные вырѣзы (см. поперечный разрѣзъ по  $ab$  на черт. 250), черезъ которые протекаетъ струя газовъ. Въ трубкѣ  $M$  имѣется молочное стекло  $d$ , которое можно передвигать вдоль трубы, чѣмъ измѣняется сила освѣщенія его отъ горѣлки  $D$ . Коробка  $A$  также снабжена однимъ или нѣсколькими матовыми стеклами  $e$ , освѣщаемыми керосиновою лампою  $C$ .

Въ пересѣченіи осей трубъ  $N$  и  $M$  расположена пара призмъ  $S$  и  $T$  системы *Бродхунъ-Люммера*, которая отдѣльно изображена на черт. 250. Призма  $S$  ограничена шаровою поверхностью  $hm$ , часть которой  $kl$  отшлифована по плоскости; она прижимается этой плоскостью къ грани  $on$  призмы  $T$ . Грань  $on$  (за исключеніемъ круга  $kl$ ) покрыта асфальтовымъ лакомъ. Вслѣдствіе этого, лучи отъ матоваго стекла  $d$  отражаются гранью  $on$  и проникаютъ въ зрительную трубу  $v$  черезъ эллиптическій прорѣзъ діафрагмы  $w$ ; только лучи, попадающіе на кругъ  $kl$ , проходятъ сквозь призму. Лучи, идущіе отъ матоваго стекла  $e$ , отчасти отражаются шаровою поверхностью, и только тѣ изъ нихъ, которые попадаютъ въ кругъ  $lk$ , проходятъ дальше въ зрительную трубу. Вслѣдствіе этого, наблюдатель, смотрящій въ окуляръ, увидитъ два концентрическихъ эллипса  $E$  и  $F$ , образующихся отъ двухъ источниковъ свѣта. При равной силѣ освѣщенія контуръ внутренняго эллипса исчезаетъ, и глазу наблюдателя представляется только одинъ общій свѣтлый эллипсъ  $F$  (см.  $b$  на черт. 251, табл. XXXVIII). Если стекло  $p$  сильнѣе освѣщено чѣмъ  $e$ , то наружный эллипсъ  $F$  будетъ свѣтлѣе внутренняго эллипса  $E$ , а если стекло  $d$  менѣе освѣщено, то, наоборотъ, наружный эллипсъ  $E$  представится темнымъ (см.  $a$  и  $c$  на черт. 251).

На основаніи только что изложеннаго нетрудно опредѣлить силу освѣщенія стеколъ; стоитъ только передвигать по оси трубки одно изъ стеколъ, напр., стекло  $d$ , пока не исчезнетъ эллипсъ  $E$ . Тогда сила освѣщенія стеколъ  $e$  и  $d$  будетъ одинаковая и силу источниковъ свѣта можно опредѣлить слѣдующимъ образомъ: пусть  $R$  — разстояніе стекла  $e$  отъ лампы  $C$  (величина постоянная),  $r$  — разстояніе стекла  $d$  отъ лампы  $D$  (величина переменная),  $J_1$  и  $J_2$  — сила свѣта отъ источниковъ  $C$  и  $D$ ,  $H_1$  и  $H_2$  — степень освѣщенія стеколъ  $e$  и  $d$ , и  $c$  — постоянная величина.



Въ такомъ случаѣ по формуламъ фотометрии можно составить уравненія

$$H_1 = c \frac{J_1}{R^2} \text{ и } H_2 = c \frac{J_2}{r^2}.$$

Однако не всѣ лучи, встрѣчающіе стекла  $c$  и  $d$ , проникаютъ черезъ нихъ и попадаютъ въ окуляръ; нѣкоторые лучи отражаются и поглощаются; поэтому, степень освѣщенія той стороны стеколъ, которая обращена къ призмамъ, представится въ видѣ:

$$\alpha_1 H_1 \text{ и } \alpha_2 H_2,$$

гдѣ  $\alpha_1$  и  $\alpha_2$  — правильныя дроби, величина которыхъ зависитъ отъ вида поверхности и свойствъ матеріала стеколъ.

Пусть  $r_1$  та величина переменнѣй, при которой внутренней эллипсъ исчезаетъ; тогда

$$\alpha_1 H_1 = \alpha_2 H_2,$$

$$\text{или } \alpha_1 c \frac{J_1}{R^2} = \alpha_2 c \frac{J_2}{r_1^2}$$

$$\text{откуда } J_1 = \frac{\alpha_2}{\alpha_1} c \frac{R^2}{r_1^2} J_2 = \beta \frac{R^2}{r_1^2}.$$

Здѣсь  $\beta$  постоянная величина, такъ какъ  $\alpha_1$  и  $\alpha_2$  постоянны при данныхъ стеклахъ, и  $J_2$  (для бензиновой горѣлки) тоже величина постоянная, если высота пламени горѣлки не измѣняется. Постоянную  $\beta$  легко опредѣлить путемъ опыта, замѣнивъ керосиновую лампу въ  $C$  другою горѣлкою съ извѣстною силою свѣта. Для постоянства  $J_2$  необходимо слѣдить за тѣмъ, чтобы высота пламени всегда была равна 20 миллиметрамъ, потому что для этой высоты обыкновенно рассчитываются постоянныя, которыми надо пользоваться при наблюденіяхъ; при измѣненіи высоты бензинового пламени, необходимо ввести поправку, для чего, согласно наблюденіямъ Вебера, увеличиваютъ или уменьшаютъ  $J_2$  на 1% на каждую десятую часть миллиметра избытка или недостатка высоты въ сравненіи съ нормальными 20 миллим.. Это правило справедливо въ предѣлахъ отъ 19 до 21 миллим. высоты пламени. Для удобства опредѣленія высоты пламени служитъ зеркало, установленное за пламенемъ и снабженное на вертикальныхъ краяхъ дѣленіями; наблюдатель сравниваетъ дѣленія, соотвѣтствующія верхушкѣ пламени и изображенію ея на зеркалѣ, при различныхъ положеніяхъ глаза; то дѣленіе, при которомъ изображеніе совпадаетъ съ верхушкою, принимается за вѣрное.

Такимъ образомъ, употребленіе фотометра довольно просто, за исключеніемъ, впрочемъ, тѣхъ случаевъ, когда сравниваемые источники даютъ свѣтъ неодинаковаго цвѣта. Въ этомъ случаѣ



необходимо производить два наблюдёнія, одно съ краснымъ, другое съ зеленымъ стеклами, вставляемыми въ окулярную часть *v* прибора; изъ результатовъ этихъ двухъ наблюдёній опредѣляется дѣйствительная сила свѣта испытываемой горѣлки. Впрочемъ, для сравненія густоты дыма различныхъ трубъ, едва ли окажется нужнымъ принять во вниманіе вліяніе окраски пламени.

Изготавливаются фотометры системы профессора *Л. Вебера*, специально видоизмѣненные для опредѣленія густоты дыма, берлинскою механико-оптической мастерскою *Шмидтъ и Геншъ* (Franz Schmidt und Haensch, Stallschreiberstr. 4). Цѣна ихъ около 325 марокъ. Они отъ обыкновенныхъ веберовскихъ фотометровъ отличаются большею длиною трубы *M* (около 600 миллим.).

Для опредѣленія густоты дыма приборъ примѣняется такимъ образомъ: положимъ, что сила свѣта лампы *C* опредѣлена заранее, до вмазки прибора въ дымоходъ, по формулѣ

$$J_1 = \beta \frac{R^2}{r_1^2}.$$

Когда приборъ установленъ у борова, то при малѣйшемъ появленіи дыма въ печныхъ газахъ оптическое равновѣсіе нарушается, и приходится передвинуть матовое стекло въ сторону призмы, потому что дымомъ ослабляется свѣтъ керосиновой лампы *C*, до тѣхъ поръ, пока не исчезнетъ внутренній эллипсъ. Если это имѣетъ мѣсто при разстояніи *r* стекла *d* отъ бензиновой горѣлки, то сила свѣта лампы *C*, по ослабленіи вслѣдствіе появленія дыма, опредѣлится уравненіемъ:

$$J = \beta \frac{R^2}{r^2} = \frac{r_1^2}{r^2} J_1.$$

Поэтому, отношеніе  $\frac{J_1 - J}{J_1} = 1 - \frac{r_1^2}{r^2}$  будетъ мѣрою для оцѣнки густоты дыма, и, что крайне важно, мѣрою совершенно независимо отъ субъективныхъ качествъ наблюдателя и другихъ случайныхъ явленій. Это отношеніе условимся называть *густотою дыма*.

При обстановкѣ, бывшей при берлинскихъ опытахъ, величина  $r_1 = 105$  миллим. соотвѣтствовала полному освѣщенію. При наблюдёніи за выдѣленіемъ дыма нерѣдко приходилось переставлять стекло *d* на разстоянія *r* въ 200, 300 и до 420 миллиметровъ. Таблица даетъ понятіе объ интенсивности освѣщенія и о густотѣ дыма при различныхъ величинахъ *r*.

<i>r</i>	105	200	300	420
$J = J_1 \frac{r_1^2}{r^2}$	$J_1 \frac{105^2}{200^2} J_1 = 0,276 J_1$	$\frac{105^2}{300^2} J_1 = 0,123 J_1$	$\frac{105^2}{420^2} J_1 = 0,063 J_1$ .	
$\frac{J_1 - J}{J_1}$	0	$1 - \frac{105^2}{200^2} = 0,724$	$1 - \frac{105^2}{300^2} = 0,887$	$1 - \frac{105^2}{420^2} = 0,937$ .



Такимъ образомъ получаютъ цыфровыя данныя для опредѣленія густоты дыма. Однакоже, не надо упускать изъ виду, что результаты наблюденія за выдѣленіемъ дыма по показанію фотометра не могутъ быть сравнимы между собою безъ нѣкоторыхъ поправокъ, которыя зависятъ отъ глубины разсматриваемой струи газовъ и отъ скорости ихъ. Дѣйствительная густота или, что то же, степень окраски дыма будетъ зависѣть отъ числа частицъ сажи въ опредѣленномъ количествѣ газовъ \*). Отъ этой *дѣйствительной* степени окраски печныхъ газовъ мы должны отличать *кажущуюся* густоту дыма. Въ самомъ дѣлѣ, предположимъ, что наблюдаемъ струю дыма прямоугольнаго сѣченія опредѣленной густоты. Если мы смотримъ на столбъ дыма по направленію меньшей стороны прямоугольника, то дымъ произведетъ на насъ впечатлѣніе меньшей густоты, чѣмъ при наблюденіи по направленію перпендикулярному, т. е. при глубокой струѣ. Точно также густота дыма намъ покажется различною, смотря по скорости движенія его; чѣмъ скорѣе движутся частицы дыма, тѣмъ окраска намъ покажется темнѣе. Слѣдовательно, *кажущаяся густота дыма* будетъ пропорціональна числу частичекъ сажи, движущихся въ струѣ дыма опредѣленной толщины и съ опредѣленною скоростью. Зная глубину, ширину и скорость движенія струи дыма, можно опредѣлить истинную густоту дыма по кажущейся густотѣ, выведенной на основаніи показаній фотометра. Еслибы толщина слоя дыма (въ данномъ случаѣ длина прорѣза въ желѣзной трубкѣ *N*, помѣщенной въ боровѣ) и скорость его были постоянны, то можно было бы сравнивать результаты, полученные при фотометрическихъ наблюденіяхъ. Къ сожалѣнію, при берлинскихъ опытахъ скорости газовъ колебались въ широкихъ предѣлахъ (тяга дымовой трубы мѣнялась въ предѣлахъ отъ  $\frac{1}{4}$  до  $\frac{3}{4}$  дюйма водяного столба), такъ что результаты фотометрическаго изслѣдованія дыма даютъ не во всѣхъ случаяхъ вполнѣ точное понятіе о дѣйствительной густотѣ. Новизною этого способа легко объяснить, почему комиссія, при обработкѣ своего отчета, не догадалась сдѣлать указанныя поправки.

Случайно присутствуя при первыхъ опытахъ въ Берлинѣ, я убѣдился въ замѣчательной чувствительности прибора. Малѣйшее измѣненіе количества притекавшаго въ топку воздуха, открываніе топочной дверцы, хотя бы только на пять секундъ для наблюденія за пламенемъ, самая незначительная перестановка задвижекъ,—

---

\*) Мы предполагаемъ здѣсь, для простоты, что твердыя частицы (сажа, зола и проч.), уносимыя газами, *одинаковой окраски и одинаковой величины*.



все это отражалось мгновенно на показаніи фотометра; и при этомъ у устья дымовой трубы не замѣчалось еще и слѣда дыма.

Интересенъ также фактъ, что дымъ выходилъ изъ устья дымовой трубы на 40—55 секундъ позже, чѣмъ онъ показывался въ фотометрѣ. При достаточномъ навыкѣ можно было производить наблюденія черезъ каждыя 15 секундъ.

#### Графическое изображеніе результатовъ.

Дневникъ наблюдений составлялся графическимъ путемъ въ довольно наглядной формѣ. Одна изъ такихъ діаграммъ (для точки Тенбринка) изображена на черт. 252 (табл. XXXVI). На ней по горизонтальной оси отмѣчалось время; дѣленія соотвѣтствуютъ 10 минутамъ; на чертежѣ 252, такимъ образомъ, отмѣчено время отъ 8<sup>1/2</sup> часовъ утра до 12 ч. 10 м. дня. Подъ осью отдѣльно обозначено время, когда кочегаръ подкидывалъ уголь (тонкіе кружки), когда онъ перемѣшивалъ уголь на рѣшеткѣ (черные кружки) и когда онъ очищалъ рѣшетку (кружки съ центромъ). Затѣмъ, въ діаграмму нанесены величины  $r$ , наблюдаемыя фотометромъ, и дающія понятія о густотѣ дыма. Ось соотвѣтствуетъ какъ разъ  $r = 105$ , т. е. бездымному горѣнію, и заштрихованныя мѣста указываютъ силу дыма; видно, напр., что въ 9 час. 25 мин. достигнуть былъ предѣлъ ( $r = 420$  миллиметрамъ, т. е. густой дымъ), въ 11 час. 22 минуты выдѣленіе дыма тоже было значительное ( $r$  больше 350 миллим.) и вмѣстѣ съ тѣмъ продолжительное, и т. д. Таблица показываетъ ясно, какая тѣсная связь существуетъ между выдѣленіемъ дыма, загрузкою и перемѣшиваніемъ топлива, въ особенности же, что послѣ очистки рѣшетки отъ шлака (въ 10 час. 40 мин. и въ 11 час. 20 мин.) легко усиливается дымъ въ теченіе продолжительнаго времени.

Кромѣ этихъ самыхъ существенныхъ данныхъ, на чертежѣ нанесены слѣдующія кривыя:

1) Кривая давленій въ боровѣ передъ заслонкой, пропорціональныхъ *тягъ* дымовой трубы. Кривая обозначена буквою  $Z$ ; ординаты ея выражены въ миллиметрахъ водяного столба (то есть въ  $\frac{1}{25}$  дюйма).

2) Кривая  $V$ , показывающая—сколько килограммовъ топлива сожигалось въ часъ на одномъ квадратномъ метрѣ площади рѣшетки.

3) Кривая  $T$ —температура газовъ (въ градусахъ Цельсія) у дымовой заслонки.



4) Кривая ( $CO_2$ )  $a_1$  изображаетъ количество углекислоты, которое газы содержали у заслонки.

5) Кривая ( $CO_2$ )  $a_2$  показываетъ количество углекислоты, найденное въ пробахъ газа, взятыхъ въ концѣ перваго дымохода.

При разсматриваніи этихъ кривыхъ не слѣдуетъ забывать, что нѣкоторыя изъ нихъ вычерчены по наблюденіямъ, производившимся весьма часто; напр., температура газовъ опредѣлялась черезъ каждыя 5 минутъ. На этой кривой дѣйствительно можетъ отразиться вліяніе работы кочегара, шуровки, подкидыванія угля и проч. Другія кривыя, напр. кривая  $V$  расхода угля и кривыя содержанія углекислоты составлены по наблюденіямъ, производившимся рѣдко; поэтому онѣ не могутъ имѣть связи съ работой кочегара \*).

#### НАБЛЮДЕНІЕ ЗА ИСПЫТАНІЕМЪ ТОПОКЪ.

Общее руководство при опытахъ поручено было инженеру *Г. де-Гралою*; онъ слѣдилъ за работою кочегаровъ, за давленіемъ пара и положеніемъ уровня воды въ котлѣ, опредѣлялъ количество питательной воды, температуру воздуха, газовъ, воды и пр. Кромѣ него, участвовали еще три инженера, изъ которыхъ двое производили анализы газовъ и записывали температуру ихъ у заслонки и давленіе въ боровѣ; третій слѣдилъ за выдѣленіемъ дыма.

#### О ПИСАНИЕ ОПЫТОВЪ.

Топки, подлежащія испытанію, уже описаны выше; на чертежахъ, изображающихъ ихъ, введены слѣдующія обозначенія:

*A* — мѣста, гдѣ увлекались дымовые газы для анализа.

*Z* — мѣста установки тягомѣровъ.

*P* и *Th* — пирометры и термометры.

*Ph* — мѣсто установки фотометра.

#### *Топка Ковицке.*

Топка Ковицке была пристроена къ ланкаширскому котлу, построенному въ 1884 г. для давленія въ 5 атм. на заводѣ Бернингауза въ Дюйсбургѣ.

---

\*) На это обстоятельство справедливо обращаетъ вниманіе проф. Штрибекъ въ статьѣ: „Prüfung von Einrichtungen und Feuerungen zur Rauchverminderung bei Dampfkesseln“. Von R. Striebeck. Zeitschrift des Vereines Deutscher Ingenieure. 1895. Стр. 184.



На черт. 140 и 141 (табл. XXII) показаны видъ и продольный разрѣзъ котла, подлежаващаго испытанію. Топка Ковицке дѣйствовала очень хорошо, въ чемъ я самъ имѣлъ возможность убѣдиться. Однакоже осталось невыясненнымъ, чему надо было приписать прекрасное дѣйствіе котла,—хорошему-ли устройству топки или же безукоризненной работѣ кочегара? Дѣйствительно, случайно попался кочегаръ, который работалъ сознательно, неутомимо открывая каналы порога на нѣсколько секундъ при каждомъ забрасываніи угля; даже во время дѣйствія котла онъ часто регулировалъ притокъ воздуха.

Только послѣ загрузокъ показывался едва замѣтный дымокъ; при чисткѣ рѣшетки (въ 12 часовъ дня) труба дымила порядочно, и матовое стекло фотометра тогда приходилось передвигать до дѣленія 420 миллиметровъ; въ среднемъ, оно стояло на 109 и 108 (густота дыма=0,0548 и 0,0721). Кочегаръ подкидывалъ уголь очень часто, быстро и небольшими порціями, распредѣляя его совершенно ровно по всей рѣшеткѣ. Въ теченіе 10 часовъ онъ ввелъ въ топку 824 лопаты угля.

Съ топкою Ковицке производились три опыта; два опыта съ верхнесилезскимъ и одинъ съ богемскимъ бурымъ углемъ. Выдѣленіе дыма при сожиганіи бураго угля было сильнѣе, чѣмъ при отопленіи каменнымъ углемъ. Почти постоянно выдѣлялся слабый дымъ; средняя густота его равна 0,3371 (соотвѣтственно 128 миллим. по шкалѣ фотометра); ни разу, впрочемъ, не было достигнуто 420 миллим.

#### *Топка Чѣбба.*

Топка Чѣбба была пристроена къ ланкаширскому котлу, построенному въ 1889 г. берлинскимъ заводомъ Мелисъ и Беренсъ (подъ фирмою „Циклопъ“) для давленія въ 6 атм. Котель изображенъ на черт. 143 и 144 (табл. XXIII). Приборъ, бывшій на конкурсѣ въ Берлинѣ, отличался отъ прибора изображеннаго на чертежѣ 142 тѣмъ, что его средняя часть имѣла два канала вмѣсто трехъ, и передняго канала не было.

Котель дѣйствовалъ безостановочно днемъ и ночью. Произведено 5 опытовъ: три дня сряду сожигали верхнесилезскій уголь изъ копи „Силезія“ (въ первый день крупный, во второй день мелкій, а въ третій день—уголь средней величины). При четвертомъ опытѣ сожигали богемскій лигнитъ, а при пятомъ—брикетъ изъ бураго угля. Средніе выводы изъ показаній фотометра были: 137,0, 132,0, 114,5, 122,0 и 119,5; почти постоянно выдѣлялось нѣкоторое, хотя незначительное, количество дыма, такъ что при



этомъ приборѣ не было достигнуто столь хорошихъ результатовъ, какъ при котлахъ анилиноваго завода, снабженныхъ приборомъ Ковицке. Это объясняется во 1-хъ тѣмъ, что здѣсь кочегаръ работаль хуже кочегара, приставленнаго къ порогу Ковицке; во 2-хъ, меньшимъ діаметромъ жаровыхъ трубъ (700 миллим., въ котлахъ анилиноваго завода 860), вслѣдствіе чего пламя не могло развиваться достаточно, что должно было увеличивать выдѣленіе копоти. Наконецъ, узкія щели порога нерѣдко залѣплялись. Кочегаръ подаваль уголь небольшими порціями (по 1—2 лопатки, рѣдко больше) на переднюю часть рѣшетки, а затѣмъ, послѣ выдѣленія газовъ, передвигаль уголь назадъ, т. е. онъ пользовался давно извѣстнымъ способомъ для уменьшенія количества дыма. Полезное дѣйствіе котла было довольно высокое: 71,02, 69,73 и 68,46.

При четвертомъ опытѣ замѣчалось слабое выдѣленіе дыма; коэффициентъ полезнаго дѣйствія былъ только 0,6241, такъ какъ вслѣдствіе сильнаго образованія шлаковъ, кочегаръ долженъ былъ постоянно перемѣшивать уголь, желая поддерживать давленіе пара въ котлѣ, что не могло не уменьшать экономіи топлива.

При пятомъ опытѣ съ брикетомъ показанія фотометра были еще меньше (въ среднемъ выводѣ 119,5 миллим.), но брикеты содержали много золы, отчего нелегко было поддерживать давленіе въ котлѣ.

#### *Топка Штауса.*

Съ приборомъ Штауса (черт. 145—150) произведено 5 опытовъ, причемъ сожигались различные сорта угля. Первый опытъ съ вестфальскою каменноугольною мелочью былъ неудаченъ: кочегаръ не былъ въ состояніи слѣдить за правильнымъ горѣніемъ, ему приходилось весьма часто перемѣшивать уголь во избѣжаніе залѣпленія шлакомъ промежутковъ между колосниками, и тогда замѣчалось порядочное выдѣленіе дыма. Средняя густота дыма—0,43; иногда степень густоты доходила до 0,937, хотя только на весьма короткое время.

При второмъ и третьемъ опытахъ сожигали верхнесилезскій уголь. Выдѣленіе дыма было гораздо слабѣе, чѣмъ при первомъ опытѣ (густота 0,235 и 0,152); при перемѣшиваніи топлива всегда наблюдали дымъ въ довольно значительной степени; зато при подачѣ угля образованіе дыма было значительно меньше, чѣмъ въ первый день. При третьемъ опытѣ лучшее сожиганіе дыма достигалось на счетъ утилизаціи топлива. Въ послѣдніе два дня сожигали богемскій лигнитъ и англійскій камен-



ный уголь при незначительномъ выдѣленіи дыма, несмотря на то, что часто приходилось перемѣшивать уголь, чтобы поддерживать нормальное давленіе пара въ котлѣ.

#### *Топка Куна.*

Котель системы Куна, подлежавшій испытанію, изображенъ на черт. 111 и 112 (табл. XX). При опытахъ съ нимъ оказалось, что выдѣленіе дыма было довольно незначительное; только въ первый день, когда сжигали смѣсь бурого и каменного углей, не достигалось полного сжиганія дыма, такъ какъ бурый уголь выгоралъ очень скоро, а потому куски каменного угля подвигались слишкомъ быстро внизъ по наклонной рѣшеткѣ и мѣшали правильному горѣнію. Котель, очевидно, былъ плохо вмазанъ, потому что вслѣдствіе неплотности въ швахъ кладки въ дымоходы поступало много воздуха, увеличивавшаго количество печныхъ газовъ; потеря отъ охлажденія и лучеиспусканія кладки была очень значительна. Но въ этомъ нельзя никоимъ образомъ упрекнуть топку Куна; напротивъ, въ другихъ болѣе благопріятныхъ случаяхъ котлы этой системы достигали значительной экономіи топлива вмѣстѣ съ бездымнымъ горѣніемъ.

#### *Топка Тенбринка.*

Котель, изображенный на черт. 115 и 116 (табл. XVII) былъ снабженъ топкой Тенбринка, для наружнаго нагрѣва. Котель былъ построенъ на берлинскомъ заводѣ „Циклопъ“ въ 1890 году. Третій дымоходъ расположенъ надъ паровымъ пространствомъ.

Опыты съ этой топкой были вполнѣ удачны по отношенію къ бездымному горѣнію. При первыхъ двухъ опытахъ сжигался верхнесилезскій уголь средней величины, при третьемъ—смѣсь лигнита съ углемъ. Густота дыма опускалась до 0,046 и 0,019, а коэффициентъ полезнаго дѣйствія былъ довольно высокій — 0,7032, 0,7021 и 0,5760. Неблагопріятный результатъ третьяго дня объясняется (см. также испытаніе котла системы Куна) тѣмъ, что сжигалась смѣсь каменного и бурого углей, чѣмъ обусловилась большая потеря тепла отъ заключавшагося въ остаткахъ углерода—7,12%,—при первыхъ двухъ опытахъ—0,99 и 1,05%. Дымъ выдѣлялся только при шуровкѣ и очисткѣ рѣшетки. Большее выдѣленіе дыма въ первый день объясняется легко тѣмъ обстоятельствомъ, что часовой расходъ угля, отнесенный къ одному квадратному метру площади рѣшетки, сильно мѣнялся (въ предѣлахъ отъ 103 до 152 килогр.), во второй же день онъ былъ постояненъ.



При первыхъ двухъ испытаніяхъ опредѣлялось количество сажи въ дымовыхъ газахъ, которые для этой цѣли улавливались передъ заслонкой. Найдено было 10,4 миллиграмма сажи въ 1 кубическомъ метрѣ газовъ. Такъ какъ при первомъ опытѣ на 1 килогр. топлива получалось 15,95 кубическихъ метр. газовъ, то на 1 килогр. угля приходится  $\frac{15,95 \times 10,4}{1000} = 0,0001658$  килогр. сажи, т. е. потеря въ 0,01658% или  $0,0001658 \times 8080 = 1,34$  ед. тепл., въ предположеніи, что сажа состояла изъ чистаго углерода. Въ виду такой незначительной величины потери опредѣленіе количества сажи не производилось при другихъ опытахъ.

#### *Топка Шомбурга.*

Водотрубный котель съ топкой Шомбурга изображень на черт. 50 и 51 (табл. X).

Съ топкою Шомбурга было произведено два опыта: съ большимъ притокомъ воздуха (2,09 теоретическаго количества) и съ малымъ впускомъ (1,55 теоретическаго количества). Результаты подтвердили то, что сказано по отношенію къ топкѣ Куна. Въ первомъ случаѣ выдѣленіе дыма было меньше, чѣмъ во второмъ (0,122 и 0,328), но за то и полезное дѣйствіе котла было меньше (58,1 и 62,4). Незначительное полезное дѣйствіе объясняется, между прочимъ, тѣмъ, что черезъ неплотности въ кладкѣ и у лазовъ, устраиваемыхъ для возможности очистки трубъ отъ сажи, засасывалось очень много наружнаго холоднаго воздуха, — недостатокъ, присущій всѣмъ котламъ съ большою поверхностью кладки (напр. водотрубнымъ), если послѣдняя не устроена вполне тщательно и если крышки лазовъ и дверцы не закрываются плотно.

#### *Топка Донели.*

Топка *Донели* (черт. 21 и 22, табл. VI) была пристроена къ ланкаширскому котлу, изготовленному въ 1890 г. фирмою К. и Т. Меллеръ (K. & Th. Möller in Kupferhammer bei Brackwede). Котель находился въ зданіи университета. Отъ вышеописанной топки Донели (черт. 14, табл. II) она отличается въ слѣдующемъ:

Притокъ воздуха регулируется не только большими топочными дверцами, но небольшою задвижкой, помѣщенной передъ питательнымъ ковшомъ. За трубками устроенъ сводъ, заставляющій газы спускаться внизъ на встрѣчу газамъ, поднимающимся наверхъ съ нижней части рѣшетки, чѣмъ достигается лучшее перемѣшиваніе.



Опыты производились два раза съ крупнымъ верхнесилезскимъ углемъ и одинъ разъ съ богемскимъ лигнитомъ. Выдѣленіе дыма въ первые два дня было чрезвычайно малое (густота 0,019 и 0,046), несмотря на значительный часовой расходъ угля на одинъ квадратный метръ площади рѣшетки (136,3 и 129,0 кгр.). Даже въ третій день при форсированной топкѣ (расходъ лигнита равнялся 221 кгр. на 1 квадр. метръ площади рѣшетки) выдѣленіе дыма было незначительное (средняя густота 0,222). Зависимость между полезнымъ дѣйствіемъ котла и расходомъ воздуха ясно видна въ слѣдующей таблицѣ:

	О п ы т ы:		
	1-й.	2-й.	3-й.
Количество воздуха по отношенію къ теоретическому . . . . .	1,562	1,324	1,173
Полезное дѣйствіе котла въ % . . . . .	63,22	72,44	64,52
Потери:			
Въ шлакѣ и золѣ . . . . .	4,93	5,0	5,42
Отъ просачиванія воздуха въ дымоходы . . . . .	4,35	2,15	3,17
Отъ уносимой газами теплоты . . . . .	17,5	12,69	14,37
Отъ сажи и несорѣвшившихъ газовъ . . . . .	—	—	0,19
Отъ передачи теплоты окружающему воздуху . . . . .	10,0	7,72	12,33

Сравнивая между собою первые два опыта, при которыхъ сожигался одинъ и тотъ же сортъ угля, мы замѣчаемъ, что во второй день полезное дѣйствіе котла было значительно выше, чѣмъ въ первый день, что надо приписать между прочимъ уменьшенному притоку воздуха. При третьемъ опытѣ впускалось чрезвычайно малое количество воздуха (1,173); если утилизація теплоты ниже чѣмъ при второмъ опытѣ, то это произошло вслѣдствіе вліянія переменны топлива и отъ увеличенія потери вслѣдствіе лучеиспусканія топки: все время приходилось держать открытыми топочныя дверцы, для возможности форсированной топки, что конечно не могло не отразиться на упомянутой потерѣ.

Замѣчательно велика потеря вслѣдствіе того, что много кусковъ угля проваливалось въ зольникъ. Это обстоятельство обусловлено конструкціей топки. За водяными трубками устроенъ пролетъ, черезъ который кусочки угля и зола прямо попадаютъ въ зольникъ, такъ что уголь лишенъ возможности догорать за трубками. При прежнихъ конструкціяхъ топки Донели не было означеннаго пролета, и зола скоплялась за трубчатую рѣшеткою, что нерѣдко приводило къ развѣданію трубокъ; это



обстоятельство объясняется тѣмъ, что зола, нерѣдко оказывавшаяся влажною отъ случайной течи въ одной изъ трубокъ, подводившихъ воду въ зольникъ для охлажденія рѣшетки, приставала къ трубкамъ рѣшетки и способствовала развѣданію металла.

#### *Топка Рутеля.*

Топка *Рутеля*, предназначенная для сожиганія опилокъ и стружекъ, была построена къ двойному котлу, изготовленному въ 1891 г. механическимъ заводомъ Пецольда и К°. Она устроена передъ котломъ въ довольно тѣсной кирпичной камерѣ, и состоитъ изъ короткой рѣшетки (длиною около 16 дюймовъ), на которую забрасываютъ топливо для предварительной просушки, и откуда оно по наклонной рѣшеткѣ (длина 16 дюйм.) скатывается внизъ на горизонтальную рѣшетку (длиною въ 29½ дюймовъ), на которой происходитъ окончательное сгораніе. Надъ нею устроено два наклонныхъ свода, которыхъ пяты встрѣчаются надъ заднею половиною большой рѣшетки.

Опыты происходили въ теченіе двухъ дней. Сожигались стружки, обрубки и опилки въ смѣси съ лигнитомъ. При первомъ опытѣ стружки были влажны, и притокъ воздуха былъ обиленъ, вслѣдствіе чего выдѣленіе дыма было слабое (средняя густота дыма 0,36). При второмъ опытѣ топливо было сухое, притокъ воздуха слабъ, и выдѣленіе дыма значительно больше чѣмъ наканунѣ (средняя густота дыма 0,639); нерѣдко выдѣлялся черный дымъ въ теченіе нѣсколькихъ минутъ сряду. Въ виду такихъ неудачныхъ результатовъ я не считалъ нужнымъ приводить чертежъ топки.

#### *Топка Шварцкопфа.*

Послѣ окончанія перваго ряда испытаній дымогарныхъ топокъ, члены комиссіи по ихъ испытанію, инженеры *Шнейдеръ* и *де-Граль*, изслѣдовали еще топку Рихарда *Шварцкопфа*. Такъ какъ испытаніе этой топки производилось тѣми же лицами, которыя испытывали остальные топки, причѣмъ они пользовались указанными выше приборами и слѣдовали тѣмъ же методамъ, то я привожу результаты и этого послѣдняго опыта.

Приборъ *Шварцкопфа* былъ установленъ при маленькомъ ланкаширскомъ котлѣ, служившемъ для испытанія арматурныхъ частей, изготовляемыхъ заводомъ *Шварцкопфа*. Одна изъ жаровыхъ трубъ служила топкой, другая раздѣлялась перегородкой изъ шамота на двѣ половинки, такъ что газы, по выходѣ изъ первой трубы, возвращались къ передней сторонѣ котла одной половиною



ея и шли обратно къ дымовой трубѣ по другой половинѣ жаровой трубы.

Котелъ не былъ вмазанъ въ кладку, чѣмъ объясняется его невысокій коеффициентъ полезнаго дѣйствія (отъ лучеиспусканія терялось до  $19\frac{2}{3}\%$  теплоты, т. е. вдвое больше противъ обыкновенно встрѣчаемыхъ данныхъ). Поэтому, результаты испытанія не даютъ полной картины дѣйствія топки Шварцкопфа; чтобы составить понятіе о томъ, какъ удачно работала бы топка при болѣе выгодныхъ условіяхъ, надо сдѣлать маленькую поправку (см. ниже).

Опыты продолжались два дня съ каменнымъ углемъ и одинъ день съ бурымъ углемъ. Результаты относительно бездымности и полноты горѣнія были поразительны: средніе выводы показаній фотометра соотвѣтствуютъ густотѣ дыма въ 0,0190, 0,0040 и 0,012, т. е. меньше чѣмъ при всѣхъ остальныхъ испытанныхъ ранѣе топкахъ.

Если на діаграммахъ и замѣчается выдѣленіе дыма, то это происходило вслѣдствіе неравномѣрнаго дѣйствія маленькаго электродвигателя, приводившаго въ движеніе щетку; число оборотовъ его мѣнялось отъ 710 до 960 въ минуту, и нѣсколько разъ двигатель такимъ образомъ подавалъ въ топку слишкомъ большое количество угля. Въ первый день показанія фотометра были больше чѣмъ въ слѣдующіе дни, потому что нарочно мѣняли подачу мусора (отъ 4,5 до 6,3 клгр. на 1 квадр. метръ поверхности нагрѣва въ 1 часъ). При предварительномъ же опытѣ дыма совсѣмъ не замѣчалось.

Затѣмъ заслуживаетъ вниманія необычайно большое количество углекислоты въ газахъ (до 18,4% въ первомъ дымоходѣ) и весьма малый избытокъ вводимаго воздуха относительно теоретическаго (1,09, 1,04 и 1,21); такіе результаты до сихъ поръ достигались только при газовыхъ и нефтяныхъ топкахъ.

Полезное дѣйствіе котла оказалось сравнительно малымъ по вышеизложеннымъ причинамъ, а также вслѣдствіе небольшой сравнительно поверхности нагрѣва, которую газы оставляла съ высокою температурою (до  $530^{\circ}$ ). Если-бы топка была поставлена у какого-нибудь большаго котла, правильно вмазаннаго въ кладку, то температура газовъ у заслонки могла бы быть около  $200^{\circ}$  при нормальной работѣ котла и около  $300^{\circ}$  при усиленной тягѣ, а потери черезъ лучеиспусканіе не превышали бы примѣрно 7,5%. Въ нижеслѣдующей таблицѣ сдѣланъ подсчетъ для перваго опыта, въ предположеніи различныхъ температуръ выходящихъ газовъ.



Температура газовъ ° С.	530.	300.	200.
Потери тепла, въ %:			
Съ газами, уходящими въ трубу.	19,92	11,44	7,13
На подогревъ воздуха, просачивающагося въ дымоходы. . . . .	3,02	3,02	3,02
На лучеиспускание. . . . .	16,83	7,50	7,50
Полезное дѣйствіе, въ %. . . . .	60,23	78,04	82,35

Такимъ образомъ видно, какъ рационально должна работать топка Шварцкопфа при нормальныхъ условіяхъ. На графическихъ таблицахъ (черт. 253 и 254, табл. XXXVIII) отмѣчены результаты испытанія перваго и втораго дней. На нихъ показаны кривыя температуры газовъ у борова (*A*), количество углекислоты въ газахъ въ концѣ жаровой трубы (*B*) и въ боровѣ (*C*), расхода угля въ 1 часъ (*D*) и средняго давленія пара въ котлѣ (*E*), а также изображено выдѣленіе дыма.

#### ОБЩИЕ ВЫВОДЫ КОМИССИИ.

Комиссія указываетъ на то, что результаты испытанія не даютъ права высказаться окончательно въ пользу того или другаго устройства дымогарныхъ топокъ, потому что опыты производились при котлахъ различныхъ системъ, при различныхъ условіяхъ работы котловъ, съ различными горючими матеріалами и при различныхъ кочегарахъ. Результаты опытовъ за то даютъ возможность вывести нѣкоторыя общія положенія.

Показанія фотометра варьировали при опытахъ комиссіи въ весьма широкихъ предѣлахъ, до 420 миллим. (соотвѣтственно густотѣ дыма въ 0,937), а средніе выводы колебались въ предѣлахъ отъ 106 до 175 миллим. (густота отъ 0,012 до 0,639); хотя ни въ одномъ случаѣ не было получено абсолютно бездымнаго горѣнія (т. е. 105 миллим. по шкалѣ фотометра \*), но всетаки при многихъ опытахъ достигалось уничтоженіе дыма въ предѣлахъ вполне достаточныхъ для практики.

Надо принять во вниманіе, что фотометръ оказался настолько точнымъ приборомъ, что обнаруживалъ даже дымъ такой окраски, которая невооруженнымъ глазомъ не замѣчалась. Даже

---

\*) За исключеніемъ предварительнаго опыта съ топкою Шварцкопфа надо замѣтить, что приведенныя заключенія комиссіи написаны *раньше* испытанія топокъ Шварцкопфа.



дымъ густоты опредѣляемой цифрою 140 миллим. по шкалѣ, хотя уже ясно замѣтенъ (слабый сѣроватый дымъ), едвали можетъ безпокоить публику.

Различная степень выдѣленія дыма зависитъ отчасти отъ различной степени форсировки работы котла; чѣмъ больше сжигается угля на одномъ квадратномъ метрѣ площади рѣшетки, тѣмъ больше выдѣленіе газовъ послѣ каждой загрузки, и тѣмъ больше требуется воздуха для сжиганія ихъ; при недостаткѣ воздуха обязательно будетъ выдѣляться дымъ. Поэтому, топки, дѣйствующія съ незначительнымъ избыткомъ воздуха, легко дымать, но съ другой стороны онѣ дѣйствуютъ экономнѣе топокъ, работающихъ съ большимъ избыткомъ воздуха, напрасно уносящаго теплоту въ трубу. Этотъ общеизвѣстный фактъ подтверждается опытами комиссіи. Изъ этого слѣдуетъ, что дымогарную топку только тогда можно считать хорошою, если она работаетъ съ малымъ притокомъ воздуха, и, несмотря на это, всетаки не выдѣляетъ дыма. Только такая топка будетъ экономна.

Опыты комиссіи выяснили, что уже существуетъ нѣсколько такихъ топокъ, которыя довольно близко подходятъ къ указанному идеалу, но кое-что остается еще пожелать; заводчики имѣютъ право ожидать, чтобы подобныя дымогарныя топки не только обезпечили высокое полезное дѣйствіе котла и не только не уменьшали его производительности, но чтобы онѣ были прочны, солиднаго устройства, чтобы уходъ за ними былъ несложенъ и чтобы первоначальное устройство не обходилось слишкомъ дорого. Въ этомъ отношеніи можно еще упрекнуть тѣ дымогарныя топки, которыя оказались самыми лучшими, какъ топки Донели, Тенбринка и подобныхъ системъ.

Комиссія полагаетъ, что вслѣдствіе только что указанныхъ обстоятельствъ она далеко еще не рѣшила многосложнаго вопроса о правильномъ устройствѣ дымогарныхъ топокъ, и считаетъ свои работы только вкладомъ въ сокровищницу нашихъ знаній объ условіяхъ цѣлесообразнаго дѣйствія этихъ топокъ.

Мы съ своей стороны не можемъ не согласиться съ мнѣніемъ комиссіи, что вопросъ о бездымномъ горѣніи далеко еще не разрѣшенъ въ томъ смыслѣ, чтобы были выработаны извѣстные рецепты, на основаніи которыхъ можно было бы во всѣхъ случаяхъ достигнуть желаемого результата, или что теперь существуютъ системы топокъ, которыя можно было бы примѣнять всегда и во всѣхъ случаяхъ съ одинаковымъ успѣхомъ для достиженія бездымности и экономнаго дѣйствія. Но съ другой стороны надо отдать полную справедливость комиссіи, заслуга



которой состоитъ въ томъ, что она выработала научный способъ опредѣленія густоты дыма.

Графическія таблицы, приложенныя къ отчету комиссіи, даютъ возможность выяснитъ до извѣстной степени зависимость бездымнаго горѣнія и экономнаго дѣйствія котла отъ вниманія кочегара и его знанія.

---

Таблицы, помѣщенныя ниже, даютъ читателю понятіе о размѣрахъ котловъ, а также объ условіяхъ работы ихъ и о дѣйствиіи самой топки. Онѣ взяты изъ подробнаго отчета комиссіи о произведенныхъ ею опытахъ, появившагося въ журналѣ „Mittheilungen aus der Praxis des Dampfkessel- und Dampfmaschinenbetriebes“, 1894. Стр. 268 и слѣд.



**ДАННЫЯ ОТНОСИТЕЛЬНО КОТЛОВЪ ПОДЛЕЖАВШИХЪ ИСПЫТАНІЮ.**

СИСТЕМЫ ТОПОКЪ.		Ковицке.	Чёббъ и Штаусъ..	Куна.	Тен- бринкъ.	Шом- бургъ.	Донели.	Рутель.	Шварц- копфъ.
Наибольшее давленіе пара.	{ атмосферы . . .	5	6	8	10	6	6	7	—
	{ фн. на дюймъ .	79	94	126	158	94	94	110	—
Поверхность нагрѣва . . . . .	{ кв. метры . . .	99,5 <sup>1)</sup>	59,3	83 <sup>1)</sup>	50,9 <sup>1)</sup>	66,1	65,5	142,5	11,3
	{ кв. футы . . .	1070	638	893	548	711	705	1,533	122
Площадь рѣшетки . . . . .	{ кв. метры . . .	2,1 <sup>2)</sup>	2,0	1,5	0,7	1,0 <sup>3)</sup>	1,6	2,3	—
	{ кв. футы . . .	22,3	21,6	16,2	7,6	10,8	17,3	24,5	—
Высота дымовой трубы . . . . .	{ метры . . . . .	42	41	33	26,7	36	27	30,5	16,5
	{ футы . . . . .	138	134	108	87,6	118	88	100	54
Площадь сѣченія устья трубы	{ кв. метры . . .	2,0	2,2	1,2	—	0,8	1,1	0,8	0,3
	{ кв. футы . . .	21,6	23,7	13,0	—	8,6	11,8	8,6	3,2
Число котловъ въ батареѣ при 1 трубѣ . . . . .		3	3	2	1	3	3	1	1

<sup>1)</sup> Кромѣ того, газы омывали 22 квадр. метра (237 кв. фут.) поверхности парового пространства у котла Ковицке, 18,5 кв. метр. (199 кв. фут.) у котла Куна и 6,1 кв. метр. (66 кв. фут.) у котла Тенбринка.

<sup>2)</sup> До примѣненія порога Ковицке, площадь рѣшетки была равна 3,26 кв. метр. (35 кв. фут.)

<sup>3)</sup> До устройства топки Шомбурга, площадь рѣшетки была равна 1,8 кв. метр. (19,4 кв. фут.).



Таблица главнѣйшихъ результатовъ испытанія.

Система топки.	—	Ковицке.			Ч ё б б ъ.					Ш т а			у с ъ.	К у н ъ.			Тенбринкѣ.			Шомбургѣ.		Донели.			Шварцкопфѣ.			
		Кам. уголь № 1.	Кам. уголь № 1.	Лигн. № 2.	Кам. уголь № 3.	Кам. уголь № 4.	Кам. уголь № 5.	Лигн. № 6.	Брикети.	Кам. уголь.	Кам. уголь № 3.	Кам. уголь № 3.		Лигн. № 7.	Кам. уголь № 8.	Смѣсь №№ 9 10.	Лигн. № 7.	Кам. уголь № 11.	Кам. уголь № 12.	Кам. уголь № 12.	Смѣсь №№ 9, 12.	Кам. уголь № 14.	Кам. уголь № 14.	Кам. уголь № 15.	Кам. уголь № 15.	Лигн. № 7.	Камен. уголь № 16.	Камен. уголь № 17.
Расходъ угля въ 1 часъ на квадратную единицу площади рѣшетки . . . . .	{ Кил. на кв. метрѣ. Фн. на кв. футѣ.	119,2	119,1	137,1	76,5	89,1	121,0	168,4	144,8	100	114,2	76,5	191,3	127,0	115,8	213,3	144,0	124,2	133,2	243	91,0	89,9	136,3	129,0	221,0	—	—	—
Остатки (зола и шлакъ).	%	5,83	6,0	3,0	4,6	12,31	8,97	9,2	9,03	12,5	3,82	4,53	3,44	7,9	3,79	3,44	2,74	8,62	8,63	8,59	4,08	4,11	7,96	8,09	6,34	—	—	—
Отношеніе колич. воздуха къ теоретическому <sup>1)</sup>	—	1,64	1,5	1,8	1,71	1,83	1,53	1,38	1,35	1,54	1,52	1,92	1,37	1,46	1,57	1,32	1,33	1,78	1,66	1,45	2,09	1,55	1,56	1,32	1,17	1,09	1,04	1,21
Температура газовъ у заслонки . . . . .	° С.	240	242	232	275	299	360	351	320	330	292	240	323 <sup>2)</sup>	248	248	309	311	240	249	245	255	225	300	278	326	530	522	478
Тяга у заслонки . . . . .	Дюймы воды.	1/2	1/2	1/2	11/16	11/16	3/4	11/16	11/16	11/16	5/8	7/16	3/4	3/4	5/16	3/8	3/8	1/4	1/4	3/8	1/2	1/4	1/2	3/8	1/2	—	—	—
Паропроизводительность квадр. единицы поверхности нагрѣва . . . . .	{ Кил. на кв. метрѣ. Фн. на 1 кв. футѣ.	21,1	22,2	16,5	19,3	20,5	29,3	24,7	21,1	23,1	28,9	19,1	31,1	26,1	12,9	20,2	19,4	12,2	13,0	12,1	9,0	8,4	20,9	22,7	28,6	39,4	34,4	26,5
Паропроизводительность угля . . . . .	—	8,04	8,43	5,47	7,66	6,98	7,37	4,46	4,35	7,1	7,68	7,78	5,06	6,39	6,27	5,35	7,59	7,49	7,48	3,79	6,69	7,19	6,39	7,32	5,39	6,92	7,29	4,36
Полезное дѣйствіе котла	%	76,5	80,3	73,6	71,0	69,7	68,5	62,4	—	—	71,2	70,6	60,6	56,9	64,5	64,0	66,0	70,3	70,2	57,6	58,1	62,4	63,2	72,4	64,5	60,2	59,1	59,7
Среднее давленіе пара въ котлѣ . . . . .	Атм.	3,4	3,0	3,1	5,3	5,0	5,51	5,3	4,9	5,8	5,95	6,0	5,7	5,7	7,5	7,4	7,3	8,24	8,4	7,4	4,6	5,6	5,21	5,2	4,8	5,2	5,2	5,2
	Р. фн.	53	47	49	83	78,6	86	80	76,1	91	93,7	94	90	90	118	116	115	129	132	117	72	88	82	82	76	82	82	82
Средняя густота дыма . . . . .	—	0,072	0,055	0,337	0,413	0,368	0,160	0,260	0,229	0,430	0,235	0,152	0,209	0,235	0,312	0,073	0,167	0,046	0,019	0,019	0,122	0,328	0,019	0,046	0,222	0,019	0,004	0,012

Паропроизводительность топлива отнесена къ давленію пара въ одну атм. Числа, помѣченныя въ скобкахъ въ послѣднихъ трехъ вертикальныхъ поправка введена, чтобы показать, въ какихъ невыгодныхъ условіяхъ

мосфере и къ температурѣ питательной воды, равной 0°. Столбцахъ, соответствующихъ температурѣ дымовыхъ газовъ въ 200°. Эта находилась котель съ топкою Шварцкопфа.

1) По анализу газа, взятаго въ концѣ перваго дымохода.

2) Въ оригиналь 392 и 348, что, вѣроятно, ошибочно.



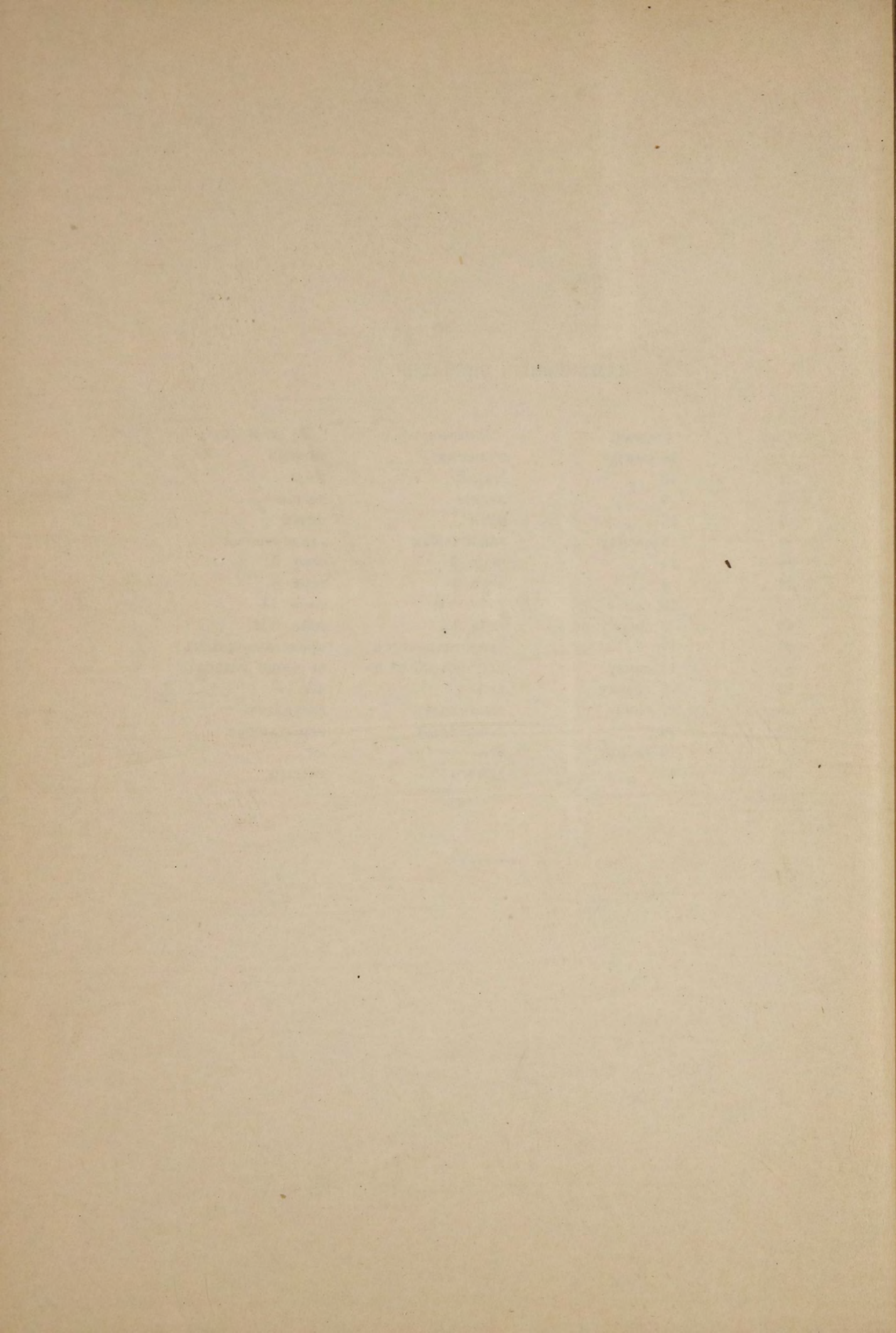




ЗАМЪЧЕННЫЯ ОПЕЧАТКИ.

<i>Стран.</i>	<i>Строка.</i>	<i>Напечатано.</i>	<i>Должно быть.</i>
2	14 снизу	очищена	чищена
3	10 „	Na <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O
6	9 „	легкіе	легкія
7	18 „	печи	печей
8	3 сверху	закопченыя	закопченныя
29	11 „	черт. 8	черт. 9
29	8 „	черт. 9	черт. 8
42	10 снизу	табл. VII	табл. IX
43	3 сверху	табл. IX	табл. VII
56	19 „	представленнымъ	представленнымъ
66	11 снизу	котловъ не чаще	не чаще котловъ
69	8 сверху	ней	нее
69	17 снизу	выступаетъ	вступаетъ
72	16 „	испытанный	испытанный
74	10 сверху	его	ея
76	13 „	самого	самаго

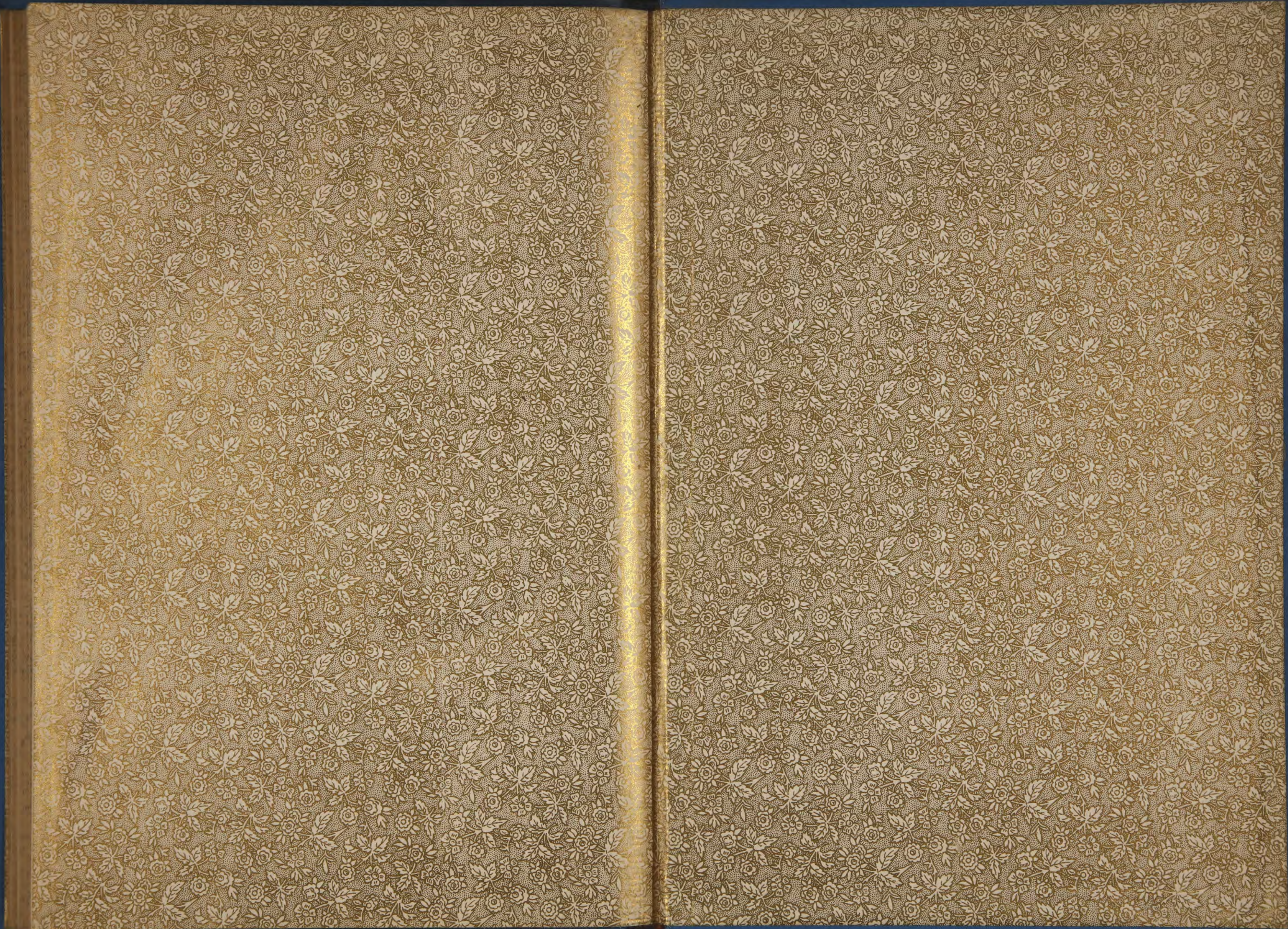


















БМЗ И БИМХОБ СОЖИТАРИ ТОИМБАБЪ ТОИКАХЪ ИИАРОББИХЪ КОТНОРЪ