



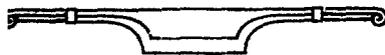
СБОРНИКЪ ТЕХНИЧЕСКИХЪ СТАТЕЙ.

Отдѣльные оттиски изъ журнала „Горно-Заводское Дѣло“

за 1916 годъ.

ВТОРОЕ ПОЛУГОДИЕ.

Издание Совѣта Съезда горнопромышленниковъ юга Россіи.



ХАРЬКОВЪ.

Типографія „Мирный Трудъ“, Дѣвичья улица, № 14.

1917.

СОДЕРЖАНІЕ.

	Стр.
А. С—кій. Техническая эксплуатация энергии электрических станций на каменноугольных и антрацитовых копях Донецкаго бассейна	1
С. Тумановъ. Сталь для бризантных снарядовъ.	5
Проф. А. П. Лидовъ. О полученіи цианистыхъ соединенийъ изъ газа коксовальныхъ печей	6
С. Тумановъ. О газахъ, заключающихся въ жидкой стали.	8
Л. Эберлинъ. Температурныя условія въ коксовой печи.	9
С. Тумановъ. Міровое распространеніе мартенованія и сравненіе его съ другими процессами производства стали	10
С. Тумановъ. Новый доменный и сталелитейный заводъ „Minnesota Steel Company въ Делесъ (Duluth) (Соединенные Штаты)	36
Задачи рациональнаго использования угля	44
А. Мюнцеръ. Опыты примѣненія обращеннаго въ порошокъ топлива для отопленія паровозовъ и постоянныхъ котловъ на американскихъ желѣзныхъ дорогахъ	45
Л. Эберлинъ. Температурныя условія въ коксовой печи	50
С. Тумановъ. Угольная пыль, какъ топливо для металлургическихъ печей	54
Л. Эберлинъ. Испытательная лабораторія по коксованію при высшей технической школѣ въ реславѣ	59
Л. Эберлинъ. Федеральная испытательная станція по топливу въ Цюрихѣ	70
Г. В. Петровъ. Очистка бензола	83
Замѣтка о пироскопахъ	84
В. В. Рюминъ. Къ вопросу о сбытѣ сѣрнистого аммонія	84
М. А—нъ. Новая конкуренція русскому машиностроенію	85
Ө. Б—овъ. Цѣпки въ системѣ поперечной выемки	87
Н. Черницынъ. О передвиженіи рудничнаго газа по угольному пласту и окружающимъ его породамъ.	88
Л. Эберлинъ. Составъ угля	92
Л. Эберлинъ. О нѣкоторыхъ свойствахъ влаги, заключающейся въ угляхъ	96
П. Есманскій. Рациональное использование богатствъ, заключенныхъ въ угляхъ Донецкаго бассейна	104
О сѣрнистомъ амміакѣ, какъ побочномъ продуктѣ газоваго производства	119
А. Мюнцеръ. Новыя данныя по оборудованію паровозовъ и постоянныхъ котловъ для отопленія парообразнымъ топливомъ.	119
К. де-Тилліе. Извлеченіе бензола изъ свѣтильнаго газа и примѣненіе его въ производствѣ взрывчатыхъ веществъ	129
Н. Черницынъ. Газообразные продукты, образующіеся при взрывѣ динамита	136
А. Нарановичъ. О зольности угля на желѣзныхъ дорогахъ	140
Л. Эберлинъ. Къ вопросу объ опредѣленіи летучихъ веществъ	142
К. де-Тилліе. Продукты, получаемые изъ каменноугольнаго дегтя, и примѣненіе ихъ въ промышленности.	146

Сборникъ техническихъ статей.

1916 г. II-е полугодіе.

ГОРНОЕ ДѢЛО.

	Стр.
А. С—ий. Техническая эксплуатация энергіи электрическихъ станцій на каменноугольныхъ и антрацитовыхъ копяхъ Донецкаго бассейна	1
Ө. Б—въ. Цѣпки въ системѣ поперечной выемки	87
К. де-Тилліе. Извлеченіе бензола изъ свѣтильнаго газа и примѣненіе его въ производствѣ взрывчатыхъ веществъ	129
Н. Черницынъ. Газообразные продукты, образующіеся при взрывѣ динамита	136

МЕТАЛЛУРГІЯ.

С. А. Тумановъ. Сталь для бризантныхъ снарядовъ	5
С. А. Тумановъ. О газахъ, заключающихся въ жидкой стали	8
С. А. Тумановъ. Міровое распространеніе мартенованія и сравненіе его съ другими процессами производства стали	10
С. А. Тумановъ. Новый доменный и сталелитейный заводъ „Minnesota Steel Company“ въ Делесъ (Duluth) (Соединенные Штаты)	36
С. А. Тумановъ. Угольная пыль, какъ топливо для металлургическихъ печей	54

МЕХАНИКА.

А. С—ий. Техническая эксплуатация энергіи электрическихъ станцій на каменноугольныхъ и антрацитовыхъ копяхъ Донецкаго бассейна	1
--	---

КОКСОВОЕ ПРОИЗВОДСТВО.

Проф. А. П. Лидовъ. О полученіи ціанистыхъ соединений изъ газа коксовальныхъ печей	6
Л. Эберлинъ. Температурныя условія въ коксовой печи	9
Л. Эберлинъ. Температурныя условія въ коксовой печи	50
Л. Эберлинъ. Испытательная лабораторія по коксованію при высшей технической школѣ въ Бреславлѣ.	59
Г. В. Петровъ. Очистка бензола	83
В. В. Рюминъ. Къ вопросу о сбытѣ сѣрнокислаго аммонія	84
П. Есманскій. Рациональное использование богатствъ, заключенныхъ въ угляхъ Донецкаго бассейна .	104
О сѣрнокисломъ амміакѣ, какъ побочномъ продуктѣ газоваго производства	119
К. де-Тилліе. Продукты, получаемые изъ каменноугольнаго дегтя, и примѣненіе ихъ въ промышленности.	146

ТОПЛИВО.

Задачи рациональнаго использования угля	44
А. Мюнцеръ. Опытъ примѣненія обращеннаго въ порошокъ топлива для отопленія паровозовъ и постоянныхъ котловъ на американскихъ желѣзныхъ дорогахъ	45
С. Тумановъ. Угольная пыль, какъ топливо для металлургическихъ печей	54
Л. Эберлинъ. Федеральная испытательная станція по топливу въ Цюрихѣ	70
Л. Эберлинъ. Составъ угля	92
Л. Эберлинъ. О нѣкоторыхъ свойствахъ влаги, заключающейся въ угляхъ	96
А. Мюнцеръ. Новая данная по оборудованію паровозовъ и постоянныхъ котловъ для отопленія порошкообразнымъ топливомъ	119
А. Нарановичъ. О зольности угля на желѣзныхъ дорогахъ	140
Л. Эберлинъ. Къ вопросу объ опредѣленіи летучихъ веществъ	142

ГРЕМУЧИЙ ГАЗЪ И КАМЕННОУГОЛЬНАЯ ПЫЛЬ.

Н. Черницынъ. О передвиженіи рудничнаго газа по угольному пласту и окружающимъ его породамъ. 88

Х И М И Я.

Проф. А. П. Лидовъ. О полученіи цианистыхъ соединенийъ изъ газа коксовальныхъ печей 6

Г. В. Петровъ. Очистка бензола 83

О сѣрнистымъ амміакѣ, какъ побочномъ продуктѣ газоваго производства 119

К. де-Тиллиэ. Извлеченіе бензола изъ свѣтильнаго газа и примѣненіе его въ производствѣ взрывчатыхъ веществъ 129

Н. Черницынъ. Газообразные продукты, образующіеся при взрывѣ динамита 136

К. де-Тиллиэ. Продукты, получаемые изъ каменноугольнаго дегтя и примѣненіе ихъ въ промышленности. 146

Р А З Н Ы Я С Т А Т Ь И.

Замѣтки о пирескопахъ 84

М. Я—иъ. Новая конкуренція русскому машиностроенію 85

Техническая эксплуатація энергіи электрическихъ станцій на каменноугольныхъ и антрацитовыхъ кояхъ Донецкаго бассейна.

Въ № 25—26 „Горно-Заводскаго Дѣла“ мы разсмотрѣли вопросъ о размѣрахъ котельныхъ и машинныхъ установокъ электрическихъ станцій при каменноугольныхъ и антрацитовыхъ рудникахъ Донецкаго бассейна, равно какъ на пріемникахъ электрическаго тока—лампахъ и моторахъ, причемъ сопоставили итоги и среднія величины 1909 и 1914 годовъ.

Въ настоящей замѣткѣ мы подведемъ итоги анкетныхъ данныхъ, собранныхъ Статистическимъ Бюро Совѣта Съѣзда для 1914 г. по вопросу о технической эксплуатаціи электрической энергіи на каменноугольныхъ и антрацитовыхъ кояхъ Донецкаго бассейна.

Мощность электрическихъ станцій.

Группы предприятий	Число предприятий, сообщившихъ свѣд о мощн. элек. ст.	Добыча этихъ предприятий въ 1914 г. (милл. пуд.)	Число элек. станцій при к.-у. и антр. руд. этихъ предприятий	Общая мощность этихъ станцій въ kw.	Средняя мощность одной станцій въ kw.
I. (Съ добычей болѣе 5 мил. пуд. въ 1914 г.)	40	880,42	50	45.360	907,2
II. (Съ добычей до 5 милл. пуд. въ 1914 г.)	6	19,13	6	2.215	369,2
Итого	46	899,55	56	47.575	849,6

Мощность разсматриваемыхъ станцій колеблется въ весьма широкихъ предѣлахъ, начиная отъ 4,4 kw. и кончая 4.700 kw. (при Рутченковскомъ рудникѣ О-ва Брянскаго желѣзодѣлат. и механич. завода); въ среднемъ мощность одной станцій, какъ видно изъ приведенныхъ данныхъ, составляетъ около 850 kw.

Нижеслѣдующая таблица даетъ картину распределения электрическихъ станцій по отдѣльнымъ классамъ мощности:

Классы мощности элек. станцій	Число элек. станцій	Общая ихъ мощность (kw.)	Средняя мощность одной станцій (kw.)
До 250 kw.	25	1.473	58,9
251—500 kw.	7	2.490	355,7
501—1.000 kw.	9	6.305	700,6
1.001—2.000 kw.	7	9.937	1.419,6
Болѣе 2.000 kw.	8	27.370	3.421,2
Итого	56	47.575	849,6

Наибольше распространенным типом является станция небольшой мощности, в среднем около 60 kw.; такие станции составляют 44,6% общего числа станций. Станции средней мощности (251—1.000 kw.) составляют 28,6% и станции большой мощности (больше 1.000 kw.)—26,8% общего числа станций.

Средний суточный расход электрической энергии (по распределительной доске) в kw.—часах.

Нижеслѣдующія цифры представляют собою итоги среднего суточного расхода энергии электрических станций в kw.—часах, причем станции, сообщившія эти свѣдѣнія, разбиты по их мощности на три класса:

Классы мощности элек. станцій	Число электр. станцій	Общая мощность этихъ станцій (kw)	Средній суточный расходъ электрич. энергии в kw.—часахъ		
			Для передачи силы	Для освѣщенія	Итого kw.—часовъ
I. (До 250 kw.)	17	935	28.380	3.520	31.900
II. (251—1.000 kw.)	14	7.895	80.257	7.018	87.275
III. (Больше 1.000 kw.)	14	36.077	286.331	12.124	298.455
Итого	45	44.907	394.968	22.662	417.630

Характеръ дѣятельности электрическихъ станцій различныхъ классовъ мощности различенъ: въ то время какъ на единицу мощности (на 1 kw.) станцій I класса приходится 34,1 kw.—часовъ среднего суточного расхода, на единицу мощности станцій II класса приходится в среднемъ 11,1 kw.—часовъ, а на единицу мощности станцій III класса—только 8,3 kw.—часовъ.

Электрическая энергія слабыхъ станцій используется, такимъ образомъ, значительно полнѣе, чѣмъ энергія крупныхъ станцій.

Но въ характерѣ дѣятельности электрическихъ станцій наблюдается еще одна черта, отличающая крупныя станцій отъ мелкихъ: съ переходомъ отъ слабыхъ станцій къ болѣе мощнымъ увеличивается относительная величина расхода энергии на передачу силы и падаетъ относительная величина расхода энергии на освѣщеніе:

Замѣтимъ въ дополненіе къ приведеннымъ цифрамъ, что въ то время какъ всѣ станцій съ мощностью болѣе 250 kw. распределяютъ свою энергію и для цѣлей освѣщенія и для передачи силы, среди слабыхъ станцій съ мощностью до 250 kw. наблюдается иное: такъ, изъ 17 станцій этого класса, сообщившихъ свѣдѣнія о распредѣленіи энергии, 8 небольшихъ станцій, съ мощностью отъ 7 kw. до 20 kw. *), расходуютъ свою энергію исключительно для освѣщенія.

Средній расходъ электрической энергии въ одинъ рабочий часъ на станціяхъ разныхъ мощностей.

Если по сообщеннымъ предпріятіями свѣдѣніямъ о среднемъ суточномъ расходѣ электрической энергии и числѣ дней работы электрическихъ станцій за 1914 г. вывести по каждой станцій годовой расходъ энергии, а по числу рабочихъ дней и среднему числу рабочихъ часовъ въ сутки вывести для тѣхъ же станцій общее число рабочихъ часовъ за годъ, то получатся слѣдующіе итоги по отдѣльнымъ классамъ мощности станцій:

*) Общая мощность этихъ 8 станцій 97,6 kw.

Классы мощности элек. станцій	%—ное распределеніе среднего суточного расхода энергии	
	Для передачи силы	Для освѣщенія
I. (До 250 kw.)	89,0%	11,0%
II. (251—1.000 kw.)	91,9%	8,1%
III. (Больше 1.000 kw.)	95,9%	4,1%

Классы мощности электрических станций	Число электрич. станций	Общая их мощность в kw.	Годовой расход элек. энергии в кв. — часах	Число рабочих часов за год на всех станциях	Средний расход электр. энергии в 1 рабочий час на 1 станция каждого класса (kw.)
I. (До 250 kw.)	16	918	10.679.756	101.067	105,7
II. (251—1.000 kw.)	14	7.895	30.996.215	118.655	261,2
III. (Больше 1.000 kw.)	14	36.077	108.406.070	121.093	895,2
Итого	44	44.890	150.082.041	340.815	440,4

Вытекающее из приведенных данных огромное возрастание абсолютного среднего расхода электрической энергии в один рабочий час (с 105,7 kw. на станции I класса до 895,2 kw. на станции III класса) приобретает совершенно иное освещение, если указанный расход разсматривать в его отношении к мощности станций:

Классы мощности станций	Средняя мощность одной станции по предыдущей таблицѣ (kw)	Средний расход электрической энергии в 1 рабочий час на 1 стан. каждого класса (kw)	То же в отношении к средней мощности элек. станций
I (До 250 kw.)	57,4	105,7	1,84
I (251—1.000 kw.)	563,9	261,2	0,46
III (Больше 1.000 kw.)	2.576,9	895,2	0,35

На станциях I класса (с мощностью до 250 kw.) использование электрической энергии, как можно видеть из приведенных цифр, в 5,3 раза больше, чем на станциях III класса (с мощностью больше 1.000 kw.).

Годовая потеря энергии сѣти.

Классы мощности электрических станций	Число электрических станций	Общая их мощность (kw)	Годовой расход электрич. энергии в кв. — часах	Годовая потеря энергии сѣти	
				Въ кв. — часах	Въ % годового расхода энергии
I (До 250 kw)	9	617	6.409.468	582.937	9,1%
II (251—1.000 kw)	7	4.975	15.356.455	1.848.160	12,0%
III (Больше 1.000 kw).	9	26.127	78.756.820	4.490.570	5,7%
Итого	25	31.719	100.522.743	6.921.667	6,9%

Сведенная в этой таблицѣ итоги по 25 электрическим станциям указывают на то, что потеря энергии сѣти крупных станций (с мощ-

ностью больше 1.000 kw.) значительно меньше, чем в сѣти больше слабых станций.

Въ общемъ потеря энергии сѣти составляет

для всѣхъ станцій около 7% годового расхода. Такой небольшой процентъ потери объясняется незначительными протяженіями сѣти, иначе говоря — отсутствіемъ разбросанности приемниковъ электрическаго тока.

Кoeffициентъ полезнаго дѣйствія установокъ электрическихъ станцій.

Классы мощности станцій	Число электрическихъ станцій, со-общивш. свѣдѣнія	Общая ихъ мощность (kw.)	Средній коэффициентъ полезнаго дѣйствія одной станціи
I (До 250 kw.)	16	938	0,87
II (251—1.000 kw)	8	5.305	0,75
III (Болѣе 1.000 kw).	10	26.367	0,76
Итого	34	32.610	0,81

Кoeffициентъ полезнаго дѣйствія установокъ среднихъ и крупныхъ станцій почти одинаковъ (0,75—0,76), мелкихъ же станцій—выше на 0,11—0,12, составляя въ среднемъ 0,87. Въ общемъ средній коэффициентъ полезнаго дѣйствія для всѣхъ станцій составляетъ 0,81.

Число рабочихъ дней электрическихъ станцій въ 1914 году и среднее число рабочихъ часовъ въ сутки.

По имѣющимся свѣдѣніямъ о 54 электрическихъ станціяхъ общее число рабочихъ дней этихъ станцій составляетъ для 1914 г. 19.313, распредѣляясь по отдѣльнымъ классамъ мощности станцій слѣдующимъ образомъ.

Классы мощности электрическихъ станцій	Число станцій	Общая ихъ мощность (kw)	Въ году дней		Въ среднемъ на 1 электрическую станцію рабочихъ дней
			Работы	Остановокъ *)	
I (До 250 kw.)	23	1.450	8.158	237	354,7
II (251—1.000 kw.)	16	8.795	5.737	103	358,6
III (Болѣе 1.000 kw.)	15	37.307	5.418	57	361,2

Среднее число рабочихъ дней въ году увеличивается съ переходомъ отъ мелкихъ станцій къ крупнымъ.

То же, и при томъ въ еще большей степени, наблюдается въ отношеніи средняго числа рабочихъ часовъ въ сутки:

Классы мощности станцій	Число станцій	Общая ихъ мощность	Общее число рабочихъ часовъ въ сутки	Среднее число рабочихъ часовъ въ сутки 1 станціи
I (До 250 kw.)	24	1.466	449,5	18,73
II (251—1.000 kw.)	15	8.295	354,9	23,67
III (Болѣе 1.000 kw.)	15	37.307	359,5	23,96

*) Статистическимъ Бюро регистрируются лишь полныя остановки станцій, частичныя же остановки тѣхъ или иныхъ машинъ какой либо станціи не принимаются въ расчетъ.

На основаніи выведенныхъ среднихъ общее число рабочихъ часовъ въ году опредѣляется для одной станціи каждаго класса въ слѣдующихъ цифрахъ:

Классы мощности станцій	Среднее число рабочихъ часовъ въ году для одной станціи	То же въ отношеніи къ числу рабочихъ часовъ 1 станціи I класса
I (До 250 kw.)	6.643,5	1,00
II (251—1.000 kw.)	8.488,1	1,28
III (Больше 1.000 kw)	8.654,4	1,30

Такимъ образомъ, годовое число рабочихъ часовъ среднихъ и крупныхъ станцій на 28—30% больше, чѣмъ число рабочихъ часовъ мелкихъ станцій (съ мощностью до 250 kw.).

Послѣднее станетъ понятнымъ, если принять во вниманіе, что мелкія станціи, отнесенныя нами къ I классу, работаютъ преимущественно, а нѣкоторые изъ нихъ — исключительно, на освѣщеніе, въ то время какъ среднія и крупныя станціи работаютъ главнымъ образомъ на передачу силы.

А. С.—кій.

Сталь для бризантныхъ снарядовъ.

Какъ извѣстно, бризантный снарядъ начиненъ взрывчатымъ веществомъ, назначеніе котораго состоитъ въ раздробленіи заключающей его оболочки, частицы или осколки которой составляютъ поражающій матерьялъ.

Поражающее качество снаряда находится въ зависимости отъ числа осколковъ, формы ихъ и скорости. Качества эти измѣняются въ зависимости отъ сопротивленія разрыву, вязкости и твердости стали, изъ которой изготовлена оболочка.

Въ мирное время были произведены многочисленные опыты военными авторитетами какъ французскими, такъ и англійскими, которые своей выборъ остановили на стали опредѣленнаго состава, дающей очень хорошіе результаты.

Обязательство производить сталь, для выдѣлки снарядовъ, опредѣленнаго химическаго состава поставило въ настоящее время заводы въ затруднительное положеніе, благодаря трудности полученія соответственнаго сырого матерьяла, а вслѣдствіе этого и повышенія его цѣны.

М. Стэдъ (Stead) сдѣлалъ докладъ въ „Cleveland Institute of Engineers“, въ которомъ указалъ, что предѣлы химическаго состава стали могутъ быть значительно расширены, лишь бы сталь выдерживала требуемыя механическія испытанія. М. Стэдъ произвелъ анализы осколковъ нѣмецкихъ снарядовъ, взорвавшихся во время бомбардировки нѣмецкимъ флотомъ Вестгарлепуля, Вайтби и Скорборо (West-Harlepool, Whitby и Scarborough), и на

французскомъ и бельгійскомъ фронтахъ. Анализы осколковъ бризантныхъ снарядовъ какъ морской, такъ и сухопутной артиллеріи дали слѣдующіе результаты:

Углерода (C)	0,393	1,12%
Марганца (Mn)	0,380	1,40%
Кремнія (Si)	0,078	0,507%
Сѣры (S)	0,027	0,083%
Фосфора (Ph)	0,028	0,105%

Среднее содержаніе (C) въ 22 образцахъ было 0,75%. Изломъ осколковъ былъ отъ крупно-зернистаго до шелковистаго. Кромѣ того осколки снарядовъ содержали до 11% азота, что указываетъ, что сталь была либо бессемеровская, либо томасовская.

Сравнительно высокое содержаніе марганца въ большинствѣ осколковъ указываетъ, что нѣмцы предпочитаютъ готовить снаряды изъ твердой и хрупкой стали, безъ риска взрыва снаряда въ каналѣ орудія, который еще можетъ быть вызванъ неисправностью дистанціонной трубки, чувствительностью бризанта или порокомъ металла. Изъ своихъ наблюденій авторъ сдѣлалъ слѣдующіе выводы: 1) нѣмцы не видятъ нужды дѣлать снаряды изъ стали опредѣленнаго химическаго состава; 2) нѣмецкая сталь для изготовленія бризантныхъ снарядовъ имѣетъ большое сопротивленіе разрыву 87—95 kg. на квадр. миллиметръ, а удлиненіе зна-

чительно меньшее сравнительно со сталью французской и английской, служащей для той же цели, а именно всего 12%, благодаря чему она вследствие хрупкости плохо сопротивляется удару; 3) немецкая сталь ретортная, богата содержанием азота и фосфора; 4) немецкие снаряды не взрываются в каналье орудия, несмотря на высокое содержание в стали фосфора 0,07 до 0,1%; 5) состав металла

немецких бризантных морских снарядов мало разнится от таких же английских.

Наконец, М. Stead советует расширить пределы химических норм снарядной стали, будучи уверен, что таким путем будет значительно облегчена покупка заводами сырья, благодаря чему значительно повысится их производительность.

Горн. инж. Тумановъ.

О получении цианистых соединений из газа коксовальных печей.

Газ из коксовальных печей находит себе все большее и большее применение или как силовой, или как световой газ. Наряду с этим он служит главным источником для получения бензола, который содержится в газе в значительно больших количествах, чем в каменноугольной смоле, а в последнее время также и аммиака. Бензол получается или вымораживанием газа, при помощи холодильных установок, часто работающих при помощи того же *отбензоленого* газа, или же растворением бензола при промывке его высококипящими погонями из каменноугольной смолы или нефтяными погонями (соляровым маслом), от которых он затем легко отделяется перегонкой паром.

Газовый уголь содержит обычно от 0,9 до 1,4% азота или на тонну угля от 8,1 до 12,7 килограмм. Если принять во внимание, что по данным проф. Фостера около 20% всего азота содержится в газе в тех различных азотистых соединениях: аммиака, циана, синильной кислоты и т. п., которые могут быть использованы, то следовательно каждая тонна карбонизируемого в коксовальной печи угля дает от 2 до 3 килограмм азота в виде цианистых азотистых соединений. Обычно принимают, что $\frac{1}{7}$ часть этого азота (от 300 до 430 грамм) находится в газе в виде синеродистых соединений и $\frac{6}{7}$ (от 1700 до 2570 грамм) в виде аммиака, который чаще всего выделяется из газа в виде сѣрнистого аммиака, в количестве от 8 до 12 килограмм на тонну.

Стоимость сѣрнистого аммиака, употребляемого в больших количествах, как удобрение, в

обычное время при нормальных условиях колеблется в пределах от 100 до 135 рублей за тонну и вообще говоря находится в тѣсной зависимости от стоимости селитры. Стоимость же цианистых соединений, содержащих азот, связанный с углеродом, значительно выше, так как цианистые соли в огромных количествах употребляются для добычи золота из бедных золотосодержащих руд, в красильном деле, для производства красок и т. п. В среднем можно считать опять-таки в нормальных условиях, что тонна цианистых солей: калия или натрия колеблется в пределах от 300 до 1200 руб. за тонну. Отсюда видно, что несмотря на то, что в газе из коксовальных печей циана и др. цианистых соединений содержится в семь раз меньше, извлечение их отсюда представляет операцию, представляющую ничуть не меньшей экономической интерес, чем извлечение аммиака, и может быть даже произведено попутно, т. е. наряду с извлечением аммиака, может быть произведено также и извлечение циана.

Для этой цели устанавливаются особые промыватели газа, построенные по тому же типу аммиачных промывателей, штандарт-скрубберов, в которых и задерживаются цианистые соединения. Штандарт-скруббер состоит из массивного металлического цилиндра, в середине которого вращается от провода со скоростью от 10 до 15 оборотов в минуту вал, с насаженным по его периферии рядом металлических или деревянных дырчатых пластинок. В этом цилиндре, при отделении из газа аммиака непрерывно поступает медленную струю вода, а при отделении

ціана наливається опредѣленнаго состава поглотительный растворъ. Цилиндръ раздѣленъ на нѣсколько (обычно 7—10) сообщающихся между собою отдѣлений, и газъ послѣдовательно проходитъ изъ одного отдѣленія въ другое, причемъ, соприкасаясь съ смоченными водой или растворомъ пластинками, освобождается отъ растворимыхъ въ данныхъ условіяхъ веществъ. Вслѣдствіе вращенія пластинокъ, насаженныхъ на ось, поверхность ихъ непрерывно омывается водой и, такимъ образомъ, поддерживается чистой. Въ приборѣ соблюдается, при промывкѣ водой, принципъ встрѣчнаго движенія, т. е. вода и газъ входятъ въ аппаратъ съ двухъ противоположныхъ сторонъ. Производительность скруббера среднихъ размѣровъ въ 24 часа до 18000 куб. метровъ газа; діаметръ газопроводной и газоотводной трубы 300 мм. По другимъ даннымъ штандартъ-скрубберъ длиною 17 футовъ и діаметромъ 9 футовъ очищаетъ въ 24 часа до 40000 куб. метровъ газа. Число оборотовъ вала въ одну минуту обычно не превышаетъ 10—15; расходъ силы незначителенъ. Если желательно выдѣлять какъ ціанъ, такъ и амміакъ, то ставятся два скруббера; въ первомъ поглощается ціанъ и часть амміака, во второмъ остальной амміакъ. Для поглощенія ціана чаще всего употребляется насыщенный на холоду растворъ желѣзнаго купороса (280 граммъ въ литрѣ), а Фулисъ рекомендуетъ взболтанную съ растворомъ поташа основную углежелѣзную соль отъ закиси. При употребленіи желѣзнаго купороса въ реакціи поглощенія синеродистыхъ соединеній участвуетъ амміакъ, почему въ этомъ случаѣ ціановый промыватель обязательно ставится впереди.

Иногда вмѣсто желѣзнаго купороса помѣщается взболтанный съ водою гидратъ закиси желѣза или сѣрнистое желѣзо.

Ціанистыя соединенія соединяются съ желѣзомъ, и по прошествіи нѣкотораго времени въ жидкости образуется значительное количество желѣзосинеродистаго аммонія. Эта жидкость перерабатывается или на берлинскую лазурь, или на желѣзосинеродистый калий. Понятно, что при переработкѣ этой жидкости обязательно приходится производить химическій анализъ ея на содержаніе свободного амміака и на содержаніе желѣзосинеродистаго аммонія. Первое производится отгонкой (безъ прибавки щелочи) и титрованіемъ дестиллата, а для втораго опредѣленія наиболее удобный пріемъ ра-

боты таковъ. Къ 10 к. с. отстуженной жидкости прибавляется 100 к. с. разбавленной (1 часть пролажной и 2 части воды) соляной кислоты.

Затѣмъ эта жидкость при непрерывномъ помѣшиваніи вливается тонкой струей въ 50 к. с. насыщенаго раствора хлорнаго желѣза, и образующійся осадокъ берлинской лазури отцѣживается черезъ взвѣшенный фильтръ, высушивается при температурѣ не выше 100°C до постояннаго вѣса и взвѣшивается. Рекомендуется для контроля и удаленія сѣры, если она есть, высушенный осадокъ еще промыть не содержащимъ влаги сѣрнистымъ углеродомъ, вторично высушивать и вторично взвѣсить.

Найденное число граммовъ берлинской лазури изъ 10 куб. сант. жидкости приблизительно отвѣчаетъ числу фунтовъ или долей фунта берлинской лазури, которое можетъ быть получено изъ $4\frac{1}{2}$ литровъ жидкости (обычно отъ 0,2 до 0,8 фунтовъ) Возможна и такая модификація анализа. Отцѣженный и промытый осадокъ берлинской лазури нагрѣвается съ растворомъ ѣдкаго натра, выдѣляющійся при этомъ гидратъ окиси желѣза отцѣживается или декантацией тщательно промывается водою и растворяется въ разбавленной сѣрной кислотѣ. Сѣрнокислое желѣзо восстанавливается обычнымъ порядкомъ начисто цинкомъ или магніемъ въ сѣрнокислую соль желѣза отъ закиси, и растворъ титруется децинормальнымъ растворомъ марганцово-калиевой соли. Найденное по расчету количество желѣза, помноженное на 5,07, даетъ количественное содержаніе желѣзосинеродистаго аммонія въ жидкости. Все количество амміака, какъ свободного, такъ и связаннаго, опредѣляется перегонкой опредѣленнаго объема жидкости изъ скруббера, хорошо взболтанной (безъ отцѣживанія осадка) съ растворомъ ѣдкаго кали или ѣдкаго натра и послѣдующимъ титрованіемъ отгона или полу- или децинормальнымъ растворомъ титрованной сѣрной или соляной кислоты. При переработкѣ этой жидкости, поглотившей ціанъ, въ большомъ видѣ отгонка амміака производится известью; въ растворѣ при этомъ получается известковая желѣзосинеродистая соль (ферроціанистый кальцій), растворъ которой обильнымъ разложеніемъ съ поташемъ даетъ желтое синильное кали.

Если, какъ указано въ началѣ статьи, каждая тонна угля, въ среднемъ даетъ отъ 2 до 3 килограммовъ азота въ видѣ различныхъ азотистыхъ

соединений и $\frac{1}{7}$ часть этого количества содержится в газѣ в видѣ синеродистыхъ соединений, то для завода средней производительности, карбонизирующаго в сутки 200 тоннъ, количество азота в газѣ в видѣ синеродистыхъ соединений будетъ равно

отъ $\frac{200 \times 2}{7}$ до $\frac{200 \times 3}{7}$ килограммовъ или отъ 57

до 85 килограммовъ. А это количество азота в видѣ ціана теоретически эквивалентно отъ 255 до 381 килограммовъ кристаллической желтой синильной соли отъ 16 до 24 пудовъ ежедневно. При этомъ газъ, изъ котораго отдѣлены ціанъ и амміакъ, можетъ быть еще тѣмъ или другимъ способомъ отбен-

золень и все-таки будетъ вполне пригоденъ для отопленія коксовальныхъ печей, причемъ для этой цѣли его потребуется только немного болѣе половины или, слѣдовательно, для указанной производительности в 200 тоннъ, изъ 54000 кубическихъ метровъ могутъ быть удѣлены послѣ соответствующей очистки отъ сѣрнистыхъ соединений силовой станціи, гдѣ это количество газа, сожженное в газомоторахъ, можетъ дать силу мощностью (при расходѣ газа на силу-часъ 0,7 куб. метра) в 145 лошадиныхъ силъ, работающую непрерывно 24 часа в сутки.

Проф. А. П. Лидовъ.

О газахъ, заключающихся в жидкой стали.

Въ „La Revue de Metallurgie“ М. Л. Барадюкъ-Мюллеръ в сентябрѣ 1915 года помѣстилъ докладъ о ходѣ своихъ работъ на заводѣ Угрэ-Маригэ (Ougrée Marihaye) (Бельгія) по изслѣдованію газовъ, заключающихся в жидкой стали, и вліянія добавочныхъ матеріаловъ при рафинировкѣ стали на содержаніе газовъ.

Испытанія онъ производилъ надъ слитками вѣсомъ 550 kg, плавокъ в 12,5 тоннъ. Для этой цѣли г. Барадюкъ устроилъ небольшую физико-металлургическую лабораторію на загрузочной площадкѣ томасовскихъ ретортъ, изолировавъ ее отъ сотрясеній, неизбѣжныхъ при ходѣ работъ, специальнымъ усовершенствованнымъ способомъ, такъ что былъ в состояніи вычерчивать діаграммы разныхъ физическихъ явленій при производствѣ стали. Четыре гальванометра дали ему возможность отмѣчать: температуры застыванія стали, манометрическое разрѣженіе вакуумъ-аппаратовъ, помѣщенныхъ надъ расплавленной сталью, объемъ газовъ выдѣляемыхъ сталью, температуру газовъ подъ крышкой, прикрывающей испытуемый ковшъ. Газы всасывались насосомъ, трубками свинцовыми или мѣдными. Точнымъ счетчикомъ газа, чувствительность и вѣрность показаній котораго проверяется передъ каждымъ опытомъ, отсчитывается объемъ газовъ, отнесенный къ окружающей температурѣ и нормальному давленію. Отсчеты, сдѣланные изъ шести плавокъ, показали, что объемъ выдѣляющихся газовъ тѣмъ болѣе,

чѣмъ влажнѣе окружающая атмосфера, что водородъ, отъ разложенія паровъ воды, заключающихся в воздухѣ, раскаленной сталью в конверторѣ во время продувки, играетъ весьма важную роль в объемѣ газовъ, выдѣленныхъ сталью.

Была сдѣлана плавка стали в 12615 kg., продукта в теченіе 10' и 30'' объемомъ воздуха 5150 куб. метровъ при 21°C. и 760 миллиметрахъ давленія. Объемъ газа, извлеченнаго изъ одного слитка вѣсомъ 550 kg., былъ 1159 метровъ; анализъ слѣдующій:

	на 550 kg. слитка	на тонну стали	%
CO ²	42,2	76,7	3,6
O ²	10,6	19,3	0,9
CO	352,2	640,3	30,5
H ²	604,3	1098,7	52,2
CH ⁴	2,4	4,3	0,2
N ²	147,7	268,5	12,7
Всего	1159,4	2107,8	100,1.

Механическія испытанія этого слитка дали результаты, отличные отъ остальной плавки, а именно: болѣшій сопротивленіе разрыву, предѣлъ упругости, твердость, резильянсъ, и сильное удлиненіе.

Измѣненія эти могли отчасти произойти отъ того, что слитокъ былъ передъ прокаткой прокованъ и катался меньшаго діаметра. Г. Барадюкъ-Мюллеръ рѣшилъ в будущемъ при производствѣ

опытовъ, увеличить сѣченіе и размѣры слитка, дабы пустить его сразу безъ проковки въ блюмингъ, а затѣмъ заготовочный станъ. Лабораторію придется

переустроить, упразднивъ недостатки, обнаружившіеся во время производства первой серіи опытовъ.

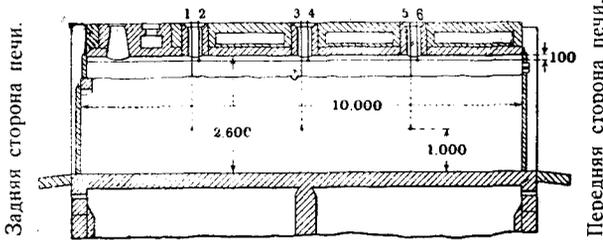
Горн. инж. *Тумановъ*.

Температурныя условія въ коксовой печи.

„Revue de Metallurgie“ сообщаетъ интересныя данныя о произведенныхъ проф. О. Зиммерсбахомъ опытахъ измѣренія температуръ въ коксовой печи. Измѣренія производились въ различные промежутки времени въ трехъ точкахъ внутри печи, какъ видно изъ фиг. 1, при чемъ наблюдались одновременно температуры какъ въ самомъ углѣ, такъ и въ свободномъ пространствѣ печи надъ углемъ. Размѣры

коксовой печи были: длина — 10 метровъ, ширина (въ серединѣ печи) — 0,5 м., полезная высота — 2,3 м., конусность — 0,1 м. Загрузка угля равнялась 8,8 тоннъ, составъ угля былъ слѣдующій: золы — 6,3%; летучихъ веществъ — 22,7%; влаги — 12,1%; беззолнаго кокса — 58,9%; орг. масса — летучихъ веществъ — 27,82%; кокса — 72,18%. Выходъ кокса — 79,9%, составъ его: золы — 8,9%; летучихъ веществъ — 2,6%; беззолнаго кокса — 88,5%.

Крышки надъ загрузочными отверстиями просверливались, и въ печь пропускались по два пирометра въ каждое отверстие: одинъ до середины загрузки, а второй въ свободное пространство печи. Всѣ пирометры были присоединены къ центральной отсчетной доскѣ. Температуры отсчитывались пять разъ въ теченіе часа, производились необходимыя поправки, и изъ полученныхъ температуръ составлялась таблица среднихъ температуръ.



Фиг. 1.

Время послѣ загрузки Ч а с ы	Температура угля			Температура въ свободномъ пространствѣ печи надъ загрузкой		
	Задняя часть печи С°	Средина печи С°	Передняя часть печи С°	Задняя часть С°	Средина печи С°	Передняя часть печи С°
0	10	10	10	730	750	760
2	10	10	10	730	760	710
4	100	100	100	720	740	690
6	100	100	100	735	755	690
8	100	100	100	745	760	700
10	100	100	100	755	775	710
15	210	190	106	775	795	730
20	630	410	590	820	830	760
25	1030	876	750	855	850	785
30	1090	1120	920	870	865	810

Изъ приведенной таблицы видно, что температура загрузки угля возрастаетъ болѣе быстро въ срединѣ и въ задней части печи, чѣмъ въ передней.

Испареніе влаги изъ загрузки угля въ передней части заканчивается лишь спустя 15 часовъ, въ то время какъ въ другихъ частяхъ печи для полного испаренія влаги требуется только 12 часовъ. Температура во все время періода карбонизаціи ниже въ передней части печи, чѣмъ въ какомъ-либо другомъ мѣстѣ загрузки, и къ концу періода разница въ температурѣ между крайними противоположными концами печи—170°, а между серединой и передней частью печи 200°C. Это объясняется тѣмъ обстоятельствомъ, что печь имѣетъ большую ширину на сторонѣ коксовой площадки, и загрузка этой части печи содержитъ поэтому больше угля и, слѣдовательно, большее количество влаги.

Что касается температуры въ свободномъ пространствѣ печи надъ загрузкой, то разницы въ температурахъ менѣе замѣтны и не требуютъ особыхъ разъясненій. Во второй половинѣ періода карбонизаціи возрастаніе температуръ сильнѣй, чѣмъ въ первой половинѣ, и максимумъ ея, конечно, достигается въ концѣ.

Въ связи съ этими опытами были произведены часто анализы газовъ, изъ данныхъ которыхъ можно сдѣлать слѣдующіе выводы:

Содержаніе *углекислоты* падаетъ съ 3,3% въ началѣ процесса до 1% въ 19-ый часъ и затѣмъ остается постояннымъ.

Содержаніе *бензола* въ началѣ равно 1,8%, а въ семнадцатый часъ—0%.

Содержаніе *этилена*, въ началѣ равное 4%, падаетъ къ концу процесса до 0,3%.

Содержаніе *метана* отъ 36,65% въ началѣ падаетъ къ концу процесса до 4,7%.

Содержаніе *оксида углерода* возрастаетъ съ 0,9% въ началѣ процесса до 5,8% въ концѣ его.

Содержаніе *водорода* возрастаетъ съ 42,5% въ началѣ до 70% въ концѣ.

Теплотворная способность газа падаетъ съ 5402 калорій на куб. метръ до 2419 калорій, или на 55%, и это уменьшеніе наиболѣе замѣтно между 21 часомъ и концомъ, когда оно равно 38%, въ то время, какъ до 21-го часа карбонизаціи оно равно только 17%.

Паденіе теплотворной способности газа начинается въ 17-ый часъ и совпадаетъ съ уменьшеніемъ выхода бензола, этилена и метана и съ прекращеніемъ испаренія воды.

Л. Эберлингъ.

Міровое распространеніе мартэнованія и сравненіе его съ другими процессами производства стали.

(Инж. Деманжа)

Сравнительно недавняя смерть Пьера Мартэна, дѣйствительно оцѣненного по заслугамъ, только не за долго до его кончины, обратили еще болѣе вниманіе промышленниковъ на гениальную личность этого инженера и на важность его открытія. Его процессъ изготовленія стали на поду отражательной печи практикуется во всемъ мірѣ болѣе 50 лѣтъ и имъ производится стали болѣе 45.000.000 тоннъ въ годъ, т. е. $\frac{59}{100}$ мірового производства (въ 1913 г. міровое производство стали было 75.443.000 тоннъ).

Если мартэновскій процессъ, практически примененный только на нѣсколько лѣтъ позже бессемеровскаго (начиная съ 1908 года), вытѣснилъ по-

слѣдній, то причину этого слѣдуетъ искать въ эластичности т. е. приспособляемости его къ разнымъ сортамъ чугуна и къ требованіямъ рынка.

Дабы полнѣе оцѣнить преимущество изобрѣтенія Мартэна сравнительно съ бессемеромъ, изложимъ варианты, которые прошелъ мартэновскій процессъ, и его пораіонное распространеніе, чтобы указать г. г. заводчикамъ и инженерамъ, въ какой степени они обязаны этому изобрѣтателю, жизнь котораго протекла въ неизвѣстности и закончилась въ ореолѣ славы. Прежде нежели приступить къ дальнѣйшему изложенію, слѣдуетъ ознакомить вкратцѣ читателя съ біографіей Мартэна:

Пьеръ Мартэнъ (Pierre—Blaise - Emile Martin) родился 18-го августа 1824 года въ г. Буржъ въ семьѣ инженера Эмиля Мартэна. Научное образование получилъ въ парижской горной школѣ, практическое—на заводахъ Фуршамбо (Fourchambault) въ департаментѣ Нивръ (Nievres).

Въ 1854 году старикъ Мартэнъ купилъ металлургическіе заводы Сирейля въ Шарантѣ и поручилъ сыну управленіе ими. Въ Сирейлѣ въ 1865 г. молодой Мартэнъ осуществилъ на практикѣ свое изобрѣтеніе и первый изъ металлурговъ получилъ жидкую сталь на поду отражательной печи. На парижской выставкѣ въ 1867 году были выставлены издѣлія изъ мартэновской стали, и Мартэнъ удостоился золотой медали за изобрѣтеніе, которое должно было имѣть такую важную будущность.

Желѣзные руды содержатъ всегда желѣзо въ окисленномъ видѣ. Степень окисленія можетъ быть естественная или искусственная, если руда обжигается. Единственный способъ полученія желѣза изъ руды, а также отдѣленія отъ пустой породы, это подвергнуть руду восстановленію углеродомъ при температурѣ, достаточной для расплавленія металлической массы, пустой породы и флюса. Этимъ путемъ получается не чистое желѣзо, а чугуны, т. е. сплавъ желѣза съ другими восстановленными металлами и металлоидами: Mn, Si, S, Ph, C. Операция рафинирования заключается въ томъ, чтобы отдѣлить по возможности желѣзо отъ упомянутыхъ примѣсей. Родъ чугуна опредѣляется большимъ или меньшимъ содержаніемъ примѣсей и зависитъ отъ качества руды, флюсовъ, кокса, хода доменной печи, размѣра колошъ рудныхъ и коксовыхъ, упругости и количества дутья и проч. Передѣльные чугуны въ разныхъ странахъ бываютъ разнаго состава и зависятъ отъ качества рудъ и горючаго. Примѣси въ чугуны извлекаются окисленіемъ. Въ принципѣ металлы и металлоиды окисляются въ зависимости отъ ихъ сродства къ кислороду, т. е. въ такой послѣдовательности: Si, Mn, Ph, C, S, Fe. Порядокъ этотъ не есть обязательный, и видоизмѣненіе его зависитъ отъ температуры и вторичныхъ реакцій. Напр: способность къ окисленію C растеть быстрѣе съ повышеніемъ температуры, нежели Ph, Si, Mn. Нѣкоторые элементы въ большихъ количествахъ, затрудняютъ удаленіе другихъ, напр: Mn облегчаетъ удаленіе Si и задерживаетъ удаленіе Ph; Si задерживаетъ удаленіе Mn, C, Ph,

наконецъ Fe всегда окисляется первымъ, но окисленіе это только временное, затѣмъ Fe восстанавливается изъ окисловъ, передавая кислородъ металламъ и металлоидамъ, имѣющимъ большее сродство къ O, благодаря чему происходитъ ускореніе процесса, что подало мысль прибавлять въ ванну желѣзные и марганцовые окислы. Для возможности реакціи необходимо тѣсное соприкосновеніе, и если температура не достаточно высока для того, чтобы вся масса была въ расплавленномъ состояніи, то для избѣжанія образованія агрегатовъ желѣза, необходимо помѣшиваніе механическое или отъ руки.

Точка плавленія чугуна приблизительно 1200°C, а желѣза 1500°. Полученіе стали и литого желѣза въ промышленности вынуждаетъ работать при температурѣ свыше 1500° до окончанія всѣхъ реакцій.

Исключая изготовленія стали въ тиглѣ, которое можно скорѣе разсматривать въ теченіе большей части процесса, какъ переплавку сравнительно незначительныхъ количествъ матеріала, есть два валовыхъ способа приготвленія стали: бессемеровскій и мартэновскій. Въ первомъ высокая температура достигается сгораніемъ элементовъ, предназначенныхъ къ удаленію, во второмъ—рекупераціей жара продуктовъ горѣнія газовъ, поступающихъ извнѣ и сгорающихъ въ самой печи, при чемъ горѣніе можетъ быть: окислительное, восстановительное и нейтральное. Въ промышленности распространеніе изобрѣтенія Мартэна въ связи съ печами системы Сименса. Въ нихъ дѣйствіе продуктовъ сгоранія газовъ только поверхностное; примѣси удаляются окисленіемъ постепенно, а потому медленно, благодаря чему операция длится продолжительное время. Слѣдуетъ отмѣтить другую весьма существенную разницу обихъ процессовъ: тогда какъ въ бессемерованіи чугуны рафинируются исключительно сгораніемъ примѣсей, въ мартэновскомъ процессѣ высокая температура получается извнѣ, къ чугуну возможно прибавленіе желѣзной ломы бѣдной содержаніемъ C, т. е. возможенъ „Scrap Process“ (скраппроцессъ) укаанный Мартэнномъ.

Процессомъ этимъ, заключающимся въ реакціи мягкаго желѣза на чугуны, воспользовался Реомюръ при изготовленіи тигельной стали. Когда ощущается недостатокъ желѣзной ломы, или она слишкомъ дорога, для ускоренія процесса пользуются желѣзными окислами, или богатой желѣзной рудой т. е. работаютъ на „Ore process“ (рудный процессъ).

Какъ въ мартеновскомъ, такъ бессемеровскомъ процессѣ существенную роль при рафинировкѣ играетъ футеровка печей. При кислой футеровкѣ за счетъ ея и первыхъ окисловъ желѣза, образуются скликаты желѣза, такъ какъ кремній чугуна еще не началъ окисляться, благодаря чему разѣдается футеровка и замедляется реакція окисловъ желѣза на Mn и C, кромѣ того постоянное присутствіе кремнекислоты дѣлаетъ невозможной удаленіе Ph. При высокой температурѣ и въ присутствіи металловъ фосфорно-кислыя соединения которыя могли бы образоваться, немедленно были бы разложены кремнекислотой на силикаты и фосфорную кислоту, изъ которой Ph возстановившись опять перешелъ бы въ металл; явленіе это раньше было замѣчено въ пудлингованіи и повело къ замѣнѣ пода изъ кварцеваго песка на подъ изъ желѣзныхъ окисловъ, что дѣлало возможной переработку въ Fe фосфористыхъ чугуновъ. При производствѣ стали нужно было еще приспособиться къ высокой температурѣ. Въ 1875 году Грюнеръ предложилъ употребленіе доломитовой футеровки, но впервые она была примѣнена Томасомъ и Гилькристомъ въ 1878 году въ бессемеровской ретортѣ съ прибавленіемъ въ началѣ операціи въ качествѣ предохранителя футеровки — обожженной извести. При этомъ процессѣ не имѣетъ смысла работать на чугунонѣ, содержащемъ значительное количество кремнія, какъ источника высокой температуры, такъ какъ произошло бы значительное разѣданіе футеровки. Пришлось искать элементъ, который, давая при сгораніи высокую температуру, не разрушалъ бы своимъ окисленіемъ футеровки.

Такимъ элементомъ оказался фосфоръ, который изъ вредной и потому нежелательной примѣси въ чугунонѣ, превратился въ желательную и необходимую составную часть чугуна. Если по составу руды чугунонъ получается не подходящимъ для переработки томасированіемъ, то въ доменную шихту прибавляютъ фосфористые шлаки, или богатые Ph руды, либо въ расплавленный чугунонъ феррофосфоръ.

Мартеновскій процессъ, высокая температура котораго не зависитъ отъ примѣсей чугуна, даетъ возможность перерабатывать въ сталь любой чугунонъ.

Сталь, приготовленная какъ бессемеровскимъ такъ и мартеновскомъ способами, содержитъ въ

растворѣ нѣкоторое количество желѣзныхъ окисловъ, для раскисленія которыхъ въ ванну при концѣ операціи прибавляютъ ферромарганецъ или шпигель въ количествѣ приблизительно 1% въса насадки. Реакція раскисленія $Mn_2O_3 + Fe$; кромѣ того эти добавочные матерьялы обогащаютъ ванну C.

Рассмотримъ характеристики чугуновъ, соответствующихъ 4 процессамъ: бессемеровскому, томасовскому, мартеновскому кислому, мартеновскому основному.

Бессемеровскій чугунонъ, не долженъ имѣть избытка постороннихъ примѣсей, который способствуетъ большому угару, а потому выплавляется изъ рудъ чистыхъ и содержащихъ > 40% Fe. Содержаніе Si Ph Cu должно быть крайне незначительно. Ходъ домны на бессемеровскій чугунонъ долженъ быть горячій.

Содержаніе Si и Mn, какъ главныхъ источниковъ высокой температуры, должно быть достаточнымъ, химическій составъ бессемеровскаго чугуна слѣдующій:

C	3—3,80%
Ph.	0,05—0,07%
S	0,02—0,04%
Si	1,50—2,50%
Mn	1,50—2,50%

Шведскіе древесноугольные чугуны замѣчательно чисты, благодаря чему даютъ сталь весьма высокаго достоинства. Древесноугольный чугунонъ получается при температурѣ болѣе низкой, нежели коксовый, а потому въ немъ постороннихъ примѣсей меньше.

Исключеніе составляетъ сѣра, которая лучше отшлаковывается при высокой температурѣ коксовыхъ доменъ, но такъ какъ главный источникъ S — зола, то и тутъ преимущество на сторонѣ древесноугольныхъ чугуновъ, такъ какъ древесный уголь содержитъ золы только 3—4%. При минимальномъ содержаніи Si въ чугунонѣ 1,50% (холодный чугунонъ), операцію надо вести очень быстро, и насадка должна быть очень ровная, въ противномъ случаѣ рискуютъ закончить рафинировку до полного удаленія Si и получить хрупкую сталь. Если чугунонъ содержитъ свыше 3% Mn, тогда нѣтъ необходимости въ добавочномъ матерьялѣ.

Не слѣдуетъ во всякомъ случаѣ перерабатывать чугунонъ, содержащій свыше 5—6% Mn, ибо

произойдет сильное окисление других элементов.

Томасовский чугун должен содержать мало кремния во избежание разъедания футеровки реторты и получения значительных количеств шлаков. Нужно также, чтобы шлаки потеряли поскорее свою кислотность, дабы могли воспринять фосфор, т. е. стали бы скорее основными. В период обезуглероживания фосфорная кислота становится отчасти, но период этот небольшой, и в период додувки, когда углерод почти весь выгорел, фосфор продолжает гореть, переходит в фосфорную кислоту и шлакуется. Количество допускаемого в чугун кремния не должно превышать 1%, обыкновенно бывает 0,3—0,5%. Марганец, введенный в доменную шихту, как десульфурующий элемент в виде руды или шлаков, переходит отчасти в чугун. Количество его от 1—1,5% благоприятствует процессу, разжижая шлак, и предохраняя отчасти железо от окисления. Что касается Ph, которому в этом процессе суждено играть роль Si в кислоте бессемеровани, то содержание его должно быть приблизительно 2%. Несмотря на то, что фосфор при горении выделяет 5000 калорий, тогда как Si — 7000 калорий, но в виду того, что горение его более быстрое и происходит в конце процесса, количество тепла, выделяемого им, вполне достаточно, чтобы металлическая ванна была в жидком состоянии. Что касается S горение ее происходит после фосфора. Продолжение дутья для удаления S вызвало бы сильное окисление ванны, а потому угар железа. На практике работают с десульфурованным предварительно чугуном из меланжера.

Мартеновский чугун для кислого процесса должен содержать возможно меньше S и Ph; Mn 1,5—2% для замедления процесса. В „Scrap-process“, операции медленной, всего лучше пользоваться чугуном бѣлым или половинчатым, мало углеродистым (3%) и мало кремнистым (0,75—1,5%), дабы ограничить присадку железа или его окислов и не затянуть операции.

Мартеновский чугун для основного процесса, как и томасовский, мало кремнистый; что касается Ph, который здесь не играет роли калорической единицы, его количество не ограничено тѣсными рамками, хотя для процесса выгодно, чтобы коли-

чество его не превышало 1%, дабы операция не затягивалась, и не лишилась правильности хода.

Сравнением качеств бессемеровской и мартеновской стали объясняется предпочтение, даваемое последней, и ниже мы приведем практические доводы, оправдывающие это предпочтение.

Вследствие энергического и внезапного действия кислорода воздуха, продуваемого под давлением сквозь жидкую массу металла в течение приблизительно 1/4 часа при бессемеровани, нельзя получить абсолютную однородность металла. Реакции весьма бурны, сменяют быстро одна другую, так, что не успеет закончиться вполне одна, как наступает другая, вследствие чего требуется большее количество реактива, отчего в дело он идет менее чистый и однородный. Если наблюдать под микроскопом излом томасовской стали, замечают посторонние тела паразитного и вредного характера: сѣрнистыя соединения, силикаты Mn, шлак и особенно окислы железа—результат вторичной продувки (додувки).

В мартеновском процессе рафинирование происходит от реакции взаимодействия шлака на поверхность металла; при разных температурах происходят химические равновесия между разными элементами, включенными в чугун, вследствие чего реакция происходит медленно (есть возможность практически их ускорять), а потому избытка реактива не требуется, благодаря чему металл получается чище и однороднее. В этом процессе не связаны временем для окончания процесса, так как температура не зависит исключительно от удаляемых примесей чугуна, а потому является возможность исправить ванну во время хода, если она почему либо не будет соответствовать намеченной программѣ.

В мартеновском основном процессе возможно почти полное удаление Si и несмотря на это довести рафинирование до конца, благодаря высокой температурѣ, получаемой рекуперацией, что особенно важно при производствѣ литого железа, требующего особой чистоты металла. Приготовленные твердой стали в основной печи встречают некоторые затруднения, так как требуется введение в значительных количествах добавочных материалов, чтобы довести плавку до заданного содержания C и Mn, не вводя Ph.

Затрудненія этого избѣгаютъ частымъ спуска-ніемъ шлака или забрасываніемъ добавочныхъ шлаковъ непосредственно въ ковшъ. Послѣднимъ способомъ нарушается отчасти однородность металла.

Въ кислой мартеновской печи это затрудненіе отпадаетъ, такъ какъ удаленіе С происходитъ медленно, а потому довести содержаніе его въ стали до желательнаго количества легче.

Наконецъ окислы Mn, образующіеся отъ присадки добавочныхъ, вслѣдствіе реакціи окисловъ желѣза на Mn легче переходятъ въ кислый шлакъ.

Вотъ почему кислый процессъ, несмотря на то, что требуетъ матерьяловъ чистыхъ, а потому болѣе дорогихъ, предпочитается въ тѣхъ случаяхъ, когда требуется получить металлъ твердый или полутвердый, подверженный строгимъ требованіямъ приѣмки напр.: сталь специальная, пушечная, литье.

Вышеизложенное приводитъ къ заключенію, что сталь полученная мартенованіемъ выше качествами, нежели ретортная, но не даетъ еще яснаго объясненія, почему мартеновскій способъ такъ быстро распространился, продолжаетъ распространяться и взялъ такой перевѣсъ надъ ретортнымъ способомъ изготовленія стали.

Вначалѣ мартенованіе имѣло слабое развитіе, и только нѣсколько заводовъ, не стѣсняющихся накладными расходами, ввели у себя этотъ способъ въ видѣ роскоши, но когда стала возможна при содѣйствіи основной футеровки дефосфоризація, а потому возможность перерабатывать на сталь любой чугуны и обрѣзки съ содержаніемъ Ph болѣе 0,08%, способъ этотъ сталь быстро распространяться, и уже въ 1885 году мировое производство мартеновской стали достигло болѣе одного милліона тоннъ въ годъ. Надо еще замѣтить, что желѣзныя руды всего міра за немногими исключеніями содержатъ Ph.

Основной способъ встрѣтилъ нѣкоторое затрудненіе въ странахъ, гдѣ желѣзной ломы мало и цѣна ея очень высока. Въ этихъ странахъ нашли исходъ, работая съ присадкой руды, несмотря на разѣданіе футеровки и большой расходъ горючаго, вслѣдствіе обильнаго образованія шлаковъ; для этого пришлось измѣнить конструкцію печи и усовершенствовать технику производства. Стали загружать печь жидкимъ чугуномъ въ количествѣ 80% насадки. Этимъ достигли сокращенія продолжитель-

ности операціи, горючаго, накладныхъ расходовъ, и увеличенія выхода стали.

Введеніе въ производство стали меланжеровъ дало возможность снабжать чугуномъ въ любое время сразу нѣсколько печей, не сообразуясь съ выпускомъ доменъ. Это внесло въ производство нѣкоторое однообразіе. Съ устройствомъ меланжеровъ съ нагрѣвомъ, стало возможнымъ присаживать въ нихъ руду и известь, что способствовало ускоренію окислительнаго процесса, десульфурации и отчасти удаленія другихъ металлоидовъ.

Извѣстно, что реакція двухъ элементовъ въ одной средѣ происходитъ тѣмъ скорѣе, чѣмъ больше будетъ избытокъ одного изъ нихъ. Если въ печи будетъ расплавленнаго чугуна значительно болѣе, нежели руды, и количество послѣдней будетъ недостаточно для окисленія элементовъ, примѣшанныхъ къ чугуну, то реакція вначалѣ быстрая будетъ затѣмъ замедляться, до момента насыщенія окислами желѣза кислотъ, образующихся отъ окисленія примѣсей чугуна. Такой шлакъ почти инертенъ и содержитъ отъ 12—14% желѣза; дабы продолжать рафинированіе, слѣдуетъ прибавить руды, которая переокисляетъ шлакъ и доводитъ содержаніе въ немъ желѣза до 25%. Если добавку руды дѣлать при обыкновенномъ процессѣ при большой наличности шлака, то обезуглероживаніе и дефосфоризація идутъ медленно. Если же предварительно спустить большую часть инертнаго шлака а затѣмъ прибавить руды, увеличивается рафинировочная способность оставшагося шлака, а потому расходъ руды меньше. Если количество добавленной руды больше того, которое требуется для окисленія примѣсей чугуна, то рафинированіе идетъ еще быстрѣе.

Новые методы производства стали заключаются въ раздѣленіи операціи рафинированія на двѣ фазы, при динамическомъ соединеніи которыхъ происходитъ энергичная реакція жидкаго металла одной съ жидкимъ металломъ другой, въ присутствіи соотвѣтственно приготовленнаго рафинирующаго шлака. Реакція эта тѣмъ энергична, что происходитъ во всей толщѣ металла, а не на поверхности соприкосновенія металла со шлакомъ. Замѣтимъ, что кислая футеровка мало пригодна для скорого обезуглероживанія, такъ какъ металлъ имѣетъ большое сродство къ окисленію, равно какъ кремнекислота стѣнокъ къ окисламъ желѣза,

а потому большія насадки всегда рафинируютъ въ основной печи, которую передъ насадкой чугуна загружаютъ перекисленнымъ шлакомъ, состоящимъ изъ богатой желѣзной руды и извести. Смѣсь эта легкоплавка, хотя составныя части трудноплавки (по всей вѣроятности образуется ферритъ извести, т. е. соль извести и желѣзной кислоты). Количество руды рассчитывается такъ, чтобы послѣ окончательнаго рафинированія въ шлакѣ осталось только незначительное количество $Fe_2 O_3$, что касается извести, то количество ея зависитъ отъ состава руды и содержанія Si и Ph въ чугунѣ.

Методъ Туля (Bertrand Thiel) заключается въ томъ, что процессъ ведется въ двухъ печахъ. Въ первую печь, насадка жидкаго чугуна вливается на заготовленный заранѣе шлакъ изъ руды и извести, достаточный для удаленія всего Si, Mn, а также большей части фосфора, заключающихся въ чугунѣ. Сильная экзотермическая реакція Si ускоряетъ удаленіе примѣшанныхъ къ чугуну металлоидовъ. Когда шлакъ потеряетъ свою окисляющую способность, его быстро спускаютъ, чтобы избѣжать рефосфорацию чугуна. Въ это время во второй печи заготавливаютъ шлакъ изъ руды, извести и скрапа или желѣзныхъ обрѣзковъ и переливаютъ на половину рафинированный металлъ изъ первой печи во вторую. Реакція происходитъ сравнительно спокойно, но благодаря тому, что температура второй печи 1725° , тогда какъ первой $1550^{\circ}C$, рафинировка получается совершенная. Операцию заканчиваютъ подсадкой добавочныхъ матерьяловъ. Методъ этотъ присущъ для переработки чугуновъ съ содержаніемъ Ph выше 4%. Если содержаніе Ph меньше, то совершенную рафинировку заканчиваютъ въ первой печи, повысивъ ея температуру. Въ 24 часа въ двухъ двадцати тонныхъ печахъ дѣлаютъ отъ 7 до 8 плавокъ и получаютъ 150 тоннъ стали.

Методъ Тальбота даетъ еще большія преимущества. Процессъ идетъ непрерывно и по количеству производству стали, можетъ бороться съ бессемеромъ. Печь Тальбота большой емкости и допускаетъ частичные выпуски стали и шлака во время операци. Быстрый темпъ рафинированія отъ работы рудю ускоряется еще высокой температурой, возникающей отъ реакціи при приливаніи жидкаго чугуна въ количествѣ выпущенной стали къ стали, оставшейся въ печи. Для

ясности приведемъ одну плавку: по окончаніи рафинировки насадки, $\frac{1}{3}$ ея, безъ присадки добавочныхъ, выливаютъ въ ковшъ, не трогая шлака. На шлакъ присаживаютъ определенное количество молотой богатой руды и на нее наливаютъ чугунъ въ количествѣ равномъ выпущенной стали. Происходитъ бурная реакція съ повышеніемъ температуры; на время прекращаютъ доступъ газа въ печь. Окись углерода, образовавшаяся отъ окисленія углерода чугуна желѣзными окислами шлака, сгораетъ, отъ дѣйствія кислорода воздуха, въ CO^2 . Обезуглероживаніе идетъ тѣмъ быстрѣе, чѣмъ больше разность С прилитаго чугуна и оставшейся въ печи стали. Когда шлакъ потеряетъ свою активность, его спускаютъ и подсаживаютъ руду въ кускахъ и известь. Когда рафинированіе закончится, $\frac{1}{3}$ стали выливаютъ и операцию продолжаютъ какъ указано было выше. Такимъ образомъ операци ведутъ въ теченіе недѣли. Что касается добавочныхъ матерьяловъ, то ихъ приходится присаживать исключительно въ ковшъ, такъ какъ заброшенные въ печь существеннаго дѣйствія на сталь не оказали бы, а Mn весь перешелъ бы въ шлакъ. Благодаря этому, металлъ получается неполнѣ однородный, особенно при стали твердой и полутвердой. Въ этой печи нѣтъ гарантіи полученія стали точно соответствующей заданію, а потому она можетъ итти предпочтительно на торговые сорта. Вслѣдствіе присадокъ руды и скрапа, выходъ стали 107% насадки. Расходъ угля, который въ мартеновскихъ печахъ 300—350 kg. на тонну стали, въ тальботовской—200 kg. Тальботовская печь въ 200 тоннъ, изображенная на фиг. (4), даетъ въ теченіе сутокъ 6 выпусковъ по 30—35 тоннъ каждый. Изъ вышенаписаннаго слѣдуетъ вывести заключеніе, что по производительности Тальботовская печь можетъ конкурировать съ конверторомъ и можетъ вполне удовлетворить нужды томасовскаго прокатнаго цеха. Вслѣдствіе того что тальботъ требуетъ крупныхъ накладныхъ расходовъ, была сдѣлана попытка примѣнить этотъ методъ къ печамъ съ неподвижнымъ подомъ и съ нѣсколькими выпускными отверстиями на разныхъ горизонтахъ. Испытанія показали, что это возможно, но для печей, тоннажъ которыхъ не выше 35.

Способъ Дуплексъ (Duplex) заключается въ спариваніи процессовъ: бессемеровскаго и томасовскаго, бессемеровскаго и основного мартеновскаго,

томасовскаго и основнаго мартэновскаго и тальбата съ кислымъ мартэновскимъ. Чугуны, перерабатываемые способомъ Дуплексъ, должны содержать значительное количество примѣсей, способныхъ при горѣннн развнвать высокую температуру. На заводахъ Витковиць (Австрiя), гдѣ процессъ бссемера заканчивается въ основнаго мартэновскои печи, перерабатывается чугуны малофосфористый и горячiй 0,3% Ph и 2—2,5% Si. При бссемерованн удалается почти весь Si, Mn, а въ мартэновскои Ph. Способъ Дуплексъ пригоденъ для чугуновъ содержащихъ слишкомъ мало Ph для томасированн и слишкомъ много Si для основнаго мартэновскаго. Рафинированн идетъ быстро, качество, стали улучшается, но конечно въ ущербъ выхода. Расходы по установкѣ значительны, если приходится строить всю установку заново и сразу. Другое дѣло, если въ заводѣ бссемерь уже работаль. Способъ этотъ подходитъ для заводовъ съ установившимся уже производствомъ, если приходится прибѣгнуть къ улучшенн качества стали. Последнее время способъ Дуплексъ имѣетъ большое распространенн въ Америкѣ. Даже новые заводы строятся въ предположенн, что въ будущемъ прибѣгнуть къ этому способу; это объясняется сѣрнистостью и кремнистостью рудъ и недостаткомъ и дороговизною желѣзной лому въ районѣ, въ случаѣ, если потребуется увеличить производство.

Иногда находятъ выгоднымъ работать тальботомъ совмѣстно съ основнымъ мартэнномъ. Въ этомъ случаѣ тальботъ исполняетъ роль активнаго меланжера, десульфурнруя чугуны присадкой марганцовыхъ рудъ и сокращая этимъ рафинировку въ мартэновскои печи. Исходя изъ этихъ соображенн, Гѣшъ (Hoesch) въ Дортмундѣ присоединилъ къ двухпечному способу Тнля—меланжеръ. Наконецъ, если сталь требуется очень высокнхъ качествъ, сталь послѣ рафинировки въ томасѣ или основнаго мартэновскои печи доканчиваютъ въ электрической печи, въ которой, какъ извѣстно, получается сталь высокаго сопротивленн, безъ слѣдовъ шлака и одинаковаго почти сопротивленн какъ вдоль, такъ и поперекъ волоконъ.

Удачныя техническiя улучшения, сокративши накладные расходы производства, а также допустивши переработку насадки съ содержаниемъ 80% чугуна, не прибѣгая къ частому ремонту основнаго футеровки, способствовали мировому

распространенн мартэновскаго процесса. Первая печь, построенная Мартэнномъ фиг. 1 въ „Sireuil“, была въ двѣ тонны. Тоннажъ сталь затѣмъ росъ: 50—60—75—100 тоннъ, а тальботовскнхъ печей 250—300 тоннъ.

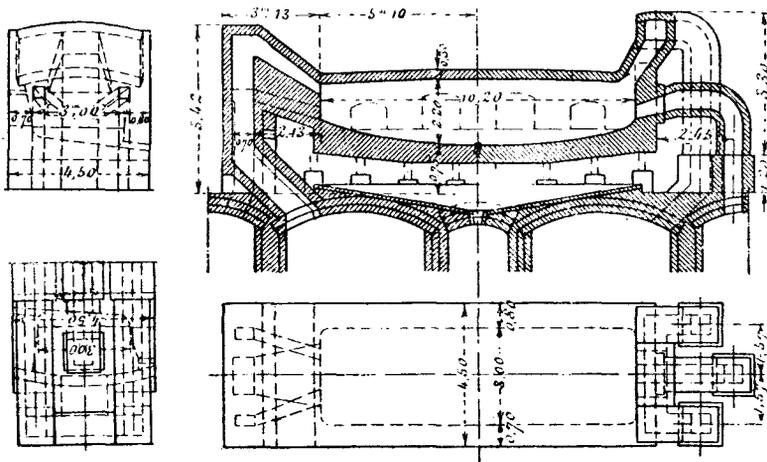
При проектированн плавильнаго пространства руководствуются: условнми работы, родомъ производства, а особенно обращаютъ вниманн на экономическiй расходъ горючаго, что упустили изъ виду въ первыхъ построенныхъ печахъ. Разстоянн между пролетами зависитъ отъ длины пламени, которая зависитъ отъ того, работаютъ ли генераторы съ дутьемъ или безъ дутья, количества водорода и углеродистыхъ соединенн въ газѣ, а также угла схождения и длины пролетныхъ каналовъ. Если разстоянн между пролетными окнами мало, столбики быстро стораютъ, если уголь схождения малъ, температура ванны будетъ неоднородная. Старинный колосниковый генераторъ безъ дутья системы Сименса можетъ быть употребленъ только при небольшой длинѣ плавильнаго пространства, а потому понятно, почему при сравнительно большомъ тоннажѣ печей примѣняются исключительно генераторы съ дутьемъ системъ: Даусона, Дуффа, Вильсона, Моргана, Тальбота и т. п., смотря по тому, который изъ нихъ болѣе соответствуетъ наличному горючему. Длину пода печей не дѣлаютъ больше 13 метровъ. Ширина—должна быть такая, чтобы можно было удобно загружать печь, а особенно, чтобы можно было удобно ремонтировать футеровку; она колеблется между 3 и 4 метрами. Глубина чаши зависитъ отъ материаловъ, которые идутъ въ плавку, количества чугуна въ насадкѣ и желательной скорости окисляющаго процесса. Обыкновенно глубина чаши кислой печи—0,4—0,75 метра, а основнаго 0,35 метра. Толщина пода, какъ предвидѣлъ Мартэнъ, не должна быть значительной; въ его первой печи въ Sireuil она была 0,1 метра. Подъ и сводъ—тонкiе прочнѣе, такъ какъ лучше охлаждаются наружнымъ воздухомъ. Подъ состоитъ изъ чугунной доски или ящика, поверхность которыхъ защищена огнеупорной кладкой слоемъ отъ 6—7 сантиметровъ; онъ расположенъ на балкахъ, такъ что воздухъ подъ нимъ циркулируетъ свободно. Боковыя стѣнки печи складываются изъ динаса или магнезитоваго кирпича. Рекомендуется охлажденн боковыхъ стѣнокъ металлическими ящиками съ внутренней циркуляцией

воды. Стѣнки скрѣпляются арматурой, которая стягивается болтами надъ сводомъ печи. Передняя часть печи снабжается 3 окнами, изъ которыхъ два крайнія служатъ для нагрузки, а среднее для спуска шлака и наблюдения. Окна закрываются пустотѣлыми дверцами изъ пресованной стали съ циркуляцией воды, маневры дверецъ либо гидравлическіе, либо электрическіе. Въ задней стѣнкѣ печи располагается выпускное отверстие, а иногда еще два для спуска шлаковъ. Вогнутые своды, цѣль которыхъ была принизить пламя къ ваннѣ, за исчезновеніемъ этой необходимости въ настоящее время оставлены, такъ какъ направление пламени придается пролетными каналами. Своды дѣлають теперь полуциркульные съ нѣкоторымъ подъемомъ со стороны выпускного отверстия для предохраненія отъ высокой температуры. Толщина свода обыкновенно 20—25 сантиметровъ, дѣлаются они исключительно изъ динаса. Пята свода не на боковой стѣнкѣ, а на арматурѣ. Для свободнаго расширения, подѣ гайки стяжныхъ болтовъ подкладываются пружины. Рекуперационныя камеры (2 для воздуха и 2 для газа) располагаются перпендикулярно длинѣ печи либо подѣ нагрузочной площадкой, либо подѣ подомъ. Въ первомъ случаѣ, встрѣчающемся чаще, камеры вполне отдѣлены отъ печи, что дало возможность увеличить ихъ размѣры, и вмѣсто прежняго объема ихъ на тонну насадки

1,50—2 куб. метровъ въ настоящее время задаются 3,50 до 4 куб. метровъ. Отношеніемъ между объемомъ воздушной и газовой камеры задаются $\frac{1,4}{1}$, что соотвѣтствуетъ практическому объему сгорания. Насадку рекуператоровъ дѣлають изъ шамотнаго кирпича или динаса, при чемъ послѣднимъ пользуются только въ мѣстахъ, подверженныхъ болѣе высокой температурѣ. Расположеніе кирпичей и форма ихъ зависитъ отъ конструктора, причѣмъ послѣдній обязанъ руководствоваться поверхностью нагрѣва и тягой. Для равномерной циркуляціи воздуха и газа, между печью и перекидными клапанами помѣщаютъ регистры. Расположеніе камеръ обратное прежнему; воздушныя камеры располагають ближе къ длинной оси печи, что способствуетъ удаленію отъ печи газоваго клапана, маневрированіе котораго болѣе сложно. Чтобы избѣжать засоренія рекуперативныхъ кѣтокъ пылью и шлаками, которые способствуютъ ихъ ошлакованію при наличности высокой температуры, а вмѣстѣ съ тѣмъ и закупориванію, устраивають уловители, для которыхъ отдѣляютъ часть камеръ со стороны пролетовъ. Наконецъ, было обращено вниманіе на пролеты—самую чувствительную часть всей установки и болѣе всего изнашивающіеся (Кюоксъ, Фридрихъ Здановичъ). Бернгардъ устроилъ ихъ независимо отъ печи фиг. 3. Усовершенствов-

Сис. обыкн.

Сис. Бернгарда.



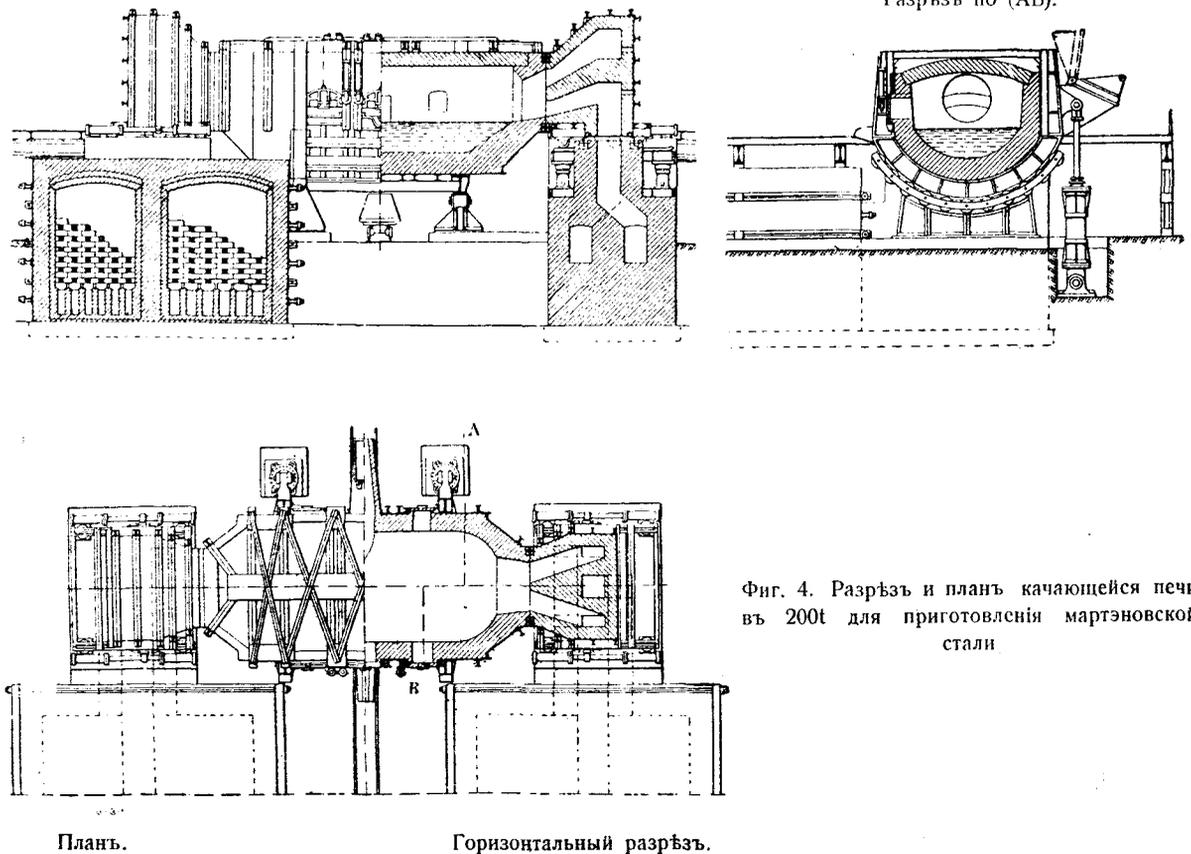
Фиг. 3. Разрѣзы 40t печи Мартена продольный, вертикальный и горизонтальный съ каналомъ обыкновеннымъ и системы Бернгарда.

ванія были сдѣланы и для нагрузки печей (скрапный прессъ и загрузочная телѣжка Вельмана).

Первыя качающіяся печи относятся къ 1889 г. Ихъ существуетъ три типа: Кемпбеля, Вельмана и Тальбота. Последняя есть нѣсколько измѣненный типъ Вельмана. Всѣ эти печи состоятъ изъ двухъ самостоятельныхъ частей: неподвижной—рекуператоры съ пролетными каналами и подвижной—самой печи. Печь покоится на роликахъ, которые могутъ катиться по дуговымъ направляющимъ. Наклонъ печи производится отъ гидравлическаго цилиндра. Неподвижная часть и подвижная установки со-

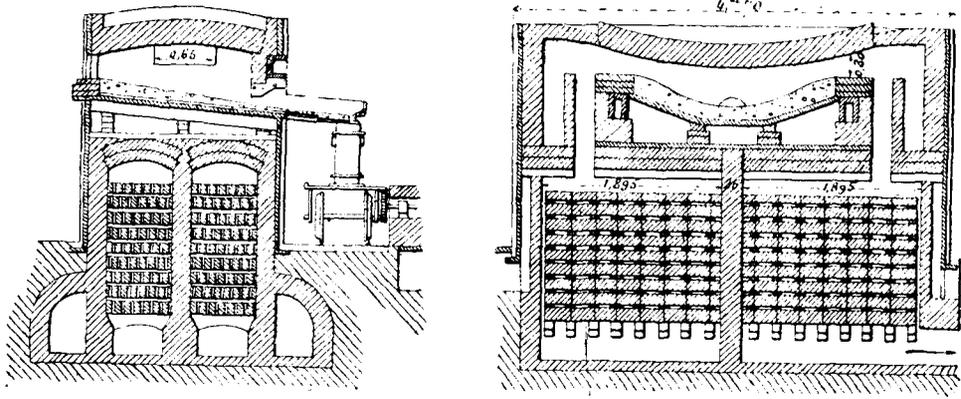
прягаются муфтой съ водянымъ охлажденіемъ. При наклонѣ печи прекращаютъ доступъ въ печь газа и воздуха и отодвигаютъ муфту.

Къ вышеизложеннымъ недостаткамъ качающихся печей слѣдуетъ еще прибавить ихъ высокую стоимость первоначальной установки. Преимущества ихъ сравнительно съ мартеновскими печами слѣдующія: большая емкость, толщина металлической ванны менѣе ограничена, при выпускѣ стали и спускѣ шлаковъ теряется меньше калорій, температура болѣе однородна и футеровка служить дольше. Печи эти имѣютъ распространеніе въ Соединенныхъ Штатахъ и Англии.



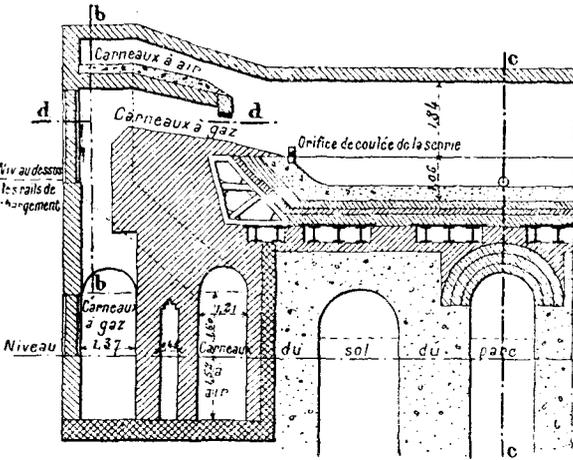
Итакъ всѣ усовершенствованія въ мартеновскихъ печахъ, начиная съ 1865 года, времени примѣненія Мартеномъ къ рекуперации отражательной печи Сименса по настоящее время, дѣлались на почвѣ двухъ принциповъ: увеличеніи производительности

и уменьшеніи накладныхъ расходовъ производства. Для наглядности авторъ помѣщаетъ чертежи первой мартеновской печи на заводѣ „Sireuil“ фиг. 1 и современной мартеновской печи на заводѣ „Gary“ въ Соединенныхъ Штатахъ фиг. 2.

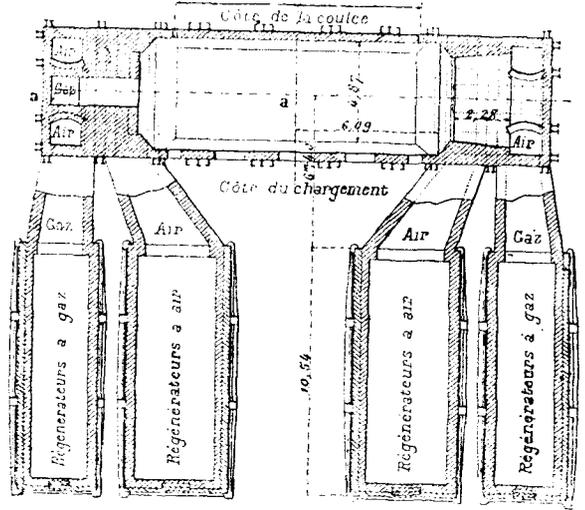


Фиг. 1. Продольный и поперечный разрывы первой печи, построенной Мартеном.

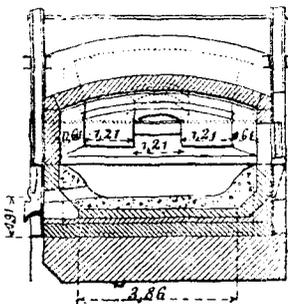
- | | |
|--|-------------------------------|
| Conduite a gaz | газопровод. |
| Carneaux à air | воздушные каналы. |
| Carneaux à gaz | газовые каналы. |
| Niveau au dessus des rails de chargement | уровень нагрузочной площадки. |
| Niveau du sol du parc | уровень заводского пола. |
| Orifice de la coulée de la scorie | шлаковое выпускное отверстие. |
| Côte de la coulée | сторона выпуска. |
| Côte du chargement | сторона загрузки. |



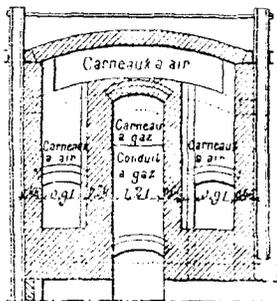
Продольный разрыв по (aa).



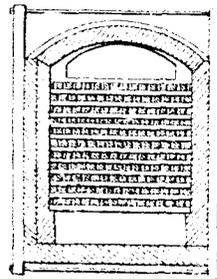
Разрыв по (dd). Разрыв по воздушным каналам.



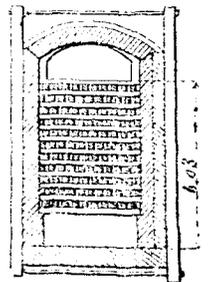
Разрыв по (cc).



Разрыв по (bb).



Разрыв по регенераторам.



Фиг. 2. Разрывы мартеновской печи в 60t завода Гарн в Соединенных Штатах (продольный, вертикальный и горизонтальный (меньший масштаб)).

	Мартеновская печь въ 2 тонны въ Sireuil	60 тонная печь на заводѣ Gary въ Соединенныхъ Штатахъ 2 ^{1/2} *)	ПРИМѢЧАНІЯ
Число плавковъ въ 24 часа	2		
Выходъ стали въ %	88—90	103	Возстанавливается поч. руды 55% Fe.
Расходъ рабочей силы на тонну стали . . .	15—20 франк.	5—6 франк.	
Расходъ к. угля на тонну стали	1100—1200 kg.	250—300 kg.	

Срокъ службы:

Пода	1 плавка	200—400 пл.	Послѣ каждой плавки осматриваютъ футеровку, пзѣдины расчищаютъ и заправляютъ, а также въ случаѣ надобности подправляютъ столбики. Ремонтъ этотъ считается текущимъ
Боковыхъ стѣнокъ	15 плавковъ	200—500 пл.	
Свода	30 плавковъ	600—1000 пл.	

Прилагаемая таблица даетъ характеристики хода этихъ двухъ печей и показываетъ доступный прогрессъ.

Добавимъ еще, что въ мартеновской печи, работающей скрацпроцессомъ, угаръ желѣза на 50% меньше, нежели при работѣ конверторомъ, но рабочая сила и расходъ горючаго почти въ два раза больше. Разница въ цѣнѣ незначительная, если насадка соотвѣтствуетъ емкости печи.

Мы указали техническія условія способствовавшія развитію мартеновскаго производства. Про-

слѣдимъ развитіе процесса съ экономической точки зрѣнія въ разныхъ странахъ. Развитіе въ нихъ находилось въ зависимости отъ: географическаго положенія, состава сырыхъ матерьяловъ, качества стали которое должно дать производство, концентрація производства въ районѣ, требованія рынка и много другихъ причинъ вліяющихъ на выборъ процесса. Нижеприведенная таблица даетъ детали мирового производства стали разными процессами въ 1913 году:

СТРАНЫ	Производство въ тоннахъ	Конверторахъ		Мартеновскихъ печакъ		Производства въ тигляхъ и электрич. печакъ
		Бессемеръ %	Томасъ %	Кислая %	Основная %	
Соединен. Штаты	31802000	30	"	4	65	1
Германія	17614000	1	53	2	41,5	2,5
Англія	7787000	14	7	50	29	—
Франція	4635090	2,4	63,4	—	33,4	0,8
Россія	4224000	12	4	—	83	1
Австро-Венгрія	2578000	0,5	9	—	88,5	2
Бельгія	2466000	"	90	—	7,5	2,5
Люксембургъ	1336000	"	96	"	4	назначит.
Канада	869000	74	"	"	26	тоже
Италія	846000	"	"	исключ. мартенованіе		"
Швеція	591000	7,9	11,8	31,7	47,6	1
Испанія	365000	48	"	—	52	"
Въ другихъ стран.	330000	"	"	исключ. мартэнь		"
Итого	75443000 тоннъ					

Соединенные Штаты. Желѣзные руды и каменный уголь сосредоточены преимущественно въ двухъ районахъ: Верхняго озера и Пенсильваніи

(Cannesville); въ первомъ желѣзные руды, во второмъ—каменный уголь.

Изъ 61980437 тоннъ руды добытыхъ въ 1913 г.

(рекордная цифра сравнительно съ прошлыми годами) мѣсторожденія Верхняго озера дали 52518158 тоннъ, остальные дали рудники другихъ районовъ важнѣйшій изъ которыхъ штатъ Алабама (9623105 тоннъ). Залежи желѣзной руды мѣсторожденія Верхняго озера опредѣлены въ миллиардъ тоннъ и распределяются въ 5 округахъ изъ которыхъ на долю Месаби приходится 50%; анализъ руды изъ Месаби слѣдующій:

Fe	54 - 62%
Si	2— 4%
CaO	0,25%
S	0,02%
Ph	0,03—0,07%

По составу это - гидратъ краснаго гематита, содержащій тѣмъ болѣе кремнія, чѣмъ меньше онъ содержитъ желѣза. Остальные округа даютъ руды болѣе бѣдныя желѣзомъ, но богаче кремнеземомъ. Руда Месаби порошкообразная но даетъ прочный брикетъ. Руды остальныхъ округовъ кусковыя. Содержаніе Ph въ рудѣ 0,45% считаютъ предѣльными для плавки на бессемеровскій чугунокъ. Добыча фосфористыхъ рудъ Верхняго озера шла въ увеличивающейся прогрессіи (въ 1902 г. была 65%) затѣмъ стали понижатся и въ настоящее время вырабатывается только 37%.

Изъ угольныхъ мѣсторожденій Штатовъ одно Конесвилское въ 50 килом. отъ Питсбурга содержитъ коксовые угли дающіе коксъ высокихъ качествъ. Замѣтимъ мимоходомъ, что коксованіе въ Штатахъ ведется примитивно безъ улавливанія продуктовъ, причиною такой отсталости - большая высота американскихъ доменъ требующихъ коксъ твердый и крѣпкій. Вслѣдствіе этого Штаты должны были покупать въ Германіи продукты возгонки: бензолъ и толуолъ. (Установка коксовыхъ печей съ рекуперацией при началѣ войны была сдѣлана сталелитейными заводами Лакавана (Lakawana) въ компаніи съ одной вестфальской фирмой, но во время войны рабочіе разбѣжались изъ патріотическихъ побужденій). На тоннажъ 42 милл. кокса, коксовыя печи Пенсильваніи выработали въ 1913 г. около 25 миллионновъ тоннъ или 60%.

Коксъ западной Виргиніи и Иллинойса весьма посредственный по качеству. Стальные заводы были построены въ районахъ каменноугольныхъ мѣсторожденій или въ большихъ центрахъ потребления, но не въ районѣ рудныхъ мѣсторожденій, т. е. въ

штатахъ Пенсильванія и Огіо прилегающихъ къ озеру Эри и въ Иллинойсѣ къ югу отъ озера Мичигана. Болѣе 80% руды съ береговъ Верхняго озера перевозятся въ порты Эри и Мичигана, на громадныхъ грузовикахъ, которые нагружаются и выгружаются очень быстро и экономно.

Исключеніе составляетъ заводъ Делесъ, (Superior City). Истощеніе рудъ пригодныхъ для плавки бессемеровскаго чугуна, способствовали сокращенію этого процесса и развитію мартеновскаго; но и другая причина заставила оставить бессемеръ. Прежде рельсы готовились специально изъ бессемеровскаго металла изъ котораго нельзя было удалить въ достаточной степени Ph, а потому высшій предѣлъ содержанія фосфора въ рельсахъ допускался 0,1% Ph (бессемеровская руда должна была содержать максимумъ Ph - 0,045%, что соответствуетъ 0,09% въ чугунокъ, если считать выдачу равною 50%, содержаніе Ph въ стали будетъ 0,1%).

Въ 1907 году изнашиваніе рельсъ вслѣдствіе увеличенія скорости поѣздовъ и увеличенія тары вагоновъ, заставило прибѣгнуть къ производству рельсъ болѣе твердыхъ и большимъ сопротивленіемъ разрыву, а потому содержаніе С въ нихъ было увеличено, но тогда при одинаковомъ содержаніи Ph съ прежними рельсами, металлъ оказался болѣе хрупкимъ, вслѣдствіе чего число несчастныхъ случаевъ, причиною которыхъ было лопаніе рельсовъ, увеличилось; такъ что предѣльное содержаніе Ph въ рельсахъ пришлось понизить до 0,085%. Это повлекло за собою уменьшеніе рудъ пригодныхъ для плавки на бессемеровскій чугунокъ и открыло широкую дорогу мартенованію, въ которомъ удаленіе Ph болѣе совершенно, благодаря усовершенствованіямъ способовъ веденія процесса. Новые заводы Делесъ (Duluth) и Гари (Gary) участники „стального трѣста“ были построены на новыхъ соображеніяхъ. Первый построенный „Minnesota Steel Co“ имѣетъ 7 семидесяти тонныхъ основныхъ мартеновскихъ печей съ суточнымъ производствомъ 1000 тоннъ; второй заводъ достраивающійся близъ Чикаго принадлежитъ „Indiana Steel Co“, по окончаніи будетъ величайшимъ въ мірѣ имѣетъ: 4 сталелитейныхъ вмѣщающихъ каждая 14 мартеновскихъ печей въ 60 и 90 тоннъ, производительность которыхъ будетъ 13500 тоннъ въ сутки, при 8 меланжѣрахъ вмѣстимостью 300 тоннъ каждый. За-

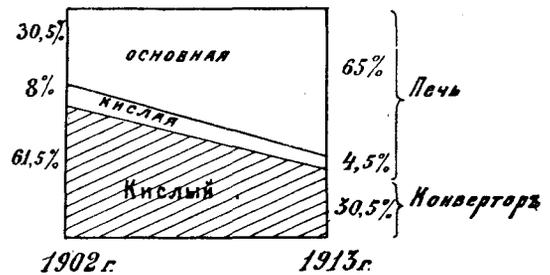
воду располагаетъ 280 генераторами сжигающихъ 3209 тоннъ кам. угля въ день.

Въ большинствѣ крупныхъ заводовъ отмѣчается увеличеніе мартэновскаго производства стали напри- мѣръ: заводы *South-Bethlehem*, производство котораго крайне разнообразно, поставляетъ для державъ Согласія снаряды, толстые блиндажи, пушки самыхъ крупныхъ калибровъ имѣеть: 22 мартэновскія печи, изъ коихъ 12 основныхъ пятидесяти тонныхъ и 6 основныхъ сорока тонныхъ; заводы *Iones Langhlin Steel Co* въ Питсбургѣ имѣеть: 15 тальботовскихъ печей по 200 тоннъ каждая съ меланжѣромъ въ 250 t.; заводы *Duquesne Carnegie Steel Co* имѣеть: 2 бессемера по 10 тоннъ, 15 основныхъ 50 тонныхъ мартэновскихъ печей, меланжѣръ 150 t.; заводы *South Chicago Illinois Steel Co* имѣють: три 15 тонныхъ бессе- мера, 2 меланжѣра по 150 t, основныхъ мартэнов- скихъ печей: 6 тридцати тонныхъ, 5—пятидесяти- тонныхъ. Сталь изготовляется способомъ Дуплексъ практикующемся въ Витковницахъ (Австрія); на заво- дахъ *Maryland Steel Works*. Сталь трехъ 18 тонныхъ бессемеровъ сливается въ 60 t ковшъ изъ котораго вливается въ одну изъ пяти 60 тонныхъ качаю- щихся печей, есть меланжѣръ въ 1000 тоннъ ота- пливаемый газами. На заводахъ Стильтона *Pensil- vania Steel Co* примѣняется способъ Дуплексъ; за- водъ имѣеть: 2 бессемера по 25 тоннъ, 2 мелан- жѣра въ 400 и 800 тоннъ, 6 основныхъ 90 тон- ныхъ мартэновъ, 2 качающіеся двухсотъ тонныя печи Кампбелля; *новый заводъ Сокоуъ (Saucou)* принадлежащій *Bethlehem Co* имѣеть: два двадцати тонныхъ конвертора, 1000 t меланжѣръ, 10 основ- ныхъ 80 t мартэновъ. Раффинировка на этомъ за- водѣ на 65% скорѣе другихъ; заводы *Lakawanna Steel Co* въ Буффало работаль на 6 десяти тон- ныхъ бессемерахъ и 6 основныхъ 60 t мартэнахъ порознь, затѣмъ построиль два 100 t тальбота и перешель на Дуплексъ. Методъ Тилля почти не при- мѣняется въ Штатахъ. Томасированіе въ Соеди- ненныхъ Штатахъ не практикуется, вслѣдствіе бѣдно- сти чугуновъ Ph и неравномѣрности его содержа- нія въ рудахъ.

Газъ выдѣляющійся изъ земли близъ Чикаго и Питсбурга прекрасное горючее для мартэнованія какъ по дешевизнѣ, такъ и отсутствію сѣры. Ра- бочія руки въ Соединенныхъ Штатахъ очень дороги, а потому американцы стараются выжать въ

короткій срокъ изъ установокъ возможно большую производительность даже въ ущербъ изнашиванія, для этого они производства специализируютъ. Благодаря такому принципу возникли конверторы въ 20—25 t мартэновскія печи 50—90 t, качаю- щіеся печи въ 200 t, меланжѣры 1000—1300 t, ради большей произвдительности пользуются мето- дами Тальбота и Дуплексъ. Диаграмма фиг. 5 пока- зываетъ увеличеніе мартэновскаго производства за 10 лѣтъ 1902—1913 г. Тигельное и производство въ электрической печи не указаны вслѣдствіе малаго тоннажа. Изъ 3.500.000 тоннъ рельсъ прокатанныхъ въ 1913 г., 72% мартэновской стали.

Германія. Цыфры касающіеся чугуно-желѣзо- рудной промышленности Германіи, даютъ пред- ставленіе о могуществѣ врага, въ этой отрасли промышленности. Всего было добыто и произведено въ 1913 году:



Фиг. 5. Диаграмма количественнаго производства стали разными способами въ Соед. Штатахъ.

Минеральнаго горючаго	278.986.000	тоннъ
„ кокса	32.168.000	„
Желѣзной и марган. руды	28.607.903	„
„ чугуна	16.761.613	„
„ стали	17.614.000	„

Характеризующая нѣмецкѣя манія величія по- вліяла въ значительной степени на подъемъ за по- слѣдніе 15 лѣтъ желѣзо-рудной промышленности, а такъ какъ она превзошла спросъ внутри страны, пришлось искать сбытъ для перепроизводства за границей Имперіи, чтобы избѣгнуть краха. Своей желѣзной руды не хватало на удовлетвореніе по- требности многочисленныхъ ново-построенныхъ до- менныхъ заводовъ юго-запада, какъ въ количе- ственномъ такъ и въ качественномъ отношеніяхъ, а потому пришлось прибѣгнуть къ ввозу. Этимъ

объясняются вождленія нѣмцевъ на желѣзныя богатства бассейна Бриэ (Briay) и французскихъ колоній.

Снабженіе заводовъ сырьемъ представляется въ слѣдующемъ видѣ.

Въ Германіи три главныхъ кам.-угольныхъ бассейна: а) *Рурскій* въ Вестфалии, который даетъ приблизительно 55% всей добычи и 82% кокса. Бассейнъ этотъ считается главнымъ источникомъ кам.-угольнаго богатства Германіи. Въ 1913 году добыча была 110.000.000 тоннъ, тогда какъ въ богатѣйшемъ районѣ Англій Туркирскомъ въ томъ же году добыча была 70.000.000 тоннъ. б) *Силезскій районъ*—кам. угля 18%, кокса 10%, в) *Саарскій районъ*—кам. угля 6% кокса 3%.

Что касается мѣсторожденія желѣзныхъ рудъ, то они распредѣляются неравномѣрно въ трехъ районахъ: районъ Лотаринго-Люксембургскій съ оолито-фосфористыми рудами „minettes“, анализъ которыхъ слѣдующій:

Fe	30—35%
Mn	0,35%
Ph	0,7—1%
CaO и SiO ₂	измѣнчиво.

Минзѣтъ плавятся большею частью на томасовскій чугуны. Бассейнъ этотъ самый богатый въ Европѣ (запасъ руды исчисляется въ 7 миллиардовъ тоннъ), расположенъ въ 4 округахъ: Рейнской Пруссіи, Люксембургѣ, Лотарингіи нѣмецкой и Лотарингіи французской. Французская Лотарингія самая богатая что касается нѣмецкой Лотарингіи, отнятой у французовъ 1870 году, то къ 1913 г. нѣмцами были уже выработаны 2/3 залежей руды. Въ сѣверо-западѣ и въ центрѣ Имперіи находятся мѣсторожденія красныхъ и шпатовыхъ желѣзняковъ, марганцовые гематиты провинціи Зигенъ бассейна Лана и Нассау (Fe—20—25%, Mn—8—10%), равно залежи фосфористо-марганцовыхъ желѣзныхъ рудъ Гарца. Наконецъ въ Силезіи находятся незначительныя залежи бурыхъ желѣзняковъ, богатыхъ кремнеземомъ и разсыпчатыхъ съ содержаніемъ Fe 26—28%, и желѣзистые известняки съ содержаніемъ Fe 7—8%. Три группы металлургическихъ предпріятій соотвѣтствуютъ тремъ каменноугольнымъ бассейнамъ. Двѣ изъ нихъ Вестфальская и Саарская, работаютъ на минзѣтахъ Лотарингіи и Люксембурга, которыя подвозятся по рѣкѣ Мозелю.

Благодаря хорошо организованному судоходству по Рейну руда подвозится еще изъ Испаніи, Швеціи, Алжира. Магнитные желѣзняки изъ Швеціи фосфористы и изъ нихъ выплавляютъ преимущественно томасовскій чугуны. Съ открытіемъ томасовскаго процесса множество сталелитейныхъ было построено въ Рурскомъ и Саарскомъ округахъ, Лотарингіи и Люксембургѣ. Многие заводы были вынуждены поставить мартенованіе для приготовления специальныхъ сортовъ стали переработки скрапа, обрѣзковъ, обѣчекъ. Силезскіе заводы выписываютъ руду русскую, шведскую, карпатскую (шпатовыя и марганцовыя руды), штирійскую и работаютъ предпочтительно руднымъ процессомъ. Наличие фосфористыхъ рудъ объясняетъ, почему въ Германіи было дано предпочтеніе томасовскому процессу на многихъ крупныхъ заводахъ. Но крупное производство влечетъ за собою массу обрѣзковъ, обѣчекъ скрапу и т. п., для переработки которыхъ требуются мартеновскія печи, помимо того, что онѣ могутъ перерабатывать насадки состоящія почти исключительно изъ чугуна, что практикуется уже на заводахъ Силезіи. Слѣлаемъ краткій обзоръ оборудованія болѣе крупныхъ заводовъ Германіи:

Заводъ Крупна въ Эссенъ имѣетъ: 9 конверторовъ, изъ коихъ 5 бессемеровскихъ въ 7,5 тоннъ, и 4 томаса въ 20т, 48 мартеновскихъ печей, изъ коихъ 9 кислыхъ отъ 12—25т и 39 основныхъ отъ 12—40т; мартэнъ введенъ въ 1870 г. Заводъ Фридрихъ Альфредъ, принадлежащій той же фирмѣ и носитъ названіе основателя фирмы, расположенъ при благоприятныхъ условіяхъ на Рейнѣ у Рейнгаузена, для переправки металла въ Эссенъ; заводъ имѣетъ два меланжѣра по 900 тоннъ, скапливающихъ чугуны 9 домень, 5 томасовъ по 25 тоннъ, 6 мартеновъ (три по 35т и три по 45т), послѣдніе нагреваются смѣсью газовъ доменныхъ, генераторныхъ и коксовыхъ печей; *заводы Тиссенъ въ Брюкгаузенъ* имѣютъ: 5 томасовъ по 15т, 10 мартеновъ (1—кислый въ 15т, 7—основныхъ по 15т и 2 основныхъ по 40т); *заводъ въ Мюльгеймъ* имѣетъ 11 основныхъ мартеновъ отъ 20—50т; *Гутехофнунггютте* (Oberhausen) имѣетъ 4 томаса по 15 тоннъ, 10 основныхъ мартеновскихъ печей отъ 10—45т; *заводъ Ромбахъ* въ Лотарингіи—5 томасовъ въ 20 тоннъ и 4 мартэна по 20т.

Въ Силезіи слѣдуетъ упомянуть про эволюцію завода Кенигсгютте. Въ 1857 году былъ установленъ первый бессемеръ (неподвижный). Въ 1863 г. былъ поставленъ первый бессемеръ съ вращающимся конверторомъ; въ 1875 году перестраивается все бессемеровское отдѣленіе. Въ 1881 г. строится первая мартэновская печь въ 5т; въ 1883 г. устанавливается томассированіе. Въ 1907 г. останавливаются бессемерованіе, а въ 1912 г. томась, чтобы построить мартэновскую фабрику; въ ней работаютъ на жидкомъ чугуѣ, равно какъ и заводъ Фридрихсгютте и въ Оснабрюкѣ.

Въ Германіи не работаютъ тальботами ни Дуплексъ, ни Тиль.

Въ 1912 году въ Германіи считалось: 107 томасовъ 15 бессемеровъ, 374 основныхъ мартэна, 33 кислыхъ мартэна, не считая маленькихъ конверторовъ и мартэновскихъ печей для отливокъ.

Несмотря на добычу въ странѣ 28.607.803 тоннъ желѣзной и желѣзно-марганцовой руды, изъ которыхъ 21 миллионъ приходится на фосфористую руду „минэть“, Германія ввезла для своихъ нуждъ изъ:

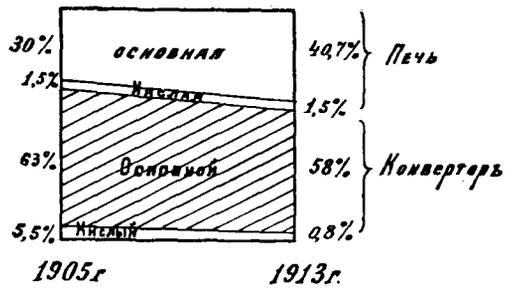
Швеція . . .	4.558.000	тоннъ
Франціи . . .	3.811.000	„
Испаніи . . .	3.632.000	„

Германія равно какъ Соединенные Штаты имѣютъ желѣзо-марганцовыя руды содержащія не свыше 30% марганца, а потому большая часть необходимаго Mn привозная. Въ 1913 году ввозъ изъ Россіи и британской Индіи равнялся 91,27% всего потребнаго количества; слѣдуетъ поэтому полагать, что въ настоящее время Германія сильно нуждается въ Mn.

Замѣтимъ, что выплавка чугуна съ 16.761.313 въ 1913 г. понизилась въ 1914 г. до 12.480.160 тоннъ, но затѣмъ Германія получила компенсацію недостающей руды, занявъ французскія залежи въ Лангвэ и Бріэ.

Диаграмма фиг. (6) указываетъ на сравнительный ростъ всѣхъ четырехъ процессовъ съ 1905 — 1913 годъ въ Германіи и Люксембургѣ.

Великобританія. Въ этой странѣ каменноугольную промышленность слѣдуетъ считать основною. Вывозъ горючаго, который въ 1913 году былъ 286.000.000 т. т. е. равнялся 1/4 добычи, способствовалъ развитію морской торговли и колоссальному развитію торговаго флота, который обез-



Фиг. 6. Диаграмма количественнаго производства стали разными способами въ Германіи въ Люксембургѣ.

печивался грузами въ оба конца. Богатыя залежи к. угля расположены вблизи моря почти на береговой полосѣ и легки для добычи, залегая неглубоко и почти горизонтальными пластами. Самый богатый районъ Йоркширскій, затѣмъ слѣдуютъ: Нортумберлендскій, Дургамскій, Цельскій, Шотландскій, Ланкаширскій, Честширскій и Мидлендскій. Мѣстороженія Йоркширское и Дургамское даютъ коксующіеся угли.

Не въ такой степени богата Англія хорошими желѣзно-рудными мѣстороженіями. Хотя ихъ и много, но они весьма разнообразны по содержанию Fe, чистотѣ и качеству. Рудныя мѣстороженія залегаютъ вблизи каменно-угольныхъ, исключая сѣверо-западнаго района (Кумберлендъ) и замѣтно истощаются и количество мѣстой руды не достаточно для металлургическаго производства страны. На 22 миллиона тоннъ руды, проплавленной въ 1913 году, только 14 милл. было мѣстной, остальные были привозные. Недостатокъ въ рудѣ сталь ощущается съ тѣхъ поръ какъ стали вводить бессемеръ, до него хватало мѣстной руды Честшира, Шотландіи и Кумерленда, для производства. Въ 1840 году было открыто богатое мѣстороженіе желѣзной руды въ Кливелендѣ близъ Дургама, но руда оказалась сѣрнистою и фосфористою, слѣдующаго анализа:

Fe	28—32%
SiO ₂	10—15%
Ph	0,8—1%
C	0,10—0,15%

т. е. для плавки на бессемеровскій чугунъ не пригодною. Пришлось прибѣгнуть къ ввозу иностранныхъ рудъ, который выразился въ слѣдующихъ

цифрахъ: въ 1870 году—4.000.000 t, въ 1902 г. —году—6.440.000 t, въ настоящее же время 7.000.000 t. Главнымъ поставщикомъ сдѣлалась Испанія (Бильбао).

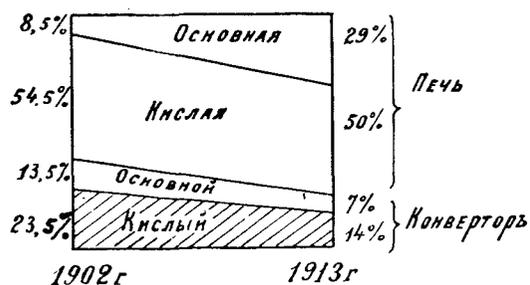
Англійская металлургія работая на привозныхъ рудахъ по своему выбору, приспособилось къ бесемеру; мѣстныя фосфористыя руды перерабатываются основнымъ процессомъ, мартеномъ или томасомъ. Замѣтимъ, что процессъ получения стали въ конверторахъ теряетъ подъ собою почву. Мѣсторожденіе испанской руды близъ Бильбао истощается и чѣмъ глубже залеганіе качество рудъ хуже; что касается чистыхъ рудъ въ шведской Лапландіи, то Англія не сумѣла себя поставить въ такія же выгодныя условія какъ Германія. Благодаря вышеприведеннымъ двумъ причинамъ распространіе бесемера заключено въ рамки; тоже можно сказать про томассированіе. Кливелендскій районъ имѣетъ томасовскія установки только на двухъ заводахъ. Кливелендскія руды даютъ чугуны богатый кремніемъ (1—3%). При попыткахъ понизить это содержаніе Si, увеличивается содержаніе сѣры. При переработкѣ въ томасъ такого чугуна, разѣдается футеровка конвертора, получается масса шлака бѣднаго Ph, большой угаръ, и т. п. Заводы „*Bolckow Vaughan Co*“ въ *Grangetown*, желая избѣгнуть эти затрудненія усовершенствовали способъ Массенэ, слѣдующимъ образомъ: въ конверторъ передъ операцией кладутъ смѣсь извести и желѣзной руды или окисловъ, какъ только прекратится окисленіе кремнія и появятся въ спектрѣ линіи углерода дутье прекращаютъ и сливаютъ шлакъ не содержащій Ph. Другой способъ исправленія кливелендскихъ рудъ при плавкѣ на томасовскій чугунъ, прибавить въ доменную шихту шведскія фосфористыя руды или „минэтъ“ (Лотарингскія руды), полученный чугунъ будетъ бѣденъ Si и S и богатъ Ph. Благодаря вышеизложеннымъ причинамъ побѣда мартенованія, которому можетъ быть подвергнутъ любой чугунъ, можетъ считаться обезпеченной. Въ 1905 году изъ всего количества рельсъ и скрѣпленій изготовленныхъ въ Англіи 11,5% было изготовлено изъ мартеновскаго металла, а въ настоящее время 35%. Въ районѣ Миддельборо (*Cleveland*) на заводахъ „*Cargo Fleet Co*“ три печи Тальбота по 175 t и одна 150 t, 2 отапливаемыхъ меланжѣра по 150 t; заводы „*Scunthorpe. Frodinham Iron and Steel Co*“—два тальбота по 100 t и 150 t; заводы

„*West Hartlepool South Durham Steel and Iron Co*“—одинъ тальботъ—170 t.

Въ Уэльскомъ графствѣ заводы *Dowlais* близъ Кардифа въ тальботомъ перерабатываютъ гематитовые чугуны съ выходомъ 108% стали.

Въ Миддельборо и Портъ-Кларансъ заводы „*Dorman Long*“ имѣютъ 18 основныхъ мартеновскихъ печей, работающихъ на жидкомъ гематитовомъ чугуны. Способъ *Дуплексъ* практикуется какъ было выше сказано на одномъ только заводѣ въ *Grangetown*; чугуны въ ретортѣ теряетъ свой Si и содержаніе Ph доводится до 0,3%, затѣмъ жидкую массу вливаютъ въ печь въ которую приливаютъ жидкаго чугуна для введенія сгорающихъ элементовъ, для краткой и интенсивной реакціи; въ этихъ заводахъ строятся еще 10 основныхъ мартеновъ по 60 t и два меланжѣра по 400 t. Кроме того, много мартеновскихъ печей, въ большинствѣ случаевъ кислыхъ работающихъ на гематитовыхъ чугунахъ напр.: въ *Parkhead* и *Wossend* (Шотландія) заводы *Beardmore*—24 кислыхъ мартѣна; заводы *Motherwell Lanarkshire Steel Co*—14 кислыхъ мартѣна; заводы *Cammell* (въ Шеффилдѣ) 9 кислыхъ мартѣновъ; заводы *Brown* (Шеффилдѣ) 7 кислыхъ мартѣновъ и одинъ основной; заводы *Furness* (Кумберлендъ) въ Барровѣ—7 кислыхъ и одинъ основной мартѣнъ; въ графствѣ Уэльскомъ 5 основныхъ мартеновскихъ печей; на заводѣ *Brymbo*—10 кислыхъ мартеновскихъ печей; заводъ *Lhanelly* и т. п. Въ 1903 году въ Англіи числилось 512 мартеновскихъ печей, въ настоящее время ихъ 535 (407 кислыхъ и 128 основныхъ).

Можно сказать, что кислый мартѣнъ болѣе распространенъ въ Шотландіи и графствѣ Уэльскомъ для изготовленія котельнаго листового и тонко листового желѣза; основной мартѣновскій въ Кливелендѣ, гдѣ слитки предназначены для прокатки рельсовъ, углового, судостроительнаго и торговаго вывознаго желѣза. Діаграмма ф. (7) указываетъ, что кислый мартѣнъ въ Англіи болѣе распространенъ нежели основной и развитіе основного мартѣна за послѣдніе 10 лѣтъ. Развитію основного мартѣна способствовали: а) удорожаніе привозной руды высокаго качества, в) разрѣшеніе Ллойда и Адмиралтейства приѣмку по ихъ заказамъ, основного металла, с) необходимость побить конкуренцію нѣмецкой стали.



Фиг. 7. Диаграмма количественнаго производства стали разными способами въ Англии.

Но хорошая Кливелэндская руда истощается; ввозъ изъ Швеціи въ 1918 году будетъ значительно ограниченъ. По всей вѣроятности Англии придется прибѣгнуть къ французскимъ рудамъ въ Бриэ, которыя по своему качеству подходятъ для англійскаго металлургическаго производства, тогда послѣдуетъ по всей вѣроятности новая эволюція процессовъ производства.

Франція. Желѣзная промышленность Франціи характеризуется богатствомъ въ желѣзной рудѣ и бѣдностью въ к. углѣ. На добытые въ 1913 году 21.714.000 тоннъ руды (не включая Алжиръ и Тунисъ) вывозъ превышалъ ввозъ на 8 милл. тоннъ. На переработку этого количества потребовалось 40.922.000 т. к. угля и лигнита, для чего потребовалось ввезти 18 милл. тоннъ. Коксу было выработано изъ французскаго к. угля 2.663.000 т. и кромѣ того ввезено было 3.070.000 т. тоннъ изъ коихъ 78% изъ Германіи, т. е. на производство французскаго кокса пошло только 47%.

Послѣднее столѣтіе сталелитейныя строились въ к. угольныхъ бассейнахъ, которые очень разбросаны, затѣмъ въ прибрежныхъ департаментахъ, близъ рудныхъ мѣсторожденій и центровъ. Мѣсторожденія рудъ во Франціи либо жильныя либо осадочныя дѣлятся на двѣ категоріи: къ первой относятся шпатовые желѣзняки Аллеvara, красные и бурые гематиты юго-запада (восточныя Пиренеи, Тарнъ) богатыя Fe и Mn (Fe—50—55%, Mn—3—4%); ко второй кремнеземистыя руды Нормандіи (Fe 45—50%, Ph 0,6—07%), Анжу (41—62% Fe, 03—0,8 Ph) и въ особенности Лотарингскія мощныя залежи оолитовыхъ фосфористыхъ мало марганцовыхъ желѣзняковъ съ кремнекислой или известко-

вой пустой породой (33—40% Fe, 0,7—1% Ph); изъ общаго количества руды добытой въ 1913 году 21.714.000 тоннъ, департаментъ Мэрти и Мозеля дали 87%, а западные департаменты дали 6%.

Что касается угольныхъ бассейновъ, то они распределяются слѣдующимъ образомъ: самый важный изъ нихъ по величинѣ Сѣверный, который составленъ изъ сѣверныхъ департаментовъ и Падекалэ, даетъ 69% всей добычи Франціи, затѣмъ слѣдуютъ: луарскій (9,5%), центральный (9%), южный (6%), юго-западный (5%).

По производству стали Франція занимаетъ 4 мировое мѣсто, въ 1913 году производство было 4.635.000 тоннъ. Металлургическіе заводы распределяются по районамъ:

1) *Сѣверный районъ*, который включаетъ парижскіе металлургическіе заводы. Районъ этотъ расположенъ весьма удобно, имѣя по близости уголь, удобные пути для вывоза и составляетъ крупный центръ потребления. Желѣзная промышленность сосредоточена на производствѣ готовыхъ издѣлій: листы, трубы, проволока, кузнечныя поковки. Издѣлія эти требуютъ доброкачественнаго металла, чѣмъ объясняется въ районѣ развитіе мартенованія. Торговое желѣзо: балки, рельсы, равно какъ полупродукты производятся тоже нѣкоторыми О-вами, имѣющими на сѣверѣ доменные печи работающія на лотарингскихъ, нормандскихъ, алжирскихъ и испанскихъ рудахъ, и находящихъ выгоду перерабатывать свои чугуны, вслѣдствіе этого можно встрѣтить томасированіе большое и маленькое. Въ районѣ находятся слѣдующіе крупные заводы: О во Denin-Anzin (10 основныхъ мартеновъ), О-ва Восточное и Сѣверное (томасированіе и маргэнъ), въ Валансѣннѣ О-во французскихъ сталелитейныхъ заводовъ (Aciereries de France) (2 бессемера, 3 томаса, 4 основныхъ мартэна), въ Изебергѣ заводы „Arbel“ (5 мартеновъ изъ коихъ 2 тридцати пяти-тонныхъ), заводы въ Дуэ, Монтатерэ, Утро, Эперансъ и Мобэжъ.

2) *Восточный районъ*, въ которомъ заводы работаютъ исключительно на лотарингскихъ рудахъ, вырабатываются: полупродукты, рельсы, балки. Въ этомъ районѣ сильно развито томасированіе, но благодаря массѣ получающихся обрѣзковъ въ послѣднее время развивается и мартэнъ. Болѣе крупные заводы района слѣдующіе: сталелитейные Лон-

гви (Longwy) (6 томасовъ, 5 мартэновъ), О-во Горси (Gorsy), О-во Сенель-Мобежъ (Senelle-Maubeuge) (основной мартэнъ 1 тальботъ въ 200 t, 2 томаса), сталелитейныя Діэлуаръ (Dieulouard) (2 мартэна по 12 t), О-во Помпей (Pompey) (3 томаса, 1 основной мартэнъ) и т. д. Въ одномъ департаментѣ Мэртъ и Мозель насчитывается 9 мартэновъ и 36 томасовъ.

3) *Западный районъ*, заводы котораго расположены на берегу моря снабжаются сырьемъ либо изъ востока Франціи, либо заграничнымъ, не считая мѣстныхъ рудъ. Районъ включаетъ металлургическіе заводы: Нижней Луары въ Триньякъ (Ttignac) (семь мартэновъ), нижней Индры (Basse Indre) (основные мартэны) О-во французскихъ Сирагесъ а Наннебонтъ (3 основныхъ мартэна). Издѣлія помянутыхъ заводовъ: рельсы, торговое желѣзо и особенно тонкіе листы для приготовления бѣлой жести.

4) *Районъ Луары и Савойи*. Въ районѣ этомъ находятся сталелитейныя изготовляющія специальную сталь высшаго качества для блиндажей, пушекъ, автомобилей, желѣзнодорожныя принадлежности рессорную и инструментальную сталь. Сильно развито мартэновское производство, есть тигельное и электрическое, преимущественно въ Савойнѣ. Кислый мартэнъ болѣе распространенъ нежели основной; емкость печей сравнительно не велика; сталь вырабатывается высшихъ сортовъ на твердомъ чугунѣ и обрѣзкахъ, отчего операции болѣе продолжительны.

Луара, колыбель французской желѣзнодорожной промышленности; заводъ Асайли (Asailly) первый во Франціи работаль конверторомъ, заводъ Фирмини (Firminy) первый послѣ (Sireuil) ввелъ у себя мартэнованіе. Въ 1882 году изготовленіе мартэновской стали сильно распространилось и достигло $\frac{1}{3}$ всего производства (132.000 t). Въ это время бессемеръ установленный на побережьи и питаемый чугуномъ изъ испанскихъ рудъ, сдѣлалъ сильную конкуренцію мартэну, а затѣмъ внѣдрившійся на востокъ томасъ долженъ былъ по всей вѣроятности нанести ему окончательный ударъ, но истощеніе испанскихъ рудъ годныхъ для плавки бессемеровскаго чугуна привело къ закрытію бессемера и производство района понизилось до 4.500 t. Тогда луарскіе мартэновскіе заводы, стали исключительно готовить сталь высокихъ качествъ и

большого сопротивленія, и въ этомъ отношеніи утвердили за собою репутацию.

Выдающимися заводами этого района слѣдуетъ считать: Сеншамонъ (Saint-Chamond) и Ассайи (Asailly) (15 мартэновъ основныхъ и кислыхъ), бр. Маррель (Marrel) въ Ривъ де Жіеръ (Rives de Gier) близъ Этэнъ, заводы Сентэгіэнннъ (Saint-Etienne) (10 мартэновъ кислыхъ и основныхъ), Фирмини (Firminy) (5 мартэновъ отъ 20—30 t), Гольцера въ Унїэ (Holtzer à Unieux) (1 кислый мартэнъ и 10 тигельныхъ печей), Клаудинонъ, Шамбонъ-Фэжэроль (Chambon Feugerolles) (два мартэна по 50 t, одинъ 20 t, одинъ 25 t), Аллэваръ (Allevard) (2 мартэна).

5) *Районъ центра*. Подобно луарскому, онъ потерялъ въ настоящее время свое значеніе благодаря восточному району. Изъ центрального района въ восточный либо юго-западный перенесены многіе заводы. Исключеніе составляютъ Серенъ (Serain) сохранившій бессемерованіе и томасированіе, но все таки увеличившій сталелитейныя на 10 мартэновскихъ печей какъ кислыхъ такъ и основныхъ; О-во Шатиліонъ Комантри (Chatillon Commeny) въ Монлюсонѣ (8 мартэновъ основныхъ и кислыхъ), Комантри Фурамбо (Commeny Fourchambault) въ Имфи (6 мартэновъ кислыхъ и основныхъ), Геніонъ (Geunon) (2 мартэна).

6) *Южный районъ* насчитываетъ заводы: въ Гардѣ (Gard), Томари (Tamaris), Бесеэжъ (Besseges) О-во Алэ (Alais), изготовляющіе рельсы и торговые профиля; работаютъ 4 конвертора и 3 мартэновскихъ печи.

7) *Районъ юго-западный*. Болѣе крупныя заводы слѣдующіе: заводы Адуръ (Tarnos) извѣстные болѣе подъ именемъ Буко (Boucau) находящіеся въ зависимости отъ морского вѣдомства, въ Гомекурѣ. Работаютъ бессемеръ и мартэнъ. Расположены заводы на судоходной рѣкѣ Адуръ, по которой получаютъ: испанскія руды, англійскій уголь и флюсы изъ сосѣднихъ карьеровъ; заводы Деказвилль (Decazville) О-ва Комантри-Фурамбо работаютъ на мѣстныхъ и пиренейскихъ рудахъ (мартэнованіе и томасированіе), О-во Аріэжъ (Ariège) (кислая мартэновскія, печи Памера) благодаря чистотѣ тарасконскихъ чугуновъ, работаютъ военный матерьялъ высокихъ качествъ. Таб. I. показываетъ количественное производство стали по районамъ:

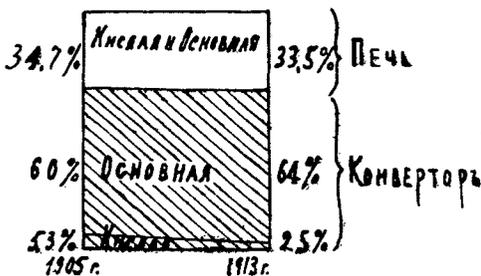
Таблица I-я.

Тоннаж стального производства во Франции в 1913 году.

Р А И О Н Ы	конверторы		Печь мартэна	Печь тигельная и электрическая
	кисл.	основ.		
	1) Сѣверный	44704			574129	556403	115
2) Восточный	500	199771	298875	130
3) Западнѣй	445	22901	159792	—
4) Луары и Савойи	—	—	220970	31974
5) Центральнѣй	336	62802	202390	2800
6) Южнѣй	35011	13012	50011	—
7) Юго-западнѣй	41518	61697	41117	3763
	122514	2934312	1539558	38782

4635166 тоннѣ

Изъ таблицы явствуетъ, что мартэновское производство составляетъ 33,5% общаго производства стали. Диаграмма фиг. (8) показываетъ незначительную разницу въ % развитіи процессовъ въ промежуткѣ 1905—1913 года; томасированіе увеличилось на 4%, а мартэнованіе уменьшилось на 1,2%. Въ этомъ отношеніи Франція представляетъ контрастъ съ Германіей, для которой въ случаѣ неблагоприятнаго исхода войны, томасовскія руды сведутся на нѣтъ. Вотъ причина почему во Франціи не нашли примѣненія на большихъ заводахъ (кроме одного), мартэновскія печи большого тоннажа и они играютъ роль помощника при томасованіи, для переплавки обрѣзковъ стали, если только не предназначены для полученія специальной стали, высокаго качества. Количество во Франціи мартэновскихъ печей 152, конверторовъ большихъ и среднихъ 89.



Фиг. (8). Диаграмма производства мартэновской стали во Франціи.

громадными лѣсами и неисчерпаемыми богатствами высокопроцентной и чистой руды и 2) въ Польшѣ съ ея громадными залежами посредственныхъ некоксующихся к. углей и низко процентными желѣзными рудами. Въ теченіи послѣдняго столѣтія открыты новые богатѣйшіе районы донецкаго бассейна заключающіе богатые залежи коксующихся к. углей, а въ Кривомъ Рогѣ залежи богатой и чистой желѣзной руды и въ Керчи на берегу Чернаго моря громадныя залежи бѣдныхъ и фосфористыхъ—желѣзныхъ рудъ, наконецъ жидкое топливо—нефть въ Баку, перевозимое воднымъ путемъ по Волгѣ и питающее заводы расположенныя на ней, а также Москву.

На Уралѣ разрабатываются: магнитные желѣзняки изъ которыхъ замѣчательны гороблагодатскіе (65% Fe), красные, олигитовые, шпатовые, желѣзняки, чистота которыхъ въ соединеніи съ малосѣрностью древеснаго угля, даютъ очень чистые чугуны для переработки въ мартэновскихъ печахъ на кровельное желѣзо. Открытіе Криворожскихъ желѣзныхъ рудъ вызвало на Уралѣ кризисъ, который пріостановилъ отчасти ростъ уральской желѣзо-дѣлательной промышленности.

Желѣзныя руды Польши въ общемъ бѣдны: бурые желѣзняки, сферосидериты, шпатовые желѣзняки и содержатъ 35—45% Fe и 0,1—0,2 Ph и чугуны выплавленные изъ нихъ могутъ быть переработаны только мартэновскимъ способомъ. Знаменитый угольный пластъ Редень толщина котораго отъ 10—20 метровъ, даетъ к. уголь некоксующійся съ количествомъ летучихъ 30—40%. Доменная плавка требуетъ выписки заграничнаго

Россия. Въ этой обширной странѣ производство желѣза могло только развиться тамъ гдѣ есть совѣстно руда и уголь, а именно: на Уралѣ съ его

кокса и обогащения шихты криворогской рудой. Благодаря экономическим условиям, донецкий бассейн снабжает, в большинстве случаев, польские заводы чугуном, который перерабатывается в сталь мартенованием, отчего полупродукты не производятся на продажу а исключительно торговые сорта. В этом отношении бассейн походит на Луарский. Самый большой металлургический завод Гута-Банкова французского О-ва сталь держивается этой системы с тех пор, как приобрел в собственность земли, на которых он расположен. О-во первое в мире приспособило у себя основную мартеновскую плавку для производства рельсов из местных материалов и первое употребило для этого процесса жидкий чугун и указало путь, европейским и американским заводам, по которому следует идти, чтобы достигнуть успеха и получения скорых и экономических результатов.

Донецкий к. угольный бассейн содержащий угли всевозможных сортов, развился в металлургическом отношении с 1881 года, когда при содействии французов образовалось Криворогское О-во и началась разработка рудных месторождений Кривого Рога. Руда содержит 62% Fe а иногда 67 и 70% и 0,02—0,03% Ph.

В 1884 году Кривой Рог был соединен с донецким к. угольным районом, железной дорогой, и юг покрылся сетью металлургических заводов: О-ва Брянских, Южно-Днепроваго, Донецких, последний построен группой Гута-Банкова.

Вскорь, с открытием керченских месторождений, томасование выступило конкурентом мартенованию. Месторождение заключает пласты руды желтого или черного цвета следующего анализа:

Fe	36—42%
Mn	1,5—8%
Ph	0,7—1%
As	0,13%

Руда мелкая, но благодаря тому что она глинистая, легко прессуется в брикеты. Новые заводы были построены в: Таганрог, Мариуполь, Керчи, которые выдержали промышленный кризис в 1902 году. Так как смесь криворогской и керчинской руды составляют хороший материал для плавки на мартеновский чугун, заводы эти стали у себя вводить мартенование (исключая До-

нецкого который сразу ввел у себя исключительно мартенование). Печи большой емкости 50 t, работают рудным процессом и жидким чугуном.

Мартеновские печи были построены на всех заводах севера России, Балтийских провинциях и центр. В Москве на заводе Гужона дали хорошие результаты мартенование на нефти, при чем получился расход 150 kg. нефтяных остатков на тонну стали.

В России насчитывают: 23 бессемера, 10 томасов в среднем 12 t каждый и 267 мартенов в среднем по 22,5 t каждый. Производительность в 1913 году была:

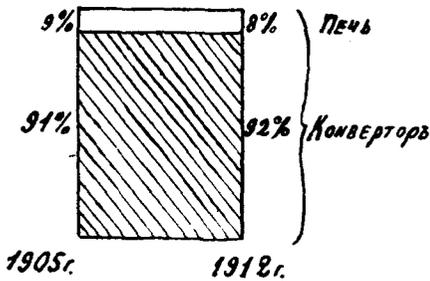
Слитков бессемеровских	595.000 t—12%
„ томасовских	197.000 t—2,5%
„ мартеновских	4.070.000 t—81,5%

Из этого тоннажа приходилось на Донецкий бассейн—50%, Урал—20%, Польшу 15%.

Бельгия. Тоннаж добычи бельгийской руды незначительный: 29.000 тонн фиолетовой руды в провинции Намюр и 120.640 t лимонита в разных местах королевства. Местной руды Бельгия потребляет только 84,900 t, годовое же потребление 6.860.730 t, так что на долю привоза, исключая 375.840 t переплавляемых шлаков, лома и пиритов приходится 93%, а местной руды только 2%. Руда привозится из Испании и особенно из люксембургской Лотарингии. Сообразясь с ввозом руды, создались условия благоприятные для томасования. Первый томас был представлен на завод Англеур (Angleur) в 1879 г., но повсеместное распространение томасования развилось только тогда, когда патент Томаса и Гилькреста сделался общим достоянием.

Металлургические заводы расположены на к. угольных районах близ Лиежа и Шарлеруа. Серенг (Seraing), Угрэ (Ougrée), Англеур (Angleur), Ти ле Шато (Thy le Chateau), Кульэ (Couillet), Лондо (Longdoz), Клябек (Clabeg) и др. В Бельгии насчитывают 10 крупных металлургических заводов с 39 конверторами. Мартеновское производство незначительно. В Бельгию ввозится 15% чугуна для рафинирования, а вывозится 80% всего готового стального продукта. Диаграмма фиг. (9) показывает сравнительное производство мартена и томаса за промежуток 1905—1913 г., в 1913 году производство стали было 2.442.420 t

изъ коей томасовской 2.252.380 t, а мартэновской 190.040 t т. е. 92 и 8%.

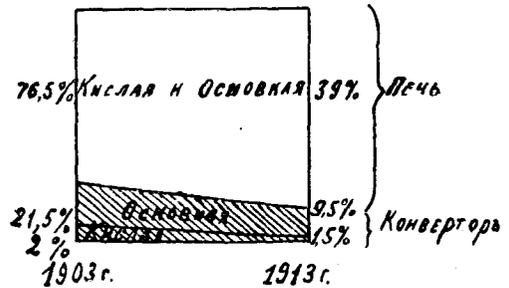


Фиг. (9). Диаграмма производства стали мартэновской и конверторной въ Бельгii.

Австро-Венгрия имѣтъ много желѣзной руды и мало коксующихся углей. Среди углей изобиліе лигнита. Пока металлургія работала на древесномъ топливѣ т. е. до середины XVIII столѣтія, желѣзодѣлательная промышленность процвѣтала и европейскіе рынки даже Англія снабжались прославленнымъ каринтійскимъ и штирійскимъ желѣзомъ. Существующая перемѣна произошла при переходѣ металлургіи на минеральное топливо, тѣмъ болѣе что продолжалась выработка на древесномъ топливѣ и только много позднѣе стали добавлять къ коксамъ Острау и Корвинъ, Вестфальскіе и Силезскіе. Большіе металлургическіе заводы расположены въ моравскомъ к. угольномъ бассейнѣ. Въ Штиріи добывается хорошая шпатовая руда въ Эрцбергѣ (послѣ обжига содержитъ 50% Fe) и ею пользуется австро-альпійское О-во Монтанъ главнымъ образомъ на заводѣ Донавицъ; въ Богеміи залежи фосфористой руды шамузитъ (35% Fe въ сырѣмъ видѣ) перерабатываетъ заводъ въ Кладѣ, который особенно сталъ развиваться со времени введенія дефосфорациі т. е. съ 1880 года; заводы Шкода въ Пильзенѣ. Въ Венгріи заводы венгерской короны „Szepes-Göbör“ и „Нипуад“ работающіе на бурыхъ и шпатовыхъ желѣзнякахъ, заводы „Resicza“ королевскихъ желѣзныхъ дорогъ; наконецъ въ Моравіи Витковицкіе заводы близъ Острау, работаютъ на венгерской и шведской рудѣ для военнаго вѣдомства.

Изъ 3 милл. тоннъ добытой руды 63% приходится на Штирію и 34% на Богемію. Мартэновское производство сильно распространено. Въ Ти-

нець (Tszynietz австрійская Силезія) работаютъ на жидкомъ чугунѣ равно Данавацъ, Кромпахъ, Рѣщица (Resicza) въ Венгріи, Осдъ (комитатъ Борсадь). Процессомъ Дуплексъ работаютъ въ Витковицахъ, Берганда Тиль—въ Кладно. Въ 1913 г. изъ 2.649.425 t стали, 2.250.352 t выработано мартэномъ преимущественно основнымъ, 232.900 t —томасомъ и 42.843 t—бессемеромъ. (Фиг. 10).

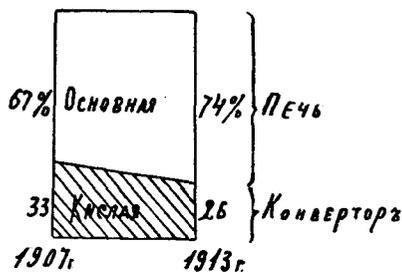


Фиг. (10). Диаграмма производства мартэновской стали въ Австро-Венгріи.

Герцогство Люксембургское. Добыча желѣзной руды въ 1913 году было 7.333.382 t. Руда оолилитовая фосфористая, о которой упомянуто было раньше, годная для плавки на томасовскій чугунъ, 43 дѣйствовавшія домы въ 1913 году выплавили 2.360.486 t чугуна. Въ январѣ 1915 года работало только 24 доменныхъ печи. Часть этого чугуна переработана въ томасовскую сталь 1.128.032 t и мартэнованиемъ 23.289 t, другая продана и пошла на литье.

Канада небогата желѣзородными мѣсторожденіями. Въ 1913 году добыча была 274.673 t и для удовлетворенія потребности 10 доменныхъ печей пришлось ввозить руды болѣе нежели вывозить. Производство стали въ 1913 году было 1.042.054 t изъ коихъ основной мартэновской—768.663 t, а томасовской—273.391 t. Диаграмма фиг. (11). Канадскіе сталелитейные заводы слѣдующіе: Сусемари (Soulst Saint Marie), Альгома (Algoma Steel Co) имѣтъ бессемерованіе и мартэнъ и работаетъ для военныхъ нуждъ державъ Согласія; Dominion Iron Steel Co въ Сиднеѣ (Капбрегонъ), работаетъ способомъ Дуплексъ соединяя томасъ съ основнымъ мартэномъ (1 меланжёръ въ 200 t, 2 томаса по 15 t, 10 качающихся печей Кэмбэлла по 50 t). Работаютъ слѣдующимъ образомъ на чугунѣ съ

1,50% Ph. Онъ рафинируется почти совсѣмъ въ томасовскомъ конверторѣ, его вливаютъ въ печь Кэмбэлла съ прибавленіемъ кипѣлки и 6—8 т чугуна изъ меланжѣра, который благодаря своему содержанию С и Si обуглероживаетъ и раскисляетъ ванну. Благодаря такому приему вся операція длится не болѣе двухъ часовъ.



Фиг. (11). Диаграмма производства мартеновской стали въ Канадѣ.

Италія. Въ Италиі почти полное отсутствіе минеральнаго горючаго; есть незначительныя залежи лигнита въ: Тосканѣ, Умбріи, Сардиніи и Виченцо. Главнымъ поставщикомъ угля—Англія; что касается залежей ж. руды, то самыя мощныя на о. Эльбѣ, восхваленныя еще Виргиліемъ, и доставившія въ 1913 году 548.679 т изъ всей добычи 603.116 т (магнитныя и олигитовыя желѣзняки). Плавка чугуна почти сосредоточена въ рукахъ трехъ О-въ Эльба, Ильва и Пиомбино въ количествѣ почти 400.000 т на заводахъ О-въ: Понтоферайо, Баноли и Порто-Вечіо. Заводы насчитываютъ: 67 мартеновъ, 2 бессемера, 7 электрическихъ печей и 7 тигельныхъ. Заводы находятся въ Тосканѣ и Лигурии и работаютъ на чугунахъ мѣстныхъ либо привозныхъ изъ Германіи.

2 бессемеровскія реторты находятся въ заводѣ Портоферайо (о. Эльба); мартеновскія печи построены на заводахъ: Пиомбино (одна 50 т, 2 по 65 т, меланжѣръ съ подогрѣвомъ, дающій возможность работать на жидкомъ гучунѣ); Баниоли (10 основныхъ мартеновъ); Армстронга (въ Пуццоли) 4 мартэна по 30 т; О-во Савонскаго желѣзнаго производства 8 кислыхъ мартеновъ по 30 т; Ансальдо въ Корниліи (4 мартэна въ 15,30 и 50 т, гдѣ отливаются болванки въ 140 т для 380 мм. пушекъ, наконецъ заводъ Терни въ Умбріи получающій

чугунъ съ о. Эльбы (5 мартеновъ кислыхъ изъ нихъ 2 по 29 т и 3 по 40 т и 2 печи основныхъ по 50 и 60 т); кромѣ того имѣется большая ротативная печь Бувара, которая при производствѣ броневыхъ плитъ изготовляетъ для мартенованія крицы пудлинговаго желѣза. Въ 1898 году производство стали было около 87.467 т, въ 1913 г. оно повысилось до 846.085 т т. е. увеличилось почти въ 10 разъ.

Швеція бѣдна к. углемъ; въ 1913 г. было добыто 363.965 т но за то богата желѣзными рудами, какихъ въ 1913 году было добыто 7.475.570 т. Мѣстороженія руды расположены въ двухъ обширныхъ районахъ: въ Лапландіи, мѣстороженія Кірупа и Геніваре, которыя даютъ 65,7% всей добычи и въ Бергслэгень, къ сѣверу отъ озеръ: Wäner, Watter, Hjälmар и Mälar гдѣ находятся рудники Grängesberg, Damemora, Norberg, Presberg.

Прежнія залежи шведской руды не были фосфористыми и снабжали мѣстные заводы рудами чистыми и богатыми, но со временемъ эти желѣзняки олигитовые, лимонитовые и магнитныя стали менѣ чисты и бѣднѣ. Новозэксплуатируемыя мѣстороженія Лапландіи при богатомъ содержаніи желѣза (60—70%) заключаютъ Ph (1,1—2,6%); это въ большинствѣ магнитныя и олигитовыя желѣзняки, смѣшанныя съ апатитами. Такихъ рудъ можно сказать 55%. Затѣмъ часть этой руды (10%) съ прослойками, но методъ доктора Грендаля, отдѣленія, обогащенія и брикетированія при помощи горячаго воздуха безъ прибавленія связывающихъ вещества, который особенно примѣнимъ къ магнитнымъ желѣзнякамъ, даетъ возможность пользоваться съ успѣхомъ этой рудой. Въ 1913 г. было сдѣлано 333000 т брикетовъ. Примѣненіе этого способа сохранило резервъ не менѣ 100000 т руды для вывоза. Вывозъ шведской руды сталъ на столько великъ, что правительство нашло нужнымъ вмѣшаться и съ 1907 года установило контроль. Тоннажъ вывезенный въ 1913 г. слѣдующій:

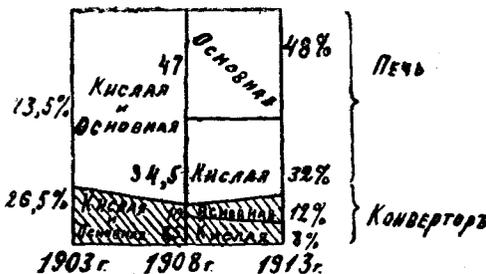
Kirunavara . . .	3183966 т	черезъ портъ Нарвикъ
Gellivare . . .	1383683 т	„ „ Лулеа
Grängesberg . . .	617846 т	„ „ Окселезунгъ

Изъ этого тоннажа только небольшое количество Гренгсбергской руды было проплавлено въ странѣ. Количество доменныхъ печей уменьшалось, тогда какъ производство чугуна увеличивалось; печи которыя выплаляли въ 1883 году 24 т въ

день, стали плавить 73 t въ 1913 году; пользование брикетами дало экономию угля въ 12%. Плавка чугуна на коксѣ стала прогрессировать послѣдніе годы и производство коксовых доменъ утроилось противъ 1909 года. Что касается электродоменъ то онѣ дали 32000 t противъ 5800 t—1911 года. Благодаря электрическому току, расходъ древеснаго угля понизился съ 57 гектолитровъ на 25,2 гектолитра на тонну выплавленного чугуна, что весьма кстати, такъ какъ вздорожаніе угля принудило-бы къ уменьшенію выплавки чугуна, которая достигла въ 1913 году до 730257 t. Въ этомъ же году сталелитейныя дали 590887 t слитковъ распределенныхъ по процессамъ слѣдующимъ образомъ:

Конверторной стали.	115839 t
Мартэновской „	469387 t
Тигельной „	2385 t
Электрической „	2276 t

Мартэновской стали только 40% было получено кислымъ способомъ. Съ тѣхъ поръ какъ увеличилась добыча форсфористыхъ рудъ, основной мартэнъ получилъ сильное развитіе, на что указываетъ діаграмма (фиг. 12). Болѣе крупныя сталелитейныя работающія на основномъ мартэнѣ слѣдующія: Domnarfvēt, Degerfors, Fagersta, Sandviken, Forsbacka, Avesta и др. Заводы Domnarfvēt работаютъ и томашированиемъ.



Фиг. (12). Диаграмма производства мартэновской стали въ Швеціи.

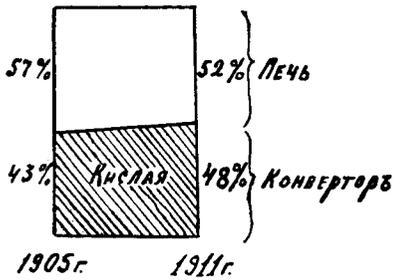
Въ Норвегіи рафинированіе мартэновской стали въ электрической печи производится на заводѣ „Iorgeland“, О-ва Stavangar Electro-Staalverk; мартэновская сталь полученная скрапспроцессомъ съ содержаніемъ отъ 0,10—0,15С, 0,07—Ph и 0,03S, рафинируется въ теченіе 5 часовъ въ индуктивной печи Рехлингъ-Роденгаузера и заклю-

чаетъ по истеченіи этого времени только 0,023% до 0,01% Ph и 0,018—0,008S.

Испанія страна богатая желѣзными и марганцовыми рудами не считая пириты. Въ 1913 году добыто было 9861668 t желѣзной руды, изъ которой 40% въ провинціи Бискайя (Bilbao), марганцовой руды 21794 t въ провинціи Хуэльва, добыча которой составляетъ 80% и содержитъ 25—29% Mn. Что касается каменнаго угля, то его сравнительно немного, добыча его дошла до 3783214 t ²/₃ которыхъ дала Астурійская провинція. Ввезено было 2701913 t. Металлургическая промышленность желѣза развита сравнительно мало, экспортомъ служатъ желѣзная и марганцовая руды. Въ 1913 году первой было вывезено 8907202 t, а второй 27793 t. Производство стали которое было въ 1904 году—243000 t, въ теченіе десятилѣтія повысилось только на 29% т. е. 314170 t. Важнѣйшія сталелитейныя находятся на сѣверѣ по побережью Гасконскаго залива. Самое крупное Общество „Altas Hornos de Vizcaya“, которое произвело на четырехъ заводахъ: Баракальдо, Сестао, Санъ-Франциско и Санта-Анна болѣе 240000 t стали.

Окрестные рудники даютъ желѣзную руду Бильбао (47—50% Fe, 17% SiO₂, 1% CaO, 1% Mn) (Rubio, Campanil) замѣчательную по богатству, но которая начинаетъ уже истощаться. Астурійскіе стальные заводы расположены вблизи каменноугольнаго бассейна Овиэдо. Выработка угля производится не шахтами, а открытыми работами. Уголь разныхъ качествъ и частью даетъ металлургическій коксѣ. Что касается рудъ—это либо кремнеземистые гематиты нѣсколько фосфористые (0,5%) въ районахъ Гихонъ и Авиль, либо фиолетовыя перекиси въ районѣ Овиэдо. Три сталелитейные заводы Мізресь, Фельгуэра и Гихонъ вырабатываютъ стали 15% всего производства. 14 сталелитейныхъ заводовъ, которые насчитываются въ Испаніи заключаютъ: 5 конверторовъ и 23 мартэна въ большинствѣ кислыхъ вслѣдствіе чистоты рудъ. Диаграмма (фиг. 13) даетъ діаграмму производства мартэновской стали.

Японія—богата каменнымъ углемъ. Добыча въ 1913 году была 15535285 t. Руды чистыя и богатыя. Бурные желѣзняки Окаяма содержатъ 55% Fe, 10% SiO₂ и 0,03% Ph, магнитные желѣзняки Каманши—62% Fe и 0,03 Ph; кромѣ того ввозятся



Фиг. (13). Диаграмма производства мартеновской стали в Испании.

гематитовыя руды китайскія Та-Э - 65,3% Fe и 0,04 Ph и корейскія. Правительственные заводы Вакаматсу и Яватамура работают рельсы бессемеромъ (2 t конверторами, а также мартеномъ (25 t печи) скраппроцессомъ, производятъ торговые сорта желѣза. Примѣняется также процессъ Дуплексъ: чугуны содержащій 0,10—0,13% Ph, продувается въ кислomъ конверторѣ и полученный продуктъ рафинируется въ 25 t мартеновской основной печи, въ которой сразу перерабатываются двѣ бессемеровскія насадки. Полученная мартеновская сталь содержитъ 0,01 - 0,02% Ph. На заводѣ въ Осака двѣ 15 t мартеновскія печи, а въ вновь построенномъ заводѣ въ 1909 году въ Окуndo одна мартеновская печь въ 50 t. По изслѣдованіямъ нѣкоторыхъ авторовъ, бессемеръ былъ извѣстенъ японцамъ три столѣтія тому назадъ. Въ 1669 году имъ былъ извѣстенъ способъ сохранения желѣза въ расплавленномъ состояніи въ бочкѣ путемъ непрерывнаго продуванія черезъ жидкій чугунъ воздуха.

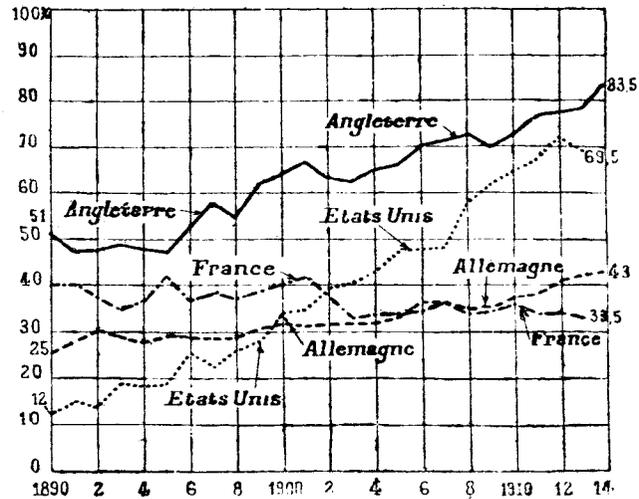
Китай. Стальной заводъ въ Гянгъ производитъ въ кислomъ мартеновской печи 40 t стали въ день; оканчивается тамъ же постройкой основной мартеновской печи съ производительностью 120 t въ день.

Индія имѣетъ большія залежи каменнаго угля и марганцовыхъ рудъ. Послѣдствиемъ развѣдки мѣсторожденія Гуруманини, была постройка завода Сакша „Tata Iron and Steel Co (меланжеръ въ 300 t и 4 основныхъ мартеновскихъ печи по 40 t. Другой заводъ въ Барракарѣ былъ построенъ раньше съ годовой производительностью основной мартеновской стали 25000 t.

Австралія имѣетъ одинъ сталелитейный заводъ въ Летговъ въ Новомъ южномъ Валлисъ.

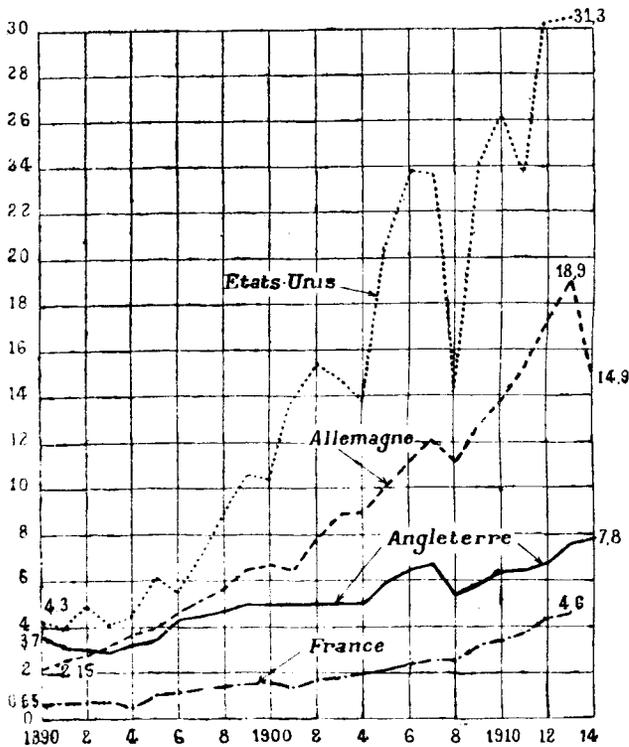
Мексика имѣетъ сталелитейныя въ Дуранго и въ Монтерэ (Monterey) въ послѣдней которая принадлежитъ Обществу „Fundidora de Fierro y Acero“ примѣняетъ процессъ Дуплексъ. Перерабатываемый чугуны по качеству схожъ съ Витковицкимъ содержитъ въ среднемъ 0,4% Ph, слишкомъ много для бессемера и слишкомъ мало для томаса. Чугуны продуваются сначала въ 15 t бессемеровскомъ конверторѣ, гдѣ подвергается предварительной рафинировкѣ, теряетъ большую часть Si, C и Mn, затѣмъ переливается въ одну 3 хъ мартеновскихъ основныхъ 35 t печей въ которой заканчивается рафинировка.

Выгоды метода двойной рафинировки сравнительно съ ординарной слѣдующія: 1) количество плавокъ въ теченіи 6 дней повысилось съ 15 до 29, 2) расходъ горючаго понизился съ 35% на 25%. Кривыя (фиг. 14) изображаютъ производство стали въ четырехъ странахъ являющимися главными производительницами въ теченіи послѣднихъ 24 лѣтъ. Кривыя даютъ представленіе о громадномъ ростѣ производства стали въ этотъ промежутокъ, а также превосходство Германіи надъ Англійей начиная съ 1893 года; въ кривой Соединенныхъ Штатовъ замѣчается также пониженіе производительности во время кризиса 1909 г., которой слегка отозвался и въ другихъ странахъ.



Фиг. (14). Производство стали въ милліонахъ тоннъ съ 1890 года по 1914 годъ.

Что касается диаграммы (фиг. 15), то кривыя даютъ ясное представленіе о % ростѣ мартэновскаго производства съ 1890—1914 г. въ районѣ, гдѣ чистыя руды истощаются и фосфористыя руды не пригодны для полученія томасовскаго чугуна.



Фиг. (15). Процентная диаграмма мартэновской стали съ 1890—1914 годъ.

Заключение. Вопросъ, будетъ ли въ дальнѣйшемъ увеличиватся ростъ мартэновскаго производства, можно рѣшить въ положительномъ смыслѣ. Благодаря новѣйшимъ методамъ скорыхъ реакцій, которая были такъ удачно примѣнены, мартэновскимъ способомъ можетъ быть полученъ любой сортъ стали какъ рыночной, такъ и специальной, спросъ на которую быстро возрастаетъ.

Ретортный же способъ производства, даетъ исключительно сталь, не подлежащую строгой приемкѣ. Сталь высокаго сопротивленія обязательно должна изготовляться либо мартэновскимъ, либо электрическимъ способами. Требования на такую сталь растутъ, благодаря смѣлости сооруженія современныхъ построекъ и современнымъ требова-

ніямъ желѣзныхъ дорогъ, которыхъ прежнія условія приемки не удовлетворяютъ.

Другой плюсъ въ пользу мартэнованія, это вопросъ сырья. Залежи руды, пригодной для плавки на ретортный чугунъ, ограничены. Залежи такъ называемой ретортной руды Верхняго Озера, Кумберленда и Бильбао истощаются. Лотаринскія фосфористыя руды, несмотря на мощность ихъ залеганія, не принадлежатъ къ числу распространенныхъ на земномъ шарѣ. Въ большинствѣ рудъ фосфора либо недостаточно, либо онъ распределенъ не равномерно, благодаря чему онѣ не пригодны для плавки на томасовскій чугунъ. Даже въ странахъ, гдѣ исключительно распространено томасированіе, внѣдрилось хотя и въ скромныхъ размѣрахъ мартэнованіе для переработки обрѣзковъ и скрапа; болѣе мелкіе заводы съ сравнительно незначительнымъ производствомъ, которымъ не по средствамъ построить у себя томасъ или бессемеръ, должны будутъ прибѣгнуть къ постройкѣ мартэновскихъ печей, чтобы имѣть сталь для собственныхъ нуждъ.

Хотя приготовленіе стали по способу Мартэна и возрастаетъ, но изъ этого не слѣдуетъ, что мартэновская сталь можетъ со временемъ совершенно вытѣснить ретортную. Производство рыночной стали, въ большихъ массахъ, продувкой сжатого воздуха черезъ расплавленный чугунъ, настолько простъ и рационаленъ и настолько выгоденъ въ экономическомъ отношеніи при массовомъ производствѣ, что исчезнуть онъ можетъ тогда, когда исчезнетъ подходящій чугунъ; вѣрнѣе до этого не допустить, и реторта будетъ служить дополненіемъ къ мартэновской печи. Процессъ будетъ начинаться ретортнымъ способомъ, а окончательная рафинировка будетъ заканчиваться въ мартэновской печи, несмотря на увеличеніе угара и стоимости установки. Между обоими способами, вѣроятно, возникнетъ правильное отношеніе.

Что касается производства стали высокихъ качествъ, то, казалось, мартэновская печь встрѣтила сильнаго конкурента въ электрической печи. Разумѣется при исключительно благоприятныхъ условіяхъ: близость водопада, центральной электрической станціи, наличности газовыхъ моторовъ при доменномъ и сталелитейномъ производствахъ, однимъ словомъ, всѣхъ условіяхъ, способствующихъ дешевизнѣ тока, возможно будетъ имѣть электро-

сталь по доступной цѣнѣ, которая будетъ все-таки выше цѣны мартеновской стали, и незначительное повышение качества стали не окупится разницей цѣнѣ, такъ что возможность конкуренціи отпадаетъ сама собой.

Вѣроятно, что производство электростали вытѣснить тигельную въ странахъ гористыхъ, ибо въ обоихъ способахъ производства устранено дѣйствіе атмосферы. Въ большихъ же заводахъ, расположенныхъ на равнинахъ, электрическая печь будетъ служить дополнительно-рафинировочной, при необходимости получения стали весьма высокаго сопротивления, благодаря высокой температурѣ печи.

Заканчивая эту монографію мартеновской стали, слѣдуетъ еще удѣлить нѣсколько строкъ изобрѣтателю. Мысль обезуглероживанія чугуна добавленіемъ обрѣзковъ желѣза впервые пришла Реомюру въ 1722 году. Многие инженеры въ началѣ текущаго столѣтія старались осуществить ее практически въ отражательной печи, но успѣха не достигли. Хассенфранц упоминаетъ, что въ 1812 г. двѣ печи съ этою цѣлью были построены въ Англіи, но плавки въ нихъ потерпѣли неудачу. Въ 1824 году въ „Annales des Mines“ упоминается про безрезультатныя попытки Бреана. Въ 1845 г. Маршалль Хэтъ беретъ патентъ на изготовленіе стали въ отражательной печи нагрѣваемой окисью углерода. На практикѣ способъ этотъ потерпѣлъ фіаско, равно какъ патенты Стирлинга (1824 г.) и Бессемера (1855 г.). Эксплоатація патентовъ Сюра въ Монтеррѣ и полковника Александра Вильнева въ Рюэлли тоже была неудачна, вслѣдствіе неумѣнія подобрать достаточно огнеупорные матеріалы.

Въ 1856 году Вилльямъ Сименсъ примѣнилъ къ отражательной печи изобрѣтеніе брата своего Фридриха (рекуперацию), которая давала возможность экономическаго получения высокой температуры. Лешателье (Людвигъ) въ своемъ докладѣ указывалъ, что эта комбинація является единственнымъ способомъ получения стали на поду отражательной печи и въ 1863 году былъ взятъ патентъ на имя О-ва Буанъ Рамбургъ и К^о, причемъ Лешателье указалъ съ замѣчательной точностью варианты, которымъ надо слѣдовать.

Совмѣстно съ Сименсомъ онъ убѣдилъ О-во начать опыты на заводахъ Монлюсонъ. Благодаря несовершенству матеріаловъ (неравномѣрному расши-

ренію кирпичей), а также противорѣчій между инженерами, печь послѣ мѣсячной работы развалилась 28-го августа 1863 года. Въ этомъ же году Пьеръ Мартэнъ совмѣстно съ своимъ братомъ купилъ у Сименса право на пользованіе рекуперацией заводу Сирейль. Благодаря большой эрудиціи и практикѣ; онъ подготовилъ своихъ рабочихъ пудлинговщиковъ къ новому дѣлу, рассчиталъ количество воздуха потребное какъ для процесса, такъ и сохраненія печи, испыталъ огнеупорные матеріалы, причемъ далъ предпочтеніе динасу, подготовилъ подходящее для плавки сырье, такъ-что въ концѣ 1867 года старанія его увѣнчались полнымъ успѣхомъ, такъ-что послѣ нѣсколькихъ лѣтъ методической и упорной работы и денежныхъ затратъ, онъ могъ послать на парижскую выставку образцы стали однородной и безъ пороковъ, полученной заводскимъ способомъ на поду отражательной печи. Не подлежитъ сомнѣнію, что Мартэнъ воспользовался изобрѣтеніемъ Сименса (рекуперацией) и строго придерживался указаній въ докладѣ Лешателье, но его заслуга заключается въ практическомъ осуществленіи получения стали на поду отражательной печи, надъ которымъ работали продолжительное время и безрезультатно другіе инженеры.

Его патенты, возможно слишкомъ многочисленныя, хотя и не содержатъ новаго, но заключаютъ массу цѣнныхъ указаній, принадлежащихъ ему лично. Его конкуренты не давали себѣ отчета въ этихъ деталяхъ. В. Сименсъ съ нѣмецкимъ самоувереніемъ, которое не могло поборотъ его долговременное пребываніе въ Англіи, пишетъ Сименсу и Гальске въ Берлинъ въ 1868 году: „Мартэнъ взялъ нѣсколько патентовъ на нѣсколько пустячныхъ пріемовъ во время операций: состава желѣза спеціальнаго качества и шлаки предохраняющіе ванну. Онъ дѣлаетъ большой шумъ около своего процесса, купивъ у меня право пользованія моимъ изобрѣтеніемъ; я съ своей стороны занимаюсь этимъ вопросомъ и достигъ гораздо лучшихъ результатовъ въ Больтонѣ (Буимингамъ) безъ употребленія шлаковъ; полоса желѣза или старого рельса раскаленная до бѣла, соприкасаясь съ ванной таетъ какъ сахаръ въ водѣ“. Фактъ тотъ, что Сименсъ въ это время не достигъ никакихъ результатовъ, тогда какъ Мартэнъ уже достигъ своей цѣли благодаря упорству въ трудѣ и знанію ремесла.

Интересно сравнить судьбу двух гениальных людей Бессемера и Мартэна, работавших одновременно, преслѣдовавшихъ одну цѣль разными путями. Бессемеръ съ замѣчательнымъ интеллектомъ изобрѣтателя, соединялъ еще практической взглядъ пріобрѣтенный въ небольшой словолитнѣ своего отца. Съ юныхъ лѣтъ онъ изучалъ массу специальностей: медальерное искусство, тиснение бархата, словолитное искусство, изготовленіе почтовыхъ марокъ, механическое изготовленіе металлическихъ порошковъ для бронзирования, приготовленіе оптическихъ стеколъ, накладку зеркалъ, выжимку сахарного тростника, изготовленіе желѣзнодорожныхъ тормозовъ, работала надъ постройкой судовъ не причиняющихъ морской болѣзни („Revue de Metallurgie“ 1910 годъ (Лешателье)). Бессемеръ занялся изготовленіемъ стали совершенно случайно. Во время крымской войны онъ предложилъ Наполеону III изобрѣтенный имъ крыльчатый снарядъ, нѣчто вродѣ траншейной торпеды. Военная комиссія дала отзывъ, что ни одна изъ существующихъ пушекъ не выдержитъ стрѣльбу такимъ снарядомъ.

Бессемеръ обязался сдѣлать необходимую пушку. Желая улучшить качество чугуна, онъ сталъ сквозь жидкій чугунъ продувать воздухъ. Первые испытанія, произведенныя имъ въ 1856 году, увѣнчались успѣхомъ, благодаря тому, что случайно былъ взятъ для операціи чистый шведскій чугунъ, когда же операцію стали вести на английскихъ чу-

гунахъ, Бессемера постигла полная неудача, но онъ не смутился, продолжалъ опыты, пока не узналъ какого рода чугунъ пригоденъ для успѣшной операціи. Энергія Бессемера устранила всѣ препятствія, благодаря чему онъ нажилъ большое состояніе, получилъ титулъ и почести отъ своего правительства и заслужилъ уваженіе всего міра.

Пьеръ Мартэнъ былъ прежде всего профессиональный инженеръ большихъ достоинствъ, крупныхъ знаній и специалистъ своего дѣла; онъ какъ будто угадывалъ всѣ неизвѣстныя дотолѣ реакціи. Читеніе его патентовъ указываетъ, какое важное значеніе онъ придавалъ: шлаку, футеровкѣ и добавочнымъ матерьяламъ. Благодаря упорной и методической работѣ, онъ практически осуществилъ извѣстныя идеи. Защищаться онъ не умѣлъ; вовлеченный въ многіе судебные процессы и постоянно безпокоимый своими конкурентами Сюдромъ и Бераромъ, онъ предпочелъ ступешаться, уѣхавъ на многіе годы въ Нievръ. Къ счастью въ послѣдніе годы его жизни о немъ вспомнили. Комитетъ прокатныхъ Франціи взялъ на себя инициативу вызвать Мартэна и воздать ему должное. Въ 1912 году ему былъ врученъ съ церемоніей крестъ почетнаго Легіона министромъ публичныхъ работъ Мильераномъ, а „Iron and Steel Institute“ присудилъ ему высшую свою награду: бессемеровскую медаль.

Горн. инж. *Тумановъ*.

Новый доменный и сталелитейный заводъ „Minnesota Steel Company“, въ Делесѣ (Duluth) (Соединенные Штаты).

(Переводъ съ французскаго).

Соединенные Штаты въ теченіи послѣднихъ 20 лѣтъ заняли первенствующее положеніе въ желѣзодѣлательной промышленности.

Въ 1912 году мировое производство чугуна было 75.000.000 тоннъ, изъ коихъ 30 мил. тоннъ падало на долю Соединенныхъ Штатовъ, 18 мил. на долю Германіи, 10 милл. на долю Англій и 5 милл. на долю Франціи.

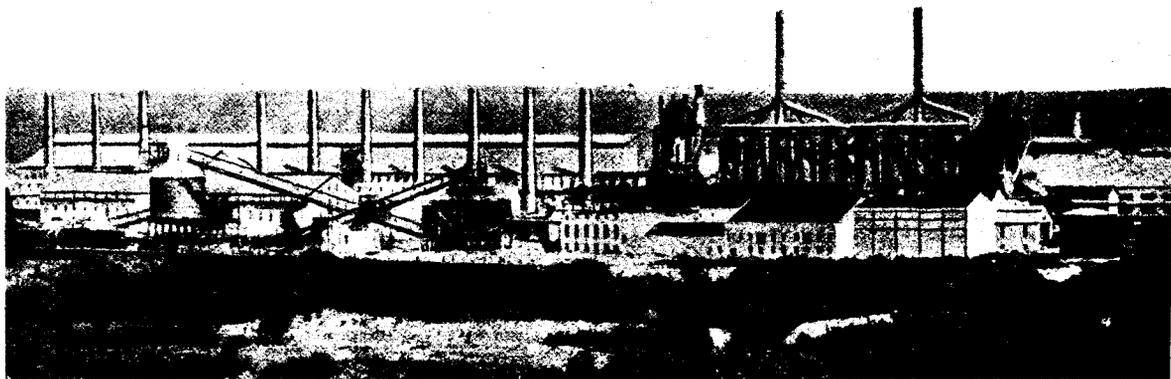
Въ началѣ текущей войны американская желѣзодѣлательная промышленность упала, но благодаря

обилію послѣдовавшихъ затѣмъ заказовъ воюющихъ державъ, она быстро возросла, такъ что въ октябрѣ 1915 г. она достигла до 100.822 тоннъ въ день, что соотвѣтствуетъ 3.125.491 тоннъ въ мѣсяць. Въ концѣ 1915 года дѣйствовало 276 доменныхъ печей, производительность которыхъ соотвѣтствуетъ 37.500.000 тоннъ въ годъ. Большинство этихъ доменныхъ печей современной конструкціи и большой емкости, изъ нихъ первое мѣсто принадлежитъ печамъ завода „Minnesota Steel Company“

въ Делесѣ. Заводъ этотъ спроектированъ въ 1906 г., приступлено къ его постройкѣ въ 1907, работа велась медленно и окончена только теперь. Строители постарались ввести всѣ новѣйшія усовершенствованія въ производствѣ.

Первоначальный проектъ былъ расширенъ и улуч-

шенъ, благодаря чему первоначальная смѣта съ 6 милл. долларовъ увеличилась до 16 милліоновъ. Заводъ этотъ представляетъ замѣчательный образецъ современнаго большого металлургическаго завода, а потому интересно познакомиться съ его устройствомъ русскихъ металлурговъ.



Фиг. 1. Общее расположеніе доменныхъ и сталелитейныхъ печей.

Общее описаніе. Заводъ въ Делесѣ расположенъ на берегу Верхняго озера въ штатѣ Миннесота, имѣетъ двѣ домны съ производительностью чугуна въ 500 тоннъ въ сутки каждая, батарею изъ 90 коксовыхъ печей общей производительностью въ 1000 тоннъ въ сутки, 10 семидесяти пяти тоннныхъ Мартеновскихъ печей, прокатныя для рельсъ и разныхъ профилей стали; производительность ея 350.000 тоннъ въ годъ. Первый выпускъ чугуна былъ сдѣланъ 1 декабря 1915 года, первая болванка была прокатана 15 декабря того же года.

Характерны для завода прочность зданій и установокъ, а также мѣры принятыя для предохраненія установокъ отъ зимней стужи, которая въ этомъ районѣ бываетъ значительною.

Доменные печи. Разстояніе между осями обѣихъ печей 110 метровъ. Воздухонагрѣвательныя

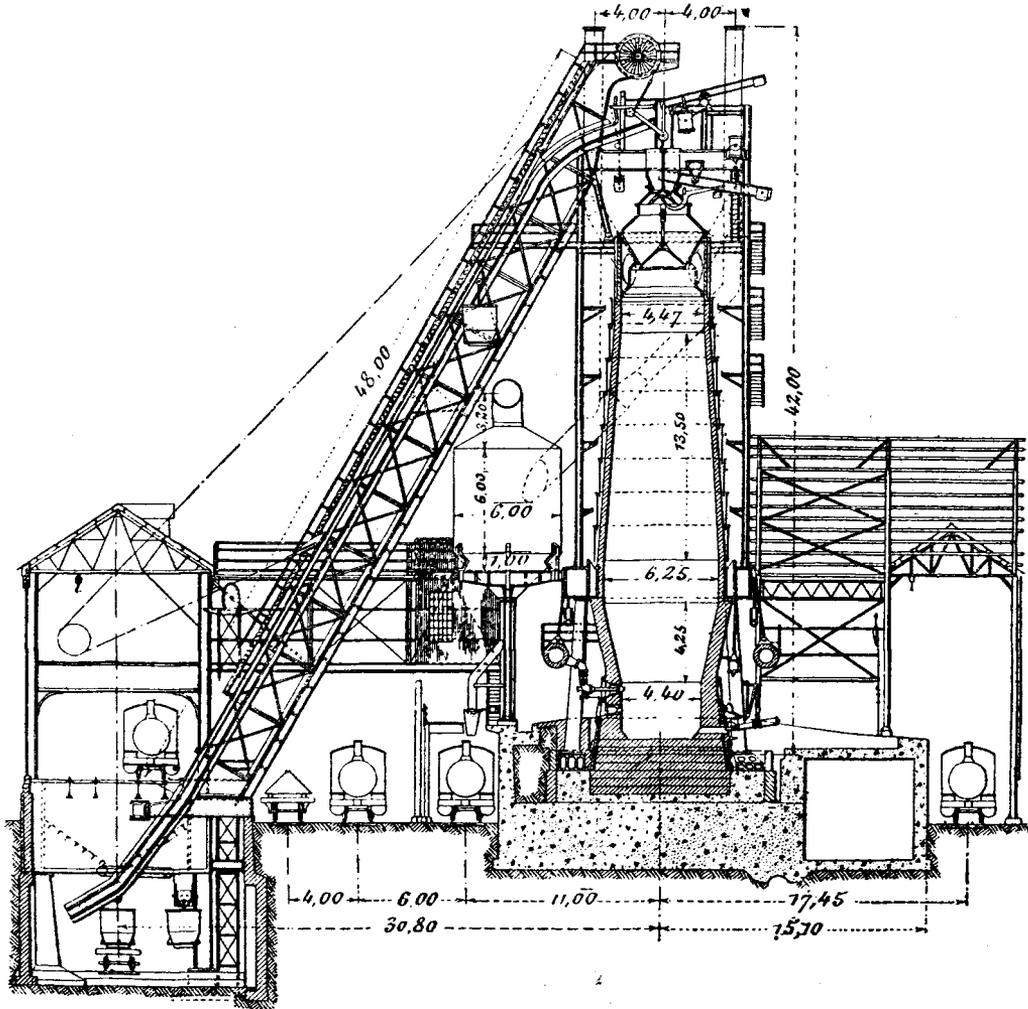
аппараты, въ числѣ 5 для каждой домны, расположены между печами.

Высота доменной печи 27 метровъ, діаметръ распора 6,25 метра, діаметръ горна 4,40 метра уклонъ заплечиковъ 77,5°. Шахта расположена на 6 чугунныхъ колонахъ. У основанія колонны разставлены по кругу діаметра, 10 метровъ, у вершины 9 метровъ. Фурмъ 12. Кладка шахты тонкая толщиной 0,4 метра, охлаждается водой. Шахта стянута 8 кольцами изъ листовой стали, составляющихъ обшивку, которая предохраняетъ кладку отъ сырости, а также регулируетъ токъ воды. Трубочный колошниковый аппаратъ системы Нюреланда покоится на чугунномъ кольцѣ состоящемъ изъ 8 частей и охлаждаемаго водой.

Колошниковый подъемъ наклонный 61° опирается на ферму печи. Ферма служитъ для

закрѣпленія кожуха изъ волнистаго желѣза въ который заключена печь. Кожухъ предохраняетъ печь отъ охлажденія. Вагонетки служащія для нагрузки печи имѣютъ емкость 5,6 куб. метра и могутъ вмѣстить 7250 кг руды или 5000 кг флюса. Спускомъ колошъ управляютъ изъ будки находящейся на рудной площадкѣ.

Каждая домна имѣетъ два шлаковыхъ выпускныхъ отверстія расположенныхъ на 120° одно отъ другого. Шлакъ выпускаютъ въ грануляціонныя ямы емкостью каждая 425 куб. метровъ гранулированный шлакъ идетъ на приготовленіе шлаковаго цемента и шлаковыхъ кирпичей въ рядомъ расположенный заводъ.



Фиг. 2. Вертикальный разрѣзъ доменной печи.

Колошниковый газъ отводится четырьмя трубами въ вертикально стоящій цилиндръ діаметровъ 6 метровъ въ которомъ осаждается крупная пыль; изъ

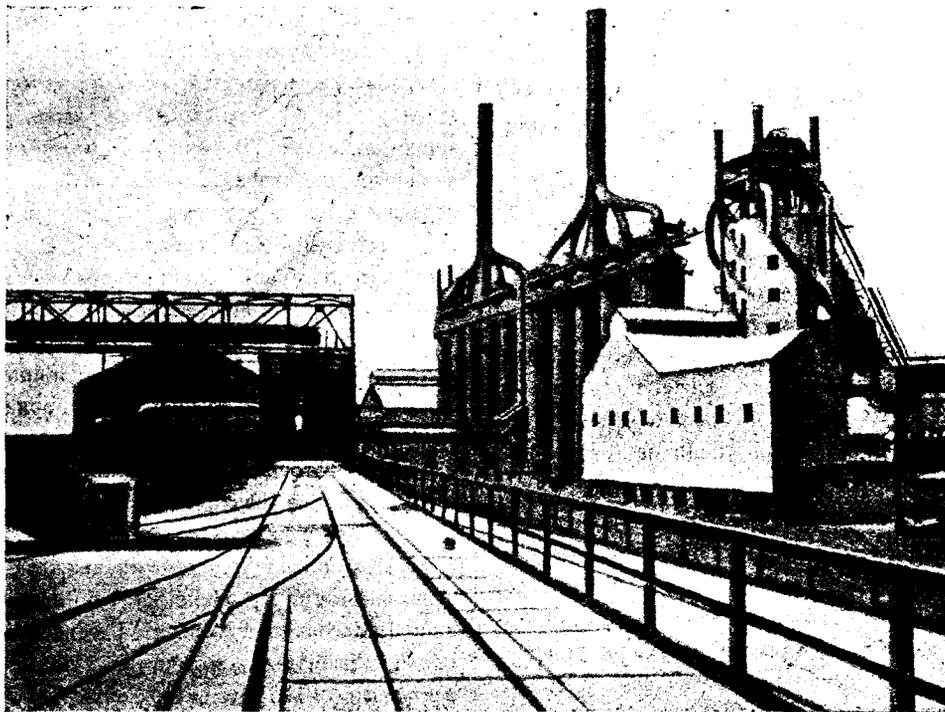
него поступаетъ въ очиститель Брассера діаметромъ 3 метра. Газъ предназначенный для питанія газовыхъ двигателей очищается въ батареѣ аппаратовъ

Эриста, откуда онъ выходитъ совершенно свободный отъ колошниковой пыли.

Воздухонагрѣвательные аппараты. Для противодѣйствія низкой температурѣ зимы, каждая доменная печь обслуживается 5 аппаратами усовершенствованной системы Массика—Крука—Клюра. Высота аппарата 31 метръ; а внутренній діаметръ 6,8 метра. Кладка изъ спеціального волнистаго кир-

пича съ волнистой поверхностью площади нагрѣва 6,300 квадрат. метра.

Каждая батарея изъ 5 аппаратовъ имѣетъ центральную трубу діаметромъ 2,9 метра съ которой аппараты соединяются какъ показано на (фиг. 1 и 3) Домны были пущены въ ходъ при наличности 4 аппаратовъ.



Фиг. 3. Общій видъ доменныхъ печей и воздухонагрѣвательныхъ аппаратовъ.

Коксовые печи. Система печей „Coopers“, батарея состоитъ изъ 90 печей. Уголь доставляется изъ Питсбурга и Покаонта вагонами съ откиднымъ дномъ. Рельсовый путь поднимается къ ящикамъ, гдѣ уголь выгружается.

Ящики посредствомъ канатной передачи подвозятся сначала къ дробилкамъ Брадфорда, откуда сыпается въ ящики емкостью въ 150 тоннъ и еще разъ перемалывается въ дробилкахъ Вилліамса, откуда поступаетъ въ ящикъ-меланжёръ, раздѣленный на 4 отдѣленія емкостью въ 250 тоннъ

каждое. Въ меланжёрѣ оба сорта угля смѣшиваются въ установленной пропорціи смѣсь поднимается въ резервуаръ емкостью 2100 тоннъ, который расположенъ надъ батареей. Нагрузочные аппараты обыкновеннаго типа и приводятся въ движеніе электрическимъ токомъ.

Камеры коксовыхъ печей имѣютъ размѣры: длина 12 метровъ, высота 3, а ширина 5—6 метра. Нормальная нагрузка камеры 12,750 тоннъ угля; выжигается 10 тоннъ кокса. Батарея обслуживается двумя выталкивателями системы „Morgan Enginee-

ging C⁰⁰, которыми тоже управляются двери печи. Двери со стороны выхода кокса приводятся въ движеніе мостовымъ краномъ, который служитъ для подвозки ящиковъ съ глиной для обмазки печей. Вмѣстимость ящика 360 kg.

Газы коксовыхъ печей отводятся въ галерею расположенную вдоль баттарей. Галерея идетъ съ постепеннымъ уклономъ къ фабрику переработки побочныхъ продуктовъ. Въ галереѣ находится особое устройство, которое препятствуетъ скопленію пыли препятствующей свободному току газа. (Фиг. 4 табл. I).

Вытолкнутый изъ камеры готовый коксъ охлаждается на платформахъ, которыя по охлажденіи его сцѣпляются и подводятся локомотивомъ къ станціи, гдѣ онъ подвергается грохоченію.

Станція для грохоченія кокса длиною 12,5 метра вмѣщаетъ 4 грохота шириною 2,25 метра каждый; на нихъ изготовляются два сорта кокса: доменный и лигтейный; грохота установлены на спускѣ, по которому коксъ движется собственнымъ вѣсомъ для нагрузки въ вагоны, стоящіе на двухъ путяхъ расположенныхъ на 10 метровъ ниже подъѣздныхъ путей. Расположеніе грохотовъ таково что нагрузка можетъ производиться безразлично на одинъ или другой путь.

Шалелитейная. Зданіе сталелитейной имѣетъ 300 метровъ длины, ширина 45 метровъ (нагрузочная 23,5 метра и литейная 19,5 метра) (фиг. 2 таб. I). Къ главному зданію прилегають нѣсколько зданій для вспомогательныхъ установокъ, разрѣзъ которыхъ представленъ (на фиг. 2 таб. I). Главное зданіе было спроектировано на десять 75 тонныхъ мартеновскихъ печей съ разстояніемъ между осями 25,6 метра, но до сихъ поръ построено только 7 печей. Газъ для печей готовится въ двухъ баттарейхъ генераторовъ, изъ коихъ одна состоитъ изъ 10, другая изъ 8 генераторовъ. Теряющимся жаромъ каждой мартеновской печи нагревается одинъ котель. Къ главному зданію прилегають зданіе съ двумя меланжѣрами изъ которыхъ готовъ одинъ въ 600 тоннъ.

Сталелитейная соединена съ доменными печами наклонными рельсовыми путями поднимающимися на уровень нагрузочной площади.

Пути не проникають въ зданіе сталелитейной, продолженіе ихъ составляютъ воздушные пути иду-

щіе надъ ящиками съ рудой, флюсомъ, доломитомъ и другими матеріалами необходимыми для плавки.

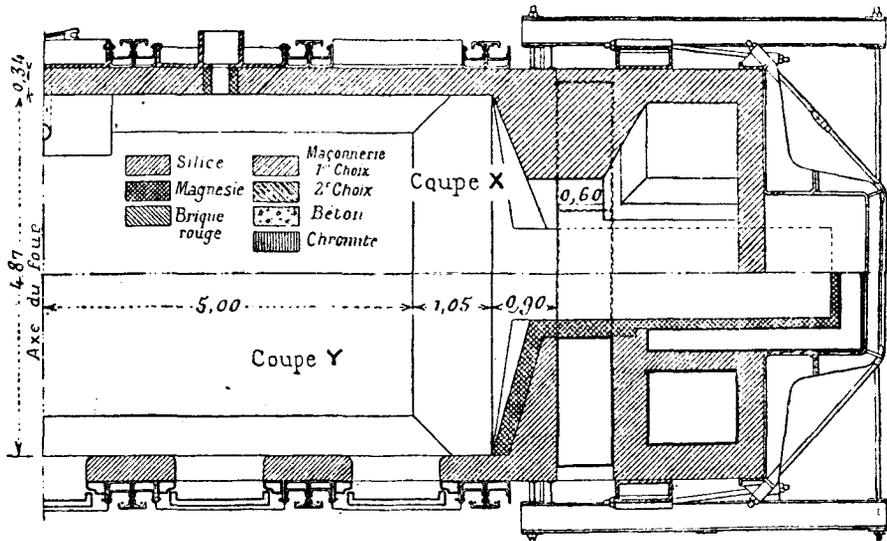
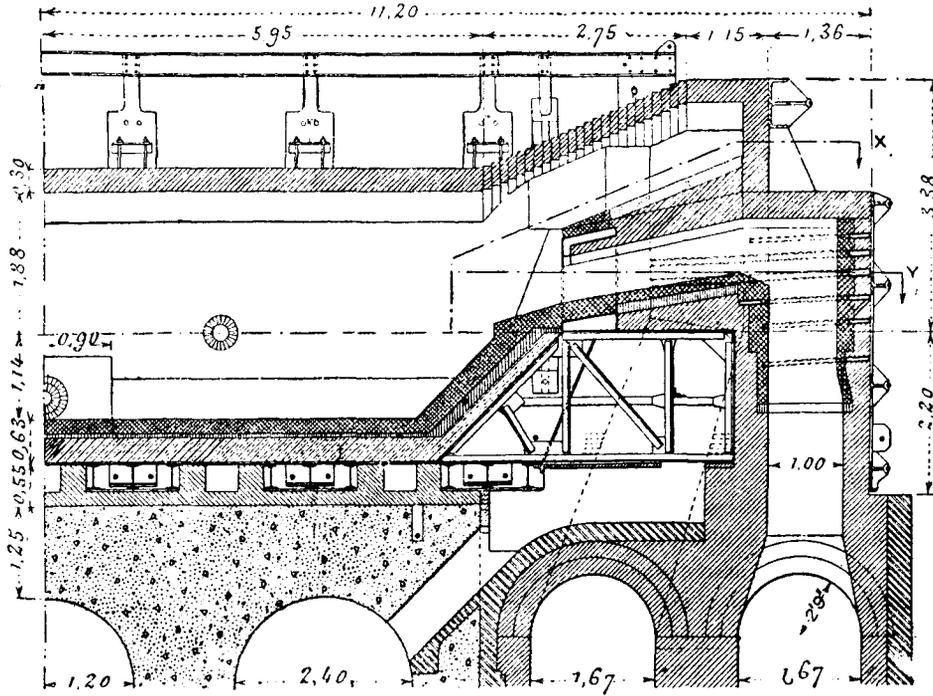
Подъ воздушными путями расположены обыкновенные рельсовые пути на уровнѣ почвы, подводящіе сырье, которое при посредствѣ крана перегружается въ нагрузочные ящики.

Рядомъ съ главнымъ зданіемъ прилегають къ ящикамъ и соответственнымъ имъ путямъ, магазинъ или складъ длиною 133 метра и шириною 24,4 метра. Въ этомъ складѣ на уровнѣ нагрузочной площадки печей, находится платформа съ рельсовыми путями служащими для подвоза вагоновъ съ сырьемъ. Подъ воздушными путями, которые отдѣляютъ складъ отъ генераторовъ, находятся пути, по которымъ подвозится уголь. Съ этихъ путей уголь подается въ ящики емкостью 70 тоннъ, изъ которыхъ помощью двойного элеватора, и транспортѣра съ канатной передачей, перегружается въ нагрузочные ящики расположенные надъ генераторами. Эти ящики сдѣланы изъ листовой стали и обложены бетономъ толщиной въ 8 сантиметровъ.

Генераторы системы Гюжъ (Hughes) съ механической загрузкой; подъ баттарей проведенъ туннель съ рельсовымъ путемъ для уборки золы.

Отработанные газы мартеновской печи, прошедшіе регенераторы идутъ еще подъ паровой котель, дѣйствіемъ тяги вентилятора Стуртеванта, который имѣется при каждомъ котлѣ. Размѣръ вентилятора 1,5 метра; приводится онъ въ движеніе турбиной. Трубы—бетонныя, діаметра 1,5 метра, форсунки типы Биркгольдъ и Тербекъ. Регенераторы имѣють большіе размѣры: воздушный—2100 квадр. метр., а газовый—1406 кв. метр. поверхности нагрева. Объемъ насадки воздушнаго рекуператора 150 куб. метр., тогда какъ въ другомъ типѣ печей, напр Хари—98 куб. метр.

Размѣры каждой мартеновской печи фиг. (4): длина пода 12,2 метра, ширина 4,9 метра, высота надъ подомъ 3 метра, радіусъ кривизны пода 7,3 метра, толщина набойки 0,3 м. Арматура печи очень солидная. Дверцы печи съ охлажденіемъ по системѣ Кнокса, управляются электрическимъ токомъ. Нагрузочная машина типа Моргана. Печи построены такъ, что доступъ къ нимъ со всѣхъ сторонъ, особенно со стороны выпуска вполне свободенъ. Нагрузочная площадка обслуживается 100 тонными мостовыми кранами, литейная 150 тонными, а меланжеры 75 тоннымъ.



Silice — кварц
 Magnesie — магнезит
 brique rouge — красный кирпич
 maçonnerie 1-г choix — кладка 1-го сорта
 maçonnerie 2-е choix — кладка 2-го сорта
 beton — бетон
 chromite — хромистый желѣзняк
 axe du four — ось печи
 coupe — разрьѣзъ

Фиг. (4). Вертикальный и горизонтальный разрьѣзъ мартеновской печи завода Делесъ.

Центральная станція. Моторная сила исключительногазовая; станція оборудована: динамо въ 3000 kw, которыя приводятся въ дѣйствіе газовыми моторами Аллисъ—Шальмера въ 4200 паров. лошадей даютъ напряженіе тока 6000 вольтъ, которое на шести подстанціяхъ трансформируется въ 440 – 220 и 110 вольтъ. Кромѣ того имѣется пять воздуховокъ типа „Bethlehem“ которыя работаютъ отъ газовыхъ моторовъ силою 2200 лошадей каждый. Каждая воздуходувка даетъ въ минуту 24000 кубич. метровъ воздуха. Мощность всей станціи приблизительно 29000 паровыхъ лошадей, которые поглощаютъ все количество газа, неиспользованнаго воздухо-нагрѣвательными аппаратами, когда они всѣ въ ходу. Каждая домна даетъ приблизительно въ минуту 1400 куб. метра газа или 170.000 куб. метровъ въ часъ дня двухъ дѣйствующихъ аппаратовъ изъ которыхъ 60% или 102.000 куб. метровъ необходимы для дѣйствія газовыхъ машинъ. Максимумъ центральная станція могла бы израсходовать 84000 куб. метровъ.

При пускѣ въ ходъ завода, центральная станція работала на газѣ генераторовъ, который затѣмъ послѣдовательно замѣнили доменнымъ газомъ.

Заводъ имѣетъ только 4 паровыхъ котла каждый въ 400 силъ, исключая тѣхъ которые отапливаются теряющимся жаромъ мартеновскихъ печей. *Прокатная.* Въ литейномъ дворѣ сталелитейной находится три платформы на которыхъ стоятъ изложницы, для отливки болванокъ. По этимъ же путямъ болванки отправляются въ печи Питса (фиг. 1 таб. I) находящіяся около прокатнаго зданія. Зданіе нагрѣвательныхъ печей имѣетъ 120 мет. въ длину и 129 метровъ въ ширину. Болванки захватываются кранами-стрипперами Моргана и помѣщаются въ одну изъ четырехъ калильныхъ печей; каждая печь раздѣлена на 4 камеры, затворы которыхъ приводится въ движеніе токомъ. Каждая камера вмѣщаетъ 6, такъ что сразу можно накалить 96 болванокъ. Печи нагрѣваются газомъ генераторовъ, находящихя въ отдѣльномъ зданіи.

Вслѣдъ за калильными печами находится блюмингъ. На фиг. (1, таб. I) показано расположеніе разныхъ становъ и пути, которые ихъ соединяють. Блумы рѣжутся на куски длиною 5 метровъ электрическими ножницами Моргана, затѣмъ пере-мѣщаются рипперами къ другимъ станамъ и къ

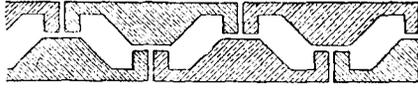
рельсовому, или, либо измѣнивъ на поворотномъ кругѣ направленіе на 90° пере-мѣщаютъ блумы къ сварочнымъ печамъ. Эти печи въ числѣ трехъ нагрѣваются генераторнымъ газомъ и снабжены рекупераціей (фиг. 3 таб. I). Каждая изъ нихъ обслуживается гидравлическимъ загрузчикомъ, который беретъ заготовку у рипперовъ поднимаетъ ее въ уровень роста рабочихъ и загружаетъ въ печь. Съ противоположной стороны печи имѣется такое же приспособленіе, которымъ заготовки вынимаются и либо направляются къ рельсовому, либо къ сортовымъ станамъ. При нормальномъ ходѣ со всѣми заготовками поступаютъ одинаково.

Прокатные станы приводятся въ движеніи паровыми машинами современныхъ типовъ. Блюмингъ работаетъ отъ реверсивной машины двойного расширения, Аллисъ Шальмеръ. Диаметръ цилиндровъ: 1,015 метра, и 1,675 м., ходъ поршня 1525 метра, мощность 6000 пар. л. число оборотовъ въ одну минуту 88. Моторъ, обслуживающій блюмингъ гидравлическій. Станъ 0,70 метра движется отъ электрическаго мотора переменнаго тока Вестингауза мощностью 6000 лошадей. Моторъ этотъ находится въ особомъ помѣщеніи моторовъ между рельсовымъ и сортовыми станамъ, тамъ-же находится моторъ въ 3000 силъ стана 0,40 метра. Первый моторъ при посредствѣ жесткой передачи приводитъ въ движеніе серію становъ составляющихъ продолженіе стана 0,70, второй моторъ при помощи гибкой передачи и осей расположенныхъ надъ угломъ двигаетъ стано 0,40.

На продолженіи линіи становъ находится 5 пиль рѣжущихся въ горячемъ состояніи профиля прежде чѣмъ ихъ отправить на площадки для остыванія. Длина площадокъ 53 метра, ширина 34,50 метра. Послѣ остыванія профиля отправляются рипперами въ отдѣлочныя отдѣленія. Устройство площадокъ для остыванія, рѣзки и правки обыкновеннаго типа.

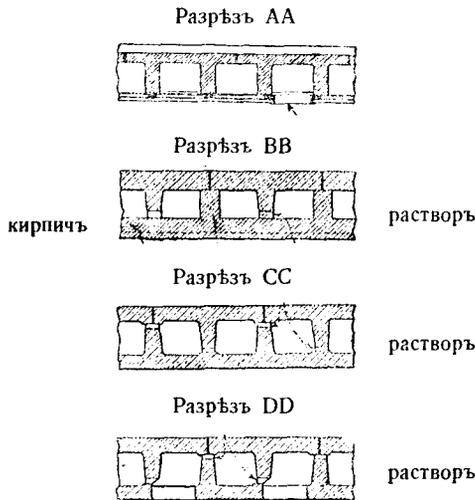
Разныя постройки и дома для рабочихъ и служащихъ. Всѣ каменные строенія завода сдѣланы изъ бетона, приче-мъ формовка его происходила на мѣстѣ, благодаря чему кладка его получилась весьма экономическая. Бетонъ формировался отдѣльными глыбами профиль и сборка которыхъ указана на (фиг. 6). Такимъ образомъ получились стѣны солидныя съ изоляціей. Такъ какъ районъ Делестъ былъ бѣденъ населеніемъ, то чтобы привлечь рабочихъ пришлось имъ дать удобства, для чего

„Minnesota Steel Co“ построила поселокъ подъ названіемъ „Morgan Park“ состоящій изъ 200 домовъ для рабочихъ и служащихъ. Дома 15 разныхъ типовъ, что разнообразитъ поселокъ.

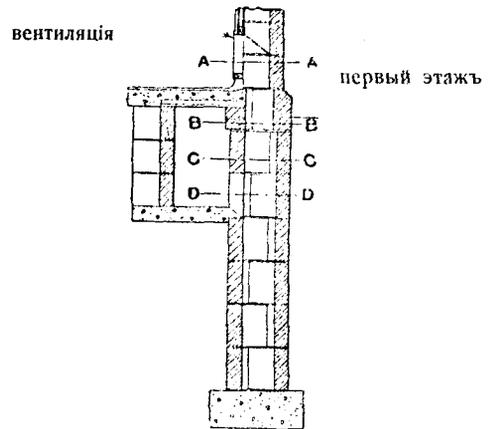


Фиг. (5). Разрѣзь стѣны заводскаго здания показывающаго расположеніе бетонныхъ камней.

Служащіе живутъ въ особнякахъ. Особняки состоятъ изъ 5 или 8 комнатъ. Семейные рабочіе живутъ въ 4 квартирныхъ домахъ. Въ каждой квартирѣ 4 комнаты. Холостяки живутъ въ большихъ домахъ съ небольшими отдѣльными комнатами, въ нихъ же помѣщаются и общежитія. При постройкѣ этихъ домовъ широко пользовались кирпичами шлакового цемента — образной формы, что позволяло дѣлать стѣнки широкими и изолированными отъ холода (фиг. 6) показываетъ расположеніе этихъ кирпичей. Толщина стѣны подвального



Фиг. (6). Разрѣзь стѣны дома для рабочихъ въ Морганъ-паркѣ.



помѣщенія составляется изъ двухъ агломератовъ, наружная изъ одного. Внутренняя стѣна штукатурится на обшивкѣ. Пустоты въ стѣнахъ могутъ служить какъ для отопления такъ и вентиляціи. Стоимость построекъ 975000 долларовъ. Въ отношеніи руды заводъ поставленъ въ весьма благоприятныя условія; мѣсторожденія ея находятся на берегу Верхняго озера, и подвозка производится водой. Нельзя сказать того-же относительно угля, который получается изъ Питсбурга.

Мѣстомъ сбыта предполагался сѣверо-западъ Соединенныхъ Штатовъ, удаленной отъ металлургическихъ центровъ. Въ виду того, что рынокъ этой мѣстности еще земледѣльческой, то въ ожиданіи перемѣны рынка, сбывать можно продукты производства на югъ и юго-западъ, благодаря благоприятнымъ тарифамъ желѣзныхъ дорогъ, прилегающихъ къ Делесу.

Горн. инж. *Тумановъ.*

Задачи рационального использования угля.

(Краткое изложение доклада в Society of Chem. Industry, New Castle Sect. 16 Feb. 1916).

Значение угля в общественной жизни и промышленности настолько значительно и настолько общеизвестно, что в этом направлении едва ли предстоит надобность говорить. Вопрос же о задачах рационального использования угля полон жизненного интереса; если из 200 мил. тонн, расходуемых в год Великобританией, половина могла бы быть сохранена, то это, конечно, было бы равносильно значительному увеличению благосостояния страны в суммѣ, эквивалентной стоимости 100 мил. тонн. Нельзя однако жить только текущим моментом: уголь нужен также и грядущим поколениям, и потому бесполезная трата этого ценного вещества — тяжелая послѣдствиями ошибка по отношению к потомкам. Если с другой стороны промышленная страна должна быть обеспечена дешевым топливом, то само собою поднимается также вопрос, представляется ли все возрастающий экспорт угля в другие страны желательным в интересах национального развития. На ряду с этими двумя положениями: потерей топлива вследствие нерационального его пользования и потерей вследствие экспорта, нельзя не обратить внимание на третье положение, а именно на несовершенство практикуемых нынѣ приемов добычи угля, обуславливающих значительную потерю угля как в коях, так и на поверхности, на несовершенство приемов очистки угля от минеральных примесей и почти полное отсутствие утилизации этих примесей, например колчеданов, имеющих обеспеченный сбыт на серно-кислотных заводах.

Карбонизация угля, с получением на ряду с коксом газа, смолы и аммиачной воды, несомненно представляет уже шаг вперед в смысле использования угля. Таким путем кроме твердого топлива, кокса, могут быть получены ценные вещества: аммиак, циан, сера, бензол, толуол, нафталин, антрацен, фенол, пек и т. п. В настоящее время почти $\frac{2}{3}$ коксовых печей имеют устройства для утилизации летучих продуктов, но далеко не все ценные вещества утилизируются. Далеко не на всех коксовых заводах утилизируется аммиак, который помимо того, что сам по себе имеет большую ценность, как

землеудобряющее вещество, может быть переработан в циан и азотную кислоту; если считать, что 40 мил. тонн угля, выжигаемых на кокс ежегодно, содержат только 1% летучей серы, то ежегодная потеря серы, обуславливающая соответствующее загрязнение воздуха, достигает 400.000 тонн.

Мое мнение, которое конечно едва ли совпадает с мнением большинства современных потребителей и производителей угля, таково, что уже настало время поставить на очередь вопрос о полном воспрещении сжигать уголь как он есть, „сырой уголь“, как в домашних, так и в промышленных печах, причем, конечно, для осуществления такого воспрещения, несомненно имеющего большое экономическое значение, должен быть дан болѣе или менѣе продолжительный срок.

Я конечно, признаю, что твердый „металлургический“ или „газовый“ кокс не представляет идеального топлива для домашних печей; теперь однако есть „мягкий“ кокс, „коалит“, который не выдѣляет при сгорании сажи, как обыкновенный уголь, слѣдовательно, с гигиенической точки зрения, представляет лучшее топливо и вмѣстѣ с тем горит хорошо в обыкновенных угольных тонках. Высказываемое положение в конечной своей цѣли совершенно измѣняет задачи газового производства, и возможно, что газовые заводы станут центральными станциями, распределяющими как твердое, так и газообразное топливо, потому что в концѣ концов преимущества электричества для освѣщения настолько очевидны, что несмотря на большую дешевизну газового свѣта, электрический свѣтъ без сомнѣния будет распространяться все больше и больше.

Коалит не насчитывает и десяти лѣтъ; за этот краткий срок однако вполне выяснилась его пригодность, как топлива с высокой теплотворной способностью, обуславливающего бездымное горѣние. Изобрѣтатель этого приема работы, Ильеуэлл Паркер, инженер — электрик, вѣроятно, и не подозревал, что в предлагаемом им методѣ работы кроются зачатки возможного в будущем

кореннаго измѣненія практикуемыхъ нынѣ пріемовъ отопленія. Въ первоначальномъ процессѣ, какъ онъ практиковался Паркэромъ, карбонизація угля велась при температурѣ не выше 450°C , газъ совершенно не утилизировался, а смола, которая при этомъ получается совершенно своеобразныхъ свойствъ, не находила сбыта.

Позднѣе выяснилось, что хотя въ этой смолѣ очень мало бензола и его гомологовъ и совершенно нѣтъ ни нафталина, ни антрацена, но за то въ ней содержится много феноловъ, и съ этой стороны она представляетъ интересъ. Извѣстный авторитетъ по топливу д-ръ Бейлби на митингѣ Британской Ассоціаціи въ Бирмингэмѣ въ 1913 году указываетъ, что весьма поучительные опыты коксованія углей при низкихъ температурахъ практиковались въ значительномъ числѣ на заводѣ Cassel Cyanide Company въ Глазго. Паркэръ указываетъ, что для полного отгазовыванія всѣхъ летучихъ веществъ изъ угля необходимо 4 часа; опыты, производившіеся въ Глазго, показали, что если уголь подвергается карбонизаціи въ тонкомъ слоѣ, то это время можетъ быть еще меньше.

Первые опыты производились въ колоннѣ-башнѣ, обогрѣвавшейся равномерно до 400°C — 450°C ; въ эту колонну сверху автоматически поступалъ измельченный уголь, а внизу автоматически же удалялся спекшійся коксъ. Газообразные и парообразные продукты удалялись по боковой отводной трубѣ. При этомъ выяснилось, что полное коксованіе при этихъ условіяхъ требуетъ отъ одного до полутора часовъ времени. Дальнѣйшія усовершенствованія аппаратовъ дали возможность построить приборъ съ производительностью въ 15

тоннъ въ день, хотя для этого пришлось преодолѣть много механическихъ трудностей. Выяснилось также, что это производство можетъ быть сдѣлано непрерывнымъ, когда черезъ работающую зону съ температурой 400°C — 450°C автоматически продвигается измельченный уголь, и получается коалитъ. Однако при коксованіи въ этомъ приборѣ жирныхъ, плавкихъ углей наблюдалась нерѣдко закупорка прибора, что конечно сильно нарушало правильность работы. Большая часть получавшагося такимъ путемъ кокса шла на полученіе водяного газа, причѣмъ результаты были вполне удовлетворительны. Сообразно легкости этого кокса, размѣры генераторовъ были меньше обычныхъ, но за то большая легкость его реагированія съ водой возмѣщала недочетъ емкости. Значительное количество этого кокса было также превращено въ брикеты для домашняго отопленія. Несомнѣнно все-таки, что еще очень мало сдѣлано для полного выясненія достоинства газа, получающагося при этомъ, хотя термическій коэффициентъ его, 850 брит. терм. единицъ на 1 куб. футъ (7800 калорій на кубич. метръ), и представляетъ очень солидную величину. Точно также все еще мало изслѣдована и получающаяся при этомъ смола. Однако все то, что уже и теперь извѣстно относительно этого пріема работъ, даетъ возможность думать, что онъ подлежитъ дальнѣйшему естественному развитію и что въ немъ или въ подобномъ ему другомъ способѣ кроется ключъ къ рациональному использованию топлива. Вопросъ настолько важенъ, что устройство правительственной или общественной станціи для дальнѣйшаго изслѣдованія этого дѣла представлялось бы, въ интересахъ національнаго благосостоянія, весьма желательнымъ.

Опыты примѣненія обращеннаго въ порошокъ топлива для отопленія паровозовъ и постоянныхъ котловъ на американскихъ желѣзныхъ дорогахъ.

Въ наиболѣе экономномъ сожиганіи топлива въ настоящее время, болѣе чѣмъ когда бы то ни было, заинтересованы всѣ государства, и въ частности, этимъ вопросомъ намъ нужно заняться болѣе, чѣмъ когда бы то ни было. Имѣя въ своемъ распоряже-

ніи въ Европейской Россіи одинъ только Донецкій бассейнъ, въ которомъ добывается каменный уголь, могущій служить для промышленныхъ цѣлей, мы вынуждены приспособить по возможности всѣ сорта топлива, сдѣлавъ ихъ тѣмъ или другимъ пу-

темъ годными для промышленности. Въ № 11 за текущій годъ Вѣстника Южныхъ дорогъ мы говорили о способахъ примѣненія сухихъ длиннопламенныхъ углей Лисичанскаго района, въ нѣкоторыхъ другихъ нашихъ статьяхъ мы указывали на возможное примѣненіе тощихъ углей и антрацитовою мелочи, которые до сихъ поръ не имѣютъ широкаго сбыта, несмотря на имѣющіеся у насъ большіе запасы такого малоцѣннаго топлива.

Вотъ почему, встрѣтивъ въ послѣдней книжкѣ Railway Age Gazette за 19 мая 1916 г. въ отчетѣ о работахъ сѣзда международной желѣзнодорожной ассоціаціи по топливу, происходившаго въ Чикаго отъ 15 по 18 мая с. г., докладъ по испытанію порошокатаго топлива, мы считаемъ нужнымъ представить его вниманію заинтересованныхъ лицъ.

На дорогѣ Чикаго-Сѣверо Западная былъ оборудованъ паровозъ типа Атлантикъ топкой для сожиганія порошкообразнаго топлива, который въ настоящее время обслуживаетъ регулярное пассажирское движеніе между Чикаго и Милвоки; на дорогѣ Делаваръ-Гудзонъ оборудованъ, сравнительно недавно, товарный паровозъ типа Консолидешенъ, наиболѣе сильный среди паровозовъ этого типа. Эта же дорога также устроила у себя станцію для

приготовленія порошка, сушки, размалыванія и установку для нагрузки порошка на паровозы. На этой дорогѣ порошкообразнымъ топливомъ отапливаются постоянные котлы въ Олифонть-Па, главнымъ образомъ мелкими отбросами антрацита.

Дороги Миссури, Канзасъ-Техасъ устроили у себя въ Парсонсѣ установку для приготовленія порошка изъ угля и лигнита для отопленія постоянныхъ котловъ и паровозовъ.

Различныя другія дороги, между которыми могутъ быть упомянуты Ачисонъ, Топеки Сонтафэ, Большая линія Южнаго Пасифика, Канзасъ-Сити-Южный и Центральныя желѣзныя дороги Бразиліи имѣютъ въ виду примѣнять порошкообразное топливо для отопленія паровозовъ. Послѣднія изъ вышеупомянутыхъ дорогъ, послѣ трехмѣсячныхъ опытовъ въ Соединенныхъ Штатахъ, уже приступила къ установкѣ приспособленій для приготовленія угольнаго порошка.

Въ теченіе прошлаго года различныя сорта топлива были съ успѣхомъ сожжены въ пульверизованномъ видѣ на паровозахъ и постоянныхъ котлахъ, предназначенныхъ для повседневной службы.

Вотъ качество этого топлива, изъ котораго приготавлился порошокъ.

НАИМЕНОВАНИЕ УГЛЯ	В ла ги	Летучихъ веществъ	З о л ы	С ъ р ы	Теплотворная способность въ метрическихъ калор.
					отъ
И л л и н о й с ь					отъ
курной, мытый, грохоченный	3,18—15,36	34	10	1,70	6000—6900
К е н т у к и					
пламенный	1,9—2,8	36	8	0,79	7760
С ъ в е р н а я Д а к о т а					
лигнитъ	1,8	47,25	9,32	0,72	6090
П е н с и л ь в а н с к і и					
курной 1).	0,72	28,75	8,94	2,49	7830
" 2).	0,95	30,85	9,35	2,30	7654
" 3).	0,51	31,25	9,59	2,21	7666
" 4).	0,88	25,67	10,40	1,64	7730
" 5).	0,67	21,63	13,21	1,51	7600
Б р а з и л ь с к і и (Южная Америка)					
курной 1).	7,90	28,04	29,33	3,16	4900
" 2).	9,15	29,42	23,14	2,61	5600
тощей	1,73	9,50	28,27	9,10	5654
П е н с и л ь в а н с к і и					
антрацитовый штыбъ	—	—	12 до 22	0,66—1,97	—
въ среднемъ	0,50	8,30	16,50	1,00	6666
П е н с и л ь в а н с к і и					
курной въ среднемъ	0,50	33,0	9,00	2,00	7640

Обыкновенно для сожжения порошкообразного топлива нужно применять парь, воздух или механические приспособления для выбрасывания топлива или смеси воздуха и топлива в топку.

Если применять парь для вдувания топлива, то происходит некоторая потеря тепла и охлаждение сконцентрированного тепла в сводах и в топке. Более новый способ, применяемый на дорогах Чикаго Северо-Западная и на некоторых других при отоплении паровоза, заключается в том, что горючая смесь из топлива и воздуха автоматически вводится в топку посредством вдувания под давлением через топочные дверцы, откуда распыленное топливо, попадая на раскаленные своды, быстро загорается интенсивным пламенем. Процесс горения напоминает горение жидкого топлива.

Этот процесс можно разделить на три части: доставка и смешивание топлива с воздухом, газообразование и совершенное сгорание газов в топке с получением наивысшей температуры.

При исследовании газа из дымовой коробки при сжигании различных сортов топлива, с различной степенью содержания влаги и чистоты, во всех случаях содержание CO_2 было не менее 13—14%, когда топливо сжигалось сравнительно в небольшом количестве, около 3.000 фунтов (1350 килогр.) в час. При увеличении количества топлива (при форсировке) количество углекислоты (CO_2) увеличивалось до 15—16%.

В то же время температура газов в дымовой коробке колебалась от 220° до 260°C.

Суммируя результаты, получаемые от сожжения порошкообразного топлива, мы должны констатировать следующее:

- 1) сгорание идет без дыма, искры и мусора;
- 2) расходы при максимальном давлении котла в среднем около трех фунтов (на силу-час) без дутья;
- 3) увеличение мощности котла от 7,5 до 15% по сравнению с мощностью этого же котла при отоплении обыкновенным углем на колосниковой решетке;
- 4) сбережение от 15 до 30% топлива при получении эквивалентного количества тепла;
- 5) увеличение разрежения в топке, что отражается на тяговом усилии и дает более спокойную работу паровоза;

6) отсутствие зольника, легкость управления огнем, уменьшение времени на образование его;

7) получение сравнительно более высокой температуры перегретого пара;

8) отсутствие мусора, золы и сажи в перегревательных и дымогарных трубах и дымовой коробке;

9) отсутствие разогривания дверец дымовой коробки, разстройства швов, заклепок, обгорания связей и порчи головок дымогарных труб;

10) отсутствие трудной ручной работы по управлению огнем, прорезанию колосников, чистке от шлаков и т. д.

11) избегаются расходы и неудобства по заготовлению топлива различных размеров и сортов;

12) нет нужды в чистке зольника и дымовой коробки; горящие шлаки не сожигают шпаль, не требуется шурования и наблюдения за огнем на колосниковой решетке;

13) равномерность огня дает возможность как машинисту, так и кочегару более внимательно следить за сигналами в пути, что уменьшает случаи несчастий от невнимательности паровозной бригады.

Комиссия, исследовавшая результаты применения на дорогах порошкообразного топлива, пришла к выводу, что в прошедшем году успех применения для отопления таким способом курных, пламенных и антрацитовых углей, а также лигнитов неоспорим.

Все увеличивающаяся стоимость железнодорожного топлива, недостаток жидкого топлива, необходимость иметь крупный уголь для домашнего потребления и для экспорта, высокая стоимость для железн. дорог брикетирования мелких углей и лигнитов; высокая стоимость рабочих рук на копях, добывающих курной уголь, необходимость уменьшения дыма, искры и мусора — все это говорит в пользу применения порошкообразного топлива: оно способствует улучшению и усовершенствованию работы как паровозов, так и постоянных котлов, с одной стороны, удешевляя эту работу, а с другой, для ее гигиенической (отсутствие дыма, сажи).

Доклад подписан девятью известными в Америке инженерами. Прения по докладу выяснили, что потребление порошкообразного топлива выгодно и что необходимы основательные и соответственные

машинныя установки для сушки и измельченія угля до соотвѣтственной степени мелкости. Уголь долженъ имѣть не болѣе одного процента влаги и долженъ быть такой мелкій, чтобы проходить черезъ сито 100 въ количествѣ до 95%, а черезъ 200 въ количествѣ 85%.

Въ случаѣ, когда измельченіе не было произведено до указанной степени, какъ это показали сравнительныя испытанія на дорогѣ Чикаго-Сѣверо-Западная, получилось увеличеніе расхода топлива.

Болѣе 30% по вѣсу топлива было сбережено при отопленіи паровоза Антлантикъ съ перегрѣтымъ паромъ, противъ паровоза того же типа безъ перегрѣва и отапливаемого кусковымъ углемъ въ ручную, и сбереженіе получилось въ 15,92% противъ паровоза съ перегрѣвомъ, отапливаемого кусковымъ углемъ въ ручную.

Паровая мощность паровозовъ, отапливаемыхъ порошкообразнымъ топливомъ, значительно увеличивается, такъ что было найдено нужнымъ переменить 3-хъ-дюймовый предохранительный клапанъ на 4-хъ дюймовый, чтобы соотвѣтственно облегчить котель.

Опыты примѣненія измельченнаго лигнита для отопленія паровозовъ показали, что на дорогахъ Сѣверо-Западныхъ, гдѣ стоимость курного угля значительна, это топливо можно употреблять съ большой выгодой.

Было отмѣчено, что сгораніе кирпичныхъ сводовъ въ топкѣ не столь быстрое, какъ это ожидалось первоначально; объясняется это тѣмъ, что отсутствуютъ удары твердыхъ кусковъ топлива о сводъ.

Также было найдено возможнымъ уменьшить размѣры сопла на паровозахъ Сѣверо Западныхъ желѣзныхъ дорогъ, сокративъ въ тоже время давленіе въ цилиндрахъ (приводящихъ топливо). Нѣкоторая трудность испытывается при засореніи сопла, если уголь не былъ достаточно высушенъ и содержалъ болѣе одного процента влаги, но это затрудненіе можно предотвратить.

На дорогѣ Делаваръ—Гудзонъ была испытана смѣсь курного угля съ антрацитомъ. И въ настоящее время смѣсь изъ 40% антрацита и 60% курного угля сжигается съ большимъ успѣхомъ на этихъ дорогахъ; съ другой стороны, опыты сжиганія смѣси изъ 80% антрацита и 20% курного угля дали также хорошіе результаты.

На постоянныхъ котлахъ сжигаютъ чистый антрацитъ безъ примѣси курного угля.

Отмѣчено, что стоимость сушки и измельченія безусловно является нѣкоторымъ дополнительнымъ расходомъ на стоимость топлива.

По даннымъ Н. G. Barnhurst'a изъ Фулеръ Инженерингъ Компани, эта стоимость для округа Лигаей Валей варьируетъ отъ 1 доллара за тонну для мельницы въ 10 тоннъ емкости до 29 центовъ для мельницы въ 250 тоннъ емкости. Въ эту стоимость входитъ какъ погашеніе, такъ и прибыль.

Въ американскомъ журналѣ Power за 1914 г. отъ 10 марта въ статьѣ J. Harrington'a указаны данныя, полученныя Н. G. Barnhurst'омъ и A. W. Raymond'омъ, а также S. Lord'омъ. Послѣднимъ приведенъ слѣдующій расчетъ стоимости приготовленія 1 тонны (большой—62.5 пуда) порошка въ инженерномъ о-вѣ Восточной Пенсильваніи въ Питсбургѣ, считая по нормальному курсу:

Топливо	6.8 коп.
Ремонтъ.	0.4 "
Рабочая сила	29.0 "
Сила (паръ и электрич.)	44.2 "
Ремонтъ машинъ и оборудованіе.	40.0 "
Итого.	120.4 коп.

Въ эту стоимость входитъ автоматическая доставка порошка посредствомъ трубы къ котламъ. A. W. Raymond въ Cement Engineering News даетъ среднюю стоимость приготовленія 1 тонны порошка 65 коп., что выражается въ 3 коп. на 1 килоуатъ часъ.

Примѣненіе для сжиганія измельченнаго топлива даетъ возможность сжигать дешевые сорта топлива, которые при обыкновенныхъ условіяхъ негодны къ употребленію; открываетъ большое поле для утилизаціи лигнита; даетъ почти абсолютное использованіе теплого эффекта, лучшую утилизацію топлива, отсутствіе дыма, сажи, золы, шлаковъ; даетъ большую мощность парового котла, облегчаетъ работу кочегара и машиниста, чѣмъ обуславливается и большая внимательность, а, слѣдовательно, безопасность движенія:—все это вмѣстѣ взятое безусловно окупить необходимое устройство для полученія измельченнаго топлива.

Къ вышеизложенному съ своей стороны мы должны указать, что означенный методъ сжиганія

топлива открывает новую эру для использования антрацитового штыба и мелочи тощих и сухих углей, а также мелочи бурых углей. Нѣтъ никакого сомнѣнія, что такимъ способомъ можно сжигать и многозольное топливо, какъ показали опыты съ бразильскимъ углемъ. Брикетированіе, стоящее значительно дороже, зависитъ еще отъ того, имѣется ли на рынкѣ свободная смола.

Для использования угольныхъ отбросовъ—нужно только ихъ измельчить и установить соответствующія топки.

Какъ мы видимъ, измельченіе обходится отъ 3,6 коп. до 1 коп. на пудъ измельченнаго топлива, считая въ томъ числѣ погашеніе и прибыль.

Угольные отбросы и мелочь должна быть во всякомъ случаѣ дешевле даже плохого кускового или спекающагося топлива, а потому примѣненіе порошковатаго топлива должно быть безусловно выгоднымъ, какъ для потребителя, такъ и для продавца.

Намъ казалось бы, что не слѣдуетъ закрывать глаза на всю выгодность примѣненія этого метода и надлежитъ приняться за изученіе и испытаніе его. Топливо въ промышленной жизни всякой страны—все. Безъ топлива немислима экономическая самостоятельность государства, немислима конкуренція съ другими промышленными странами.

Къ вышеизложенному нужно добавить, что нѣтъ такой паровой установки, гдѣ бы при тщательномъ наблюденіи и соответствующихъ приспособленіяхъ нельзя было бы сократить расходъ топлива на 15—20 и болѣе процентовъ. Экономьте топливо!

Питайте свои котлы подогрѣтой и очищенной водой: устройство экономейзеровъ просто, легко и дешево.

Замѣните простые колосники болѣе усовершенствованными—это дастъ вамъ возможность сжигать болѣе зольное малоцѣнное топливо.

Можно особенно рекомендовать устройство цѣпныхъ безконечныхъ рѣшетокъ съ автоматической подачей топлива, пароструйныя и воздушудныя топки разныхъ системъ. Автоматическія топки, такъ называемые стокеры, значительно сберегаютъ топливо, уменьшаютъ избытокъ воздуха и дѣлаютъ горѣніе топлива болѣе продуктивнымъ.

Обращайте вниманіе на изоляцію котловъ и паропроводовъ. Такъ при сжиганіи топлива, при обыкновенныхъ условіяхъ утилизациі его, только 55 рѣдко 60% тепла переходитъ въ воду для образованія пара, остальные 45—40% уходятъ въ видѣ разныхъ потерь.

Опытъ, сдѣланный въ текущемъ году на однѣхъ каменноугольныхъ копяхъ въ Англии, добывающихъ 30 миллионъ пудовъ каменнаго угля въ годъ и потребляющихъ для собственныхъ надобностей 10%, т. е. около 3 миллионъ пудовъ, показалъ, что только половина этого угля используется для полученія пара. Въ данномъ случаѣ имѣлось 6 ланкаширскихъ котловъ.

Топливо имѣло теплотворную способность 6580 калорій. При сгораніи подъ котлами одного килограмма топлива, какъ показалъ опытъ, 875 калорій или 13,3% ушло съ отходящими газами въ трубу, 1092 калорій или 16,6% потеряно отъ избытка воздуха; на испареніе и перегрѣвъ влаги, находящейся въ топливѣ—34,4 калоріи или 0,5%; несгорѣвшее топливо въ шлакахъ и золѣ—204 калоріи или 3,1%.

Потери отъ лучеиспусканія, въ горячей золѣ, въ окиси углерода, въ несгорѣвшихъ углеводородахъ—737 калорій или 11,2%.

Такимъ образомъ всего потеряно 43,7% тепла.

Количество тепла, переданнаго 1 кв. метромъ поверхности нагрѣва въ часъ, 21600 калорій.

Топлива сгорѣло на 1 кв. метрѣ рѣшетки въ часъ 76 килограммовъ. Испарительная способность топлива (вода 100°C)—6,75. Одинъ килограммъ топлива израсходовалъ 22,6 килограмма воздуха, теоретически потребное количество—9,4 килограмма, такимъ образомъ избытокъ воздуха былъ въ 2,4 больше.

Не останавливаясь на дальнѣйшемъ объясненіи и изслѣдованіи причинъ разныхъ потерь, мы указываемъ на эти данныя, какъ на соответствующую иллюстрацію.

Желающихъ ознакомиться съ этимъ изслѣдованіемъ болѣе подробно отсылаемъ къ № 2525 отъ 21 іюля 1916 г. „The Iron and Coal Trades Review“, стр. 70, статья „Экономія топлива на каменноугольныхъ копяхъ“.

При содѣйствіи компетентнаго органа, какимъ является котлонадзоръ, на любой паровой уста-

новкѣ можно сберечь соотвѣтствующее количество топлива.

Топливо дорого не только какъ деньги, но оно еще болѣе цѣнно, какъ материалъ, имѣющийся у насъ далеко не въ избыткѣ. Его нужно беречь. Все

будущее страны зависитъ отъ умѣнія использовать все топливо, какое у насъ имѣется.

Экономьте топливо—этого требуетъ страна!

А. Мюнцеръ.

Температурныя условія въ коксовой печи.

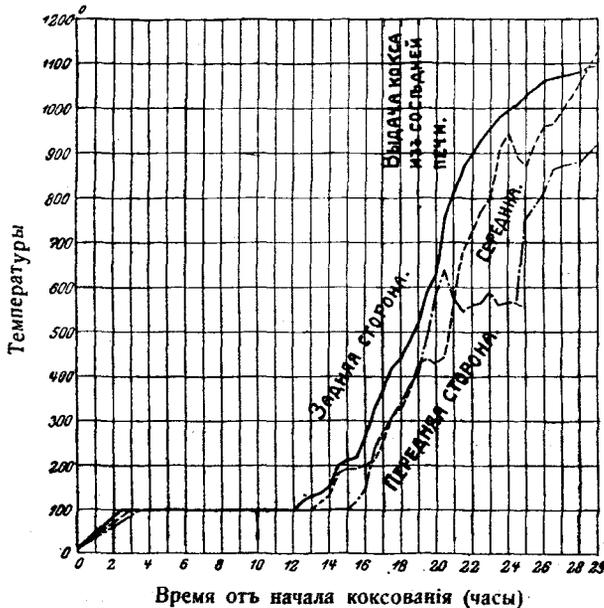
Въ дополненіе къ моей замѣткѣ („Горн.-Зав. Дѣло“, № 31, стр. 13953) объ опытахъ, произведенныхъ Зиммерсбахомъ, привожу дальнѣйшія подробности.

Опыты производились въ печи Копперса, отапливаемой газомъ коксовальныхъ печей.

Отсчеты температуръ производились регистрирующимъ гальванометромъ Сименсъ-Гальске, причѣмъ каждая двѣ минуты включался другой пунктъ печи, такъ что каждая 12 минутъ отмѣчалась температура одного и того же пункта.

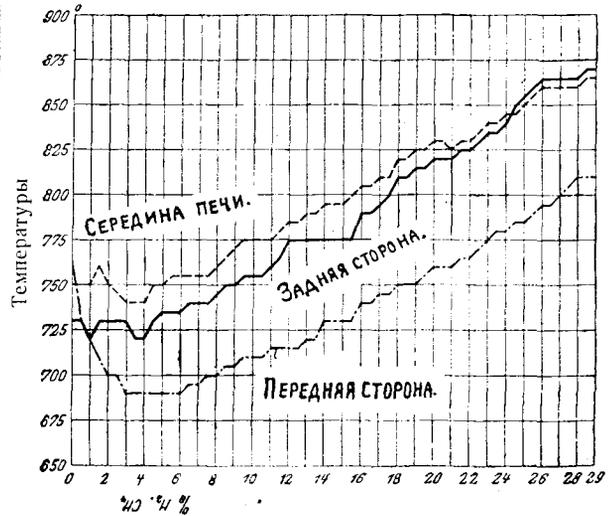
Полученные зарегистрированные отсчеты, исправленные на нагрѣваніе клеммъ, записывались въ таблицу (стр. 9).

Приводимыя діаграммы (фиг. 1 и 2) изображаютъ болѣе наглядно измѣненіе температуръ въ коксовой печи.



Фиг. 1.

Температуры въ коксовомъ пирогахъ.



Фиг. 2.

Температуры въ газовомъ пространствѣ печи.

Пробка въ колѣнѣ газоотводной трубы, ведущемъ въ гидравлику, просверливалась, и отсюда набирались пробы газа сперва ежечасно, а послѣ полного испаренія воды каждые два часа, при чемъ обращалось особенное вниманіе на то, чтобы набирался газъ изъ печи, а не изъ гидравлики. Въ таблицѣ фиг. 3 и на діаграммахъ фиг. 4 и 5 приведенъ составъ газовъ, а также ихъ тепло-творная способность.

Коксованіе длилось 29 часовъ.

Начиная съ 12—15 часа, происходитъ довольно равномерный подъемъ температурныхъ линій до 19 часа, когда производилась выдача кокса изъ соседней печи, и происшедшее вслѣдствіе этого охлажденіе печи оказывало различное вліяніе на

температурныя лініи. Въ задней *) части печи, гдѣ коксованіе уже въ извѣстной степени закончено, отрицательное вліяніе охлажденія вполнѣ уравнивается быстрымъ токомъ тепла со стороны обогрѣваемой стѣнки и заключающимся въ коксовомъ пирогеѣ тепломъ. Въ срединѣ же печи температура угля удерживается на томъ же уровнѣ, а въ болѣе широкой передней части печи получается даже пониженіе температуры; вліяніе охлажденія на средину угольной загрузки замѣтно не сейчасъ же, а только послѣ двадцатаго часа, съ одной стороны, вслѣдствіе положенія точки измѣренія t , а съ другой, вслѣдствіе того, что печь здѣсь шире и заключала больше угля и температура была здѣсь самая низкая.

Вслѣдствіе болѣе сильной остановки въ возрастаніи температуръ въ передней части печи, здѣсь происходитъ также болѣе медленное возрастаніе температуръ въ слѣдующіе часы; одновременно, какъ было упомянуто, нагрѣвъ печи здѣсь по сравненію съ задней стороною печи сравнительно слабѣе.

Этимъ послѣднимъ обстоятельствомъ объясняется тотъ фактъ, что къ концу коксованія температура угля въ передней части печи на 200° ниже, чѣмъ въ средней и задней части печи. Но такъ какъ, несмотря на болѣе низкую температуру, коксъ изъ передней части печи удовлетворяетъ всѣмъ требованіямъ хорошаго доменнаго кокса, то задняя (болѣе узкая) часть печи получаетъ слишкомъ много газа для своего нагрѣва. Въ какой мѣрѣ вліяютъ на экзотермическую природу процесса распада угля, т. е. на возрастаніе температуры вслѣдствіе тепла реакціи, болѣе сильный внѣшній нагрѣвъ и связанное съ этимъ ускоренное выдѣленіе воды и другой характеръ выдѣленія газовъ въ задней сторонѣ печи—нельзя сказать въ виду отсутствія точныхъ и детальныя свѣдѣній о процессахъ газовой выдѣленія.

Если происходитъ болѣе сильное образованіе ацетилена, этилена, сѣроуглерода, HCN и др., то при процессахъ ихъ разложенія, естественно, должно освободиться большее или меньшее количество теплоты, которое должно послужить объясненіемъ факта повышенія температуры на задней

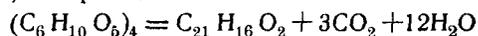
*) Передней стороною печи я называю сторону, обращенную къ коксовой площадкѣ, заднюю—обращенную къ коксовыталаквателю.

сторонѣ и въ срединѣ печи къ концу періода коксованія.

Какъ извѣстно, разложеніе целлюлозы представляетъ собою процессъ, идущій съ выдѣленіемъ тепла и протекающій быстрѣе съ повышеніемъ температуры, такъ что нагрѣваніе растеть само по себѣ.

Поэтому, на примѣръ, при сухой перегонкѣ дѣрева послѣ достиженія температуры, потребной для полученія побочныхъ продуктовъ, нагрѣваніе ослабляютъ, дабы не уменьшить выхода побочныхъ продуктовъ дальнѣйшимъ повышеніемъ температуры.

Бергіусъ при своихъ опытахъ искусственнаго полученія угля изъ целлюлозы ($C_6H_{10}O_5$) указываетъ, что реакція



протекаетъ съ выдѣленіемъ 284,6 калорій, такъ что 1 молекула $C_6H_{10}O_5$ при своемъ распадѣ выдѣляетъ 71,2 калорій, и такъ какъ теплоемкость целлюлозы около 0,37, то целлюлоза при реакціи распада нагрѣвалась бы до 1180° , еслибы не было отвода тепла.

Что касается измѣненія температуры въ газовомъ пространствѣ печи надъ коксовымъ пирогомъ, то согласно фиг. 1, первоначальная температура на передней сторонѣ печи наивысшая, потому что здѣсь стѣнки печи при предшествующей выдачѣ кокса долѣе остаются въ соприкосновеніи съ раскаленнымъ коксомъ, и кромѣ того воздухъ, вступающій въ печь послѣ выдачи кокса, не такой холодный, какъ вступающій въ заднюю часть печи уже во время выдачи, такъ какъ лежащій передъ печью выданный коксъ подогрѣваетъ вступающій въ переднюю часть печи воздухъ. Но температура сейчасъ же быстро падаетъ, даже ниже t на задней сторонѣ печи, вслѣдствіе того, что тепло расходуется сперва для испаренія неодинаковыхъ количествъ воды; въ силу этого паръ меньше перегрѣвается.

Затѣмъ кривыя температуръ обнаруживаютъ почти равномерное повышеніе, только въ 23-й часъ температура на задней сторонѣ печи повышается болѣе, чѣмъ въ срединѣ печи, такъ какъ въ этотъ часъ наступала перемѣна въ направленіи газовой струи, послѣ чего задняя часть печи переставала быть стороною поступленія газа. Если бы газъ не поступалъ до этого въ заднюю сторону

печи, то температура газоваго пространства здѣсь была бы выше, чѣмъ въ срединѣ печи, такъ какъ вслѣдствіе положенія газоотводной трубы на задней сторонѣ всѣ газы должны омывать термоэлементъ, въ противоположность передней сторонѣ печи, гдѣ поэтому также и температура всегда ниже. Такъ какъ газоотводная труба наиболѣе удалена отъ передней стороны печи, то газы здѣсь имѣютъ самый короткій, т. е. болѣе діагональный путь, такъ что количество газовъ, омывающихъ термоэлементъ на передней сторонѣ, меньшее, и соотвѣтственно этому имѣетъ мѣсто сравнительно меньшей газообмѣнъ.

Если исходить изъ самой низкой t въ газовомъ пространствѣ печи, т. е. изъ t третьяго часа, то t къ концу періода коксованія возрастаетъ слѣдующимъ образомъ:

На передней сторонѣ печи съ 690° до 810°, т. е. на 120°
 въ срединѣ „ „ 740° „ 865°, „ 125°.
 задней „ „ 720° „ 870°, „ 150°.

Періодъ главнаго возростанія температуръ имѣетъ мѣсто во второй половинѣ періода коксованія.

Температура возрастаетъ съ 3-го до 15 часа:

На передней сторонѣ печи съ 690° до 730°, т. е. на 40°.
 въ срединѣ „ „ 740° „ 795°, „ 55°.
 „ задней „ „ 720° „ 775°, „ 55°.

Съ 15-го же часа до конца коксованія:

На передней сторонѣ печи съ 730° до 810°, т. е. на 80°.
 въ срединѣ „ „ 795° „ 865°, „ 70°.
 „ задней „ „ 775° „ 870°, „ 95°.

Выдача кокса изъ сосѣдней печи въ 19 часу имѣетъ, конечно, при большой разницѣ температуръ между нагрѣваемой стѣнкой и газовымъ пространствомъ мало вліянія на температуру газоваго пространства. Въ остальномъ низшая t на передней сторонѣ печи ясно показываетъ на благоприятное вліяніе устройства газоотводной трубы на концѣ печи вмѣсто середины—обстоятельство, которое остается не безъ вліянія на разложеніе амміака.

Зремя отъ начала коксованія (часы)	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
CO ₂ Объемъ %	3,3	3,0	2,3	2,5	2,2	2,0	1,4	1,9	2,3	1,3
C ₆ H ₆	1,8	1,5	1,1	1,1	1,0	0,8	0,6	0,5	0,35	0,35
C ₂ H ₄	4,0	3,5	3,1	3,2	2,8	2,5	2,5	2,0	1,75	2,05
O ₂	1,05	0,8	0,6	0,6	0,5	0,5	0,2	0,2	0,2	0,1
CO	0,9	1,9	2,9	2,8	3,0	3,95	3,4	3,1	2,8	2,8
CH ₄	36,65	36,1	34,5	34,5	33,6	32,4	33,65	33,45	31,2	32,4
H ₂	42,5	44,6	48,8	47,8	50,1	50,75	53,65	50,55	47,1	51,5
N ₂	10,0	8,6	6,7	7,5	6,8	7,1	3,6	8,3	14,3	9,5
Теплотв. способн. газа сухого при 0° и 760° мм. (нижній предѣль)	5402	5271	5086	5071	4971	4802	4906	4797	4324	4583

Время отъ начала коксованія (часы)	12	13	15	17	19	21	23	25	27	Газъ для нагрѣва
CO ₂ Объемъ %	1,5	2,0	1,9	1,8	1,1	1,05	0,8	0,7	1,0	2,1
C ₆ H ₆	0,35	0,3	0,25	0,1	—	—	—	—	—	—
C ₂ H ₄	1,85	1,8	1,8	1,9	1,2	1,00	0,6	0,3	0,3	1,8
O ₂	0,2	0,2	0,15	0,25	0,15	0,05	0,05	0,1	0,3	0,6
CO	4,15	4,1	3,9	4,15	4,7	4,00	3,8	4,9	5,8	4,2
CH ₄	33,4	32,45	33,2	30,6	26,1	21,15	18,95	12,2	4,7	26,2
H ₂	50,65	49,75	53,4	51,6	55,75	58,95	61,9	67,0	70,0	51,7
N ₂	7,9	9,4	5,4	8,6	11,0	13,8	13,9	14,8	17,9	15,4
Теплотв. способн. газа сухого при 0° и 760° мм. (нижній предѣль)	4660	4530	4665	4369	3978	4487	3412	2960	2419	3964

Фиг. 3. Составъ газа въ различные періоды коксованія.

Если сравнить температуры газового пространства печи и коксового пирога, то первая ниже, так как обогревательная стенка газового пространства толще и потому теплопередача меньше, и кроме того вследствие потерь тепла лучеиспусканием наружу, а также разложения газов; в особенности освобождающийся при разложении газов водород имеет большую теплоемкость, количество газов значительно увеличивается, и поэтому поглощается больше тепла.

Температуры газового пространства печи ни в каком отношении не соответствуют температурам угля. Так, например, при t в газовом пространстве на передней стороне печи в 800° в угле температура равна 870° , при t в газовом пространстве на задней стороне печи в 800° температура угля— 420° , а в середине печи только 190° .

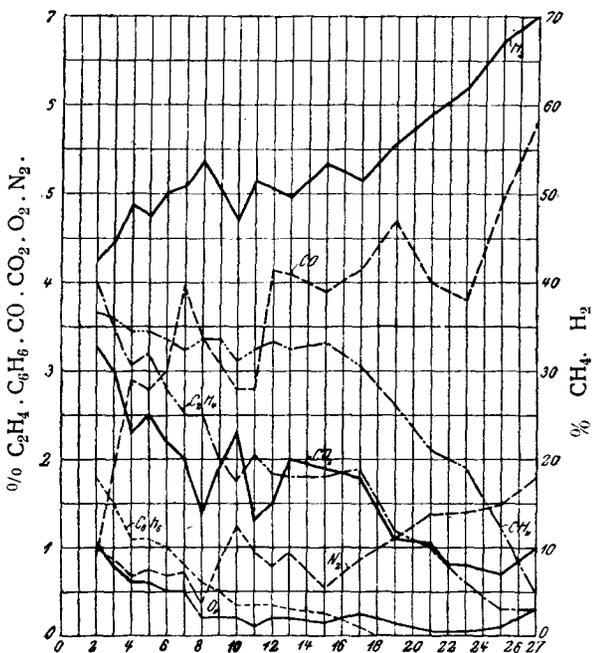
Причина этого обстоятельства заключается также в том, что при большом удалении газоотводной трубы от передней части печи образуются в этом конце печи мертвые углы, в которых происходит лишь небольшой газообмен, так что там в начале коксования могут держаться более высокие, а к концу коксования при наружном охлаждении более низкие температуры.

Затем при достижении в газовом пространстве и в коксе одинаковой температуры в 800°C , как напр. в задней части печи в 21-й час, температура в коксовом пироге сама по себе повышается на 280° , а в газовом пространстве печи в то же время на 50° ; в середине печи имеет место, начиная с 23-го часа, повышение температуры в коксовом пироге на 320° и в газовом пространстве на 25° , и, наконец, в передней части печи, начиная с 26-го часа, повышение температуры в коксе на 110° , а в газовом пространстве на 15° .

Так как температурные условия в передней части печи достаточны для получения хорошего доменного кокса, то более сильный нагрев в остальной половине печи более или менее не нужен; с другой стороны однако, неравномерное нагревание коксовой печи не вредит качеству кокса, если только температура не спускается ниже наименьшей t , необходимой для коксования.

Диаграмма фиг. 4, изображающая состав газов, выделяющихся во время коксования, показы-

вает, что количество углекислоты падает с $3,3\%$ до 1% в 19-й час, а затем остается постоянным. Бензол, первоначальное содержание которого равно $1,82\%$, совершенно исчезает после 17-го часа. Количество этилена с 4% падает к концу коксования до $0,3\%$, метана с $36,65\%$ до $4,7\%$. Наоборот содержание окиси углерода возрастает с $0,9\%$ до $5,8\%$, а водорода с $42,5\%$ до 70% .

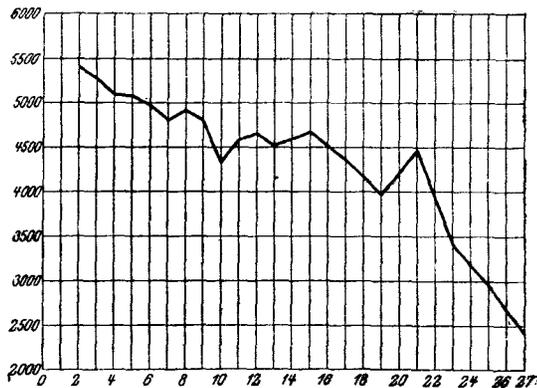


Время от начала коксования (часы).

Фиг. 4.

Состав газа.

Калории



Время от начала коксования (часы).

Фиг. 5.

Теплотворная способность газа.

Теплотворная способность газа уменьшается (фиг. 5) съ 5402 калорій до 2419, т. е. на 55%, и главное уменьшеніе происходитъ, начиная съ 21 часа, т. е. въ послѣднюю четверть періода коксованія, такъ какъ до этого времени она уменьшается лишь на 17%, въ послѣднюю же четверть на 38%.

Существенное уменьшеніе теплотворной способности начинается уже тогда, когда коксовальный шовъ передвигается до середины коксоваго пирога и когда здѣсь же начинается газовыдѣленіе,

т. е. начиная съ 17-го часа. Анализы газовъ, выдѣляющихся начиная съ этого времени, показываютъ замѣтное уменьшеніе содержанія бензола, этилена и метана.

Изъ данныхъ этихъ анализовъ вытекаетъ также защитная роль водяного пара въ отношеніи разложенія углеводородовъ, такъ какъ послѣ этого времени болѣе незамѣтно водяного пара.

Л. Эберлингъ.

Угольная пыль, какъ топливо для металлургическихъ печей.

(К. Дантэнъ).

Угольная пыль, какъ промышленное топливо, имѣетъ нѣсколько примѣненій въ производствахъ, главнымъ образомъ въ вращающихся печахъ цементныхъ фабрикъ. Было предложено большое количество типовъ котловъ для отапливанія каменноугольной пылью, но немногіе изъ нихъ нашли примѣненіе на практикѣ.

Извѣстно, что угольная пыль, суспендированная въ воздухѣ, горитъ какъ газъ; отсюда вытекаетъ возможность употребленія твердаго горючаго, сообщивъ ему преимущества газоваго. Эта замѣна въ особенности полезна въ металлургіи, такъ какъ даетъ возможность лучшаго использованія горючаго и упрощаетъ конструкцію аппаратовъ горѣнія. Первые попытки примѣненія угольной пыли, какъ топлива, были сдѣланы Нізсомъ въ 1818 г., но практическаго результата не дали. Попытки были возобновлены почти сорокъ лѣтъ спустя, но опыты велись крайне односторонне, имѣя въ виду только паровые котлы.

Въ 1895 г. „Atlas Portland Cement Co“ ввелъ у себя съ успѣхомъ нагрѣваніе цементныхъ печей угольной пылью, и этотъ способъ сталъ быстро развиваться. Десять лѣтъ спустя, отопленіе это было примѣнено къ отражательнымъ печамъ металлургическихъ заводовъ, и только недавно были получены удовлетворительные результаты. Первые шаги были сдѣланы въ металлургіи мѣди.

Въ 1905 году Сернсенъ (M. Sørensen) построилъ печь (4,6^m × 11,5^m) на заводахъ Гайландъ-

бой въ Соединенныхъ Штатахъ (штатъ Утаха въ Муррай), затѣмъ въ Кананса (Мексика) г. Шельби была построена въ 1907 году отражательная печь. Хотя объ печи нельзя отнести къ разряду идеальныхъ, но онѣ подтвердили важность примѣненія этого рода топлива.

Въ 1911 году Брауномъ была установлена въ „Copper Cliff (Ontario Canada) на заводѣ Канадіанъ Копперъ Ко“ отражательная печь (5,8^m × 34,15^m), которая работаетъ очень хорошо. Затѣмъ была сдѣлана крупная установка на заводѣ Анаконда (Монтана С. Ш.), гдѣ потребляется 1000 t угольной пыли въ день. Сдѣланы установки: въ Гретъ-Фалсъ (Montana) и Гарфильдъ (Utach).

Изъ этого слѣдуетъ, что угольная пыль нашла серьезное примѣненіе въ металлургіи мѣди. Что касается примѣненія ея въ желѣзодѣлательномъ производствѣ, то замѣчательныя и удачныя испытанія были сдѣланы въ послѣднее время на заводахъ: „American Iron and Steel Manufacturing Co“, отчетъ о которыхъ сообщенъ старшимъ инженеромъ компаніи г. Гаддомъ въ засѣданіи „Franklin Institute“ въ Филадельфіи. Испытанія производились съ мартеновскими печами и калильными печами Питса, пользуясь исключительно форсунками, выключивъ рекуператоры и подогрѣватели. При испытаніи Гаддъ задался слѣдующими принципами:

1) При сгораніи угольной пыли, послѣдняя сгораетъ надъ ванной, и калоріи при сгораніи ея

развиваются исключительно въ рабочемъ пространствѣ печи.

2) Благодаря тому, что пламя имѣетъ всегда одно направленіе, температура рабочаго пространства всегда однородна.

3) Обладая высокой температурой, частицы распяленного угля, раскаленные до бѣла, передаютъ свою температуру отраженіемъ (лученспусканіемъ), а потому нѣтъ надобности доводить температуру воздуха до температуры угля.

4) Все тепло сгорѣвшихъ газовъ сохраняется и можетъ быть употреблено на парообразованіе.

Увеличеніе расхода угля, происходящее отъ употребленія холоднаго воздуха, компенсируется слѣдующими выгодами:

а) избѣгается потеря тепла, происходящая при газефикаціи угля;

б) избѣгается потеря тепла въ газопроводѣ;

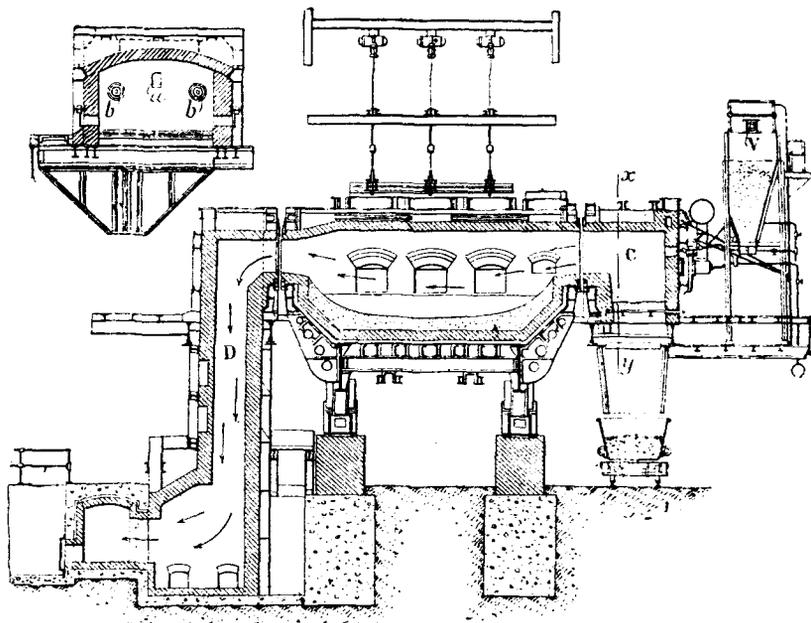
с) избѣгается потеря тепла въ регенераторахъ;

д) упраздняются расходы по генераторамъ и рекуператорамъ;

е) сокращаются расходы по установкѣ.

Печь, построенная Гаддомъ, изображена на фиг. (1 и 2); она состоитъ изъ трехъ частей: изъ собственно печи или рабочаго пространства камеры для сожиганія (С) и отводнаго канала (D). Къ сожигательной камерѣ примыкаютъ три форсунки, изъ нихъ средняя (а) высокаго давления, боковыя (bb) низкаго давления. Форсунки питаются угольной пылью изъ воронки, расположенной сзади, въ которую уголь доставляется подводящимъ винтомъ (транспортёромъ (V)). Обѣ форсунки низкаго давления находятся въ постоянномъ дѣйствіи и поддерживаютъ высокую температуру въ камерѣ сожиганія (С), когда же дѣйствуетъ форсунка высокаго давления, сожиганіе въ камерѣ происходитъ моментальное и полное. Избытокъ воздуха, необходимаго для сожиганія, поступаетъ черезъ отверстія, находящіеся вверху камеры. Зола, падающая въ нижнее отдѣленіе камеры, сгребается въ вагончикъ скребками и увозится.

Фиг. (2).



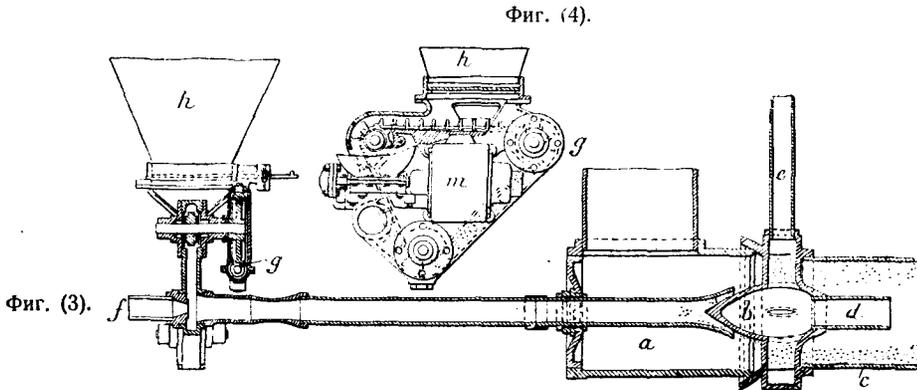
Фиг. (1).

Фиг. (1 и 2). Мартеновская печь, отапливаемая угольной пылью.

Зола, попадающая въ незначительномъ количествѣ въ рабочее пространство, не вредитъ ходу плавки. Зола, которая проносится черезъ рабочее пространство въ отводный каналъ (D), очищается труднѣе, имѣя тѣстообразную консистенцію. Наконецъ зола, которая находится въ суспандированномъ состояніи въ газѣ, отлагается на котлахъ и каналахъ въ видѣ мельчайшей пыли, которая легко удаляется продуваніемъ, 4 раза въ день, паромъ или сжатымъ воздухомъ.

М. Гадъ испыталъ большое количество форсунокъ, какъ существовавшихъ, такъ и собственнаго изобрѣтенія. Фиг. (3, 4) изображаетъ форсунки низкаго давленія, примѣненные къ мартеновской печи фиг. (1,2). Угольная пыль находится въ воронкѣ (h), расположенной надъ форсункой.

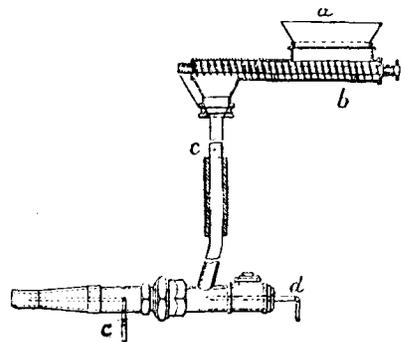
Уголь подводится безконечной цѣпью (g), расположенной трехугольникомъ на 3 шестерняхъ, укрѣпленныхъ на рамѣ.



Фиг. (3 и 4). Продольный и поперечный разрѣзъ форсунки низкаго давленія.

Избытокъ угля отводится цѣпью. Воздухъ вдувается черезъ трубку (f) и увлекаетъ угольную пыль въ форсуночную трубу, которая проходитъ черезъ камеру (a), въ которую поступаетъ воздухъ низкаго давленія. Форсуночная труба въ концѣ расширяется, въ раструбъ входитъ пустотѣльный конусъ (b), который разсѣиваетъ струю угольной пыли въ головной части форсунки (c). Дополнительная струя воздуха изъ (v), проходящая черезъ (d), гарантируетъ совершенное сгораніе пыли.

Форсунки высокаго давленія имѣютъ тоже двѣ трубки, черезъ которыя воздухъ проходитъ подъ давленіемъ; изъ нихъ одна доставляетъ воздухъ для распыливанія, другая для совершеннаго сгоранія угольной пыли; фиг. (5) изображаетъ форсунку высокаго давленія. Угольная пыль изъ воронки (a) подводится винтомъ (b) въ вертикальную трубку (c), снабженную подвижною муфтой, примыкающей къ задней части форсунки.



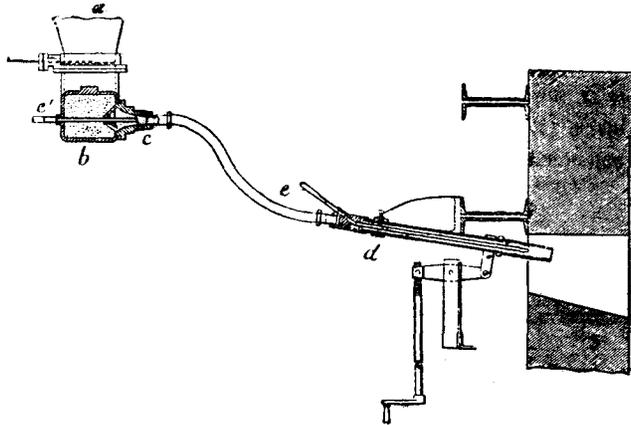
Фиг. (5). Разрѣзъ форсунки высокаго давленія.

Струя сжатого воздуха, идущая черезъ (d), гонитъ пыль къ соплу форсунки, другая дополнительная струя, входящая черезъ (e), способствуетъ совершенному сгоранію. Скорость подводящаго винта (b) можетъ регулироваться, что даетъ возможность

подводить необходимое только количество угольной пыли.

Фиг. (6) изображает форсунку высокого давл-

ления, примененную къ мартеновской печи (ф. 1, 2). Въ этой системѣ пыль увлекается исключительно сжатымъ воздухомъ.



Фиг. (6). Разрѣзъ форсунки высокаго давлениа.

Воронка (а) закрыта у основанія ящичнымъ затворомъ, что даетъ возможность падать угольной пыли въ камеру (b), черезъ которую проходитъ трубка, подводящая сжатый воздухъ. Конецъ трубки входитъ въ мундштукъ (с), въ которомъ происходитъ всасываніе пыли. При помощи гибкой трубы мундштукъ соединяется съ форсункой (d), состоящей изъ длиннаго цилиндра, внутри котораго проходитъ черезъ трубку небольшого діаметра сжатый воздухъ, необходимый для полнаго сгоранія. Форсунки высокаго давлениа даютъ длинное пламя, пригодное для отражательныхъ печей съ значительной длиною пода. Скорость движенія частицъ угля отъ 500—7500 метровъ въ минуту.

При этихъ скоростяхъ получаютъ хорошіе результаты.

Успѣшныя испытанія дали разные сорта угля: тошіе, антрациты, лигниты и даже коксовая пыль. Для металлургическихъ печей лучшіе результаты, по испытанію Гадда, дали пламенные угли, съ большимъ содержаніемъ летучихъ веществъ слѣдующаго состава:

	для пудлин- говыхъ печей	для мартэ- новскихъ печей
Летучихъ веществъ	не меньше 30%	не меньше 36%
Углерода (C)	50%	48%
Влаги	не больше 1,25%	не больше 1,25%
Золы	9,50%	6%
Сѣры (S)	1%	1%

Уголь долженъ быть просушенъ, чтобы содержаніе влаги въ немъ было 0,5⁰/₀. Этого не трудно достигнуть путемъ нагрѣва, но затрудненіе заключается въ сохраненіи его въ такомъ видѣ, такъ какъ онъ гигроскопиченъ, а потому слѣдуетъ подвергать его сушкѣ не раньше 48 часовъ до употребленія въ дѣло. Кромѣ того, храненіе угольной пыли сопряжено съ опасностью самовозгоранія, а также она слеживается въ комья, что вызываетъ неудобства при использованіи въ форсункѣ.

Угольная пыль, содержащая 0,75⁰/₀ влаги и 1⁰/₀ сѣры, самовозгорается приблизительно черезъ 6 дней, при содержаніи S - 1⁰/₀ и влаги 4—5⁰/₀ самовозгораніе происходитъ черезъ 24 часа.

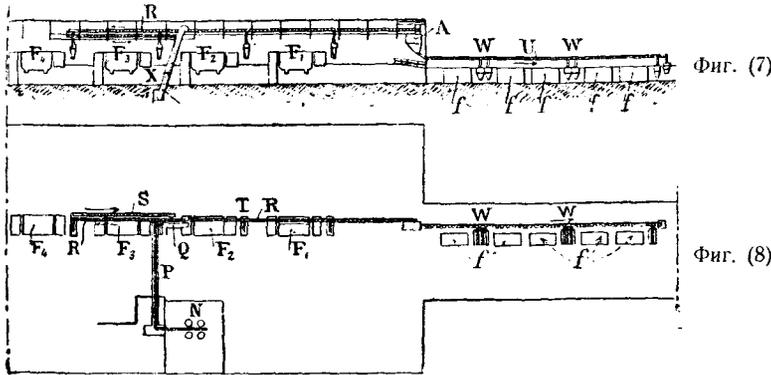
Перемѣщеніе угольной пыли должно производиться по совершенно водонепроницаемьмъ ходамъ.

Подводящіе винты діаметромъ 0,225m до 0,3m допускаются до длины 75—90 метровъ.

При большемъ разстояніи слѣдуетъ организовать перевозку.

Фиг. (7 и 8) даютъ схематическую установку для питанія угольной пылью 4 мартеновскихъ 50 t (F) и 5 двойныхъ печей Питсъ (f) для нагрѣванія болванокъ. Угольная пыль заключена въ герметиче-

скія коробки (N), откуда она извлекается подводимьмъ винтомъ (транспортёромъ) (P), который подводитъ ее къ герметическому элеватору (Q). Послѣдній питаетъ транспортёры (R и T). Транспортёръ (R) питаетъ воронки (F₃ и F₄). Избытокъ угольной пыли, который не помѣщается въ воронкахъ двухъ печей, отводится транспортёромъ (S) въ желобъ (X), а оттуда дѣйствіемъ собственной тяжести спускается къ подошвѣ элеватора (Q). Транспортёръ (T) питаетъ сначала воронки печей (F₁ и F₂), загѣмъ наполняетъ воронку (A), которая питаетъ Питсы.



Фиг. (7 и 8) установка для распредѣленія угольной пыли къ Мартеновскимъ печамъ и Питсамъ.

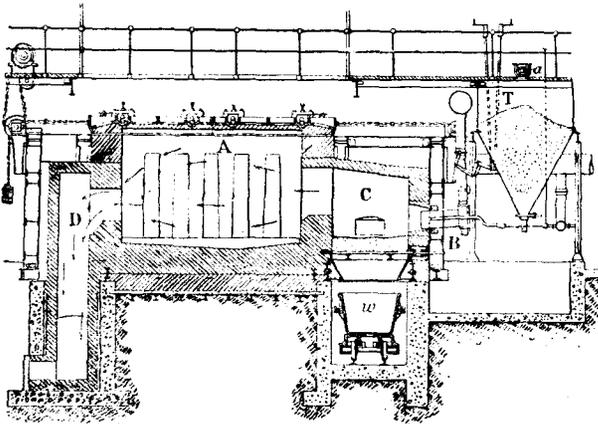
Отъ воронки (A) начинается транспортёръ U, который проходитъ надъ Питсами. Вблизи каждой печи главные транспортёры передаютъ угольную пыль винтовьмъ транспортёрамъ, (W) находящимся у каждой форсунки. Каждая форсуночная установка снабжена автоматическимъ счетчикомъ расхода угля. Для того, чтобы высушить угольную пыль до содержанія въ ней влаги 0,5%, расходуется приблизительно 12 kg. угля на тонну мелочи, а расходъ энергіи на сушку, транспортёры, вентиляторы и проч. для 10 t сушителя равняется 1,5 киловаттъ часъ на тонну просушеннаго угля.

Производительность мельницъ для помола 4,5 t въ часъ. Тонкость помола должна быть такова, чтобы 95% угольной муки проходило черезъ грохотъ, имѣющій 100 отверстій на квадратномъ дюймѣ, а 89% черезъ грохотъ съ 200 отверстіями на ква-

дратномъ дюймѣ. При этихъ условіяхъ расходъ будетъ 10,5 kw. часовъ на тонну угольной муки. Для установки, перерабатывающей 200 t угля въ день, М. Галдъ даетъ слѣдующую смѣту расходовъ:

Горючее для сушки	0,030	долларовъ
Содержаніе и ремонтъ механизмовъ	0,200	„
Рабочая сила	0,150	„
Двигатели	0,215	„
Матерьялы	0,005	„
Итого	0,600	долларовъ.

Фиг. (9) изображаетъ одну изъ пяти печей для нагрѣва болванокъ на заводѣ „American Iron and Steel Manufacturing Co (Американъ Айронъ андъ Стилъ Мануфактурингъ Ко).



Фиг. (9). Разрѣзъ нагревательной печи для болванокъ, отапливаемой угольной пылью.

Печи даютъ вполне удовлетворительные результаты. Угольная пыль, подведенная въ воронку (Т) винтомъ-транспортёромъ (а), увлекается струей воздуха въ форсунку (В). Печь состоитъ изъ камеры для сгорания (С), рабочего пространства А и отводного канала (D), пройдя который газы подводятся къ котламъ.

Заключеніе. 4 мартеновскія печи, нагреваемая угольной пылью въ теченіе нѣсколькихъ мѣсяцевъ по настоящее время, даютъ хорошіе результаты. Расходъ угля довольно значительный, но онъ отчасти компенсируется тѣмъ, что отработанные газы даютъ подъ котлами 6,5 kg. пара на kg. сгорѣшаго въ печи угля, такъ что 62,5% идетъ на

парообразованіе и только 37,5% на металлургическую операцию.

М. Гаддъ указываетъ въ своей запискѣ на необходимость бдительнаго и постоянного надзора за аппаратами, такъ какъ отъ этого зависитъ хорошая работа печи. При сушкѣ угольной пыли одинаково вредны сильный и слабый нагревъ, въ обоихъ случаяхъ форсунки будутъ дѣйствовать неудовлетворительно. Равно для исправнаго хода печи слѣдуетъ регулировать съ большимъ вниманіемъ количество угля, вдуваемого черезъ форсунку, упругость дутья и тягу отработанныхъ газовъ. Всѣ эти факторы находятся въ тѣсной зависимости другъ отъ друга.

Наконецъ, Гаддъ примѣнилъ угольную пыль къ печамъ съ рекуперацией; форсунки помѣщались съ двухъ противоположныхъ концовъ по длинной оси печи; направленіе газовъ измѣнялось, какъ въ обыкновенныхъ печахъ. Такія печи работаютъ въ настоящее время, одна въ 75 t, другія три по 35 t и даютъ вполне удовлетворительные результаты. Очевидно, что сгораніе угольной пыли даетъ высокую температуру, но примѣненіе этого вида топлива въ металлургиіи будетъ ограничено, пока не будетъ найденъ экономическій и практическій способъ полученія угольной муки и сушки этой муки, которая обыкновенно бываетъ влажною, и кромѣ того отъ углей требуется, чтобы они давали тугоплавкую золу и были богаты летучими веществами

Горн. инж. Тумановъ.

Испытательная лабораторія по коксованію при высшей технической школѣ въ Бреславлѣ.

Въ ноябрѣ 1910 г. при незадолго до этого открытой высшей технической школѣ въ Бреславлѣ была устроена на средства, пожертвованныя промышленниками, первая въ Германіи научная испытательная лабораторія по коксованію, руководить которой былъ приглашенъ извѣстный авторитетъ по коксовому дѣлу — проф. О. Зиммерсбахъ. Кромѣ лабораторіи, предполагалось также устройство небольшой испытательной станціи, состоящей изъ

трехъ коксовыхъ печей, дабы имѣть возможность производить точные опыты и изслѣдованія надъ коксованіемъ въ условіяхъ заводской практики.

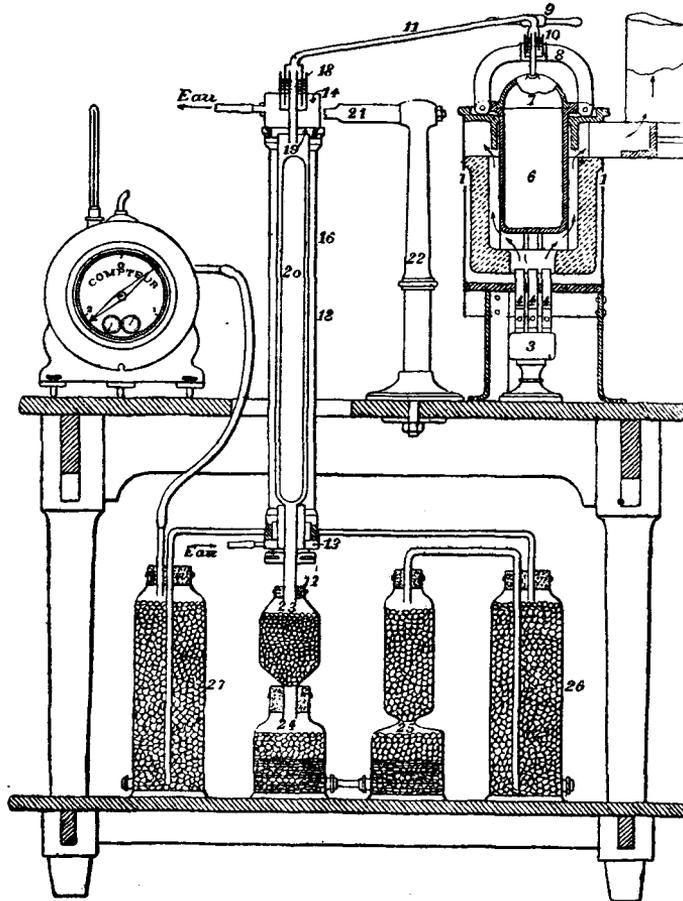
Но къ маю 1914 г., когда я посѣтилъ вышеказанную лабораторію, опытныхъ коксовыхъ печей еще не были построены, такъ какъ проф. Зиммерсбахъ еще не закончилъ своихъ изысканій по вопросу о выработкѣ наиболѣе рациональнаго типа испытательной печи.

Лабораторія оборудована 1) приборами для изучения процесса коксования и определения выхода побочных продуктов, каковы аппараты Маршала и Лессинга, видоизмененный Зиммерсбахомъ, 2) приборами для механическихъ испытаній кокса: а)

барабаномъ для опредѣленія истираемости кокса и в) приборомъ для испытанія на раздавливаемость и 3) мельницами для измельченія угля и кокса.

Имеется также небольшой музей съ образцами германскихъ и иностранныхъ заводскихъ коксовъ.

Описание прибора Маршала.



Фиг. 1. Приборъ Маршала.

Приборъ Маршала для опредѣленія выхода кокса и побочныхъ продуктовъ коксованія.

Быстро развившееся въ послѣдніе годы улавливаніе побочныхъ продуктовъ коксованія каменнаго угля вызвало необходимость въ приборѣ для опредѣленія качествъ каменныхъ углей въ этомъ отношеніи. Приборъ этотъ долженъ давать возмож-

ность путемъ испытаній на немъ получать заранее тѣ результаты, какіе могутъ получиться на практикѣ при коксованіи того или иного сорта угля, а также контролировать правильность функционированія заводскихъ устройствъ. Такимъ приборомъ является аппаратъ Маршала, гдѣ коксованіе происходитъ въ условіяхъ, возможно приближающихся къ условіямъ заводской практики.

Приборъ состоитъ изъ

1. *Реторты*, нагрѣваемой при помощи газовой или (въ случаѣ отсутствія газа) сильной керосиновой горѣлки; температура нагрѣва угольной загрузки — 800-900°C.

2. Водяного *холодильника* для охлажденія газовъ дестилляціи и конденсаціи смолы.

3. *Серіи промывныхъ сосудовъ* для поглощенія амміака, а также бензола, заключенныхъ въ газахъ.

4. *Счетчика* для опредѣленія объема газа въ литрахъ, выдѣляемаго при карбонизаціи угля.

Всѣ эти части монтированы на столѣ особой формы.

Печь состоитъ изъ кожуха изъ листового желѣза, выложеннаго внутри огнеупорнымъ кирпичемъ; печь поддерживается тремя желѣзными ножками. Нижняя часть и крышка печи—чугунная; онѣ снабжены отверстиями для горѣлки, дестилляціонной реторты или съемной крышки, которой закрывается печь въ періодъ ея предварительнаго нагрѣва.

Воздухъ для горѣнія поступаетъ черезъ отверстия (1) и подогрѣвается, утилизируя часть тепла, теряющагося черезъ проводимость и лученспусканіе.

Горѣлка (3) состоитъ изъ чугунаго ящика съ семью бунзеновскими рожками (4) съ регуляторами; горѣлка покоится на выдвигной чугунной подставкѣ.

Реторта (6) (чугунная или желѣзная) съ возможно тонкими стѣнками закрывается крышкой (7), удерживаемой обоймой (8) и нажимнымъ винтомъ (9). Обойма съ одной стороны закрѣпляется штифтомъ, который удаляютъ, чтобы повернуть обойму и имѣть возможность удалить крышку.

Герметичность соединенія реторты и крышки обезпечивается прокладкой изъ графита съ асбестомъ.

Размѣры реторты: внутренній діаметръ основанія—106 мм., наружная высота—220 мм., толщина стѣнокъ—5-6 мм., ширина верхняго выступа—12 мм.

Крышка реторты снабжена желобообразной чашечкой (10), куда вставляется желѣзная трубка (11), отводящая газъ, при чемъ герметичность соединенія обезпечивается ртутнымъ предохранителемъ. По трубкѣ (11) газъ поступаетъ въ *холодильникъ*, состоящій изъ стеклянной трубки (12), укрѣпленной въ двухъ металлическихъ муфтахъ (13 и 14), снабженныхъ трубками для притока и выпуска охлаждающей воды; нижняя часть внутренней стек-

лянной трубки (16) холодильника поддерживается каучуковой пробкой (17); вверху же этой трубки находится желѣзная желобообразная чашечка съ ртутью (18), въ которую погружается приводящая газовая трубка (11).

Дефлекторъ состоитъ изъ стеклянной трубки (20), запаянной съ двухъ концовъ, помѣщенной внутри холодильной трубки, и имѣетъ своимъ назначеніемъ направлять токъ газовъ къ охлаждающимъ стѣнкамъ холодильника.

Холодильникъ поддерживается муфтами 13 и 14; послѣдняя при помощи вилки (21) укрѣплена къ колонкѣ (22). Такое соединеніе облегчаетъ присоединеніе промывныхъ сосудовъ къ трубкѣ холодильника.

Газы изъ реторты (6) по трубкѣ (11) поступаютъ въ холодильникъ (12), гдѣ они охлаждаются и оставляютъ на стѣнкахъ конденсируемыя вещества—амміачныя воды и смола.

Изъ холодильника газъ, амміачная вода и смола поступаютъ послѣдовательно въ сосуды (23, 24 и 25), наполненные стеклянными шариками, увеличивающими поверхность соприкосновенія съ продуктами перегонки, и способствующими поэтому болѣе полной конденсаціи и осажденію смолы и амміачныхъ водъ.

Наконецъ, промывные сосуды (26 и 27) служатъ соотвѣтственно для поглощенія амміака и бензола. Первый изъ нихъ наполняется разведенной сѣрной кислотой, второй тяжелымъ каменноугольнымъ масломъ, предварительно очищеннымъ отъ нафталина.

Для увеличенія поверхности поглощенія сосуды эти наполняются также стеклянными шариками.

Опредѣленіе амміака производится 1) либо титрованіемъ свободной кислоты титрованнымъ растворомъ ѣдкаго натра съ метиль-оранжемъ, какъ индикаторомъ, 2) либо перегонкой въ присутствіи сильныхъ оснований, которые выдѣляютъ амміакъ въ свободномъ состояніи, давая возможность опредѣлить его въ связанномъ видѣ въ формѣ солей.

Что касается бензола, то его опредѣляютъ перегонкой тяжелаго масла изъ промывнаго сосуда въ колбѣ, снабженной термометромъ, при температурѣ до 160° и взвѣшиваніемъ продуктовъ этой дестилляціи.

Между поглотительными сосудами для амміака и бензола полезно включить трубку съ хлористымъ

кальціемъ для высушиванія газа до поступленія его въ сосудъ съ тяжелымъ масломъ.

Газъ по выходѣ изъ послѣдняго промывного сосуда проходитъ черезъ счетчикъ, указывающій объемъ его въ литрахъ, который вычисленіемъ приводятъ къ объему при 0°С и 760 мм. барометрическаго давленія.

Для полученія условій карбонизаціи, по возможности приближающихся къ условіямъ коксованія въ заводскихъ печахъ, печь въ приборѣ Маршала предварительно нагрѣваютъ, закрывая ее крышкой; загруженный въ реторту уголь сразу подвергается дѣйствію температуры дестилляціи, какъ въ настоящихъ коксовыхъ печахъ.

Производство операціи.

Опредѣляютъ влажность угля, предварительно тонко измельченнаго, въ сушильномъ шкафу, загружая въ реторту навѣску угля, чтобы она содержала 1 кг. безводнаго угля.

Прибавляютъ столько воды, чтобы содержаніе влаги въ навѣскѣ угля равнялось 10⁰/₁₀, перемѣшиваютъ хорошо всю массу желѣзнымъ шпателемъ и утрамбовываютъ слегка маленькой трамбовкой. Объемъ части реторты, заполненной навѣскою, больше ¹/₁₀ куб. метра. Закрываютъ реторту крышкой, предварительно помѣстивъ между ними прокладку изъ смоченнаго асбестоваго кружка, закрѣпляютъ надъ крышкой обойму и крѣпко завинчиваютъ отъ руки нажимной винтъ.

Въ это же время печь, закрытую особой крышкой, нагрѣваютъ до требуемой температуры. Это нагрѣваніе должно быть одно и то же при всѣхъ опредѣленіяхъ, для чего горѣлка снабжена особымъ водянымъ манометромъ, указывающимъ давленіе газа въ рожкахъ горѣлки.

Въ зависимости отъ качества газа опредѣляется разъ навсегда требуемое давленіе, обычно колеблющееся между 20 и 25 мм. водяного столба.

Само собою разумѣется, что выводящая продукты горѣнія труба печи присоединяется къ имѣющейся въ лабораторіи дымовой или вытяжной трубѣ.

Затѣмъ наполняютъ промывные сосуды соотвѣтствующими жидкостями.

Берутъ 300 куб. см. ¹/₂—нормальнаго титрованного раствора H₂SO₄ и 100 куб. см. изъ нихъ

вводятъ черезъ трубку (16) для смачиванія стѣнокъ дефлектора и стеклянныхъ шариковъ, затѣмъ около 100 куб. см. вливаютъ въ каждый изъ промывныхъ сосудовъ (25 и 26). Всполаскиваютъ мѣрную колбу дестиллированной водой и прибавляютъ промывную воду во всѣ эти сосуды.

Сосудъ (27), служащій для поглощенія бензола, наполняется до половины высоты тяжелымъ масломъ, предварительно очищеннымъ отъ нафталина перегонкой.

Провѣряютъ, держатъ ли всѣ соединенія и смычки, ставятъ счетчикъ на 0⁰, записываютъ t, барометрическое давленіе и время.

Если печь нагрѣта до требуемой температуры, то приступаютъ къ производству дестилляціи.

Снимаютъ крышку съ печи, помѣщаютъ въ нее реторту и соединяютъ реторту съ холодильникомъ помощью желѣзной трубки.

Дестилляція начинается сейчасъ же: сперва выдѣляется водяной паръ, конденсирующійся въ воду, затѣмъ смола, стекающая по стѣнкамъ дефлектора.

Каждая четверть часа отмѣчаютъ температуру газа и затѣмъ вычисляютъ среднюю температуру его.

Дестилляцію можно считать оконченной, когда стрѣлка счетчика устанавливается неподвижно.

Тогда удаляютъ трубку, соединяющую реторту съ холодильникомъ, и промываютъ кипящей водой внутреннюю часть холодильника и дефлектора, чтобы собрать всю смолу, которая осѣдаетъ на стѣнкахъ этихъ трубокъ.

Затѣмъ жидкость изъ сосудовъ собираютъ въ большую фарфоровую чашку, фильтруютъ черезъ складчатый фильтръ, предварительно смоченный водой, въ мѣрную колбу емкостью въ 5 литровъ, промываютъ тщательно кипящей водой до полного удаленія сѣрной кислоты.

Для опредѣленія количества смолы, удержанной фильтромъ, достаточно ее растворить въ очищенномъ бензинѣ надъ тарированной фарфоровой чашкой, которую затѣмъ высушиваютъ въ сушильномъ паровомъ шкафу при t около 50⁰ до постояннаго вѣса, получая такимъ образомъ количество смолы.

Для опредѣленія амміака доливаютъ до черты въ мѣрную колбу емкостью въ 5 литровъ холодной дестиллированной воды и сильно встряхиваютъ колбу для лучшаго перемѣшиванія.

Берутъ отсюда литръ жидкости, помѣщаютъ ее въ 2-литровую колбу, нагреваютъ для удаленія угольной кислоты и для освѣтлѣнія фильтрата, прибавляютъ метиль-оранжа и титруютъ свободную сѣрную кислоту титрованнымъ растворомъ ѣдкаго натра.

Разность между количествомъ сѣрной кислоты, взятой для испытанія и опредѣленной титрованиемъ, даетъ количество сѣрной кислоты, связанной съ амміакомъ, выдѣленнымъ углемъ при его дестилляціи. Вычисленіемъ опредѣляютъ соотвѣтственные количества амміака и сульфата.

Можно также опредѣлить количество амміака перегонкой обычнымъ способомъ.

Бензолъ опредѣляется перегонкой тяжелаго масла изъ поглотительнаго сосуда въ колбѣ, снабженной термометромъ, при температурѣ до 160° и взвѣшиваніемъ продуктовъ этой дестилляціи.

Наконецъ, взвѣшиваютъ коксъ для опредѣленія выхода его, а также отмѣчаютъ качество его.

Для примѣра приводимъ результаты одного испытанія.

Коксъ. Характеръ его — *плотный.*

Внѣшій видъ—*сѣрый металлическій.*

<i>Выходъ.</i>	71,605%
<i>Сѣрнокислаго аммонія.</i>	0,854 "
<i>соотвѣтственно амміака.</i>	0,220 "
<i>Смоли</i>	6,050 "
<i>Бензола при 150°С</i>	0,271 "
<i>Газа при 0° и 760° мм.</i>	23,450 куб. м.

Слѣдуетъ указать, что при работѣ съ приборомъ Маршала обнаружались нѣкоторые дефекты его. Коксъ въ верхней части своей получался часто чернаго цвѣта, не вполне коксовавшійся, что указывало на недостаточно высокую температуру въ верхней части реторты и вообще на неравномерный нагревъ. И дѣйствительно, измѣренія температуръ показали, что при т въ средней и нижней части коксоваго пирога въ 800° въ верхней части нефѣдка она бываетъ 700°—600°. Поэтому пришлось опустить нѣсколько реторту и предполагается внести нѣкоторыя измѣненія въ конструкціи горѣлки для достиженія болѣе равномернаго обогрѣванія.

Кромѣ того, при дестилляціи нѣкоторыхъ сортовъ угля, богатыхъ газомъ, особенно въ тѣхъ случаяхъ, когда выдѣленіе газа происходитъ вне-

зпно и бурно, давленіемъ газа выбрасывало ртуть изъ чашекъ съ ртутными предохранителями.

Для устраненія этого обстоятельства газъ не пропускаться черезъ счетчикъ, а собирался въ серіи бутылей изъ подъ кислотъ, градуированныхъ въ самой лабораторіи и соединенныхъ другъ съ другомъ сифонами.

Вообще слѣдуетъ замѣтить, что въ конструкціи прибора Маршала, равно какъ и другихъ приборовъ для опытной дестилляціи каменныхъ углей, приспособленныхъ къ производству испытаній съ опредѣленными углями, должны быть сдѣланы модификаціи въ тѣхъ случаяхъ, когда приходится испытывать угли, сильно разнящіеся отъ нихъ въ отношеніи выхода смолы и ея качества, содержанія газа и характера его выдѣленія.

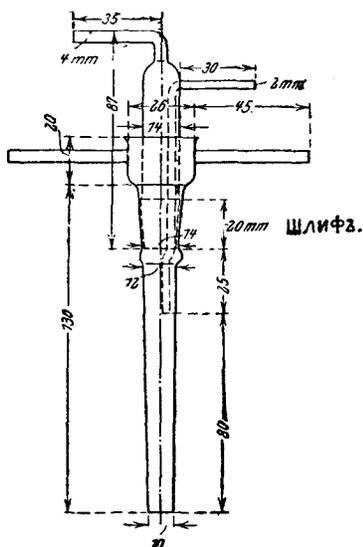
Приборъ Лессинга.

При опредѣленіи выхода летучихъ соединеній угля при дестилляціи его въ платиновомъ тиглѣ происходитъ 1) частичное сгораніе кокса въ атмосферѣ тигля, еще содержащей кислородъ, и 2) механическая потеря угольнаго порошка вслѣдствіе энергичнаго выдѣленія газовъ—что уменьшаетъ выходъ кокса; съ другой стороны, 1) неполное и несовершенное коксованіе, 2) вторичное каталитическое разложеніе летучихъ веществъ на стѣнкахъ тигля, 3) разложеніе летучихъ веществъ въ свободномъ пространствѣ тигля, 4) отдѣленіе углерода во время коксованія, вслѣдствіе слишкомъ быстраго первичнаго разложенія летучихъ—увеличиваютъ выходъ кокса. Англійскій химикъ Лессингъ предложилъ поэтому нагревать уголь въ возможномъ узкомъ пространствѣ при возможномъ отсутствіи воздуха, при чемъ получаютъ весьма характерные для каждаго сорта угля корольки кокса (въ видѣ узкихъ цилиндриковъ), сильно между собою различающіеся по высотѣ и поэтому могущіе служить для опредѣленія сравнительной коксующей способности и идентификаціи сорта угля.

Кварцевая цилиндрическая трубка небольшого діаметра, защищенная снаружи изолирующимъ веществомъ (кизельгуръ), нагревается при помощи навитой на нее спиральной платиновой проволоки, черезъ которую пропускается токъ; въ эту трубку помѣщается другая кварцевая трубка (10 мм. діаметромъ) съ навѣской угля въ 1 гр., а сверху на-

вѣски помѣщается небольшая кварцевая трубочка въ видѣ поршенька для защиты угля отъ внѣшней атмосферы, приподымаемая вспучивающимся королькомъ кокса.

Зиммерсбахъ нѣсколько видоизмѣнилъ трубку Лессинга, такъ какъ при испытаніяхъ нѣмецкихъ углей выдѣлявшаяся при дестилляціи смола закупоривала трубку. Усовершенствованный Зиммерсбахомъ приборъ Лессинга представляетъ собою трубку изъ прозрачнаго кварцеваго стекла, форма и размѣры котораго изображены на фиг. 1.



Фиг. 1.

Приборъ Лессинга-Зиммерсбаха.

Трубка снабжена другою пришлифованною къ ней верхней трубкой для улавливанія густой смолы и исключаетъ возможность—въ противоположность трубкѣ Лессинга—осѣданія смолы на нижней взвѣшиваемой трубкѣ, такъ какъ шлифъ по всей своей длинѣ, а, слѣдовательно, и нижняя часть трубки для улавливанія смолы обогрѣваются.

Для герметичности соединенія трубокъ примѣняютъ тонкій порошокъ графита, который не только дѣлаетъ шлифъ газо-непроницаемымъ въ огнѣ, но послѣ охлажденія облегчаетъ также вынутіе верхней трубки. Смоляной приѣмникъ очищаютъ отъ смолы простымъ прокаливаніемъ въ газовомъ или электрическомъ муфелѣ. Нѣтъ необходимости

помѣщать въ смоляную трубку пробку изъ стеклянной ваты или асбеста; такая пробка затруднила бы чистку, такъ какъ стекло и асбестъ дѣйствуютъ на кварцъ. Вплавленная тонкая трубочка служитъ для наполненія трубки углекислотой, когда желаютъ изслѣдовать газъ дестилляціи. Если желаютъ только опредѣлить выходъ кокса, то эту трубочку закрываютъ ватой, замазкой или пробкой; въ противномъ случаѣ во время охлажденія черезъ нее можетъ засосать воздухъ, что вызоветъ угаръ кокса.

Размѣръ обогрѣваемой части трубки имѣетъ очень важное значеніе, такъ какъ отъ величины этой поверхности зависитъ количество выдѣленнаго изъ смоляныхъ паровъ и газовъ углерода, взвѣшиваемого вмѣстѣ съ коксомъ. Укоротить больше нижнюю трубку не представлялось возможнымъ, такъ какъ коксовый королькъ нерѣдко вспучивается до 7 см. высоты. Воронкообразное расширеніе трубки потребовалось для изготовленія шлифа и облегчаетъ въ то же время наполненіе трубки навѣской угля. Для нагрѣванія трубки служитъ вертикальная трубчатая электрическая печь Гергеуса, передвигающаяся въ вертикальномъ направленіи, съ діаметромъ нагрѣвательной трубки въ 30 мм. и длиной въ 300 мм.; при постоянномъ токѣ въ 220 вольтъ и 8 амперъ получается температура въ 1200° и поддерживается на этой высотѣ во все время опыта. Мѣсто сплава термоэлемента помѣщается въ нагрѣвательной трубкѣ печи на высотѣ коксующаго угля. Дестилляціонная трубка свободно подвѣшивается въ вертикальномъ положеніи помощью двухъ боковыхъ трубочекъ, помѣщаемыхъ въ двухъ желобкахъ на параллельно расположенныхъ угольникахъ изъ желѣза, укрѣпленныхъ на штативѣ трубчатой печи; затѣмъ поднимаютъ нагрѣтую до 1200° печь, и такимъ образомъ трубка вступаетъ въ нагрѣтую печь. Нагрѣвательная трубка печи накрывается толстымъ плотно прилегающимъ асбестовымъ кружкомъ съ отверстіемъ, соответствующимъ діаметру дестилляціонной трубки выше шлифа. Эта асбестовая пластина служитъ для центрированія трубки и препятствуетъ поступленію холоднаго внѣшняго воздуха въ нагрѣвательную трубку.

Опредѣленіе выхода кокса производится слѣдующимъ образомъ. Печь регулируютъ такъ, чтобы температура ея въ 1200° оставалась постоянной во все время опыта. Шлифъ смоляной трубки

покрываютъ порошкомъ графита, затѣмъ поворачиваніемъ трубки распредѣляютъ его ровнымъ слоемъ на поверхности шлифа, тщательно удаляя постукиваніемъ избытокъ графита. Нижняя трубка прибора подвѣшивается на проволочку къ вѣсамъ и взвѣшивается. На стеклянномъ вѣсовомъ челночкѣ отвѣшиваютъ около 1,0020 гр. тонко измельченного угольного порошка.

Затѣмъ содержимое челночка опорожняютъ въ дестилляціонную трубку и взвѣшиваютъ трубку съ углемъ. Навѣска угля составляетъ 0,996 до 1,0004 гр., если не вычищать челночка кисточкой. Такая небольшая поправка представляетъ меньше хлопотъ, чѣмъ опоражниваніе точно отвѣшеннаго количества изъ челночка, что вслѣдствіе легкаго распыленія тонкаго угольнаго порошка сопряжено съ трудностями и съ большой потерей времени. Затѣмъ встряхиваютъ нѣсколько разъ трубку, дабы приставшія къ стѣнкамъ ея частицы угля упали внизъ, и уголь легъ равномернo плотнымъ слоемъ, вставляютъ смоляную трубку и подвѣшиваютъ приборъ вышеуказаннымъ способомъ надъ нагрѣтой печью. Снимаютъ асбестовую крышку печи, усиливаютъ токъ на 0,5 ампера и поднимаютъ печь: дестилляціонная трубка подвергается дѣйствию нагрѣтой печи. Черезъ 2 минуты силу тока устанавливаютъ на прежнемъ нормальномъ уровнѣ и точно черезъ 7 минутъ послѣ поднятія печи опускаютъ печь и накрываютъ ее. Вынимаютъ трубку и помѣщаютъ ее для охлажденія въ фарфоровое кольцо штатива для фильтрованія. Послѣ полного охлажденія снимаютъ смоляную трубку и взвѣшиваютъ дестилляціонную трубку. Висящія на смоляной трубкѣ графитовыя частички, выдѣленные благодаря диссоціи, не взвѣшиваются. При введеніи холодной трубки въ нагрѣтую печь температура печи падаетъ до 600°C, но быстро подымается до 1000°C., а затѣмъ поднятіе температуры совершается медленно, такъ что къ концу второй минуты она снова приближается къ 1200°C.

Газовыдѣленіе начинается тотчасъ же, какъ только t возрастаетъ выше 600°. Газовыдѣленіе оканчивается чаще всего черезъ 1½, самое большее черезъ 2 минуты. Въ нижеприведенной таблицѣ даны выходы кокса, полученные при дестилляціи разныхъ углей въ одной и той же трубкѣ и печи—способъ Лессинга—равно какъ выходы кокса тѣхъ же углей, опредѣленныхъ другими способами.

Выходъ кокса.

Происхожденіе угля	По способу Муха %	По Бохумскому способу	По американскому способу	По способу Лессинга
Рейнскій уголь . .	77,76	76,89	75,81	75,78
Вестфальскій . . .	76,89	76,04	75,23	75,11
Нижнесилезскій . .	68,68	68,25	65,98	66,84
Верхнесилезскій . .	63,10	62,26	59,78	61,49
Саарбрюкенскій . .	66,52	65,45	64,07	65,19

При сравненіи результатовъ выхода кокса, опредѣленнаго различными способами; оказывается, что между отдѣльными опредѣленіями выхода кокса по способу Лессинга получаются сравнительно большія разницы, чѣмъ при другихъ методахъ, но для практическихъ цѣлей это не имѣетъ значенія и не можетъ служить препятствіемъ примѣненію способа Лессинга для опредѣленія выхода кокса и коксующей способности.

На фиг. 2 изображены корольки коксовъ 5 углей, выжженные разными способами.

При производствѣ опытовъ въ трубкѣ Лессинга-Зиммерсбаха выяснилось, что въ зависимости отъ различнаго количества газа, выдѣляемаго при дестилляціи разныхъ углей, приходится примѣнять газовые измѣрители пяти различныхъ емкостей.

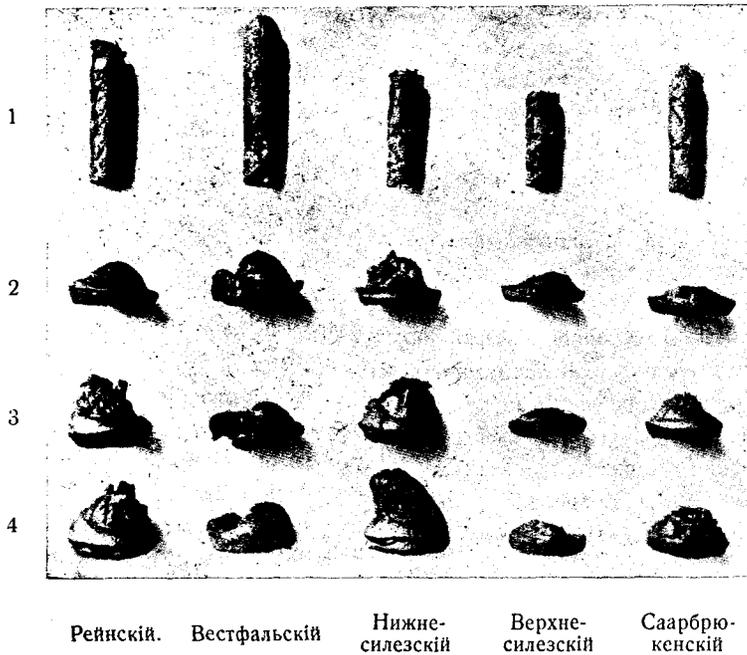
Чтобы дать представленіе о стоимости аппаратуры, привожу цѣны приборовъ на мѣстахъ до войны. Цѣна кварцевой трубки Лессинга-Зиммерсбаха—38 марокъ. Стекланная часть съ кранами и поглотительный сосудъ—35 марокъ. Газовый измѣритель (каждый)—12 марокъ.

Въ лабораторіи при моемъ посѣщеніи были закончены какъ разъ опыты, предпріятыя для выясненія вопроса объ образованіи амміака и HCN при дестилляціи каменныхъ углей, т. е. вопроса о распредѣленіи азота угля при дестилляціи между продуктами ея.

Результатомъ этихъ испытаній являются слѣдующія положенія:

1. Образованіе амміака происходитъ существенно только при температурѣ, при которой спеканіе коксового угля уже закончено.

2. Образованіе амміака достигаетъ своего максимума при t , не для всѣхъ углей одинаковой.



1. Способъ Лессинга. 1. Способъ Мука. 3. Бохумскій способъ. 4. Американскій способъ.

Фиг. 2.

3. Эта температура зависитъ отъ природы соединеній азота въ угль и колеблется между 800° и 900°C .

4. Распадъ амміака, который самъ по себѣ, т. е. при концентрированномъ амміакѣ, происходитъ существенно уже при 750°C , а при 800°C почти совершенно, при дестилляціи каменнаго угля наступаетъ, вслѣдствіе разжиженія, замѣтно лишь при 900°C и усиливается съ подъемомъ температуры.

5. Образование HCN растетъ съ увеличеніемъ количества амміака и температуры, хотя амміакъ въ концентрированной формѣ, начиная съ 900° , съ возрастаніемъ t вліяетъ неблагоприятно на образование ціана.

6. Количество HCN при коксованіи угля составляетъ 1,2% общаго содержанія N въ углѣ и около 5% содержанія амміака.

7. Водяной паръ препятствуетъ образованію ціана, наоборотъ благоприятствуетъ выходу амміака.

8. Большая скорость газовъ препятствуетъ разложенію амміака и способствуетъ образованію ціана.

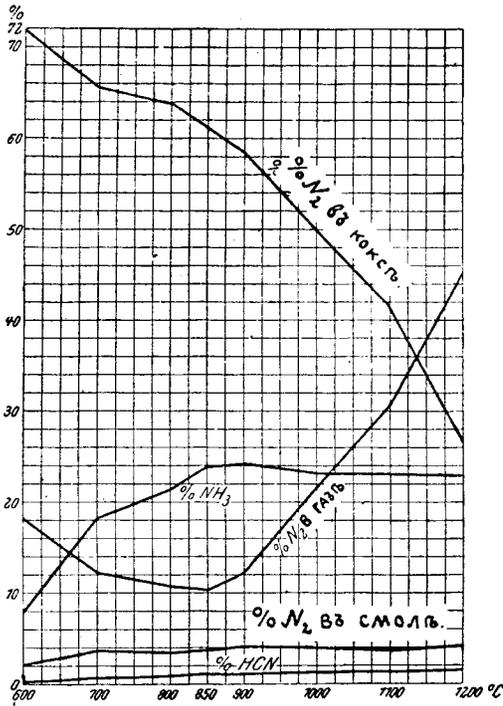
9. Величина зеренъ угля не имѣетъ вліянія ни на температуру максимальнаго выхода амміака, ни на его выходъ.

Нѣкоторые результаты изслѣдованія объ образованіи амміака и ціана представлены на діаграммахъ фиг. 3 и 4.

Испытаніе кокса на истираемость.

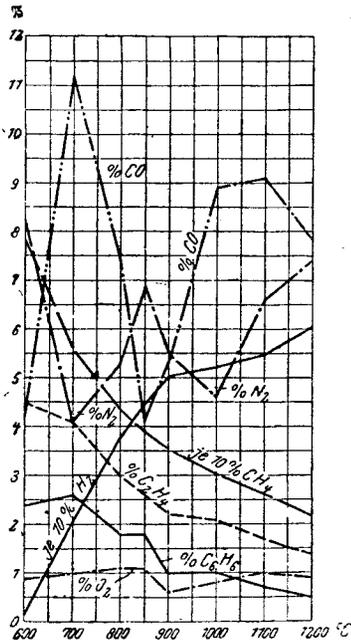
а) Бреславльскій способъ.

Въ барабанъ діаметромъ 1 м. и длиной 50 см. помѣщаютъ около 50 кгр. кокса, вращаютъ барабанъ четыре минуты при 25 оборотахъ въ минуту и затѣмъ пропускаютъ коксовую пробу послѣдовательно черезъ сита съ отверстіями въ 100, 80, 40 25 и 10 мм.



Фиг. 3.

Распределение азота угля между продуктами дистилляции в различные периоды ее



Фиг. 4.

Состав газа в различные периоды дистилляции.

- | | | | |
|---------------------------------------|------------|----------|----------------------|
| 1. Чрезвычайно твердый кокс | 90% | остается | } на 40 мм.-омъ ситѣ |
| 2. Очень | 85% | " | |
| 3. Твердый | 80% | " | |
| 4. Достаточно | 77% | " | |
| 5. Мягкій | меньше 75% | " | |

1. Чрезвычайно твердый кокс на 40 мм.-омъ ситѣ оставляетъ 90%, а именно:

на 100 мм.-омъ ситѣ	45	} 90
" 80 " "	20	
" 40 " "	25	
" 25 " "	3	} 10
" 10 " "	7	
		100%

2. Очень твердый кокс—на 40 мм.-омъ ситѣ остав- ляетъ 85%, а именно:

на 100 мм.-омъ ситѣ	40	} 85
" 80 " "	20	
" 40 " "	25	
" 25 " "	5	} 15
" 10 " "	10	
		100%

3. Твердый кокс—на 40 мм.-омъ ситѣ оставлетъ 85%, а именно:

на 100 мм.-омъ ситѣ	35	} 80
" 80 " "	20	
" 40 " "	25	
" 25 " "	10	} 20
" 10 " "	10	
		100

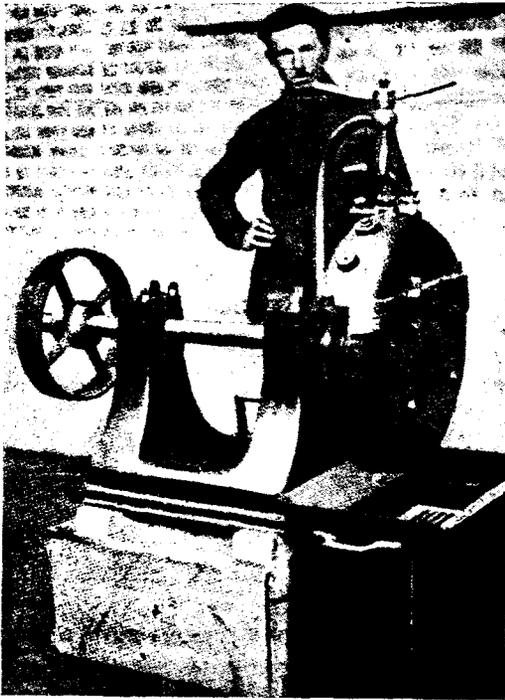
4. Достаточно твердый кокс—на 40 мм.-омъ ситѣ оставлетъ 75%, а именно:

на 100 мм.-омъ ситѣ	30	} 75
" 80 " "	20	
" 40 " "	25	
" 25 " "	15	} 25
" 10 " "	10	

в) Французскій способъ.

Испытаніе производится въ небольшой шаровой мельницѣ діаметромъ 550 мм. и шириной 150 мм. со стальными шарами.

Около 6 кгр. кокса въ видѣ 30—40 кусковъ загружается въ шаровую мельницу и подвергается дѣйствию стальныхъ шаровъ въ продолженіе 15 минутъ при 35—40 оборотахъ мельницы въ минуту. Послѣ остановки мельницы коксъ высыпается въ прямоугольный ящикъ (60×25×45), имѣющій сверху сито съ отверстиями 19×19 мм. Процентное содержаніе коксовой мелочи, прохо-



Фиг. 5.

Приборъ для опредѣленія истираемости кокса.

дящей черезъ это сито, служить относительнымъ мѣриломъ истираемости кокса.

- Если черезъ сито проходить 15%, то коксъ считается очень твердымъ.
 „ 20%, то коксъ считается твердымъ.
 „ 30%, то коксъ считается достаточно твердымъ.
 „ 40%, то коксъ считается мягкимъ.
 „ 50%, то коксъ считается очень мягкимъ.

Такъ какъ здѣсь при испытаніи берется небольшое количество кокса, то этотъ методъ долженъ давать менѣе удовлетворительные результаты, чѣмъ бреславльскій.

Цѣна мельницы (L. Carton, Tournai, Бельгія) — 450 марокъ.

Испытаніе кокса на раздавливаемость.

Изъ кокса помощью желѣзной пилы готовятъ нѣсколько кубиковъ съ ребрами нѣсколько большими 1 см., которые затѣмъ помощью широкаго напильника или на наждачномъ кругѣ шлифуютъ точно до размѣровъ въ 1 куб. см. Для измѣренія кубика служитъ раздвижная калибровка съ микрометричнымъ винтомъ.

Для опредѣленія сопротивленія раздавливанию пользуются особымъ рычажнымъ аппаратомъ. Между подставкой и поверхностью давленія рычага кладутъ испытуемый кубикъ кокса и устанавливаютъ на градуированномъ плечѣ рычага передвижную грузъ G на 80 (кгр.), подымая высоко плечо рычага и медленно его опуская.

Если кубикъ кокса выдерживаетъ это давленіе въ 80 кгр., то передвигаютъ медленно грузъ G вдоль плеча рычага, избѣгая толчковъ и рѣзковъ движеній, такъ какъ это можетъ вызвать преждевременное раздавленіе кокса.

Какъ только коксъ раздавленъ, отсчитываютъ сопротивляемость его раздавливанию по градуированному плечу рычага.

Нужно сказать, что выпиливаніе кубика кокса является очень трудной работой, и кубики часто трескаются при ихъ изговленіи. Кромѣ того полученные цифры при испытаніи нѣсколькихъ кубиковъ изъ одного и того же кокса сильно разнятся часто между собою, и для полученія средней величины приходится дѣлать нѣсколько испытаній.

Для **измельченія** угля и кокса служатъ слѣдующіе приборы:

1) *дробилка* для кокса

Модель LBZ	Длина щели мм.	Ширина мм.	Производительность кгр. въ часъ	Потребная сила		
	125	75	150—600	1/2 — 1		
	Занимаемое мѣсто мм.			Шкивъ для передачи мм.		
	длина	ширина	высота	число оборотовъ въ минуту	диаметръ/ширина	Вѣсъ кгр.
	450	450	450	200	200/50	120



Фиг. 6.
Дробилка.

Эта дробилка имѣетъ ступенчатую измельчающую щеку изъ закаленной стали и механическую подачу.

Остальные части дробилки стальные, за исключеніемъ фундаментной плиты, махового колеса и шкива — которые изготовлены изъ чугуна.

Ширина щели регулируется и устанавливается

при помощи натяжного стержня, снабженнаго пружиной.

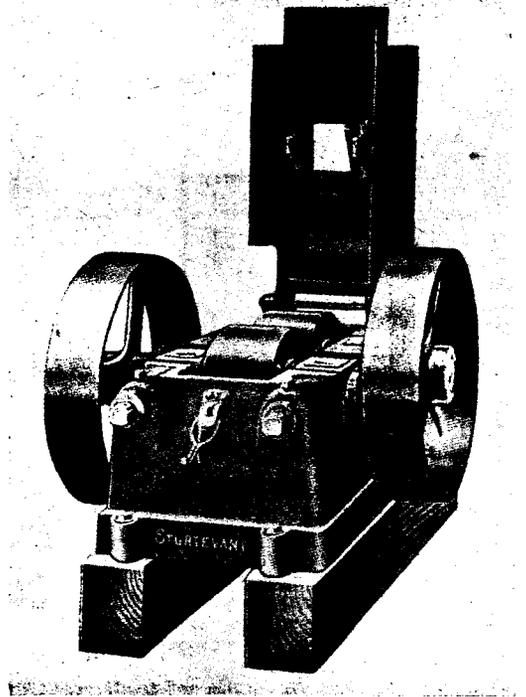
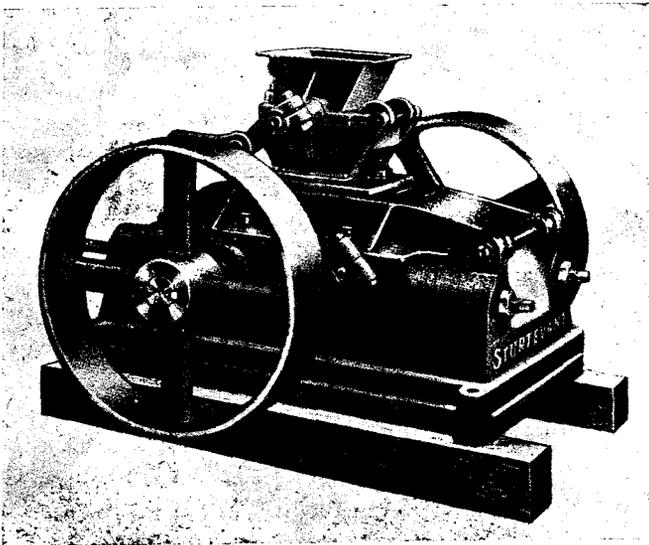
Дробилка можетъ быть укрѣплена либо на стѣнѣ либо на горизонтальномъ фундаментѣ.

Цѣна дробилки 475 марокъ.

2) *Американская лабораторная вальцовая мельница Sturtevant* съ автоматической подачей для тонкаго или грубаго размола; размѣръ валковъ— 8 д. \times 5 д.; производительность мельницы—300—1000 фунтовъ въ часъ; вѣсъ—650 фунтовъ нетто (700 фунтовъ брутто); число оборотовъ 150 въ минуту; передаточные шкивы—18" \times 4"; занимаетъ мѣсто—28" въ ширину, 31" въ длину и 22" въ высоту. Цѣна въ Лондонѣ—975 марокъ.

3) *Мельница Excelsior* съ ручнымъ приводомъ.

Мельницы и приборы для механическаго испытанія кокса расположены въ подвальномъ этажѣ лабораторіи.



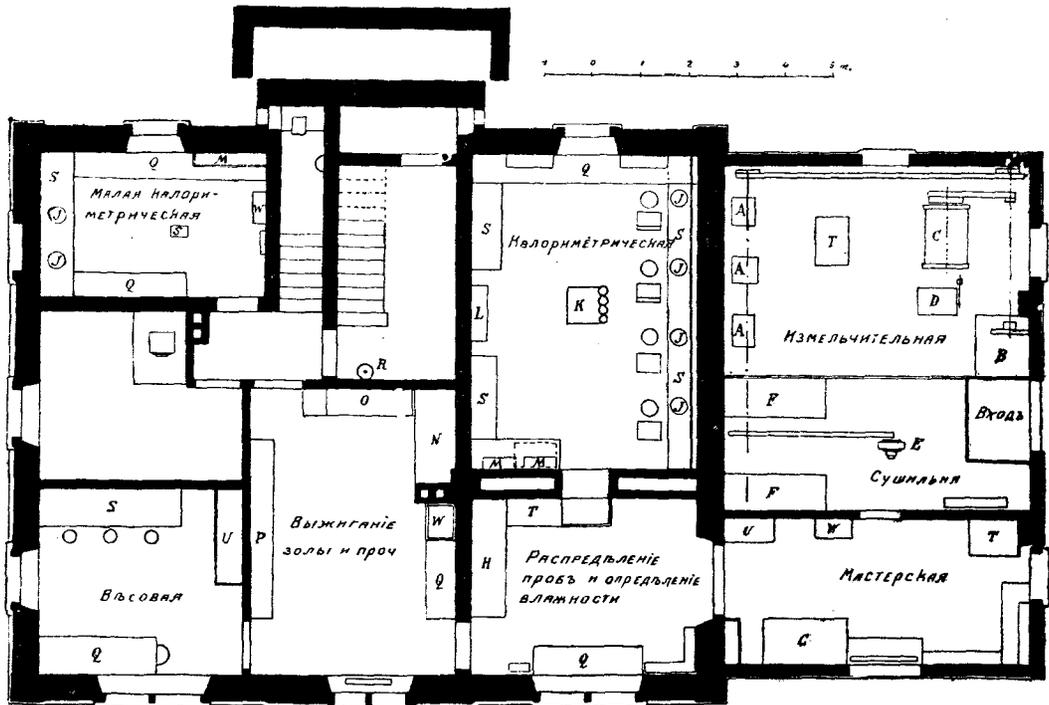
Фиг. 7.

Американская вальцовая мельница Sturtevant.

Федеральная испытательная станция по топливу в Цюрих^{*)}.

Испытательная станция по топливу в Цюрих основана швейцарским правительством для контроля и оценки качества топлива, приобретаемого для нужд своих железных дорог. Как известно, швейцарские железные дороги отапливаются каменным углем и брикетами, получаемыми главным образом из Германии, а также из Бель-

гии, Франции, Англии и Америки, так как своего угля Швейцария не имеет. Кроме этого, согласно своему уставу, испытательная станция „имеет целью постановку и производство испытаний, имеющих общий народно-хозяйственный и научный интерес, в области чистой и прикладной термодинамики“.



Фиг. 1. Планъ первого этажа. Масштабъ 1 : 150.

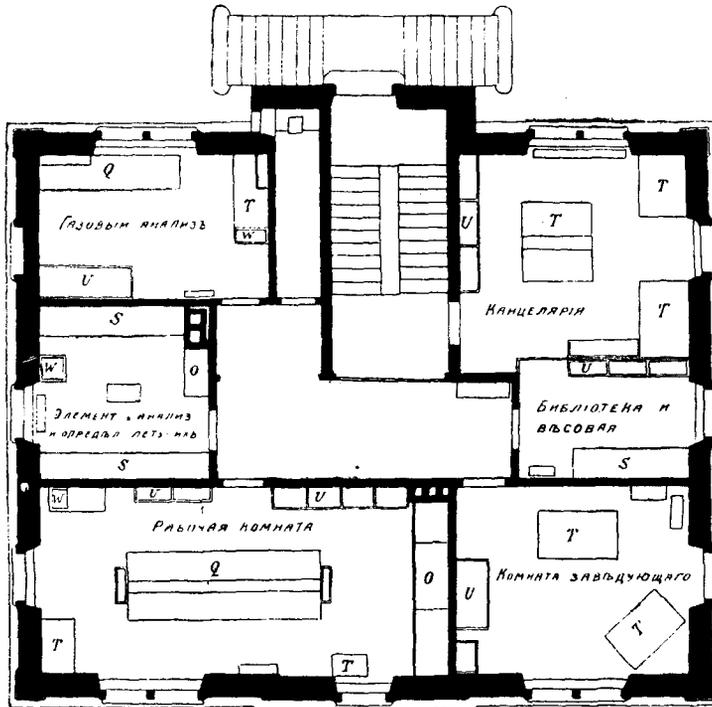
- A Мельницы
- B Шарошка
- C Машина для опредѣл. коэфф. связности
- D Десятичные вѣсы
- E Электромоторъ
- F Устройство для сушки
- G Прессы для брикетовъ
- H Вытяжн. шкафы съ сушильн. шкафамъ
- J Калориметръ
- K Баллоны съ кислородомъ
- L Газовыя печи
- M Резервуаръ для воды

- N Газовыя муфельныя печи
- O Вытяжные шкафы
- P Испытаніе кислорода на чистоту
- Q Лабораторные столы
- R Регуляторъ давления газа
- S Каменные столы
- T Столы
- U Шкафы
- W Стѣнные раковины

Легенда къ фиг. 1 и 2.

^{*)} Материаломъ для составления настоящей статьи послужилъ мнѣ очеркъ „Die Eidgenössische Prüfungsanstalt für Brennstoffe in Zürich“, Н. Trachsler, Schweizerische

Bauzeitung, 24 ix 1907 г. и данные, собранные мною во время моего посѣщенія испытательной станціи въ маѣ 1914 г.



Фиг. 2. Планъ второго этажа. Масштабъ 1:150.

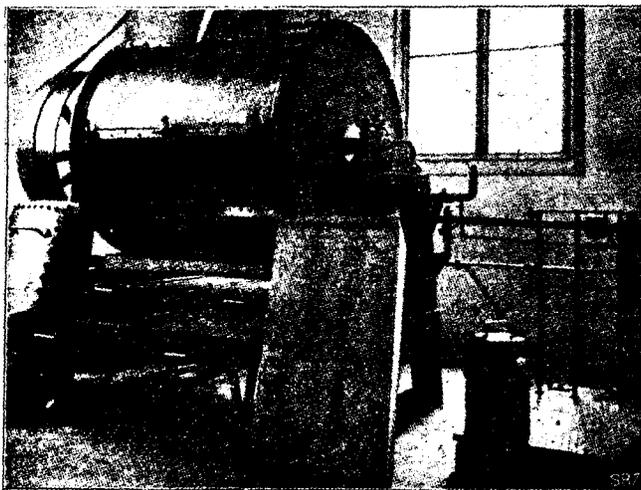
Испытательная станція, существующая уже съ 1903 года, помѣщается съ 1907 года въ особомъ каменномъ двухъэтажномъ зданіи съ мезониномъ. Какъ видно изъ плана 1 и 2 этажа (фиг. 1 и 2), въ нижнемъ этажѣ у лѣвой стѣны, считая отъ входа, расположены мельница для предварительнаго измельченія Millot, мельница Peugeot и вальцовая мельница Millot съ гладкими стальнымъ валками. Всѣ мельницы—съ механическимъ приводомъ. У правой стѣны—столъ съ шарошкой, десятичные вѣсы, барабанъ для испытанія связности брикетовъ. Этотъ барабанъ состоитъ изъ длиннаго цилиндра изъ листового желѣза длиною 1 м. и діаметромъ 92 см.; внутри послѣдняго на равныхъ разстояніяхъ другъ отъ друга приклепаны радіально расположенныя перегородки высотой около 20 см. Опораживаніе происходитъ черезъ отверстіе въ цилиндрѣ на укрѣпленную въ рамѣ внизу вращающагося цилиндра рѣшетку, состоящую изъ 20 желѣзныхъ колосниковъ толщиной 4 мм. съ промежутками въ 40 мм. Подъ колосниковой рѣшеткой находится сосудъ изъ листового желѣза; колосни-

ковая рѣшетка и сосудъ передвигаются на роликахъ въ горизонтальномъ направленіи взадъ и впередъ. Посрединѣ комнаты находится столъ для перемѣшиванія измельченныхъ пробъ.

Для приведенія въ дѣйствіе всѣхъ этихъ аппаратовъ служитъ укрѣпленный къ потолку и присоединенный къ городской сѣти 4-хъ сильный электромоторъ трехфазнаго тока. Для приведенія въ дѣйствіе мельницъ сила передается непосредственно на главный передаточный валъ, дѣлающій 140 оборотовъ въ минуту, а барабанъ для испытанія связности брикетовъ и шарошка приводятся въ движеніе отъ второго передаточнаго вала.

Сушеніе пробъ происходитъ на особомъ станкѣ рѣшетчатой формы, причемъ пробы располагаются на жестяныхъ чашкахъ; разстояніе между полками станка—15 см.

Въ мастерской имѣется верстакъ, шкапы для инструментовъ, столъ съ двумя прессами для изготовленія брикетиковъ для калориметрическихъ опредѣленій (фирма Эшеръ, Виссъ и К^о). Брике-



Фиг. 3. Барабанъ для опредѣленія связности брикетовъ.

ты каждой пробы помѣщаются въ одну банку, а порошокъ въ другую.

Въ сосѣдней комнатѣ происходитъ распредѣленіе пробъ, хранятся баллоны съ кислородомъ, прокаливаются платиновые тигельки калориметрическихъ бомбъ. Здѣсь расположены: каменный столъ и вытяжной шкафъ съ двумя толуольными сушильными шкафами, служащими для производства одновременно 18 опредѣлений влажности (при 103°C).

Калориметрическая снабжена 4 калориметрами для опредѣленія теплотворной способности. Бомбы модели Лангбейна выложены внутри платиной, калориметрической сосудъ мѣдный типа Штомана, изготовленъ фирмой Гугерсгофа въ Лейпцигѣ.

Мѣшалка приводится въ дѣйствіе укрѣпленнымъ на кронштейнѣ при каждомъ аппаратѣ простымъ моторомъ переменнаго тока, питаемымъ городскимъ освѣтительнымъ токомъ. Мѣшалка дѣлаетъ 45 оборотовъ въ минуту. Термометры, очень точные отъ С. Richter'a въ Берлинѣ, раздѣлены на сотые градуса. Отсчетъ температуры производится при помощи передвижныхъ лупъ. Для освѣщенія шкалы термометровъ служатъ снабженные стекляннымъ тюльпаномъ передвижныя лампочки-лилипуты, присоединенныя къ трансформатору, редуцирующему напряженіе городского тока съ 110 вольтъ до 8. Къ току съ напряженіемъ въ 8 вольтъ присоеди-

няются также штепселя, при помощи которыхъ производится зажиганіе брикетиковъ въ бомбѣ. Освѣщается калориметрическая помощью потолочныхъ 50-свѣчныхъ танталовыхъ лампъ.

Посрединѣ комнаты находится столъ съ 4 кислородными баллонами для наполненія калориметрическихъ бомбъ. У стѣны съ окнами находится столъ съ водой для промывки бомбъ и для опредѣленія титрованіемъ образующихся въ бомбѣ при сожиганіи HNO_3 и H_2SO_4 .

У противоположной къ калориметрамъ стѣны помѣщается каменный столъ съ двумя аналитическими вѣсами. Рядомъ находится газовая печь (отъ Kutschera въ Лейпцигѣ), отдѣленная асбестовой ширмой, которая при помощи температурнаго регулятора Porges'a поддерживаетъ постоянную температуру въ холодное время года.

Такъ какъ разница въ отсчетахъ температуры въ $\frac{1}{1000}^{\circ}\text{C}$ обуславливаетъ разницу въ 3,4 калоріи, то постоянство t въ калориметрической есть необходимое основное условіе для правильности работы. Но ввиду расположенія калориметрическихъ комнатъ на востокъ-сѣверо-востокъ, нельзя получить въ лѣтніе мѣсяцы постоянную температуру, почему и пришлось устроить специальное охлаждающее приспособленіе для вентиляціи

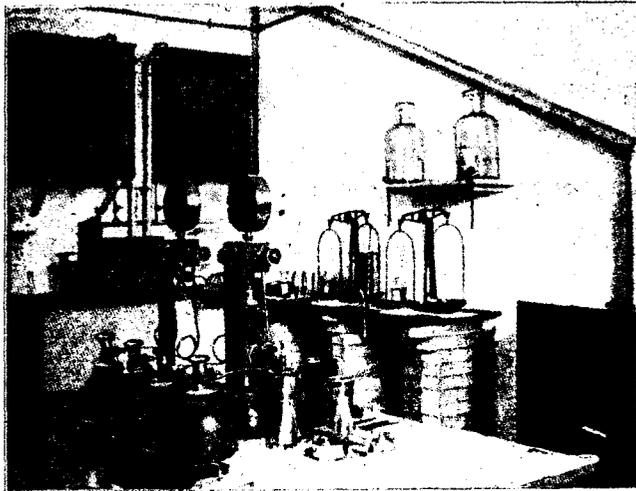
Воздухъ засасывается у окна вентиляторомъ Kündig-Honegger'a и C^0 , приводимымъ въ движеніе

водой, и прогоняется по жестяной трубѣ съ внутреннимъ діаметромъ въ 40 см., проходящей по потолку вдоль всей калориметрической. Труба снабжена отверстиями для выхода свѣжаго воздуха.

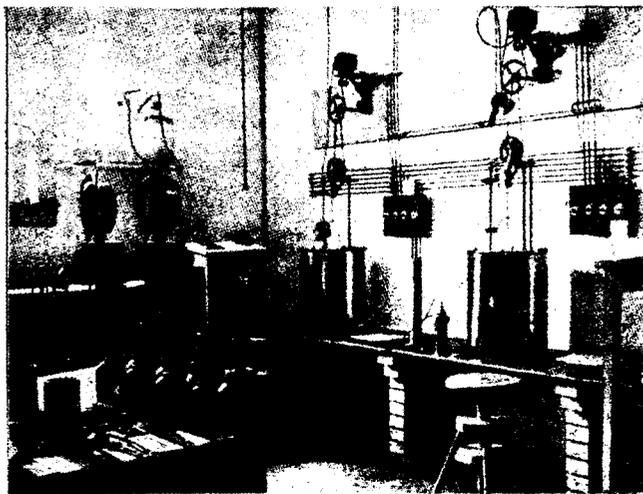
Испорченный воздухъ выходитъ наружу черезъ регулируемый вентиляціонный клапанъ въ верхней части наружной стѣны. Благодаря этому приспособленію, воздухъ въ комнатѣ обновляется 3 раза въ часъ.

Съ другой стороны газовой печи находится

отдѣленный отъ нея для защиты отъ лучистой теплоты асбестовой ширмой каменный столъ съ двумя вѣсами для отвѣшиванія воды для калориметровъ. У входной двери на стѣнѣ укрѣплены два мѣдныхъ резервуара съ возможно большой поверхностью, емкостью по 120 литровъ каждый, для воды, которая оставляется на 24 часа, чтобы воспринять температуру комнаты. Изъ этихъ резервуаровъ берется вода для калориметрическихъ сосудовъ.



Фиг. 4. Калориметрическая.



Фиг. 5. Калориметрическая.

Комната для выжигания золы, определения летучих соединений и производства экстракций имѣетъ у правой стѣны отъ входной двери водопроводные краны съ приборомъ для нагрѣва воды, затѣмъ двойной вытяжной шкафъ съ каменнымъ столомъ для двухъ газовыхъ муфельныхъ печей (на 4 горѣлки каждая), въ которыхъ одновременно производится выжиганіе золы десяти угольныхъ пробъ.

У задней стѣны возлѣ двери на лѣстницу имѣются еще два вытяжныхъ шкафа съ газовыми рожками и водопроводными кранами; въ одномъ изъ шкафовъ производится опредѣленіе связующихъ веществъ брикетовъ при помощи экстракціоннаго аппарата, а въ другомъ опредѣляется содержаніе летучихъ веществъ въ углѣ. У стѣны противоположной входной двери помѣщается укрѣпленный на кронштейнахъ длинный столъ, снабженный водо-и газо-проводомъ и приспособленіемъ для соединенія баллоновъ кислорода съ бомбами калориметра для испытанія продажнаго кислорода на чистоту при производствѣ очень точныхъ опытовъ. Для этого кислородъ прокаливается въ трубкѣ Бертело съ окисью мѣди, и послѣ сожиганія продукты сгорания изъ калориметрической бомбы изслѣдуются аналитически, какъ въ элементарномъ анализѣ.

Въ вѣсовой находятся каменный столъ съ тремя аналитическими вѣсами для производства опредѣленій влажности, золы и выхода кокса, затѣмъ рабочій столъ съ газо-и водопроводомъ, раковиной, насосиками для фильтрованія, титровальнымъ приборомъ и т. д. для ассистентовъ профессора и шкафъ съ книгами.

Въ сѣверовосточномъ углу зданія имѣется небольшая калориметрическая комната, снабженная двойными окнами и дверьми для полученія возможно постоянной температуры. Въ этой калориметрической производятся контрольные опыты, градуировка калориметровъ, термехимическія опредѣленія, какъ опредѣленіе теплоемкостей, теплотъ плавленія, испаренія и нейтрализаціи.

Материальная, выложенная вся каменными плитками, служитъ для храненія огнеопасныхъ и ѣдкихъ жидкостей. Здѣсь же находится газовый счетчикъ и газовый регуляторъ Giroud изъ Ольтена, отъ котораго идутъ отвлѣченія во всѣ этажи зданія. Регуляторъ давления устанавливается такимъ образомъ, чтобы давленіе газа во всемъ зданіи не

могло подняться выше минимальнаго давленія въ городской газовой сѣти (15 мм. водяного столба), и благодаря этому, при внутреннемъ диаметрѣ газопроводныхъ трубокъ къ соответственнымъ рабочимъ столамъ, вытяжнымъ шкафамъ и т. д. въ 2", достигается то, что длина пламени горѣлокъ не подвергается колебаніямъ.

Произведенныя часто пирометрическія опредѣленія показали, что указанная цѣль вполне достигнута, такъ что платиновые тигли, нагрѣваемые на бунзеновскихъ горѣлкахъ до краснаго каленія въ разныхъ этажахъ зданія, а также и газовые муфеля показали одинаковую температуру въ 850°C. Это имѣетъ особо важное значеніе для производящихся ежедневно по меньшей мѣрѣ двадцати опредѣлений содержанія летучихъ веществъ горючихъ матеріаловъ. Полученіе и поддержаніе подходящей температуры при производствѣ элементарнаго анализа также легко достигается, и, наконецъ, только благодаря этому, возможно достигъ выжиганіе угольныхъ пробъ въ сожигательной трубкѣ при той же температурѣ, что и въ муфельѣ.

Во второмъ этажѣ помѣщается канцелярія, небольшая вѣсовая съ двумя аналитическими вѣсами, кабинетъ директора станціи, большая рабочая комната съ тремя вытяжными шкафами и съ необходимымъ оборудованіемъ для производства аналитическихъ и синтетическихъ работъ.

Въ сосѣдней комнатѣ производится элементарный анализъ, для чего имѣются двѣ печи: одна газовая, другая электрическая, при чемъ на послѣдней производятся одновременно два сожиганія. Здѣсь же въ небольшомъ вытяжномъ шкафу производятся опыты по коксованію угля при нагрѣваніи его газомъ или электричествомъ.

Слѣдующая комната оборудована для производства газовыхъ анализовъ и опредѣленія теплотворной способности газообразнаго и жидкаго топлива.

Въ чердачномъ помѣщеніи имѣется комната для склада желѣза, комната для храненія пробъ, комната для стеклянной посуды, отдѣльная комната съ газо-и водо-проводомъ для спеціальныхъ опытовъ, какъ опредѣленіе коэффициента полезнаго дѣйствія домашнихъ печей, отопливаемыхъ углемъ или коксомъ, газовыхъ и ваннхъ печей, газовыхъ кухонь и т. д.

Производство испытаній.

Пробы угля, набираемая изъ каждого п-го вагона при разгрузкѣ, присылаются въ лабораторію (въ количествѣ 5—8 кгр.) 1) либо въ воздухопроницаемыхъ сосудахъ (запаянныхъ жестяныхъ банкахъ, банкахъ изъ подѣ карбида кальція и т. д.) 2) либо въ деревянныхъ ящикахъ, мѣшкахъ и другой упаковкѣ, при которой возможны измѣненія угля при пересылкѣ.

Пробы перваго рода непосредственно послѣ полученія на станціи взвѣшиваются и располагаются на тарированныхъ жестяныхъ чашкахъ (размѣры - 95 см. × 63 см. × 2 см. или 44 см. × 34 см. × 2 см.) въ сушильной, гдѣ при комнатной атмосферѣ высушиваются до постояннаго вѣса. Убыль вѣса принимается за „грубую (воздушную) влагу“. Большая же часть пробъ безъ предварительнаго взвѣшивания измельчается на мельницѣ Millot'a съ конусомъ для предварительнаго измельченія и горизонтально—рифлеными жерновами до величины горошины, помѣщается на нумерованная жестяная чашки и ставится въ сушильную на 48 часовъ, а если нужно и на болѣе долгое время, пока уголь не сдѣлается воздушно сухимъ. Затѣмъ проба измельчается въ мельницѣ Peugeot до крупы и пропускается трижды черезъ вальцовую стальную мельницу Millot, пока проба не достигнетъ тонкости пыли. Послѣ каждого измельченія проба тщательно перемѣшивается для достиженія однородности ея. Пробу затѣмъ располагаютъ на столѣ, обитомъ жестью, и отбираютъ извѣстнымъ способомъ дѣленія діагоналями на четыре части среднюю пробу около 100 гр., служащую для производства всѣхъ испытаній.

Остатокъ неизмельченныхъ пробъ всегда сохраняется въ теченіе 3 мѣсяцевъ, на случай необходимости производства контрольныхъ испытаній.

Производительность мельницъ для грубаго измельченія—50 пробъ въ 5—8 кгр. въ 3 часа.

Аналитическая проба часто измельчается въ кофейной мельницѣ, производительность ея 5 пробъ въ часъ по 1 кгр.

Для избѣжанія чистки мельницы послѣ каждого измельченія, что отнимаетъ много времени и представляетъ довольно хлопотливую операцію, на станціи обычно пропускаютъ изъ пробъ въ 8 кгр. —сначала 1 кгр. для очистки отъ прежней пробъ,

а затѣмъ остальные 7 кгр. уже направляютъ въ приемникъ для пробъ.

Помощью двухъ прессовъ изготовляются изъ каждой угольной или брикетной пробъ шесть брикетиковъ вѣсомъ около 1 гр. и помѣщаются въ особую стеклянную банку для производства опредѣленія теплотворной способности.

Затѣмъ производятся слѣдующія испытанія:

1. *Опредѣленіе влажности:* двѣ навѣски въ 1 гр. каждая нагрѣваются въ толуольномъ сушильномъ шкафу въ теченіе 2 часовъ при 103°C.

Для переноски вѣсовыхъ стаканчиковъ сконструированъ очень простой и удобный станокъ на 8 стаканчиковъ. Въ кускѣ листового желѣза съ краинами сдѣланы вырѣзы для стаканчиковъ и крышекъ къ нимъ; покоятся стаканчики и крышки на второмъ нижнемъ листѣ.

2. *Опредѣленіе содержанія золы:* 1 гр. угля выжигается въ плоскихъ платиновыхъ чашечкахъ въ муфельной печи, медленно нагрѣваемой и затѣмъ поддерживаемой въ теченіе 1½ часовъ при 850°C. Часто для контроля производится выжиганіе золы въ плоской платиновой чашечкѣ на бунзеновской горѣлкѣ.

Для переноски и остыванія чашечки помѣщаются въ соответствующія углубленія никкелевой пластинки на ножкахъ и накрываются никкелированной крышкой, входящей въ желобокъ, идущій по краямъ пластинки.

3. *Опредѣленіе летучихъ соединеній* производится для каждой пробъ дважды надъ навѣской въ 1 гр. угля въ платиновомъ тиглѣ по американскому способу, причемъ температура внутри тигля при этомъ бываетъ около 850°C.

Всегда опредѣляется содержаніе углекислоты въ угляхъ и вносится соответствующая поправка.

4. *Опредѣленіе теплотворной способности.* Взвѣшенный брикетикъ помѣщается въ платиновомъ тигелькѣ въ бомбу, наполненную кислородомъ подѣ давленіемъ въ 25 атмосферъ; закрываютъ бомбу и ставятъ ее въ калориметрической сосудъ, въ который предварительно налито взвѣшенное количество воды; помѣщаютъ въ воду чрезвычайно чувствительный термометръ и пускаютъ въ ходъ мѣшалку калориметра. Послѣ того, какъ термометръ показываетъ, что установилось большее или меньшее равновѣсіе между температурами калориметрической системы и комнатной зажигаютъ

брикетикъ электрическимъ путемъ и полученную при сожиганіи брикетика теплоту опредѣляютъ по повышенію температуры воды въ калориметрѣ. Каждое сожиганіе производится по меньшей мѣрѣ дважды. Если разница между двумя опредѣленіями даетъ больше 20 калорій, то производится третье и четвертое сожиганіе.

Укажу на слѣдующія отличія въ конструкціи приборовъ для калориметрическихъ опредѣленій, примѣняемыхъ на станціи. Крышка соединяется съ бомбой помощью навинчивающейся муфты. Герметичность соединенія достигается помощью кольца изъ фибры, нѣсколько смачиваемаго водой. Всѣ бомбы выложены внутри тонкимъ слоемъ платины, благодаря чему хорошо сохраняются. Тигелекъ накрывается всегда кружкомъ изъ слюды съ вѣерообразно расположенными вырѣзами для прохода продуктовъ сгорания. Сожиганіе брикетика производится при помощи нитки, прикрѣпляемой къ платиновой проволочкѣ, натянутой между электродами.

Если сожигается антрацитъ, то въ тигель прибавляется взвѣшенное небольшое количество тяжелаго масла, теплотворная способность котораго извѣстна *).

Въ калориметрической посудѣ вливается 3000 куб. см. воды (у насъ 2000), причемъ вода берется каждый разъ свѣжая изъ резервуаровъ.

Поправка на радіацію производится по формулѣ Бунте.

Всегда производится поправка на образованіе и раствореніе азотной и сѣрной кислотъ.

Если требуется, то производится опредѣленіе С, Н, N, S, состава золы и удѣльнаго вѣса. Теплотворная способность жидкаго или газообразнаго топлива опредѣляется помощью газового калориметра Юнкера. При отопленіи паровозовъ каменноугольными брикетами играетъ большую роль прочность (твердость) ихъ. Для опредѣленія связности брикетовъ загружается 50 кгр. брикетовъ въ кускахъ около $\frac{1}{2}$ кгр вѣсомъ въ вышеописанный барабанъ, который приводится въ движеніе въ теченіе 2 мин.; послѣ 50 оборотовъ барабанъ останавливаютъ,

*) Гораздо удобнѣе полнота сгорания антрацита и кокса достигается тѣмъ, что платиновый тигель выкладывается внутри асбестомъ или въ тигель помѣщаютъ неглазурованную фарфоровую чашечку, или примѣняютъ для сожиганія папиросныя гильзы (см. мою статью въ технической энциклопедіи: „Каменный уголь“).

содержимое опорожняется на колосники и остатокъ взвѣшивается. Вѣсъ непрошедшихъ черезъ колосниковую рѣшетку кусковъ въ $\frac{0}{10}$ даетъ коэффициентъ связности, который при хорошихъ брикетахъ не долженъ быть меньше 55 $\frac{0}{10}$.

Кромѣ этихъ ходовыхъ опредѣленій, производится цѣлый рядъ испытаній, какъ напр.: опредѣленіе влажности топлива въ эксиккаторѣ при 50 $^{\circ}$, опредѣленіе влажности путемъ нагрѣванія при 100 $^{\circ}$ въ струѣ азота, примѣненіе термометра сопротивленія для отсчета температуры при калориметрическомъ опредѣленіи, опредѣленіе плавкости золы, влажности способомъ перегонки съ ксилоломъ.

На послѣднихъ двухъ испытаніяхъ топлива я остановлюсь нѣсколько подробнѣе.

Вопросъ о плавкости золы каменныхъ углей является существеннымъ вопросомъ современной тепловой техники. Къ сожалѣнію, эта область сравнительно мало изслѣдована и изучена, и о сущности процесса плавкости золы существуютъ самыя разнообразныя и невѣрныя представленія. Подробному выясненію вопроса я намѣренъ посвятить отдѣльную статью; здѣсь же я коснусь его вкратцѣ, въ связи съ опытами Constam'a

Образованіе легкоплавкихъ шлаковъ на колосниковой рѣсеткѣ, обуславливаемое низкой точкой плавленія золы углей, 1) понижаетъ коэффициентъ полезнаго дѣйствія топковъ, 2) вызываетъ нарушенія правильнаго хода топковъ, которыя при цѣпныхъ топкахъ, на примѣръ, могутъ даже вести къ остановкѣ топки и 3) способствуетъ быстрому изнашиванію колосниковъ.

Негорючія составныя части угля могутъ быть раздѣлены по своему происхожденію на 4 группы:

1) происшедшія отъ золы древесныхъ породъ, изъ которыхъ уголь образовался;

2) главная составная часть золы чистаго угля состоитъ изъ минеральныхъ инфильтрацій (глины и кремнезема) въ угольное вещество во время формированія угля, равно какъ изъ солей, выдѣлившихся изъ растворовъ, именно солей извести и желѣза, и силикатовъ, изъ которыхъ путемъ послѣдующихъ реакцій образовались гипсъ и сѣрный колчеданъ;

3) пустая порода изъ почвы и кровли пласта;

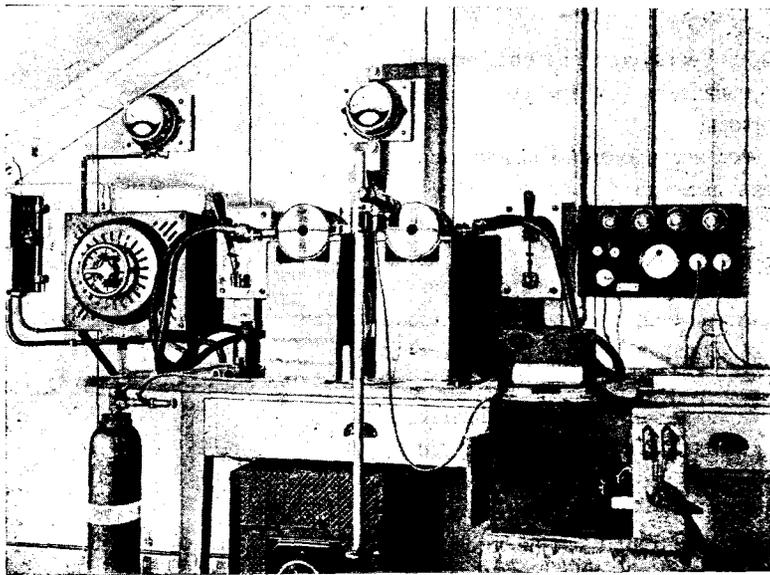
4) случайныя загрязненія, попавшія въ уголь при его добычѣ и транспортировкѣ.

Шлакованіе есть слѣдствіе плавкости золы. Но плавленіе золы не всегда происходитъ при одной

и той же опредѣленной температурѣ. Если второстепенная часть золы достигает своей температуры плавленія, то зола размягчается и при дальнѣйшемъ повышеніи температуры можетъ стать жидкой. Иныя золы сразу переходятъ въ жидкое состояніе при температурѣ плавленія главной составной части. Отсюда слѣдуетъ, что консистенція плавящейся золы (вязкость ея) имѣетъ большое вліяніе на характеръ дѣйствія золы въ топкѣ. Если плавящаяся масса очень вязка, то образуется клейкая масса, запутывающая въ себѣ золу и несгорѣвшій уголь. При повышеніи температуры эта масса заливаетъ колосники, частью пристаётъ къ нимъ по охлажденіи такъ, что ее очень трудно удалить. Если же расплавленная масса жидкоплавка, и зола плавится при температурѣ, значительно низшей температуры топки, шлакъ протекаетъ между колос-

никами и не причиняетъ дальше никакого вреда. Вслѣдствіе этихъ обстоятельствъ сами по себѣ цѣнныя работы Prost'a и др. о взаимоотношеніи между плавкостью золы и ея химическимъ составомъ не имѣютъ никакого практическаго значенія; онѣ могутъ лишь служить указаніемъ, какъ путемъ цѣлесообразной смѣси углей съ легко и трудно плавкой золой или путемъ соответствующихъ присадокъ уменьшить или совершенно избѣгнуть шлакованія.

Кромѣ того, опыты Palmberg'a показали, что между химическимъ составомъ золы и температурой ея плавленія не существуетъ точной и ясной зависимости и что общераспространенный взглядъ, что легкоплавкость золы находится въ прямой зависимости отъ содержанія въ ней желѣза и сѣры въ уголь совершенно не соответствуетъ дѣйствительности.



Фиг. 6. Печь Константа для опредѣленія плавкости золы углей, шлаковъ и т. д.

Для опредѣленія температуры плавленія золы слѣдуетъ имѣть аппаратъ, дающій возможность наблюдать характеръ измѣненія золы углей при возрастающей температурѣ. Конструированный Constam'омъ приборъ состоитъ изъ электрической печи сопротивленія (угольной трубки), въ которой находится съ одной стороны закрытая магnezіальная трубка, въ которую

помѣщаются испытываемая зола въ формѣ небольшихъ пирамидокъ; пирамидки вставляются въ печь въ особыхъ фарфоровыхъ челнокахъ, а при высокихъ t плавленія въ магnezіальныхъ *).

*) Сообщить дальнѣйшія подробности о печи Constam'a я не имѣю возможности, такъ какъ она еще не патентована.

Для наблюдёнія температуры служитъ оптичскій пирометръ Holborn'a и Kurlbaum'a, благодаря чему является возможность наблюдать размягчёние, вспучиваніе и расплавленіе золы, что невозможно при электрическихъ пирометрахъ. Constam опредѣлилъ въ такой печи температуры плавленія болѣе 200 пробъ золы углей и кокса. Среди изслѣдованныхъ Constam'омъ углей имѣется и наши донецкіе антрациты и коксъ, температуры плавленія которыхъ я привожу.

Антрациты:

	Летуч. вещ. %	золы %	t плавленія
№ 1	3,2	9,7	1450
№ 2	4,1	12,6	1450, 1550
№ 3	3,8	7,1	1450
№ 4	4,1	5,6	1290
Предѣлы	—	—	1290/1550

Коксъ съ мойки.

20,6	6,6	1580
------	-----	------

Въ № 2 t—1450° есть температура начала плавленія, а 1550°—означаетъ температуру, когда расплавленіе закончилось.

На основаніи своихъ изслѣдованій Constam пришелъ къ слѣдующимъ выводамъ:

1. Количество золы не имѣетъ никакого вліянія на температуру плавленія ея.
2. Температура плавленія золы является характеристикой минеральнаго вещества опредѣленнаго пласта. Этотъ выводъ Constam призналъ впоследствии ошибочнымъ.

3. Точка плавленія золы вообще не измѣняется при коксованіи, т. е. зола угля и зола полученнаго изъ него кокса плавятся при одной и той же температурѣ.

Температуры плавкости золы колеблются въ довольно широкихъ предѣлахъ: 1150—1700°C.

Высокое содержаніе въ углѣ колчедана понижаетъ температуру плавленія золы и способствуетъ поэтому образованію легкоплавкихъ шлаковъ.

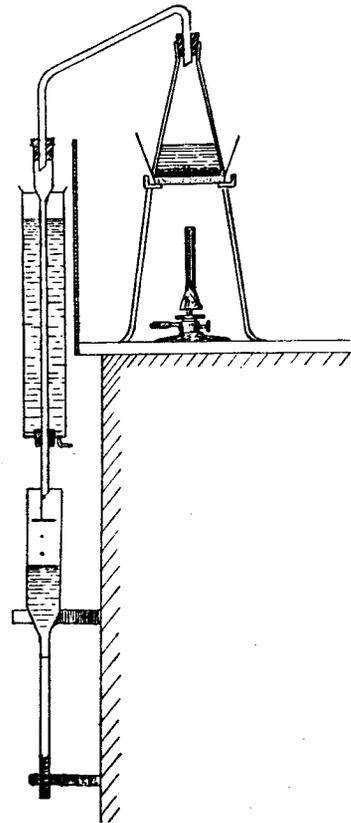
Углистый сланецъ, хотя и плавится только при высокихъ температурахъ, тѣмъ не менѣе вредитъ правильному ходу топки, такъ какъ образуетъ неплавкое зерно, вокругъ котораго собирается жидкій шлакъ.

Наоборотъ, чѣмъ выше въ золѣ содержаніе глинозема (t плавленія 1900), тѣмъ она болѣе туго-

плавка. Поэтому для предупрежденія образованія легкоплавкихъ шлаковъ можно рекомендовать присадку каолина (t плавленія 1740°), а въ иныхъ случаяхъ также кварцеваго порошка (t плавленія 1430°). При сильно шлакующихся угляхъ съ высокимъ содержаніемъ золы наилучшимъ средствомъ противъ образованія шлаковъ служитъ охлажденіе колосниковой рѣшетки путемъ вдуванія водянаго пара; въ менѣе серьезныхъ случаяхъ достаточно примѣненіе водянаго охлажденія рѣшетки.

Опредѣленіе влаги въ твердомъ и жидкомъ топливѣ способомъ перегонки съ ксилоломъ.

При опредѣленіи влажности по этому способу слѣдуетъ для полученія точныхъ результатовъ соблюдать слѣдующія условія: точную форму измерительнаго сосуда, введеніе поправокъ на погрѣшность градуировки его, менискъ и потерю воды.



Фиг. 7. Масштабъ 1 : 10.

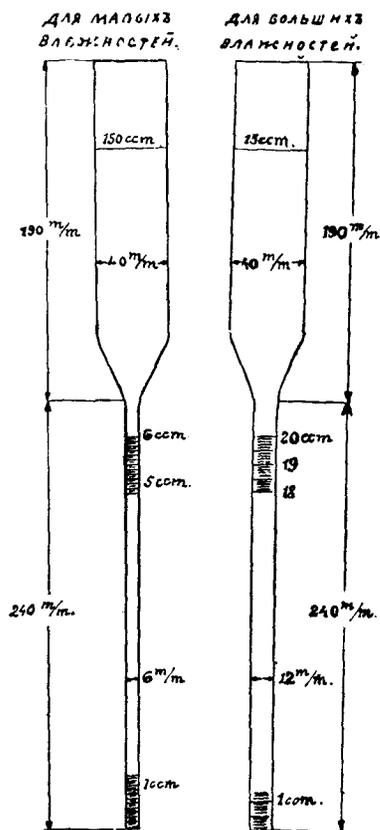
Въ тарированную Эрленмейеровскую колбу изъ иенскаго стекла или мѣдную емкостью 500 куб. см. отвѣшиваютъ на тарированныхъ вѣсахъ съ точностью до 0,1 гр. около 30 гр. при деревѣ, торфѣ и бурыхъ угляхъ, около 30—50 гр. при каменныхъ угляхъ и коксѣ и около 100 гр. при смолахъ и маслахъ. Затѣмъ обливаютъ навѣску 200 куб. см. (при торфѣ, который сильно всасываетъ ксилолъ, требуется иногда нѣсколько большее количество ксилола) продажнаго технического ксилола и взбалтываютъ содержимое колбы нѣсколько разъ для лучшаго перемѣшиванія. При производствѣ многихъ опредѣлений примѣняется для наполненія перегонныхъ колбъ ксилоломъ изъ бутылки простое автоматическое отмѣривающее приспособленіе.

Эрленмейеровскія колбы соединяютъ съ вертикальными холодильными трубками помощью дестилляціонныхъ трубокъ съ внутреннимъ діаметромъ въ 0,8—1 см. Холодильникъ опущенъ въ особую измѣрительную трубку, покрытую продырявленной бумагой. Измѣрители состоятъ изъ собственно измѣрительной трубки съ расширеніемъ вверху въ 4 см. діаметромъ, имѣющимъ черту на 150 куб. см.

Измѣрители примѣняются двухъ родовъ: узкіе съ внутреннимъ діаметромъ въ 6 мм., емкостью 6 куб. см. и дѣленіями въ $\frac{1}{20}$ куб. см., при чемъ легко отсчитать по немъ $\frac{1}{100}$ куб. см., и широкіе съ внутреннимъ діаметромъ въ 12 мм., емкостью 20 куб. см., раздѣленные на $\frac{1}{10}$ куб. см. Для большинства опредѣлений примѣняются узкіе измѣрители, такъ какъ при навѣскахъ въ 30 гр. можно опредѣлять въ нихъ влагу до 20%. Перегонку смѣси ксилола съ водой лучше всего производить на песчаной банѣ, при чемъ перегонку слѣдуетъ вести медленно до перегонки около 30 куб. см. Затѣмъ усиливаютъ нагрѣвъ и перегоняютъ свыше 150 куб. см. Вся операція длится около $\frac{1}{2}$ часа. Во время перегонки Эрленмейеровскую колбу помещаютъ въ соответствующую асбестовую оболочку для избѣжанія конденсаціи водяныхъ капель въ горлѣ колбы.

Перегнанная въ измѣритель смѣсь жидкостей раздѣляется на слой воды и ксилола; ксилолъ получается мутнымъ, но послѣ $\frac{1}{4}$ часового погруженія измѣрителя въ теплую воду освѣтляется и уже не мутнѣетъ при продолжительномъ охлажденіи.

Если воды перегоняется меньше 0,2 куб. см.,

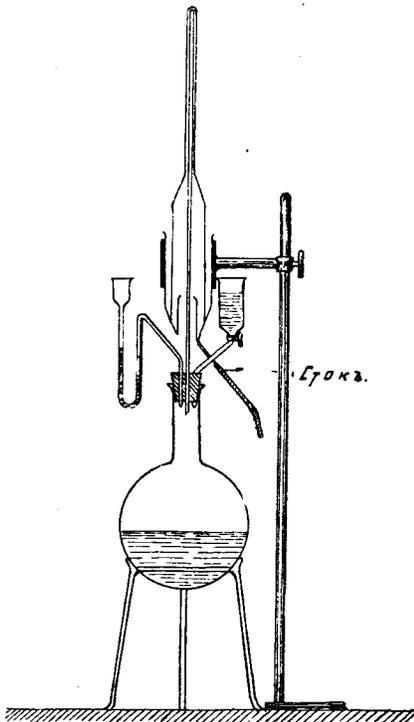


Фиг. 8.

то слѣдуетъ повторить дестилляцію съ навѣской по крайней мѣрѣ въ 100 гр. горючаго.

Для избѣжанія осѣданія на стѣнкахъ измѣрителя капелекъ воды, слѣдуетъ тщательно чистить измѣрительныя трубки. Для этого измѣритель насаживаютъ на паровую трубку, достигающую до конца измѣрителя, какъ изображено на фиг. 9, и пропускаютъ паръ въ теченіе 2 минутъ. Затѣмъ сушатъ его въ струѣ воздуха и наполняютъ насыщеннымъ концентрированнымъ растворомъ хромовокислаго калия въ сѣрной кислотѣ ($K_2Cr_2O_7$ въ H_2SO_4), оставляютъ въ теплой водѣ по крайней мѣрѣ въ теченіе $\frac{1}{4}$ часа, затѣмъ выливаютъ растворъ, и измѣритель снова насаживаютъ на паровую трубку, снова пропускаютъ паръ въ теченіе нѣсколькихъ минутъ и затѣмъ высушиваютъ въ струѣ воздуха.

Для точнаго опредѣленія влаги необходимо



Фиг. 9. Масштаб 1 : 10.

отсчитанный объем воды исправить на 1) погрѣшность градуировки измѣрителя, 2) поправку на менискъ и 3) погрѣшность отъ потери воды.

1. Погрѣшность градуировки.

Градуировка должна быть проверена съ помощью пипетки Оствальда съ удлиненнымъ концомъ, объемъ которой опредѣляется при комнатной температурѣ взвѣшиваніемъ вытекшей воды; для

каждаго измѣрителя составляется таблица поправки. Такъ, для измѣрителей, градуированныхъ по нижнему мениску, въ цюрихской станціи получили слѣдующія максимальныя погрѣшности:

	Максимальная погрѣшность куб. см.	Погрѣшность опредѣленія влаги при на-вѣскѣ въ 50 гр. %
Узкіе измѣрители емкостью въ 6 куб. см.	0,03	0,06
Широкіе измѣрители емкостью въ 20 куб. см.	0,08	0,16

2. Поправка на менискъ.

Слой ксилола, находящійся надъ слоемъ воды, давить на менискъ послѣдней.

Поправка на менискъ въ данномъ случаѣ зависитъ лишь отъ внутренняго діаметра измѣрителя и опредѣляется слѣдующимъ образомъ: въ измѣритель вводится опредѣленный объемъ воды и отсчитывается; затѣмъ доливають до черты 150 куб. см. ксилоломъ и снова отсчитываютъ. Разность обоихъ отсчетовъ соотвѣтствуетъ измѣненію положенія мениска.

Поправка на менискъ составляетъ для узкихъ измѣрителей 0,02 куб. см., а для широкихъ 0,03 куб. см., которыя должны быть прибавлены къ отсчету объема воды.

3. Поправка на потерю воды. При перегонкѣ ксилола съ точно отмѣреннымъ объемомъ воды, происходитъ всегда потеря воды, зависящая отъ принимаемой аппаратуры и количества воды, но не пропорциональная этому количеству. На основаніи многочисленныхъ опытовъ Шлепферъ составилъ слѣдующую таблицу поправокъ.

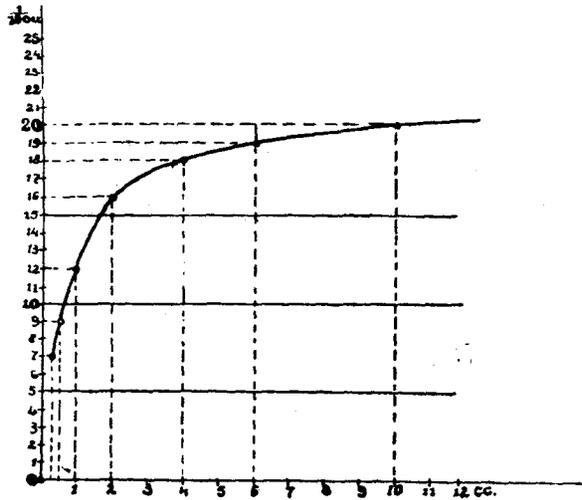
Таблица I.

Получено воды въ измѣритель

Число опытовъ	Количество воды куб. см.	Аппар. 1 куб. см.	Δ куб. см.	Аппар. 2 куб. см.	Δ куб. см.	Аппар. 3 куб. см.	Δ куб. см.	Аппар. 4 куб. см.	Δ куб. см.	Δ средн. куб. см.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
2	0,28	0,21	0,07	0,22	0,06	0,21	0,07	0,20	0,08	0,07
2	0,50	0,40	0,10	0,41	0,09	0,40	0,10	0,41	0,09	0,09
2	1,00	0,88	0,12	0,87	0,13	0,88	0,12	0,90	0,10	0,12
6	2,00	1,83	0,17	1,84	0,16	1,83	0,17	0,84	0,16	0,16
5	4,00	3,81	0,19	3,82	0,18	3,81	0,19	3,83	0,17	0,18
2	5,99	3,82	0,17	5,79	0,20	5,80	0,19	5,78	0,21	0,19
1	10,00	9,79	0,21	9,81	0,19	9,82	0,18	9,80	0,20	0,20

Среднія поправки на потерю Δ столбца 11 изображены въ видѣ ординатъ (въ $\frac{1}{100}$ куб. см.) на фиг. 10, а количества взятой воды въ куб. см. изображены въ видѣ абсциссъ. При опытѣ по-

правки берутся по этой кривой. Для другихъ аппаратовъ кривая поправокъ должна быть опредѣлена особыми испытаніями.



Фиг. 10.

Приведемъ примѣрное опредѣленіе влаги по вышеописанному методу.

Вещество: уголь въ гр.	Измѣритель №	Отсчит. объемъ воды въ куб. см.	Поправка на граду- ировку въ куб. см.	Поправка на менискъ въ куб. см.	Поправка на потерю воды въ куб. см.	Общее количество влаги въ куб. см.	Влаги въ %
41,5	12	0,64	+ 0,01	+ 0,02	+ 0,10	0,77	1,85
42,4	13	0,64	+ 0,02	+ 0,02	+ 0,10	0,78	1,85
						Среднее	1,85

Въ нижеслѣдующихъ таблицахъ приведены результа-
таты опредѣленія влаги цѣлаго ряда горючихъ ве-

ществъ по новому способу, а также для сравненія
по другимъ двумъ способамъ.

Таблица II.

Опредѣленіе влаги въ твердыхъ горючихъ матеріалахъ.

ГОРЮЧЕЕ	Дистилляцией съ ксилоломъ			Въ струѣ азота			Въ сушильномъ шкафу (толуольномъ)		
	опредѣ- леніе I	опредѣ- леніе II	среднее	опредѣ- леніе I	опредѣ- леніе II	среднее	опредѣ- леніе I	опредѣ- леніе II	среднее
Дрова и торфъ:									
Стружки высушенные . . .	7,69	7,83	7,76	7,90	7,80	7,85	7,49	7,53	7,51
Опилки высушенные . . .	5,06	5,06	5,06	5,40	5,47	5,44	4,96	4,86	4,91
Сухой швейцарской торфъ .	5,88	5,92	5,90	5,83	6,03	5,93	5,76	5,76	5,76

ГОРЮЧЕЕ	Дистиляцией съ ксилоломъ			Въ струѣ азота			Въ сушильномъ шкафу (толуольномъ)		
	опредѣленіе I	опредѣленіе II	среднее	опредѣленіе I	опредѣленіе II	среднее	опредѣленіе I	опредѣленіе II	среднее
Бурые угли:									
Богемскій	23,63	23,66	23,65	23,35	23,59	23,47	22,78	—	23,78
Лигнитъ изъ Bouches de Rhône	8,18	8,38	8,28	8,32	8,20	8,26	7,09	7,05	7,07
Испанскій	4,97	4,97	4,97	4,96	5,08	5,02	4,09	4,07	4,08
Каменные угли:									
Рурскій жирный уголь . . .	2,30	2,32	2,31	2,21	2,16	2,19	1,92	1,85	1,88
„ тощій уголь	1,06	1,14	1,10	1,21	1,14	1,17	0,94	0,89	0,92
„ газовый	3,03	3,03	3,05	3,06	2,98	3,02	2,40	2,37	2,39
Англійскій газовый уголь .	3,68	3,68	3,66	3,74	3,74	3,74	3,29	3,34	3,32
Русскій донецкій антрацитъ.	3,91	3,93	3,92	4,08	—	4,08	4,34	4,24	4,29
„ „ „	3,85	3,93	3,89	3,72	3,62	3,77	3,91	3,94	3,93
Коксъ и брикеты:									
Рурскій коксъ	0,58	0,56	0,57	—	—	—	0,61	0,65	0,63
Верхнерейнскіе кам-уголь-ные брикеты	1,62	1,53	1,58	—	1,87	1,87	1,52	1,50	1,51
Брикеты изъ бурогольного кокса	5,76	5,82	5,79	6,48	6,39	6,44	6,00	5,90	5,95

Таблица III.

Опредѣленіе влаги въ смолахъ и маслахъ.

Горюч е е	Дистиляція съ ксилоломъ			Непосредст. дистиляція (навѣска 1—2 кгр.)
	опредѣленіе I	опредѣленіе II	среднее	
Коксовая смола	2,36	2,35	2,35	2,42
„ „	1,65	1,69	1,67	1,65
Газовая смола изъ горизонт. ретор.	8,80	8,63	8,72	
„ „ „ наклонныхъ	7,28	7,33	7,30	
„ „ „ вертикальныхъ	2,20	2,18	2,19	
Антраценовое масло	0,23	0,23	0,23	0,2
Мексиканская нефть	9,65	9,47	9,56	

Изъ данныхъ таблицъ явствуетъ, что при примѣненіи ксилолового метода получаются результаты вполне между собою согласные, равно какъ и съ результатами другихъ точныхъ методовъ опредѣленія влаги. Исключеніе составляютъ только нѣкоторые антрациты (въ томъ числѣ наши донецкіе, которые Constam именуетъ графитоидными).

Такъ какъ опредѣленіе влаги въ твердыхъ горючихъ способомъ перегонки съ ксилоломъ быстрое и удобнѣе производится, чѣмъ нагрѣваніемъ въ струѣ нейтральнаго газа, то явно преимущество этого метода.

Для искусственныхъ твердыхъ горючихъ, напр. брикетовъ, содержащихъ въ видѣ связующихъ веществъ легколетучія вещества, ксилоловый способъ опредѣленія влаги является единственно примѣнимымъ.

Такъ какъ при опредѣленіи влаги по этому методу не требуется аналитическихъ вѣсовъ, то онъ весьма удобенъ для коксовыхъ моекъ, брикетныхъ фабрикъ, гдѣ требуется быстрое опредѣленіе влаги въ матеріалахъ для контроля производства. При мелкомъ углѣ можно опредѣлять влагу прямо безъ измельченія пробы.

Л. Эберлингъ.

Очистка бензола.

Въ „Journal of Gas Lighting and Water Supply“ за 8 августа 1916 года описанъ патентованный аппаратъ для очистки бензола, имѣющій цѣлью усовершенствовать эту операцію въ смыслѣ сокращенія времени и достиженія большей экономичности.

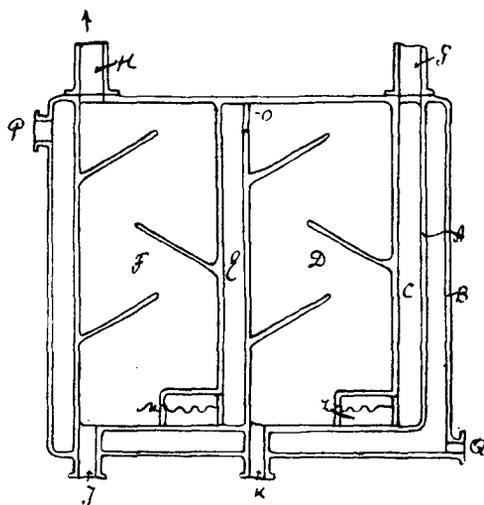
Сырой бензолъ обыкновенно промывался послѣдовательно сѣрной кислотой и растворомъ щелочи и затѣмъ подвергался дистилляціи. Согласно же описываемому патенту, сырой бензолъ очищается сначала перегонкой и затѣмъ уже прохожденіемъ черезъ сѣрную кислоту и щелочь послѣдовательно, послѣ чего очищенные пары конденсируются. Аппаратура состоитъ изъ перегоннаго куба, дефлегматора, раздѣлителя (всѣ приборы обычной конструкціи), камеры съ сѣрной кислотой, камеры съ растворомъ щелочи и конденсатора. При желаніи очистка можетъ производиться непрерывно.

На фиг. I изображенъ вертикальный разрѣзъ черезъ камеры съ сѣрной кислотой и растворомъ щелочи; на фиг. II—общее расположеніе установки для очистки бензола.

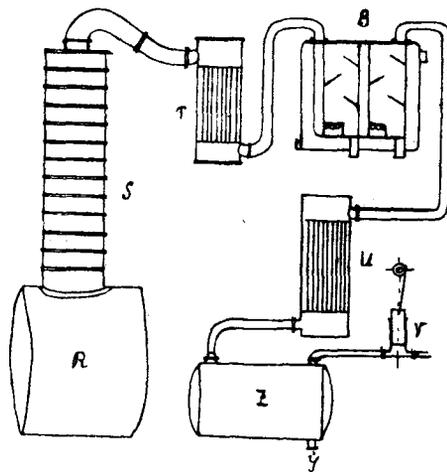
Сосудъ А, окруженный паровымъ кожухомъ В, раздѣленъ на 4 камеры С, D, E, F. G служитъ для входа пара и соединяется съ камерой С и H для выхода и соединяется съ камерой F. K и J служатъ для выпуска отработавшихъ кислоты и щелочи, при чемъ благодаря извѣстному приспособленію, не происходитъ нарушенія вакуума въ камерахъ D и F. Камеры снабжены приспособленіями обычной конструкціи (не показаны на чертежахъ) для впуска свѣжихъ кислоты и щелочи. Отдѣленія D и F снабжены мѣрными стеклами (не показаны на чертежахъ) для указанія уровней жидкостей въ нихъ. P служитъ для входа пара въ паровой кожухъ, а Q для его выхода. Сосудъ А и всѣ соединенія изготовлены съ такой прочностью, чтобы могли выдерживать большой вакуумъ.

Въ паровомъ кожухѣ А поддерживается температура не меньшая той, при которой бензоловые пары входятъ въ G, чтобы избѣжать конденсаціи пара внутри сосуда.

Пары бензола входятъ черезъ G въ камеру С, а затѣмъ въ зазубренный колпакъ L, откуда, разбившись зазубринами на нѣсколько струй — по-



Фиг. I.



Фиг. II.

дымаются пузырями черезъ сѣрную кислоту, содержащуюся въ камеру D. Послѣ прохожденія черезъ кислоту паръ подымается въ верхнюю часть камеры D.

Перегородки служатъ для отдѣленія брызгъ кислоты, которая можетъ захватывать поступающій паръ. Затѣмъ паръ достигаетъ отверстия O, черезъ которое онъ поступаетъ въ

камеру E, гдѣ онъ опускается къ зазубренному колпаку M, находящемуся въ нижней части камеры F. Изъ этого колпака онъ проходитъ черезъ растворъ щелочи — перегородки служатъ для той же цѣли, что и въ D. Затѣмъ паръ черезъ выходное отверстие H поступаетъ въ конденсаторъ.

На фиг. II—R есть перегонный кубъ, въ которомъ бензолъ испаряется; S—дефлегматоръ; T—раздѣлитель или равноцѣнная аппаратура; B—описанный аппаратъ и U конденсаторъ. V насосъ,

поддерживающій разрѣженіе въ продолженіе всего процесса, и Z камера, въ которой сконденсировавшийся бензолъ собирается и выпускается черезъ выпускное отверстие J.

Концентрацію раствора сѣрной кислоты слѣдуетъ выбрать въ 168° по Тваддлю (ок. 66 Вѣ) и поддерживать ее по возможности все время, если желаютъ достичь хорошихъ результатовъ.

Инж.-техн. Г. В. Петровъ.

Замѣтка о пироскопахъ.

Въ виду затрудненій, возникшихъ у многихъ заводовъ, работающих на государственную обору, вслѣдствіе невозможности полученія пироскоповъ („конусовъ“ Зегера), употребляющихся при обжигахъ и ввозившихся, какъ извѣстно, исключительно изъ Германіи, Управление Императорскими заводами рѣшило притти на помощь отечественной промышленности и приступило къ организаціи производства пироскоповъ изъ русскихъ матеріаловъ.

Въ настоящее время уже выработаны пироскопы отъ № 7 до 15 и № 30 и отъ № 022 до 015, каковыя и отпускаются заказавшимъ ихъ заводамъ (Исетскій металлическій, Пермскій пушечный, Брянскій, Петрг. гвоздильный и др.) по временно установленной цѣнѣ 10 коп. шт. Прочіе номера пиро-

скопъ разрабатываются и постепенно будутъ изготовляться.

По просьбѣ Управленія Императорскими фарфоровымъ и стекляннымъ заводами, желающаго поставить производство въ размѣрѣ, отвѣчающемъ дѣйствительной потребности, и не имѣющаго возможности выяснить потребленіе пироскоповъ въ Россіи за отсутствіемъ статистики ихъ ввоза, Освѣдомительно-Статистическое Бюро при Химическомъ Отдѣлѣ К. В. Т. П. доводитъ до свѣдѣнія заводовъ — потребителей объ этомъ и проситъ ихъ направлять свѣдѣнія о годовичномъ расходѣ пироскоповъ и ихъ номеровъ по адресу: Волховскій пер., 2, Освѣдомительно-Статистическому Бюро при Химическомъ Отдѣлѣ К. В. Т. П.

Къ вопросу о сбытѣ сѣрнокислаго аммонія.

Недостатокъ сѣрной кислоты, а также недостатокъ сбыта заставили нѣкоторые наши коксовые заводы сократить выработку сѣрнокислаго аммонія, а между тѣмъ потребность въ минеральныхъ удобренияхъ не только не падаетъ, но все время растетъ и въ Россіи и въ другихъ странахъ.

Война сильно повліяла на производство и торговлю минеральными удобрениями, химическіе заводы въ силу различныхъ обстоятельствъ тоже должны были измѣнить въ большинствѣ случаевъ свою программу дѣйствій и ввели нѣкоторые новшества.

Послѣдній номеръ (№ 4) новаго журнала „Вѣстникъ прикладной химіи и химической технологіи“ отводитъ не мало мѣста различнымъ новостямъ и вообще свѣдѣніямъ по минеральнымъ удобрениямъ, многое изъ приведеннаго не лишено интереса и для нашего коксового производства.

По словамъ цитируемаго журнала, Московскій Сельско-хозяйственный Институтъ обратился къ Земскимъ Управамъ съ указаніемъ, на основаніи сообщенія Земгора, что теперь сельскимъ хозяевамъ весьма удобно пользоваться для удобрения сѣрно-

кислымъ аммоніемъ, т. к. раньше онъ вывозился за границу по цѣнамъ около 3 руб. за пудъ, нынѣ же его можно имѣть за 2 р. и, быть можетъ, современемъ онъ станетъ еще дешевле.

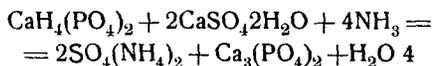
Пудопроцентъ амміака въ чилийской селитрѣ стоилъ до войны 13 коп., нынѣ же въ сѣрноокисломъ аммоніи его предлагаютъ за 9, съ накладными расходами за 10 коп.

Прянишниковъ рекомендуетъ употреблять сѣрноокислый аммоній на суглинкахъ всѣхъ огтѣнковъ; онъ не пригоденъ лишь на супескахъ и болотистыхъ почвахъ.

Хорошіе результаты даетъ удобрение сѣрноокислымъ аммоніемъ подъ масличные культуры, хлѣба, злаковыя травы, а также подъ картофель и капусту.

Особенно рекомендуется сѣрноокислый аммоній употреблять въ смѣси съ томасшлакомъ или костяной мукой и суперфосфатомъ.

Въ томъ же номерѣ приводятся сообщенія изъ нѣмецкихъ химическихъ журналовъ и въ томъ числѣ о дѣйстви сухого амміачнаго газа на суперфосфатъ, состоящемъ въ томъ, что газъ поглощается суперфосфатомъ съ выдѣленіемъ тепла, способствующаго высыханію продукта, и по реакціи



вмѣсто совершенно ненужнаго въ большинствѣ

случаевъ гипса становится на его мѣсто сѣрноокислый аммоній, а фосфорная кислота переводится изъ соединенія, растворимаго въ водѣ, а стало быть и могущаго выщелачиваться, въ нерастворимое, но доступное къ усвоенію растениями.

Въ настоящее время эта замѣтка особенно важна для заводовъ сѣрноокислаго аммонія въ томъ смыслѣ, что они могутъ, приобретая суперфосфатъ, улавливать свой амміакъ *безъ расхода на сѣрную кислоту*. Въ такомъ амміачномъ суперфосфатѣ всего азота 7,25% и 16,73% фосфорной кислоты.

Способъ этотъ патентованъ въ 1914 году (20 Января) въ Германіи. Описано производство продукта и указывается на выгоду полученія безъ употребленія сѣрной кислоты.

Въ Великобританіи произведено было въ 1914 г. всего сѣрноокислаго аммонія 423,000 тоннъ, у насъ же всего — 17,000 тоннъ. За 1-ые 4 мѣсяца 1916 г. получено 2,500 т.

Употребленіе минеральныхъ удобрений въ Россіи увеличивается, такъ въ 1904—08 г.г. было получено въ среднемъ 6,3 милліоновъ пудовъ минеральныхъ удобрений всѣхъ видовъ, а въ 1909—1913 г.г. 20,3 милліоновъ пудовъ.

Въ 1915 году было ввезено всего 200.000 пудовъ, при этомъ условіи сбытъ нашимъ амміачнымъ солямъ и фосфатамъ вполне обезпеченъ.

В. В. Рюминъ.

Новая конкуренція русскому машиностроенію.

Условія военнаго времени дали возможность Японіи выступить въ несвойственной ей роли экспортера машинъ для Россіи. Мы говоримъ — „несвойственной“ на томъ основаніи, что эта страна до войны сама выписывала большинство машиннаго товара изъ-заграницы, преимущественно изъ Германіи, а затѣмъ изъ Америки и Англій.

Въ Японіи металлургическая и каменноугольная промышленность развиты довольно слабо, поэтому она всегда испытывала недостатокъ въ матеріалахъ для машиностроенія и въ топливѣ. Кромѣ того, земледѣльческій характеръ страны и особые приемы обработки земли (главнымъ образомъ для культуры риса, гдѣ требуется исключительно ручной трудъ),

вообще не способствуютъ развитію спроса на машины, и туземный рынокъ не могъ обезпечить машиностроительной промышленности значительнаго масштаба развитія. Главной заказчицей на машины въ Японіи являлась казна, такъ какъ желѣзнодорожная сѣтъ въ странѣ и всѣ предпріятія, работающія на оборону, составляютъ тамъ собственность государства.

Экспортъ машинъ въ Россію наладился только потому, что Японія приняла на себя роль посредницы. Въ Японію стали выписывать матеріалы для машиностроенія и въ усиленномъ количествѣ каменный уголь, возникло много частныхъ машиностроительныхъ предпріятій. Но параллельно съ

этимъ организовался транзитъ машинъ, которыя получаютъ въ Японіи изъ другихъ промышленныхъ странъ и переправляются, подъ видомъ японскихъ, въ Россію. Предусмотрительные экспортеры, давая за границу заказы на такія машины, ставятъ условіемъ, чтобы онѣ снабжались японскими клеймами, такъ что истинное происхожденіе машинъ маскируется.

Такъ какъ Японія извлекаетъ огромнѣйшія выгоды изъ экспорта машинъ въ Россію (одна только разница на курсѣ денегъ обезпечиваетъ прибыль отъ каждаго заказа въ размѣрѣ отъ 50 до 60%), то дѣловые японскіе круги придають чрезвычайно важное значеніе открывшемуся новому рынку для товаровъ этого рода и намѣрены удержать во что бы то ни стало русскій машинный рынокъ за собой и послѣ войны.

Въ этихъ цѣляхъ Японія добивается пониженія ставокъ таможенныхъ пошлинъ для машиннаго товара, ввозимаго въ Россію, изыскиваетъ способы удешевить производство и принимаетъ др. мѣры.

Чтобы обезпечить свое машиностроеніе дешевыми матеріалами, японцы приняли денежное участіе въ нѣкоторыхъ металлургическихъ предприятияхъ въ Китаѣ, откуда Японія получаетъ главную массу чугуна. Они увеличиваютъ добычу угля въ Манчжуріи и устраиваютъ въ своихъ колоніяхъ на континентѣ новыя копи, чтобы имѣть собственное топливо въ нужномъ количествѣ и по низкой цѣнѣ. Что касается рабочихъ рукъ, то въ этомъ отношеніи японская промышленность вообще внѣ конкуренціи, ибо даже въ настоящее время заработная плата на металлургическихъ и механическихъ заводахъ въ этой странѣ не превышаетъ 1 руб. 60 коп. въ день для квалифицированныхъ рабочихъ, а самое широкое примѣненіе труда женщинъ и подростковъ понижаетъ средній уровень заработныхъ платъ до минимума, давно забытаго въ другихъ промышленныхъ странахъ.

При такихъ условіяхъ мечты японскихъ заводчиковъ о развитіи экспорта машинъ въ Россію далеко не эфемерны, тѣмъ болѣе, что правитель-

ство въ свою очередь идетъ навстрѣчу задачамъ экспорта, выработывая мѣры поощренія національной машиностроительной промышленности.

А условія рынка для машинъ въ Россіи крайне благоприятствуютъ популяризаціи японскихъ издѣлій. Такъ, въ Москвѣ уже появились склады японскихъ машинъ; этимъ товаромъ стали торговать даже нѣкоторыя видныя техническія конторы, имѣющія обширную кліентуру; различныя предприятия шлютъ своихъ инженеровъ въ Японію для выбора и покупки тамъ машинъ и т. д.

Существуетъ мнѣніе, раздѣляемое весьма многими, что безъ импорта машинъ въ обширныхъ размѣрахъ намъ и послѣ войны никакъ не обойтись, подобно тому, какъ мы не могли безъ нихъ обходиться до войны. Японія, очевидно, держится такого же взгляда, и въ ея задачу входитъ постараться замѣнить для Россіи Германію въ качествѣ поставщицы машиннаго товара. Такая претензія, быть можетъ, чрезмѣрна, потому что средства машиностроенія у японцевъ, при всей ихъ энергіи, несомнѣнно есть и будутъ ничтожныя по сравненію съ таковыми же у Германіи. Но можно повѣрить тому, что пока въ Россіи не наладится въ должномъ масштабѣ собственная машиностроительная промышленность, японскій импортъ къ намъ сохранится.

И это несомнѣнно послужитъ нѣкоторымъ тормазомъ для развитія нашей отечественной промышленности даннаго рода, такъ какъ въ виду вышеописанныхъ необычайно благоприятныхъ условій производства машинъ въ Японіи конкурировать цѣнами нашимъ заводамъ съ японскими окажется не легко, особенно на рынкахъ Сибири, куда провозъ грузовъ обходится одинаково какъ изъ промышленныхъ центровъ Европ. Россіи, такъ и изъ Японіи. Такимъ образомъ можно опасаться того, что грядущее промышленное оживленіе Сибири будетъ использовано въ своихъ выгодахъ скорѣе японскою, нежели русскою машиностроительною промышленностью.

Инж. М. А—нб.

Цѣлики въ системѣ поперечной выемки.

При разработкѣ мощныхъ пластовъ поперечной выемкой для поддержанія висячаго бока оставляють значительные цѣлики.

Вопросъ о выемкѣ этихъ цѣликовъ имѣеть большое значеніе для многихъ рудниковъ Кривого Рога.

При часто встрѣчающейся мощности 4—6 саж. ширина ортовъ (размѣръ по простиранію) варьируетъ отъ 1½ до 9 саж., ширина цѣликовъ отъ 1 до 4 саж.

Чтобы избѣжать выемки цѣликовъ, на нѣкоторыхъ рудникахъ выбираютъ ортъ максимальной ширины (до 9 саж.), оставляя цѣлики шириною въ 1 саж. и заранѣе отказываясь отъ ихъ выемки, т. е. мирясь съ потерей 10% руды. Но при такомъ способѣ подрѣзаются большія площади руды и происходятъ частые завалы, нарушающіе правильное теченіе работъ и ведущіе къ потерѣ руды въ количествѣ значительно превышающемъ 10%.

Наиболѣе рациональнымъ по многимъ причинамъ, какъ намъ кажется, было бы дѣлать ортъ шириною 3—4 саж., оставляя невыбранными такихъ же размѣровъ цѣлики, т. е. не выбирая 50%.

Для того, чтобы было возможно примѣнить такой способъ, необходимо рѣшить задачу выемки этихъ цѣликовъ.

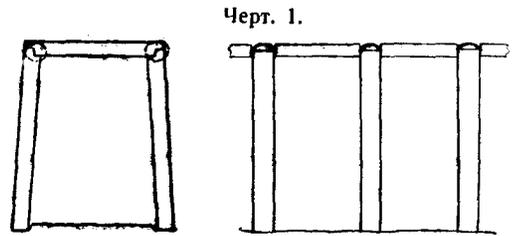
Работа по выемкѣ цѣликовъ сама по себѣ, при соблюденіи извѣстныхъ условій, не представляетъ особыхъ трудностей, но только при проведеніи подготовительныхъ работъ, когда выемка цѣликовъ есть дѣло довольно отдаленнаго будущаго, необходимо считаться съ этими условіями.

Выемка цѣликовъ уже производилась и производится въ районѣ Кривого Рога, и объ условіяхъ, необходимыхъ для ея успѣшности, можно говорить, опираясь на факты.

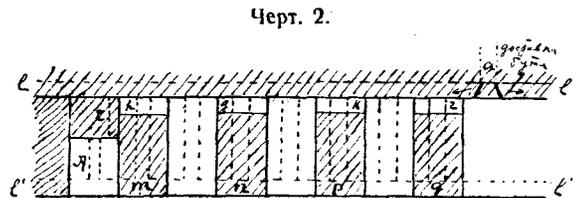
1. Выемка цѣликовъ должна производиться сверху внизъ, подъ бутомъ, такъ какъ работы снизу вверхъ подъ массивомъ руды, обрѣзаннымъ сверху, снизу и съ двухъ сторонъ не надежна. При небольшой мощности пласта въ 1—1½ сажени и при ширинѣ цѣлика по простиранію 3—4 саж. возможно цѣлики выбирать и снизу вверхъ, т. к. въ этомъ случаѣ треніе на лежачемъ и висячемъ боку бываетъ достаточнымъ для удержанія цѣлика.

2. Работа съ перепускомъ бута не даетъ хорошихъ результатовъ. Каждый ярусъ (слой руды въ 1 саж.), по окончаніи его выемки, необходимо бутить, устилая подоншу забоя облопами, подъ которія подводится крѣпь при выемкѣ слѣдующаго яруса.

3. При крѣпкой рудѣ необходимо каждый ярусъ (горизонтальный слой) вынимать такъ, чтобы при выпалѣ бурока крѣпь не была выбита, что повлекло бы за собою паденіе свѣжей закладки въ забой. Для достиженія этой цѣли ярусъ разбивается на участки, выбираемые въ соответствующей послѣдовательности. Рамы (дверные оклады), поддерживающія закладку, полезно связывать между собою распорками, какъ показано на черт. 1.



Изъ пункта 2 слѣдуетъ, что при выемкѣ цѣликовъ доставка бута должна быть обезпечена къ каждому вынимаемому цѣлику въ теченіе времени, потребнаго для его выемки.



Въ районѣ Кривого Рога штреки болшею частью проходятъ по рудѣ, и это обстоятельство сильно затрудняетъ выемку цѣликовъ, когда приходитъ ихъ очередь. Въ самомъ дѣлѣ, пусть имѣемъ (черт. 2) штреки II по рудѣ. Буть доставляется изъ квершлага „а“ по штреку „II“ къ гезенку „I“, ос-

тавяемому въ закладкѣ при выемкѣ цѣлика „А“. Орты m, n, p, q выбираются, оставляя цѣлики h, g, k, r подѣ верхній штрекъ, крайній же ортъ выбирается подѣ закладку верхняго этажа, и затѣмъ приступаютъ къ выемкѣ цѣлика „А“; но никакой другой цѣликъ между „А“ и квершлагомъ „а“ не можетъ быть одновременно вынимаемъ, т. к., выбирая его подѣ бутъ верхняго этажа, мы прекращаемъ доставку бута къ цѣлику „А“, оставленіе же цѣлика подѣ штрекъ не гарантируетъ его цѣлости и можетъ повести къ потерѣ руды въ цѣликахъ подѣ штрекомъ.

Такимъ образомъ, имѣя штреки по рудѣ, какъ это часто встрѣчается, и доставку бута изъ одного пункта, мы можемъ на каждомъ крылѣ работать

лишь по одному цѣлику, что при значительномъ простираниіи было бы нелѣпо.

Для правильной организациіи выемки цѣликовъ необходимо или 1) имѣть штрекъ по лежачему боку съ квершлагами къ каждому цѣлику или, 2) если штрекъ пройдетъ по рудѣ, имѣть доставку бута изъ нѣсколькихъ пунктовъ, равномерно распределенныхъ по всему простиранию.

Въ этомъ послѣднемъ случаѣ можно начинать выемку цѣликовъ отъ середины между каждыми двумя пунктами доставки бута, отступая къ нимъ.

Имѣя n пунктовъ доставки бута, можемъ одновременно работать 2 n цѣликовъ.

Ө. Б-ова.

О передвиженіи рудничнаго газа по угольному пласту и окружающимъ его породамъ.

Къ одному изъ интереснѣйшихъ вопросовъ, связанныхъ съ рудничнымъ газомъ, несомнѣнно относится вопросъ о причинахъ, дѣлающихъ отдѣльные пласты, иногда сходные по химическому составу и геологическимъ условіямъ залеганія, — рѣзко различными въ отношеніи количества выдѣляемаго ими газа. Во всѣхъ такихъ случаяхъ наиболѣе правдоподобнымъ объясненіемъ отмѣченнаго факта могло бы быть допущеніе, что пластъ менѣе газовый находился въ обстановкѣ, болѣе благоприятствовавшей удаленію имѣвшагося въ немъ газа въ окружающее его пространство. *) Условія, содѣйствовавшія дренированію пласта въ отношеніи газа, могли существовать въ болѣе ранніе періоды образованія пласта, или же относиться къ болѣе позднему времени. Для полнаго ихъ выясненія въ настоящее время нѣтъ достаточныхъ матеріаловъ, и задачей лицъ, этимъ интересующихся, является пока

*) Понятно, можно искать объясненіе и въ нетождественности процессовъ, сопутствовавшихъ превращенію растительныхъ матеріаловъ въ уголь, или въ различіяхъ самого материнскаго вещества, образовавшаго разные пласты, но такого рода изысканія при настоящемъ состояніи нашихъ знаній объ углѣ не могутъ еще пролить свѣта на разсматриваемый вопросъ.

накопленіе фактовъ. Нѣкоторыя данныя, сюда относящіяся, мною приводятся ниже.

Удаленіе газа черезъ окружающія пласть породы.

Вполнѣ понятно, что извѣстная часть метана можетъ удаляться на поверхность черезъ трещины въ кровлѣ пласта и въ вышележащихъ породахъ. Не менѣе вѣроятнымъ является и просачиваніе газа черезъ микроскопическія поры въ горныхъ породахъ, особенно если онѣ не заполнены водой. Размеры этого процесса не поддаются учету и могутъ сильно варьировать въ связи съ мѣстными условіями и свойствами породъ. Для иллюстраціи этого явленія мною была взята проба свѣтлосѣраго глинистаго сланца на разстояніи 5 сажень по перпендикуляру отъ сильно газоваго пласта Владимиръ на ш. Иванъ. Большой кусокъ этого сланца былъ раздробленъ на мелкіе кусочки до $\frac{1}{2}$ " въ діаметрѣ, которые и были помѣщены въ банку для отсасыванія изъ нихъ газовъ въ вакуумѣ съ помощью насоса Шпренгеля. При такихъ условіяхъ опыта, понятно, можно было получить далеко не весь имѣвшійся въ цѣльномъ кускѣ газъ, и часть его несомнѣнно улетучилась при измельченіи сланца.

Послѣ недѣльнаго отсасыванія дальнѣйшее выдѣленіе газа прекратилось; общее количество метана было равно 10.3 см.³ на 1 килограммъ сланца. Количество углекислоты равнялось всего только 1,1 см.³

Слѣдующая проба была взята на разстояніи приблизительно 20—25 саж. отъ того же пласта. Она состояла изъ куска крупнозернистаго почти бѣлаго песчаника. При тѣхъ же условіяхъ опыта на 1 килограммъ приходилось 3.0 см.³ углекислоты и только 0.3 см.³ метана. Песчаникъ былъ довольно влаженъ.

Третья проба была взята на ш. Капитальной Екат. Горн. О-ва въ квершлагѣ между 2 газовыми крутыми пластами. Въ сланцѣ, изъ котораго состояла эта проба, было обнаружено 0,7 см.³ углекислоты и 0.2 см.³ метана на 1 килограммъ.

Такимъ образомъ, только первая проба, взятая въ 5 саженьяхъ отъ пласта, содержала въ себѣ большое количество извлекаемаго въ вакуумѣ газа; пробы изъ мѣстъ болѣе удаленныхъ обнаружили при условіяхъ опыта почти лишь слѣды метана.

Выщелачиваніе CH₄ водой. Вода растворяетъ метанъ лишь въ небольшихъ количествахъ (0.034 части по объему), поэтому трудно ожидать, чтобы она могла увлечь съ собою большое количество газа, — для этого потребовались бы очень значительные объемы воды, что могло имѣть мѣсто развѣ только въ самый ранній періодъ существованія пласта. Для ознакомленія съ этимъ вопросомъ мною были взяты 4 пробы воды. Одна изъ нихъ была получена изъ трещины въ квершлагѣ шахты Иванъ между пластами на разстояніи сажень 40 отъ вышележащаго пласта. Вторая и третья пробы были получены въ выработкахъ пластовъ Алмазнаго и Берестовскаго ш. Италія; четвертая проба была взята изъ скважины, проведенной по Макѣвскому пласту. Растворенные въ водѣ газы удалялись кипяченіемъ воды подъ небольшимъ разрѣженіемъ.

Результаты опытовъ приведены въ табл. I

Таблица I.

Количество газа въ см³ въ литрѣ воды.

	CO ₂	CH ₄
Проба воды № 1.	6.4	2.4
" " № 2.	8.3	5.7
" " № 3.	14.0	3.0
" " № 4.	18.2	1.6

Какъ показываетъ таблица, ни въ одномъ случаѣ количество поглощеннаго водой метана не достигло теоретическаго предѣла — (34 см³ на литръ).

Передвиженіе газа по пласту угля. Часть рудничнаго газа можетъ проникать на поверхность не черезъ вышележащія породы, а непосредственно по пласту угля изъ болѣе глубокихъ его горизонтовъ въ болѣе верхніе. Проницаемость угля для газовъ, зависящая въ большой степени отъ твердости угля, — можетъ служить въ данномъ случаѣ характеристикой практической важности этого способа освобожденія пласта отъ метана. Для изученія проницаемости угля нѣтъ достаточно точныхъ экспериментальныхъ методовъ. Приблизительное же представленіе о ней можно получить, наблюдая просачиваніе газа изъ цѣлика угля черезъ скважины въ пластѣ. Подобнаго рода опыты были поставлены мною на шахтѣ Иванъ и на Новосмоляниновскомъ рудникѣ.

Въ Макѣвскомъ пластѣ (мощность $\frac{7}{4}$) были пробурены 3 скважины въ 1" въ среднемъ слоѣ угля. Бурки находились въ боковой стѣнкѣ ходовой печи уклона, проводившагося въ цѣликѣ. Уклонъ отошелъ уже на 100 сажень отъ послѣдней коренной продольной и на всемъ этомъ протяженіи не было никакихъ промежуточныхъ выработокъ. Глубина пласта въ данномъ мѣстѣ приблизительно равнялась 150 саж. Уголь былъ очень крѣпкій, кровля пласта также. Скважины имѣли 2 $\frac{1}{2}$ метра въ длину, въ нихъ вставлялись $\frac{3}{4}$ " трубы съ манометромъ. Для изоляціи скважины отъ наружнаго воздуха ея устье расширялось и затѣмъ цементировалось. Цѣлью самыхъ опытовъ было установленіе: 1) величины давленія газа внутри скважины, 2) колебанія этого давленія во времени и 3) измѣненія во времени количества газа, выдѣляющагося изъ скважинъ при ихъ открытіи. Первые двѣ скважины были проведены въ разстояніи 2 аршинъ одна отъ другой. Третья находилась отъ 2-ой черезъ три сажени.

Давленіе газа въ скважинахъ. Немедленно послѣ закрытія скважины 1-й и 3-ей давленіе въ нихъ стало повышаться. Приблизительно черезъ 15 минутъ оно достигало уже нѣкоторой постоянной величины. То же наблюдалось и послѣ періодовъ кратковременнаго открыванія скважинъ.

Давленіе газа въ скважинѣ 1-ой вначалѣ было равно 17 фунтамъ. Въ первые 4 дня оно медленно повышалось, достигнувъ 26 фунтовъ къ концу этого

срока. Въ это время скважина была открыта на 20 минутъ, въ теченіе которыхъ изъ нея выдѣлилось около 30 литровъ метана. Въ слѣдующіе 11 дней давленіе колебалось между 19—20 фунтами, лишь въ рѣдкихъ случаяхъ достигая 24 фунтовъ (записи производились по 6 разъ въ сутки). На 15-ый день труба была вновь открыта на 60 минутъ—и было получено 48 литровъ газа. Одновременно съ этимъ труба изъ скважины № 2 была вынута, и газу была дана возможность свободно выходить черезъ нее въ выработку.

Это обстоятельство повлекло за собой пониженіе давленія въ скважинѣ № 1; а именно, на слѣдующій же день поднявшееся было наканунѣ до 18 фунтовъ,—давленіе упало до 13 фунтовъ, а еще черезъ сутки до 11 фунтовъ. На этомъ уровнѣ оно держалось 20 дней, когда вновь было обнаружено поднятіе (14 фунтовъ), сохранявшееся еще цѣлыхъ 12 дней. Въ это время труба была открыта на 30 минутъ и вновь закрыта. Черезъ 5 минутъ послѣ этого давленіе было равно 9 ф., а черезъ 15 минутъ—14 фунтамъ. Этотъ моментъ соотвѣтствовалъ 48 дню. Въ теченіе слѣдующихъ 51 дня давленіе понижилось до 10 фунтовъ; на 107 послѣдовало новое пониженіе до 8 фунтовъ. Въ такомъ положеніи давленіе находится и по настоящее время (132-ой день).

Давленіе въ скважинѣ № 2. Эта скважина находилась на разстояніи 2 ар. отъ предыдущей. Она была проведена въ томъ же слоѣ пласта. Давленіе

газа въ ней ни разу не достигало предѣла, который могъ бы регистрироваться манометромъ (2 фунта). Между тѣмъ общій дебетъ этой скважины былъ больше, чѣмъ въ скважинѣ № 1. Возможно, что объясненіе этому надо искать въ предположеніи, что уголь вблизи скважины былъ достаточно пористъ, и газъ могъ болѣе легко уходить черезъ наружную стѣнку цѣлика. Черезъ 15 дней труба была вынута изъ скважины; въ ней сталъ слышаться гулъ, не прекращавшійся въ теченіе всего времени опытовъ.

Скважина № 3 была проведена въ трехъ саженяхъ отъ 2-ой черезъ 15 дней послѣ первыхъ двухъ, когда забой ходовой отодвинулся на это разстояніе. Черезъ сутки давленіе въ трубѣ достигло 7 фунтовъ и сохранялось въ такомъ состояніи до 9 дня, когда было обнаружено быстрое поднятіе его до 17 фунтовъ, а еще черезъ сутки и до 20 фунтовъ. Это давленіе сохранялось и въ слѣдующія 2 сутокъ; потомъ манометръ былъ поврежденъ, изоляція скважины нарушилась, и газъ получилъ возможность уходить черезъ небольшія трещинки въ бетонѣ. Въ 116 день давленіе въ этой скважинѣ было менѣе 2 фунтовъ.

Дебетъ газа изъ скважинъ замѣрялся при кратковременныхъ отвинчиваніяхъ манометровъ. Количество выдѣлявшагося газа приводится въ таблицѣ I. При учетѣ его не принимался во вниманіе тотъ газъ, который выходилъ изъ трубы немедленно послѣ ея открытія.

Таблица 1.

Количество газа въ 1 часъ въ литрахъ.

	1-й день	5-й день	15-й день	23-й день	38-й день	79-й день	95-й день	116-й день	131-й день
Скважина № 1	30	30	48	—	36	—	20	—	20
Скважина № 2	180	90	36	—	—	—	—	—	—
Скважина № 3	60	—	—	30	—	16	—	5	—

Въ скважинѣ № 1, гдѣ давленіе достигло максимума на 15-ый день, въ соотвѣтствіи съ этимъ наблюдалось и усиленіе выдѣленія газа въ этотъ періодъ опыта. Позднѣе, вмѣстѣ съ паденіемъ давленія, ослабѣвало и накопленіе газа. Въ скважинѣ

№ 2, какъ уже говорилось, давленіе совсѣмъ не наблюдалось. Однако дебетъ этой скважины былъ наибольшимъ; болѣе интенсивнымъ было также и паденіе его во времени.

Такого же рода скважины были проведены на

Новосмоляниновскомъ рудникѣ, гдѣ глубина выработокъ превышала 350 саж. Уголь разрабатывавшихся тамъ пластовъ отличался большой мягкостью. Быть можетъ, поэтому ни въ одной изъ проведенныхъ скважинъ не пришлось наблюдать сколько нибудь замѣтнаго давленія. Длина скважинъ такъ же, какъ и въ первомъ случаѣ—не превышала 2½ метровъ.

Приведенные матеріалы, несмотря на свою схематичность и краткость, все же обнаруживаютъ нѣсколько любопытныхъ фактовъ. Такъ, напримѣръ, они указываютъ, что давленіе газа въ скважинахъ, точно такъ же, какъ и его объемъ—подвергаются значительнымъ колебаніямъ, при чемъ максимальныя величины ихъ не совпадаютъ съ начальнымъ періодомъ опытовъ. Такимъ образомъ приходится допускать, что газовый режимъ въ цѣликѣ угля подчиняется какимъ-то сложнымъ факторамъ, изъ которыхъ, вѣроятно, не послѣднюю роль играетъ давленіе кровли и растрескиваніе цѣлика. Можно думать, что въ тѣхъ случаяхъ, когда угольный массивъ, окружающій скважину, съ помощью вновь образовавшейся трещины войдетъ въ соприкосновеніе съ болѣе глубокими слоями пласта, совсѣмъ еще не терявшими газа,—давленіе въ скважинѣ должно быстро подняться. Если же такого рода трещины соединятъ скважину съ внѣшней стѣнкой цѣлика,—давленіе должно понизиться. Въ крѣпкомъ углѣ каждая скважина дренируетъ только небольшую непосредственно прилегающую къ ней область. Такъ, напримѣръ, въ данномъ случаѣ удаленіе трубы изъ смежной скважины № 2.—отстоящей отъ скв. № 1 всего только на 2 аршина, смогло понизить давленіе въ послѣдней лишь на 39%,—и пониженіе шло съ большой постепенностью (см. таб. 2-ую).

Таблица 2.

Давленіе въ скв. № 1.

Съ 22/VI по 1/VI—20—19 фунтовъ.

1/VI въ 12 час. дня произведена уборка трубы № 2.	
1/VI 4 часа дня давл. въ скв № 1.	18 ф.
„ 8 часовъ вечера	16 „
„ 12 „ ночи	15 „
2/VI 4 часа	15 „
„ 8 часовъ утра	15 „
„ 12 „ дня	14 „

2 VI 4 часа дня въ скв. № 1.	13 ф.
„ 8 часовъ вечера	13 „
„ 12 „ ночи	13 „
3/VI 4 часа утра	13 „
„ 12 часовъ дня	12 „
„ 8 часовъ вечера	12 „
4 VI 4 часа утра	12 „
„ 8 часовъ „	11 „
съ 4/VI до 19 VI	11 12 „
съ 19/VI по 24/VI	12—13—14 „

Объемъ выдѣляемаго скважинами газа не всегда совпадалъ съ величиной давленія, которое наблюдалось въ закрытой скважинѣ. Надо думать, что это несоотвѣтствіе будетъ замѣчаться наиболѣе сильно въ случаѣ мягкаго угля, такъ какъ при этомъ условіи одна и та же скважина можетъ отводить газъ, собирая его съ большей по объему массы угля; вмѣстѣ съ тѣмъ въ такой скважинѣ давленіе не будетъ достигать большихъ предѣловъ, такъ какъ мягкій пористый уголь не будетъ оказывать большого сопротивленія и будетъ пропускать газъ черезъ внѣшнюю стѣнку цѣлика.

Большая устойчивость давленія въ скважинѣ 1-ой во времени свидѣтельствуетъ о малой проницаемости угля. Прекраснымъ подтвержденіемъ этого могутъ служить также недавно опубликованные (Coll. Guard. Sept. 15—1916) опыты S. Graham'a. Указанный авторъ приготовлялъ изъ различныхъ сортовъ *твердаго* безъ трещинъ угля небольшія пластинки и приклеивалъ къ нимъ съ обѣихъ сторонъ стеклянныя трубки отъ ½ до 1“ въ діаметрѣ. Соединенія предварительно испытывались на непроницаемость. Послѣ этого въ одну изъ трубокъ вводился газъ и наблюдался процессъ перехода газа изъ одной трубки въ другую черезъ испытываемую угольную пластинку. Перемѣщеніе газа поддерживалось извѣстной разностью давленій. Результаты обнаружили чрезвычайно малую проницаемость угля, такъ какъ даже при разности давленій въ 760 мм. ртути черезъ угольную пластинку толщиной въ 3 мм. и съ поверхностью въ 3 кв. мм. въ теченіе часа проходило всего только 0.005—0.006 куб. сант. метана. При такихъ свойствахъ твердаго угля, понятно, не можетъ казаться страннымъ лишь крайне медленное пониженіе давленія въ скважинахъ, проведенныхъ даже на небольшое отъ забоя разстояніе.

Практически отмѣченное сейчасъ явленіе приводитъ къ признанію малой цѣлесообразности искусственнаго дренированія пласта путемъ проведенія скважинъ, будутъ ли это передовыя бурки по углю, или спеціальныя скважины, проводимыя съ

поверхности или изъ выработокъ сосѣднихъ пластовъ. Успѣшность всѣхъ этихъ мѣръ можетъ нѣсколько увеличиваться въ случаѣ рыхлаго или трещиноватаго угля.

Н. Черницынъ.

Составъ угля.

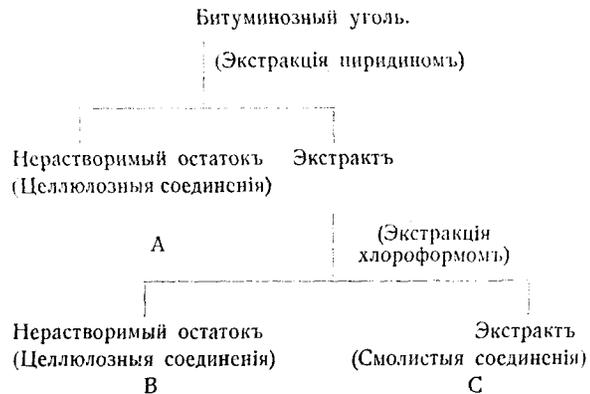
(D. T. Jones и R. V. Wheeler).

По вопросу о происхожденіи ископаемыхъ углей въ настоящее время господствуетъ взглядъ, что для ихъ образованія послужилъ главнымъ образомъ растительный матеріалъ. Но нѣтъ единообразнаго мнѣнія по вопросу о *способѣ* образованія угля, и причина расхожденій заключается, быть можетъ, въ томъ, что всѣ теоріи стремились установить общій модуль для всѣхъ разновидностей углей, въ то время, когда не имѣется никакихъ основаній отрицать, что разные виды угля могли быть образованы различнымъ путемъ. Факторами, способствовавшими образованію угля изъ материнскаго вещества, предполагаются: сперва разложеніе подъ вліяніемъ бактерий, а затѣмъ дѣйствіе давленія, температуры и времени.

Исслѣдованія, предпринятыя Джонсомъ и Уилеромъ, имѣли цѣлью установить химическую природу главныхъ составныхъ частей каменнаго угля, который они рассматриваютъ, какъ конгломератъ целлюлозныхъ и смолистыхъ соединений.

Они показали, что эти двѣ главныя составныя части битуминозныхъ углей могутъ быть раздѣлены при помощи растворителей. Экстракція безводнаго угля чистымъ безводнымъ пиридиномъ производитъ частичное раздѣленіе ихъ, оставляя нерастворимый остатокъ, состоящій главнымъ образомъ изъ целлюлозныхъ составныхъ частей. Дальнѣйшая экстракція растворимой части (послѣ отгонки пиридина) хлороформомъ или бензоломъ даетъ растворимую часть, содержащую смолистыя соединения и нерастворимый остатокъ, состоящій изъ целлюлозныхъ соединений, вполне сходный съ остаткомъ, непосредственно выдѣленнымъ изъ угля при помощи пиридина.

Схема раздѣленія можетъ быть представлена въ слѣд. видѣ:



Что остатокъ В, нерастворимый въ хлороформѣ, слѣдуетъ разсматривать, какъ составленный изъ целлюлозныхъ соединений, которыя обладаютъ свойствомъ (или пріобрѣтаютъ его во время экстракціи) растворяться въ пиридинѣ, а не какъ смолистыя соединения, потерявшія способность растворяться въ хлороформѣ, явствуется изъ того обстоятельства, что А и В не плавятся, въ то время, какъ С размягчается около 100°; С при дѣйствіи на него воздуха подвергается окисленію, наблюдаемому также у смоль, которое оказываетъ фотохимическое дѣйствіе на свѣточувствительную пластинку въ то время, какъ А и В такого дѣйствія не имѣютъ; при дестилляціи въ вакуумѣ А и В даютъ смѣси газовъ, которыя весьма сходны какъ по количеству, такъ и по составу и замѣтно отличаются какъ въ томъ, такъ и въ другомъ отношеніи отъ газовыхъ смѣсей, полученныхъ при дестилляціи С при тѣхъ же условіяхъ; жидкій дестиллятъ изъ А весьма сходенъ съ дестиллятомъ изъ В какъ въ количествѣ, такъ и въ качествѣ, но не похожъ на дестиллятъ изъ С, получается въ небольшомъ количествѣ и состоитъ

почти всецѣло изъ феноловъ, въ то время какъ С при 450° даетъ около 50% по вѣсу жидкаго дестиллята, содержащаго всѣ составныя части смолы, получаемой при карбонизаціи угля при низкой t за исключеніемъ феноловъ, которые въ немъ отсутствуютъ.

Характеръ и составъ целлюлозныхъ соединеній.

Будуаръ показалъ, что неизмѣненная целлюлоза, если вообще имѣется въ битуминозныхъ угляхъ, то лишь въ ничтожныхъ количествахъ. Целлюлозные соединенія суть продукты деградации первоначальной растительной клѣтчатки, о степени распада которой мы можемъ судить, сравнивая элементарные анализы целлюлозы и части А или В битуминознаго угля.

Наиболѣе разительное сходство между „целлюлозными соединеніями“ А или В, выдѣленными изъ угля, и целлюлозой заключается въ томъ, что оба даютъ при сухой перегонкѣ феноль или фенолы. Вихельгаузъ нашель, что целлюлоза при перегонкѣ даетъ феноль, но гомологовъ фенола не получается.

При дестилляціи „целлюлозныхъ соединеній“ угля, полученные фенолы имѣли составъ промежуточный между крезолами и ксиленолами.

Образованіе феноловъ при сухой перегонкѣ вызывается присутствіемъ въ перегоняемомъ веществѣ группы фурана. Это соединеніе устойчиво, выдерживаетъ измѣненія деградации, которымъ подвергается молекула целлюлозы и которая влекутъ за собою отщепленіе гидроксильной группы и водорода, съ послѣдующимъ образованіемъ группы окисловъ или эфировъ.

Такимъ образомъ есть основаніе предполагать, что соединенія, образующія целлюлозныя составныя части угля, не содержатъ большого числа типовъ. Это предположеніе основано на томъ фактѣ, что части А и В целлюлозныхъ соединеній при дестилляціи ниже 450° даютъ газовые и жидкіе продукты почти идентичные по составу.

Легко разлагаемая части целлюлозныхъ соединеній А и В такимъ образомъ очень похожи другъ на друга по составу, и то же можетъ быть правильно по отношенію и къ болѣе устойчивой части ихъ.

Возникаетъ лишь вопросъ, не могла ли исчезнуть совершенно въ нѣкоторыхъ изъ производныхъ целлюлозы типическая особенность целлюлозной группы, въ результатѣ чего могло имѣть мѣсто появленіе молекулъ, приближающихся по структурѣ къ молекулѣ углерода.

„Свободный“ углеродъ въ углѣ.

Весьма распространенъ взглядъ, что многіе угли содержатъ извѣстный % свободнаго углерода и что различіе между однимъ сортомъ угля и другимъ, напр. между битуминознымъ и антрацитовымъ, зависитъ отъ различнаго содержанія въ нихъ свободнаго углерода. Этотъ взглядъ поддерживается въ извѣстной степени цвѣтомъ и общимъ внѣшнимъ видомъ угля, который тѣмъ болѣе похожъ на углеродъ, чѣмъ геологически древнѣе каменноугольное отложеніе, а также тѣмъ обстоятельствомъ, что материнское вещество угля было подвержено молекулярному разрушенію въ различной степени, сопровождаемому отщепленіемъ Н и О, которое, можно предполагать, при извѣстномъ составѣ могло довести процессъ до полной карбонизаціи.

Что касается цвѣта угля, то онъ можетъ быть объясненъ тѣмъ обстоятельствомъ, что части угля, нерастворимыя въ пиридинѣ и хлороформѣ, не различаются по внѣшнему виду отъ обезвоженной целлюлозы Cross и Bevan'a (псевдо карбонъ), углеродо-подобнаго вещества, не содержащаго свободнаго углерода.

Факторы, которые въ теченіе долгаго времени образовали уголь, какъ предполагаютъ, изъ растительнаго вещества, суть: бактеріальное разложеніе, геолота и давленіе. Исключая какъ весьма невѣроятную, способность микроорганизмовъ вызвать отщепленіе свободнаго углерода, остается принять въ соображеніе вліяніе температуры и давленія.

Сомнительно, чтобы пласть угля при нормальныхъ условіяхъ достигъ бы температуры высшей, чѣмъ 300°. Ниже же этой температуры каждая разновидность дестиллята, обычно встрѣчаемаго въ каменноугольной смолѣ, уже получаетъ свой характерный внѣшній видъ, между тѣмъ эти соединенія въ несвязанномъ видѣ обычно не встрѣчаются въ углѣ. Имѣются отдѣльные случаи присутствія парафиновыхъ восковъ, просачивающихся изъ угольных пластовъ, обычно по сосѣдству со сбросами, кото-

рые объясняются мѣстнымъ нагрѣваніемъ, обязанымъ, повидимому, дислокаціи земной коры въ нѣкоторый періодъ образованія пласта; встрѣчаются также случаи полной карбонизаціи (коксованія) части угольного пласта вулканическими интрузіями.

Тѣмъ не менѣе, кажется невѣроятнымъ, чтобы уголь въ общемъ могъ достигъ въ періодъ его формированія температуры въ 300° , но даже и такая температура слишкомъ низка, чтобы произвести полную карбонизацію.

Вліяніе давленія заключается въ противодѣйствіи дезинтеграціи молекулъ. Ипатьевъ въ ходѣ своихъ опытовъ термическаго разложенія наблюдалъ, что съ увеличеніемъ давленія газы становятся богаче парафинами и бѣднѣе окисью углерода и водородомъ.

Нѣтъ основанія предполагать, что факторы, обуславливающіе образованіе угля, могли бы произвести въ отдѣльности или совокупности полную карбонизацію части материнскаго вещества угля. Съ другой стороны, можно предположить присутствіе въ углѣ веществъ, молекулы которыхъ схожи по типу съ молекулой углерода.

Димротъ и Керковіусъ показали, что частица углерода содержитъ группу флуорена, а Пикте и Рамзейеръ извлекли гексагидрофлуоренъ изъ угля Montambert. Кромѣ того, углеродъ и уголь даютъ при окисленіи бензолгексакарбонную кислоту (мелитовую кислоту), что показываетъ, что въ обоихъ случаяхъ имѣются молекулы, структура которыхъ заключаетъ въ себѣ шести-углеродное кольцо, въ которомъ каждый атомъ углерода связанъ съ другимъ атомомъ углерода.

Смолистыя соединения.

„Смолистыя“ соединения въ углѣ болѣе „различимы, чѣмъ „целлюлозныя“, и, вѣроятно, произошли отъ многочисленныхъ веществъ первоначальныхъ растений, какъ камеди, смолы, сахаръ, крахмалы и др. Они содержатъ соединения, заключающія алкиль, нафтены и ненасыщенные гидроароматическія группы, образующія большія и болѣе сложныя группы, которыя являются продуктами полимеризаціи и деградации камедей, смоль и, можетъ быть, въ извѣстной степени, и целлюлозы. Весьма вѣроятно, что первоначальные ненасыщенные углеводороды подѣ влияніемъ давленія либо

полимеризуются, либо переходятъ въ соединенія, содержащія группу нафтенонъ.

Предыдущими работами Уилера было доказано, что всѣ соединенія, получаемыя при дестилляціи угля при низкихъ температурахъ (за исключеніемъ незначительныхъ количествъ парафиновъ), суть продукты разложенія и не находятся въ свободномъ состояніи въ углѣ. Чтобы объяснить ихъ появленіе въ продуктахъ дестилляціи угля при низкихъ температурахъ при условіяхъ, исключающихъ возможность ихъ пирогенетическаго синтеза, авторы выдвинули гипотезу „связанных“ молекулъ, удовлетворительно объясняющую образованіе олефиновъ, парафиновъ и нафтенонъ. Дестилляція ароматическихъ соединеній при температурахъ низшихъ 350° требуетъ дальнѣйшихъ объясненій. Ароматическія соединенія, получающіяся при дестилляціи битуминозныхъ углей при t отъ 300 до 350° , образуютъ пикраты, характерная стойкость которыхъ въ водѣ показываетъ, что они являются гомологами нафталина, и составъ ихъ схожъ съ диметилнафталиномъ*).

Опыты Брукса и Гемпфри о термическомъ разложеніи даютъ возможность допустить образованіе нафталина и его гомологовъ, но эти соединенія не являются ни частями, ни количественно многочисленными соединеніями растительнаго міра и не могли быть непосредственнымъ источникомъ болѣе чѣмъ слѣдовъ соединеній, содержащихъ ароматическія (въ отличіе отъ гидроароматическихъ) и нафталиновую группы либо въ свободномъ, либо въ связанномъ состояніи: невѣроятно, чтобы въ періодъ формированія угля подѣ влияніемъ давленія водородъ отщеплялся бы изъ тѣхъ гидроароматическихъ соединеній, которыя могли первоначально существовать.

Ароматическія соединенія продуктовъ дестилляціи угля не могутъ быть образованы изъ „связанных“ гидроароматическихъ соединеній путемъ отщепленія водорода во время дестилляціи, такъ какъ они появляются при болѣе низкой температурѣ, чѣмъ та, при которой водородъ отщепляется отъ дигидронафталина. Механизмъ разложенія сантонина $C_{15}H_{10}O$ между 300 и 350° даетъ основаніе предположить образованіе производныхъ нафталина

*) Аценафтень ($C_{12}H_{10}O$), пикратъ котораго также стоекъ въ водѣ, имѣетъ гораздо болѣе высокую температуру кипѣнія, чѣмъ ароматическія соединенія, получающіяся при дестилляціи угля.

изъ гидрогенизированнаго ядра въ углѣ безъ отщепленія водорода.

Что касается природы окисленныхъ соединений, присутствующихъ въ смолистыхъ составныхъ частяхъ угля, то химическая индифферентность угля по отношенію къ омыляющимъ и гидролизующимъ реагентамъ, дѣлаетъ маловѣроятнымъ предположеніе, что большая часть кислорода можетъ присутствовать въ реактивной группѣ, какъ гидроксильной или карбоксильной. Возможно, что химическая индифферентность угля обязана тому, что кислородъ присутствуетъ, какъ составная часть циклическихъ окисловъ и въ меньшей степени окисловъ съ открытой цѣпью. Это обстоятельство объясняетъ также присутствіе воды въ продуктахъ дистилляціи сухого угля, что раньше приписывалось необходимому якобы присутствію гидроксильныхъ группъ.

Сендеренсъ показалъ, что этиловый эфиръ разлагается легко въ соприкосновеніи съ обезвоженнымъ глиноземомъ съ выдѣленіемъ воды и образованіемъ этилена. Слѣдуетъ указать, что Бенедиктъ и Бамбергеръ показали, что метоксильная группа, имѣющаяся въ деревѣ и лигнитахъ, отсутствуетъ въ битуминозныхъ угляхъ (и клѣтчаткѣ).

Углеводороды въ углѣ.

Присутствіе слѣдовъ свободныхъ углеводородовъ въ различныхъ угляхъ было доказано Пикте и Рамзейеромъ, выдѣлившими гексагидрофлуорентъ, и Пикте и Бувье, которые перегонкой экстракта изъ угля Монтрамбергъ, произведеннаго Пикте и Рамзейеромъ, получили твердый нафтенъ (меленъ $C_{30}H_{60}$, точка плавленія 62—63°). Авторы получили твердые парафины, соответствующіе гептакозану, изъ разныхъ британскихъ углей экстрагированьемъ пентаномъ. Присутствіе сложныхъ непредѣльныхъ углеводородовъ (олефиновъ) трудно доказать, но ввиду того, что эти углеводороды суть существенныя составныя части растений, можетъ быть предположено.

Кромѣ этихъ слѣдовъ свободныхъ углеводородовъ, присутствіе которыхъ въ извѣстномъ смыслѣ является случайнымъ, уголь содержитъ углеводороды въ „связанномъ“ состояніи, которые при дистилляціи освобождаются вышеописаннымъ образомъ. „Связанные“ парафиновые углеводороды, несомнѣнно, обязаны своимъ происхожде-

ніемъ длинно-цѣпнымъ эфирамъ и кислотамъ, какъ олеиновая, пальминовая и линоловая, заключающимися въ первоначальныхъ растеніяхъ, хотя способъ отщепленія алкогольныхъ и карбоксильныхъ группъ, какъ это имѣетъ мѣсто въ аналогичномъ случаѣ образованія нефти, есть въ большой степени одно лишь предположеніе. Сходство между продуктами дистилляціи угля при низкихъ температурахъ и нѣкоторыми разновидностями нефти заставляетъ предполагать общее происхожденіе, и Пикте и Бувье установили тождественность нафтенновъ, полученныхъ изъ угля, съ нафтенами, полученными изъ галиційской и канадской нефти. Это сходство, однако, едва ли указываетъ на большее, чѣмъ частичное тождество материнскихъ веществъ угля и нефти, т. е. на присутствіе въ обоихъ материнскихъ веществахъ соединений, какъ алифатическіе эфиры, общихъ остаткамъ растительнаго и животнаго міра.

Рѣзкое различіе между „нефтью“, перегнанною изъ угля, и естественными нефтями это присутствіе въ первой феноловъ. Это различіе объяснимо, если принять во вниманіе конгломератный характеръ угля и то обстоятельство, что фенолы перегоняются только изъ целлюлозной части. Отсутствіе феноловъ въ нефти заставляетъ предположить, что ея материнское вещество не содержало матеріала целлюлозной структуры, такъ какъ фенолы очень устойчивыя соединения, которыя не разлагались бы при температурѣ нефтяныхъ фонтановъ. Можно, конечно, допустить возможность первоначальнаго присутствія целлюлозы и ея послѣдующаго измѣненія до совершенной потери структуры, но въ цѣломъ отсутствіе феноловъ въ нефтяхъ можетъ быть рассматриваемо, какъ доказательство въ пользу ихъ нерастительнаго происхожденія.

Выводы и заключенія.

Какъ полагаютъ, уголь произошелъ изъ растительнаго матеріала, подвергшагося разложенію подѣ дѣйствіемъ давленія и температуры, которая не достигала 300°.

Угольный конгломератъ можетъ быть при помощи растворителей раздѣленъ на целлюлозную и смолистую части.

Целлюлозная часть содержитъ соединения, молекулы которыхъ обладаютъ фурановой структурой

и дают при сухой перегонке фенолы. Имются также соединения, молекулы которых имются структуру, подобную структуре молекулы углерода, но все же невроятно, чтобы в угле имлся „свободный“ углерод. Типы целлюлозных соединений, повидному, немногочисленны.

Смолистая составная часть содержит соединения, в которых алкилы, нафены и ненасыщенные гидроароматические радикалы связаны с большими и более сложными группами. Сомнительно, чтобы имлись ароматические группы. Под влиянием давления смолистые вещества были сильно полимеризованы. Окисленные смолистые соединения

главным образом суть окислы, вероятно всего, циклические окислы; эфиры, лактоны, ангидриды и кетоны отсутствуют или имются только в малых количествах.

Углеводороды присутствуют в смолистой части угля; насыщенные углеводороды (парафины) имются однако только в малых количествах.

Главное различие между продуктами дистилляции угля при низкой температуре и нефтью заключается в отсутствии в последней фенолов, что служит подтверждением взгляда о нецеллюлозном происхождении нефти.

Л. Эберлинг.

О некоторых свойствах влаги, заключающейся в углеях.

„Bureau of Mines“ предприняло целый ряд исследований для выяснения вопроса о наилучшей утилизации ископаемых углей, причем были произведены анализы нескольких тысяч проб углей из различных каменноугольных районов и изучено отношение углей к различным условиям, имющим место при применении угля на практике. Между прочим был подвергнут изучению вопрос, в каком виде находится в угле влага, и как влияют на свойства влаги и угля условия, в которых уголь находится. Уголь, подобно многим другим веществам растительного происхождения, содержит в обычных условиях влагу, которая может придать углю влажный внешний вид, а также воду, которая часто, но ошибочно именуется „конституционной водой“, так как, подобно кристаллизационной воде солей, она маскируется сухим внешним видом материала. Существование так называемой „конституционной воды“ в угле весьма проблематично; в истинном химическом смысле вода в угле, по всей вероятности, не является химически связанной, т. е. соединенной с другим веществом в определенных отношениях, обуславливаемых его относительным молекулярным весом и числом молекул.

Между „свободной“ влагой и „связанной“ не существует резкой демаркационной линии: они не могут быть точно разделены помощью химиче-

ского анализа. При всех обычных условиях сушения удаляется большее количество влаги, чем „свободная“. Но „связанная“, „внутренняя“ влага заметно отличается по своим свойствам от „свободной“ влаги; она имеет давление паров ниже нормального, и при ее соединении или отделении от угольного вещества происходит обмен энергии. Другими словами, „внутренняя“ влага находится в более прочной связи с углем и не может быть удалена целиком при сушении угля в обычной содержащей влагу атмосфере.

Различные сорта углей содержат в „воздушно-сухом“ состоянии колеблющиеся в широких пределах количества влаги. Атмосферные условия влажности могут значительно повысить весь находящегося на открытом воздухе угля, независимо от выпадающих дождя и снега.

Другими словами, уголь обычно гигроскопичен. Вентиляционная струя в руднике, в течение холодных месяцев года, вводит воздух, который при температуре рудника имеет относительную влажность от 30 до 50% при условии, что, воздух искусственно не увлажняется при входе в шахту. Этот воздух имеет осушающее действие на уголь в руднике.

Если поверхностная или внешняя влага отсутствует, что обычно имеет место в угольном пласте, дренажу подвергается внутренняя влага угольного вещества. но так как давление паров

этой влаги ниже нормального, то лишь незначительная часть ее испаряется.

Всушивание протекает очень медленно, когда разница между давлением паров влаги в угле и воздушной струе незначительна. Уголь, измельченный в порошок и затем тщательно высушенный, очень гигроскопичен, и некоторые угли обладают этим свойством в гораздо большей степени, чем другие.

Указанные практические результаты зависят существенно от соотношения между давлением паров влаги угля и влаги окружающей атмосферы и от странного факта, что в различных углях определенный процент влаги вызывает весьма различное давление паров.

Свободная или поверхностная влага угля.

Во влажном угле избыток воды сверх определенного процента, зависящего от сорта угля, механически удерживается в свободном состоянии, причем давление ее пара и другие свойства для всех практических целей можно считать нормальными.

Эта избыточная влага может быть названа *поверхностной* или *случайной* влагой. Процентное содержание поверхностной влаги, удерживаемой увлажняемым углем, и воды дренируемой в большой степени обуславливается размерами кусков угля. В отгрохоченной или вообще каменноугольной

мелочи, которая содержит куски различной крупности, частицы угля плотно прилегают друг к другу и образуют узкие поры, которые удерживают воду, благодаря капиллярности. Отгрохоченные крупные куски, с другой стороны, или рядовой с большим процентом крупных кусков имеют более крупные поры и относительно меньшую поверхность увлажнения и поэтому удерживают меньше воды.

Данные таблицы I показывают, что отгрохоченная мелочь, содержащая уголь разной крупности, прошедший через грохот с отверстиями в $\frac{1}{2}$ " , удерживает от 2 до 7 раз большее количество влаги, чем сортированный уголь от $\frac{1}{4}$ " до 1" в диаметре, как, например, сорта „гречка“ или „горох“. Около 2 фунтов каждой пробы было измельчено, отгрохочено, тщательно перемешано и разделено на две равные части, из которых одна была взята для производства технического анализа, а вторая была погружена в воду на три дня. Затем воду давали свободно стекать в течение 19 часов, для чего уголь располагали на грохоте с 30 отверстиями слоем около 6" толщиной. Затем пробы целиком помещались в чашки, взвешивались и подвергались воздушному сушению. Данные столбца 3 указывают процентное содержание остаточной воды, удерживаемой углем после предварительного сушения в струе воздуха при 30—35°C.

Таблица I.

Количества влаги, заключающейся в различных углях различной крупности после увлажнения и последующего дренажа.

СОРТЪ УГЛЯ	Общее содержание влаги в угле после пропитывания водой и последующего дренажа	Нормальное содержание влаги в коммерчески „сухом“ угле	Влага, остающаяся в угле после „воздушного сушения“ в лаборатории при 35°C
	1	2	3
	Битуминозный уголь изъ New-River, отгрохоченная мелочь ($\frac{1}{2}$ " грохотъ)	22,27	2,52	1,03
Сортированный, гречка (отъ $\frac{1}{4}$ "—1" в диамет.)	3,17	2,35	1,00
Битуминозный уголь изъ пласта Pittsburgh, отгрохоченная мелочь	18,73	2,68	1,15
Сортированный, гречка	2,62	2,73	1,25
Битуминозный уголь изъ Иллинойса, отгрохоченная мелочь	28,60	6,84	3,32
Сортированный, гречка	16,71	6,63	3,40
Суббитуминозный уголь изъ Wyoming, отгрохоченная мелочь	32,58	14,24	6,38
Сортированный, гречка.	18,70	13,79	6,65

Внутренняя влага, находящаяся въ угль не въ видѣ механической смѣси.

Нѣтъ дѣйствительныхъ способовъ для рѣзкаго разграниченія при производствѣ анализа между поверхностной и внутренней влагой угля. Если воздухъ не насыщенъ, поверхностная влага вся можетъ быть удалена воздушнымъ сушеніемъ, причемъ скорость испаренія зависитъ отъ температуры, влажности воздуха и крупности кусковъ угля. Но въ то же время испаряется и часть внутренней влаги и продолжаетъ испаряться до тѣхъ поръ, пока давленіе ея пара выше давленія пара воздуха. Въ атмосферѣ съ очень низкой упругостью водяного пара—какъ на примѣръ въ атмосферѣ, высушивающей при помощи сѣрной кислоты или фосфорнаго ангидрида, часто перемѣшиваемаго—вся внутренняя влага, которая обусловливаетъ давленіе пара, высшее чѣмъ давленіе пара высушивающаго средства, другими словами вся существенная часть влаги угля удаляется въ теченіе опредѣленнаго періода времени. Процессъ этотъ протекаетъ очень медленно въ послѣднихъ стадіяхъ его, и возможное равновѣсіе достигается вполнѣ только послѣ весьма долгаго періода. Поэтому подъ выраженіемъ „внутренняя влага“ угля или другого матеріала разумѣютъ влагу, имѣющую давленіе пара ниже нормальнаго.

Такимъ образомъ, поверхностная и внутренняя

влага совместно могутъ быть опредѣлены сушеніемъ надъ сильно дѣйствующимъ высушивающимъ средствомъ, при условіи принятія необходимыхъ предосторожностей и въ теченіе необходимаго достаточно долгаго времени. Процессъ ускоряется, но высушивание не происходитъ болѣе полно при сушеніи въ вакуумѣ. При выборѣ методовъ сушенія и высушивающаго средства, слѣдуетъ имѣть въ виду, что полнота высушивания зависитъ отъ соотношенія давленія водяного пара угля и окружающей атмосферы. Сѣрная кислота, содержащая меньше 5% воды (уд. в. 1,84), и фосфорный ангидридъ понижаютъ давленіе пара окружающей атмосферы при 25°C до давленія низшаго, чѣмъ 0,01 мм. ртутнаго столба, и являются поэтому превосходными высушивающими средствами. Хлористый кальцій же въ присутствіи дигидрата ($\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) имѣетъ упругость пара при 24°C въ 2,17 мм. Такъ какъ при такомъ давленіи водяного пара при 24°C нѣкоторые сорта углей могутъ содержать до 5% влаги, то, очевидно, что хлористый кальцій оставляетъ значительное количество влаги въ нѣкоторыхъ угляхъ при обыкновенной температурѣ. При нагрѣваніи угля давленіе пара его влаги значительно возрастаетъ, и уголь можетъ быть этимъ путемъ болѣе полно высушенъ, но только до момента наступленія равновѣсія между упругостью паровъ его влаги и давленіемъ пара хлористаго кальція или другого высушивающаго средства.

Т а б л и ц а II.

Давленіе паровъ влаги въ углѣ.

Состояніе пробъ углей	Давленіе паровъ воды при 20°C Мм. ртутнаго столба	Влага въ углѣ въ граммахъ на 100 граммъ сухого угля			
		Wyoming	Illinois	Pittsburgh	New River
		%	%	%	%
Уголь, сначала высушенный, затѣмъ поглотившій влагу	0,15	1,52	0,73	0,36	0,25
„	0,82	2,82	1,46	0,62	0,34
„	1,73	4,01	2,06	0,83	0,44
„	3,40	5,45	3,24	1,20	0,65
„	6,32	8,77	4,12	1,54	0,88
„	10,83	13,86	6,35	2,11	1,30
„	14,48	19,41	9,68	2,74	2,01
„	17,36	24,88	11,76	4,75	3,19
Уголь, увлажненный, затѣмъ высушенный	14,45	22,41	10,15	3,06	2,34
„	10,83	18,69	9,04	2,53	1,68
„	6,32	12,81	5,41	1,90	1,13
„	3,40	10,44	4,62	1,66	0,97
„	1,73	7,82	3,84	1,31	0,79
„	0,82	6,45	3,13	0,93	0,57

Определение упругости пара внутренней влаги.

Помѣная пробы различныхъ углей надъ смѣсями сѣрной кислоты и воды съ разными давленіями паровъ этихъ смѣсей и доводя эти пробы до практическаго равновѣсія въ отношеніи содержанія влаги, опредѣляютъ упругости паровъ воды, соответствующія различному процентному содержанию влаги въ углѣ. Результаты, приведенные въ таблицѣ II, показываютъ, что при данномъ давленіи 4 типа изслѣдованныхъ углей содержатъ различныя колеблющіяся въ широкихъ предѣлахъ процентныя содержанія влаги; или обратно, равныя количества влаги въ различныхъ угляхъ имѣютъ весьма различное давленіе паровъ. Пробы въ большинствѣ изъ произведенныхъ испытаній стояли въ эксиккаторѣ 10 дней между взвѣшиваніями при комнатной температурѣ въ 20—25°С. Всѣ 4 изслѣдованныхъ угля были помѣщены въ одномъ томъ же эксиккаторѣ

и взвѣшивались черезъ одни и тѣ же промежутки времени.

Тепловой эффектъ увлажненія угля.

При увлажненіи сухого или частично высушеннаго угля, содержащаго меньшее противъ нормальнаго количество внутренней влаги, развивается теплота. Относительное количество получаемой теплоты зависитъ отъ сорта угля и отъ процентнаго содержанія въ углѣ внутренней влаги по отношенію къ максимальному нормальному содержанию ея въ немъ. Иначе говоря, тепловой эффектъ увлажненія есть прямая функція относительнаго недостающаго до нормальнаго давленія пара влаги угля. Результаты калориметрическихъ опредѣленій теплоты увлажненія для различныхъ углей и съ различнымъ содержаніемъ влаги приведены въ таблицѣ III.

Таблица III.

Тепловой эффектъ увлажненія сухого угля.

Теплота, развивающаяся при полномъ насыщеніи угля водой, въ калоріяхъ на 1 гр. сухого угля.

% содержаніе влаги въ углѣ	Суббитуминозный (длиннопламенный) %	Битуминозный %	Битуминозный %	Антрацитъ %	Лигнитъ %	Торфъ %
0,0	19,81	6,65	1,03	0,71	26,03	18,58
0,6	19,51	5,67	0,74	—	—	—
0,7	19,39	—	—	—	26,02	16,95
1,1	—	—	0,32	—	—	—
1,2	—	4,84	—	—	—	—
2,2	—	—	—	—	21,47	—
2,5	—	2,80	—	—	—	12,94
2,7	14,50	—	—	—	—	—
2,9	—	—	—	0,20	—	—
4,5	11,08	1,91	—	—	—	—
5,6	—	—	—	—	13,16	—
7,1	—	—	—	—	—	6,01
7,4	7,42	—	—	—	—	—
7,6	—	0,42	—	—	—	—
9,5	—	0,10	—	—	9,60	—
11,0	—	—	—	—	—	4,40
14,4	—	—	—	—	4,56	—
17,1	1,84	—	—	—	—	—
17,7	—	—	—	—	—	0,56
21,3	0,36	—	—	—	0,54	—

Таблица VI.

Курные угли.

Наименование горючаго	Летучихъ вещ. въ орг. массѣ	З о л ы	Внутренней влаги	Дни отъ начала высушиванія									
				Продолж. I периода сушенія		Продолж. II периода сушенія		% внутр. влаги, термой въ I пе- риодъ сушенія					
				д н и		д н и		% %					
K ₁ III Голубовскій пласть	38,42	7,24	4,57	1	5	97,81	4,47	4,52	4,52	4,52	—	4,57	4,49
K ₂ II "	43,02	11,28	3,42	1	3	98,25	3,36	3,40	3,42	3,42	—	3,42	3,35
K ₃ Бераль	42,93	10,86	1,91	1	3	95,81	1,83	1,87	—	1,91	1,84	1,84	—
K ₄ Голубовскій пласть	43,77	8,28	1,66	1	3	98,80	1,64	1,55	1,64	1,66	1,66	1,61	—

Таблица VII.

Курные угли.

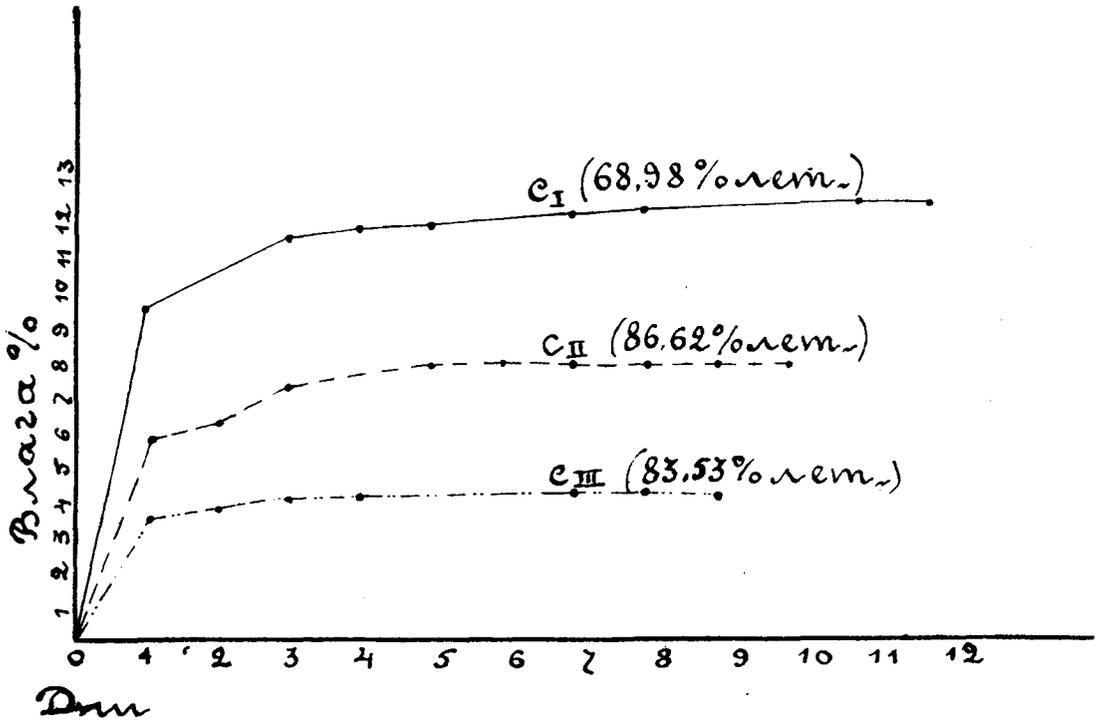
Наименование горючаго	Летуч. вещество въ орг. массѣ	З о л ы	Внутренней влаги	Продол. I пер. суш. Продол. II пер. суш. % внутр. влаги, те- рмой въ I пер. суш.	Дни отъ начала высушиванія													
					д н и		% %											
					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
I. Пласть Алмаз- ный	26,83	5,25	1,34	1 4 99,26	1,33	1,24	1,33	1,31	1,34	1,31	1,32	1,35	—	1,31	—	1,23	1,16	
II. Пласть Вели- канъ I	32,82	15,44	1,25	1 5 99,20	1,24	1,24	—	1,23	—	1,25	1,24	—	—	—	—	—	—	
III. Пласть Тол- стый	27,12	9,62	1,16	2 4 93,10	0,85	1,08	—	0,99	1,11	1,16	1,15	1,13	1,15	—	1,17	1,18	1,17	
IV. Пласть Вели- канъ II	35,48	9,89	1,25	1 5 98,40	1,23	1,24	—	1,24	—	1,25	1,22	—	—	—	—	—	—	
V. Пласть Вели- канъ I	32,82	14,11	1,24	1 5 96,77	1,20	1,20	—	1,22	—	1,24	1,19	—	—	—	—	—	—	

Таблица VIII.

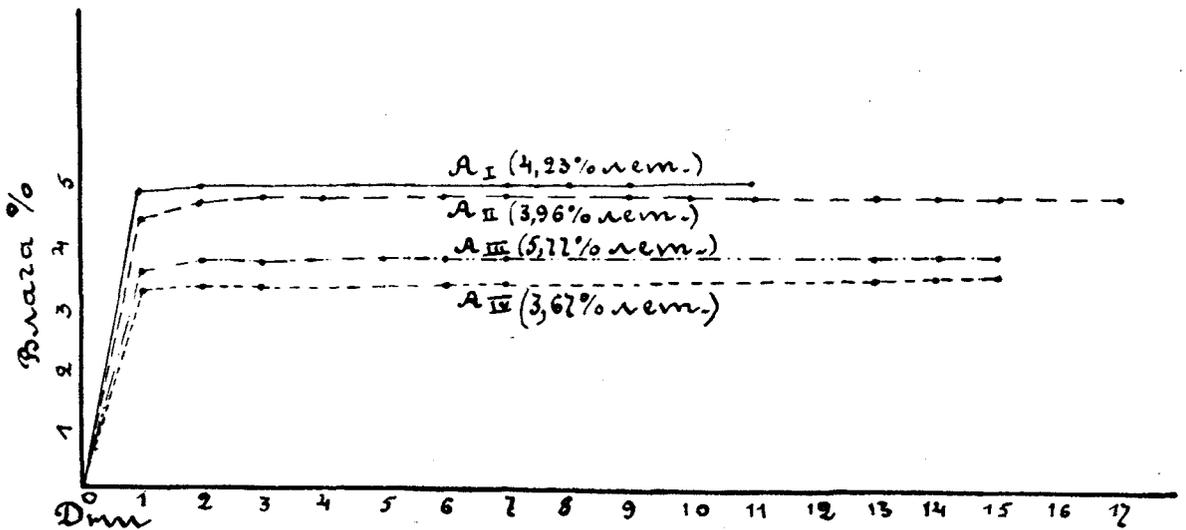
Курные угли.

Поглощеніе влаги высушеннымъ въ эксикаторѣ углемъ.

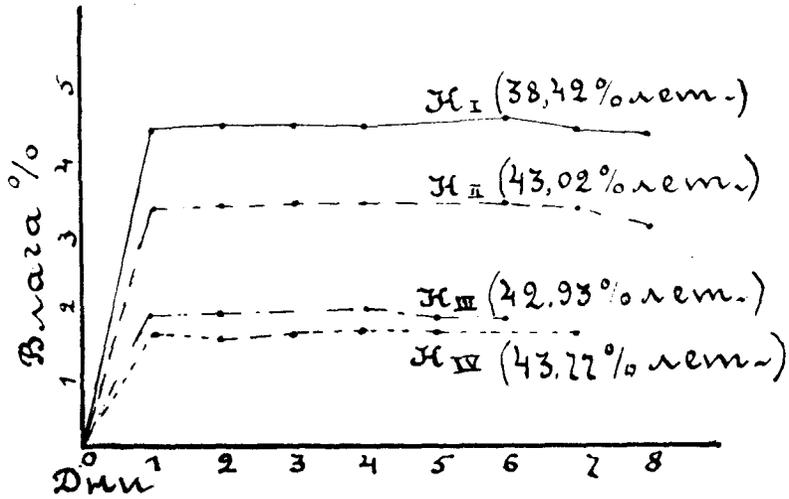
Наименование горючаго	Летучихъ веществъ въ орг. массѣ	З о л ы	Внутренней влаги	Продолжительность высушиванія	Относительная влажность	t° C	Первоначальная влага	Минуты отъ начала поглощенія										
								Влаги внутренней										
								% %										
I. Пласть Алмаз- ный	23,83	5,25	1,34	5	36	18½	1,16	0,72	0,52	0,34	0,23	0,12	0,03	—	0,01	—	—	
II. Пласть Вели- канъ I	32,82	15,47	1,25	6	—	—	1,24	0,78	0,50	0,31	—	0,13	—	0,03	—	-0,05	—	
III. Пласть Толстый	27,12	9,62	1,16	6	—	—	1,11	0,70	0,47	0,33	0,24	—	0,12	—	0,11	—	0,10	
IV. Пласть Вели- канъ II	35,48	9,89	1,25	6	—	—	1,22	0,84	0,58	0,41	0,34	0,24	0,17	—	0,11	—	—	
V. Пласть Вели- канъ I	32,82	—	1,24	6	—	—	1,19	0,80	0,55	0,30	—	0,12	—	0,00	—	-0,06	—	



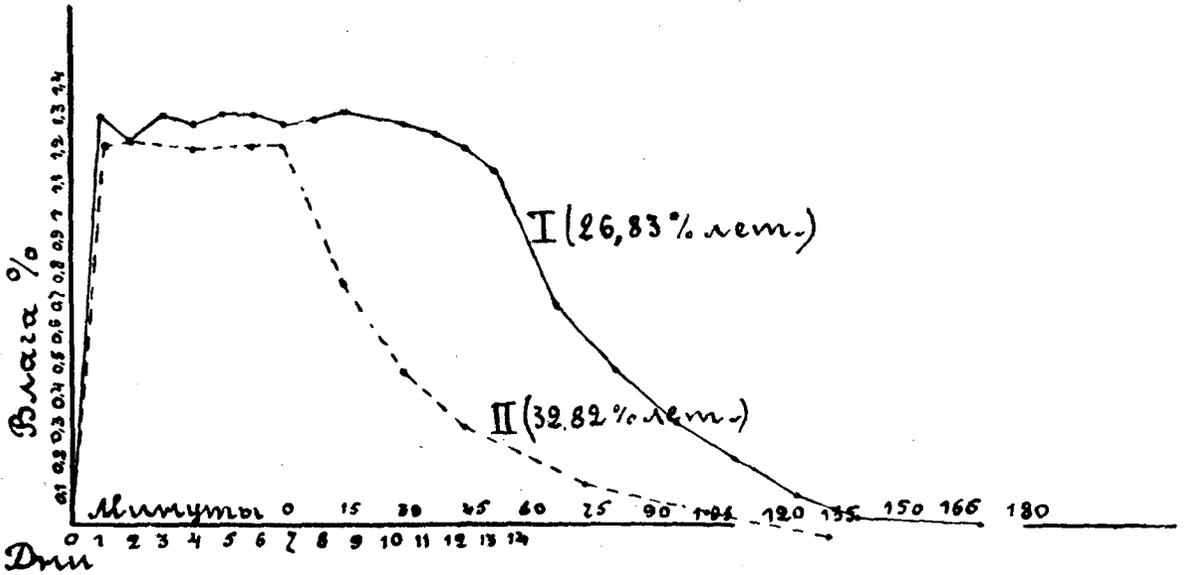
Фиг. 1. Сапропели.



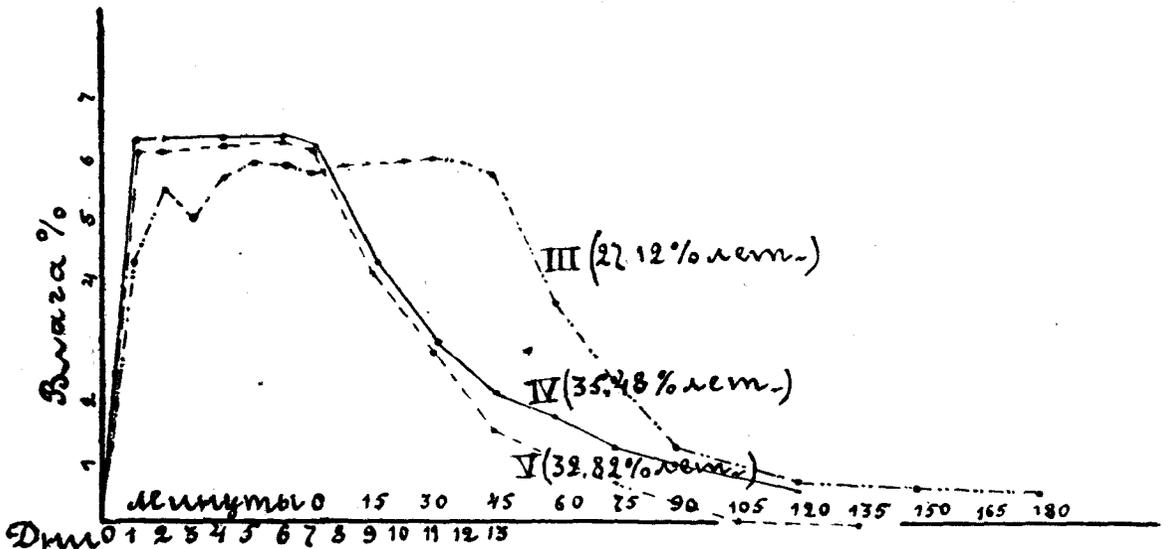
Фиг. 2. Антрациты.



Фиг. 3. Курные угли.



Фиг. 4. Курные угли



Фиг. 5. Курные угли.

Изъ всѣхъ этихъ опытовъ можно сдѣлать слѣдующіе выводы:

1) періодъ высушиванія распадается обычно на двѣ стадіи а) быстрое высушиваніе, продолжающееся 1—2—3 дня, лишь иногда нѣсколько больше и б) медленное, но могущее продолжаться довольно долгое время, такъ что этимъ послѣднимъ пренебречь нельзя при опредѣленіи влаги. Въ первой стадіи высушиванія уголь теряетъ, какъ это видно изъ таблицъ, отъ 91,82% до 99,60% всей внутренней влаги. Поглощеніе влаги высушеннымъ

углемъ происходитъ крайне жадно. Такъ, напримеръ, уголь IV послѣ 7 дневнаго высушиванія достигаетъ почти первоначальной влажности уже черезъ 2 часа, уголь V послѣ 7 дневнаго сушенія — черезъ 1 часъ 45 минутъ, уголь III послѣ 14 дневнаго сушенія — черезъ 2 часа 30 мин., уголь I послѣ 14 дневнаго сушенія — черезъ 2 часа, уголь II послѣ 7 дневнаго сушенія — черезъ 1 часъ 45 мин. Зольность угля имѣетъ, повидимому, вліяніе на влажность угля, разрыхляя его и способствуя этимъ большей капиллярности его.

Л. Эберлингъ.

Рациональное использование богатствъ, заключенныхъ въ угляхъ Донецкаго бассейна *).

(Побочные продукты коксованія).

Пробужденіе промышленныхъ силъ, совершающееся подъ вліяніемъ военныхъ событій, ставитъ техническимъ и научнымъ учреждениямъ новыя задачи. Приходится считаться не только съ развитіемъ существующихъ производствъ, но также съ появленіемъ совершенно новыхъ, которое при другихъ условіяхъ было бы задержано на долгое время. Добиться успѣха въ этихъ областяхъ и обезпечить ихъ дальнѣйшее развитіе по окончаніи войны возможно только путемъ совмѣстнаго дѣйствія инициативы промышленности, научно-техническихъ знаній и участія государства. Прежде же всего для достиженія возможной независимости отъ другихъ странъ въ области народнаго хозяйства вообще, и въ каменноугольной обрабатывающей промышленности въ частности, необходимо всестороннее освѣщеніе условій этихъ производствъ **).

Отрасль химической промышленности, занятая

*) Статья эта, за исключеніемъ нѣкоторыхъ позднѣйшихъ дополненій, была напечатана въ „Южномъ Инженерѣ“ за май-іюнь 1916 года и доставлена въ редакцію авторомъ въ рукописи.

***) Весьма интереснымъ по этому вопросу является докладъ Н. Ф. фонъ-Дитмара Харьковскому Отдѣленію

улавливаніемъ и обработкой побочныхъ продуктовъ коксованія, находилась у насъ въ особенно неблагоприятныхъ условіяхъ. Это именно та область, которая была въ Россіи въ самомъ зачаточномъ состояніи, въ совершенномъ пренебреженіи со стороны промышленниковъ, при полномъ отсутствіи специалистовъ.

Сотни тысячъ весьма цѣнныхъ продуктовъ въ лучшемъ случаѣ попадали подъ котлы и сжигались, какъ никуда ненужный матерьялъ, или же направлялись въ трубу и освѣщали степи Донецкаго края.

Пользуясь данными, собранными въ полученной отъ Екатеринославскаго Горнаго Института командировкѣ при ознакомленіи съ указаннымъ производствомъ, и практическими свѣдѣніями, приобретенными во время работы въ теченіе года при опытной коксовальной станціи на рудникѣ Ртутнаго и

Императорскаго Русскаго Техническаго Общества: „Задачи промышленности въ связи съ войной“. Въ немъ приведены подробныя данныя о количествѣ и цѣнности различныхъ товаровъ, вывезенныхъ изъ Россіи за послѣдніе годы передъ войной, а также привезенныхъ изъ другихъ государствъ.

Угольного Дѣла А. Ауэрбахъ и К⁰ *), я имѣю въ виду въ настоящемъ сообщеніи представить главныя положенія, характеризующія эту область въ современномъ состояніи, и тѣ перспективы, которыя ожидаютъ ее въ будущемъ **).

I. Процессъ коксованія угля и побочные продукты.

Каменный уголь представляетъ крайне сложную смѣсь различныхъ углеродистыхъ веществъ, природа которыхъ до сихъ поръ не выяснена. Можно считать наиболѣе вѣроятнымъ, что обугленные остатки растений въ немъ сцементированы смолообразными углеводородами въ компактную, твердую массу, пронизанную по всѣмъ направленіямъ мелкими минеральными прожилками. Такое опредѣленіе мало выясняетъ, но мы пока не имѣемъ данныхъ для сужденія какъ о дѣйствительномъ составѣ отдѣльныхъ, входящихъ въ уголь соединений, такъ и о характерѣ ихъ сочетанія между собою.

Остается невыясненнымъ, представляютъ ли онѣ механическую смѣсь или твердый растворъ. Отдѣльныя части органической массы угля не тождественны по своему составу. Такъ, напримѣръ, включенія матоваго угля въ пластахъ центрального района являются болѣе богатыми летучими, чѣмъ блестящій уголь ***). Прослойки волокнистаго угля (сажистаго) содержатъ больше углерода и золы ****).

Вліяніе различныхъ элементовъ структуры угля на составъ получаемыхъ при коксованіи продуктовъ оказывается весьма значительнымъ. Главные элементы и примѣси, опредѣляющіе природу угля, какъ извѣстно, будутъ: углеродъ, водородъ, кислородъ, сѣра, азотъ, зола и влага; они же опредѣляютъ и характеръ коксовальнаго процесса; однако образованіе прочнаго кокса возможно въ присутствіи только трехъ изъ указанныхъ продуктовъ;

*) А также при собираніи матеріала на коксовальныхъ заводахъ для Техническаго Отдѣла Совѣта Създа горно-промышленниковъ юга Россіи, производившемся подъ руководствомъ профессора П. Г. Рубина.

**) Данное сообщеніе представляетъ докладъ Научно-Техническому Обществу при Екатеринославскомъ Горномъ Институтѣ, дополненный при печатаніи.

***) Б. Ф. Меффертъ. Ископаемые угли Донецкаго бассейна. Вып. I. Харьковъ. 1915, стр. 61.

****) М. Д. Залѣсскій. Очеркъ по вопросу образованія угля. Петроградъ. 1914 г.

такowymi будутъ: углеродъ, водородъ и гигроскопическая влага или точнѣе: углеродъ, углеводороды и влага.

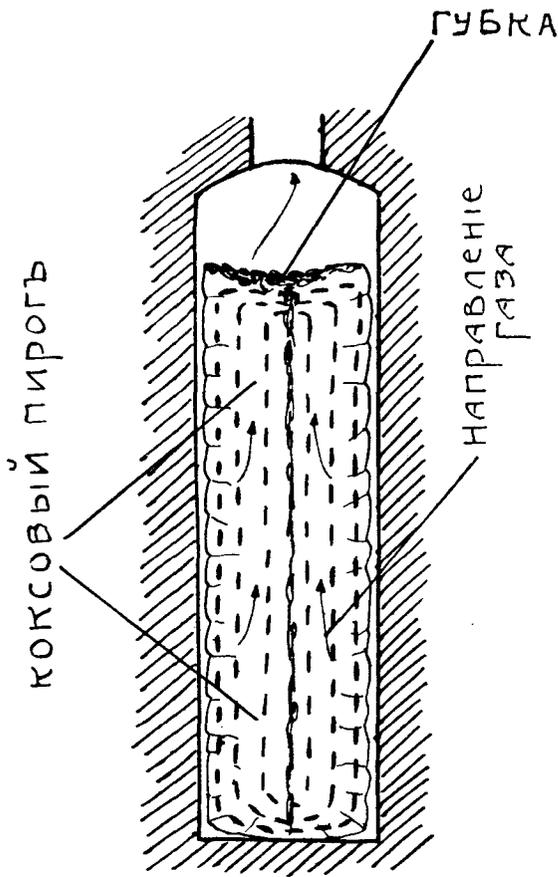
Количество газа, которое выдѣляется изъ каменнаго угля, свойства остающагося кокса, а также количество побочныхъ продуктовъ, которые могутъ быть получены, вообще отношеніе каменнаго угля къ нагрѣванію, зависитъ отъ многихъ причинъ; изъ нихъ наиболѣе важными нужно считать: 1) составъ и степень измельченія коксуемаго угля, 2) температурныя условія (максимальная температура и видъ кривой нагрѣванія), и 3) форма коксовальной камеры. При нагрѣваніи угля въ печи процессъ начинается съ боковъ и снизу отъ стѣны и пода, а также сверху, и постепенно распространяется къ продольной оси печи. Выдѣленіе летучихъ веществъ происходитъ уже при нагрѣваніи до 100⁰ и, усиливаясь съ повышеніемъ температуры, переходитъ въ интенсивное разложеніе около 315⁰ *).

Въ самомъ началѣ коксованія у стѣны и пода образуется коксовая корка, задерживающая въ дальнѣйшемъ движеніе газа въ эту сторону. Газъ встрѣчаетъ холодную массу угля, частью конденсируется, оставляя смолу, частью же подымается въ центральной области угольной массы и попадаетъ въ свободное пространство надъ углемъ.

Роль влаги въ этомъ случаѣ очень значительна: ея испареніе постоянно поддерживаетъ низкую температуру внутренней части загрузки, что необходимо для конденсаціи смолообразныхъ углеводородовъ. Конденсируясь, смола образуетъ сплошной расплавленный слой, такъ называемый, *поясъ спеканія*; по одну сторону отъ него находится угольная масса, по другую—образовавшійся коксъ. Этотъ поясъ, толщиной до 30 мм **), постепенно перемѣщается внутрь угольной массы, пока не встрѣтится съ такимъ же поясомъ, идущимъ отъ противоположной стѣны камеры. На черт. 1 приведена діаграмма, указывающая расположеніе изотермъ во время работы печи. Соотношеніе между ними имѣетъ большое значеніе для коксовальнаго процесса, такъ какъ послѣдній обусловливается непрерывнымъ движеніемъ изотермъ отъ периферіи къ центру.

*) По даннымъ проф. W. C. Anderson'a.

**) По даннымъ O. Simmersbach'a (Grundlagen der Koks-Chemie, стр. 81) до 30—40 м/м; по моимъ наблюденіямъ въ опытной печи до 20—30 м/м.



Черт. 1.

— — — — — изотермы

Въ нѣкоторый промежуточный моментъ работы печи, когда уже образовалась наружная корка, явление представляется въ слѣдующемъ видѣ: въ области нарастанія коксовой массы соприкасаются четыре слоя или пояса; соотношенія между ними опредѣляютъ результатъ процесса; первый слой—уже образовавшійся коксъ, второй, слѣдующій за нимъ,—уголь, пронизанный сконденсировавшейся ранѣ смолой, третій—область конденсаціи и четвертый—невступившая во взаимодействіе угольная масса. На границѣ между первымъ и расплавленнымъ вторымъ слоемъ имѣются наиболѣе благоприятныя условія, благодаря высокой температурѣ, для выдѣленія летучихъ продуктовъ.

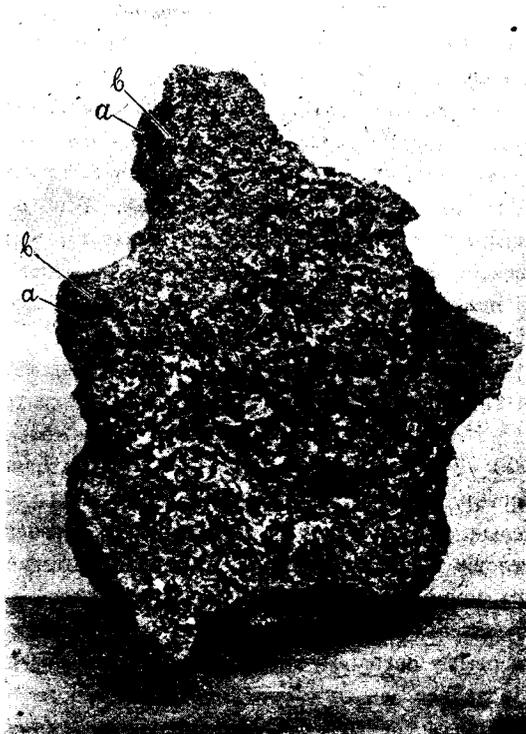
Въ этой области выдѣляется газъ изъ угля, лишеннаго уже части летучихъ, и изъ пронизывающей его смолы. Здѣсь то и происходитъ образованіе того коксового вещества, которое отличается такой прочностью.

Въ теченіе процесса четыре указанныхъ пояса согласованно перемѣщаются отъ стѣнъ камеры внутрь угольной массы. Чтобы уяснить характеръ процесса въ его основныхъ проявленіяхъ, можно считать для простоты разсмотрѣнія, что толщина и скорость перемѣщенія поясовъ остаются постоянными. Такимъ образомъ въ загруженную угольную массу медленно надвигается эта система слоевъ, представляющая гамму постепенныхъ переходовъ отъ готоваго уже металлургическаго кокса къ совершенно нетронутому, сырому углю. Границы между отдѣльными поясами, конечно, не могутъ быть проведены рѣзко; первый поясъ кромѣ того слѣдуетъ раздѣлить на двѣ области: ближайшая къ стѣнѣ часть пояса представляетъ блестящій съ металлическимъ видомъ коксъ, характеръ котораго не измѣняется уже до момента выдачи; другая часть, болѣе темная и пористая, менѣе прочная, содержитъ еще нѣкоторое количество углеводородовъ. Вначалѣ образуются только три пояса; четвертый появляется приблизительно черезъ часъ и представляетъ въ этотъ моментъ еще совсѣмъ слабую корку. Газъ въ этотъ періодъ исключительно направляется къ стѣнамъ камеры; послѣ образованія прочной коксовой корки, представляющей для газа значительное сопротивленіе, летучіе продукты начинаютъ въ главной своей массѣ проходить внутри угольной загрузки; неконденсирующіеся продукты поднимаются вверхъ, претерпѣвая во время своего движенія измѣненія въ составѣ. Куда направляются преимущественно летучіе, къ самому центру загрузки, или же они поднимаются главнымъ образомъ тотчасъ за расплавленнымъ поясомъ коксованія, трудно сказать. Одно несомнѣнно, что цѣльная коксовая корка, образовавшаяся у стѣнъ до появленія въ ней трещинъ, представляетъ мало проницаемую для газа средѹ *). На фиг.

*) Вопросъ о направленіи главной массы летучихъ имѣетъ большое значеніе; къ сожалѣнію, до сихъ поръ нельзя указать точнаго способа для его выясненія. Мною, кромѣ различныхъ наблюденій въ печи, произведены опыты для опредѣленія характера пускогъ, существующихъ въ коксѣ; этимъ путемъ имѣлось въ виду

2 приведенъ снимокъ образца коксовой корки, извлеченной мною изъ опытной печи черезъ 3 часа послѣ загрузки угля; здѣсь первый слой кокса (а) и часть пояса коксованія, въ которомъ шелъ процессъ образованія цемента (в); въ этомъ послѣднемъ выдѣляются вздувшіеся пузырьки смолы (с)

Остальная слабая часть корки при извлеченіи коксового пирога была повреждена. На оригиналѣ хорошо замѣтно также дѣленіе слоя кокса на двѣ области: крайняя, болѣе спѣлая, и внутренняя, болѣе темная и пористая.

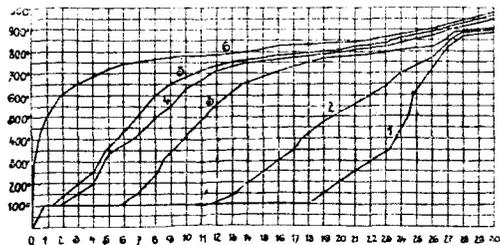


Фиг. 2.

выяснить, представляет ли коксъ значительное сопротивление для газа.

Въ расплавленный церезинъ при температурѣ около 200° былъ погруженъ шарообразный кусокъ кокса до 5 см въ діаметръ, который оставался при этой температурѣ болѣе часа, пока прекратилось выдѣленіе газовыхъ пузырьковъ; послѣднее указывало на прекращеніе дальнѣйшаго проникновенія церезина. Затѣмъ коксъ былъ распиленъ подъ водой, и на разрѣзанной поверхности было ясно замѣтно, что церезинъ проникъ только на 1/2 сант. въ массу кокса. Отсюда вѣроятнѣе всего, что поры кокса сообщаются другъ съ другомъ весьма неправильными каналами; нѣкоторые изъ такихъ каналовъ остаются сплошными только на разстояніи 10—15 мм.

Въ то время, какъ по периферіи такъ называемаго коксового пирога уголь уже превращенъ въ коксъ, и здѣсь достигнута значительная темпера-



Фиг. 3.

тура, въ центрѣ происходитъ только подготовительный процессъ при температурѣ около 100°. Приведенная на фиг. 3 диаграмма показываетъ примѣрный ходъ нагрѣванія различныхъ областей пирога *). Изъ нея слѣдуетъ, что коксовальный процессъ въ теченіе своего дѣйствія представляетъ смѣну неодинаковыхъ явленій и условій, переходя въ своемъ развитіи черезъ различныя стадіи; особенно наглядно это обнаруживается на составѣ сырого коксовальнаго газа.

Его примѣрный составъ въ первый періодъ коксованія: **)

O ₂	слѣды	} По объему
CO ₂	около 7%	
СmHn ***)	" 7 "	
CO	" 7 "	
H ₂	" 32 "	
CH ₄	" 36 "	
N ₂ и друг. продукты.	" 11 "	
100		

Въ концѣ коксованія:

O ₂	слѣды	} По объему
CO ₂	около 1%	
СmHn	" 0%	
CO	" 9 "	
H ₂	" 76 "	
CH ₄	" 3 "	
N ₂ и друг. продукты.	" 11 "	
100		

Средній же составъ газа можно характеризовать слѣдующимъ примѣрнымъ анализомъ ****):

H ₂	50,0%	} По объему
CH ₄	31,0 "	
CO	9,0 "	
C ₂ H ₄	2,50 "	
C ₆ H ₆	1,25 "	
CO ₂	2,0 "	
H ₂ S	0,75 "	
N ₂ *****)	2,25 "	

*) Кривыя Dr. Otto & Co. O. Simmersbach Zur Frage der Steinkohlenverkokung. St. & Eis. 1904. 1. Стр. 446.

**) Schmidt. Journal Gasbeleucht. 1899.

***) Въ указанное опредѣленіе входятъ такъ называемые тяжелые углеводороды, главнымъ образомъ бензолъ и этиленъ.

****) H. Strache. Gasbeleuchtung und Gasindustrie. Braunschweig. 1913.

*****) Вѣроятно, въ эту цифру входятъ также продукты, которые не опредѣлялись; объ этомъ въ источникѣ, откуда взяты анализы, нічего не сказано.

NH ₃	1,10%
HCN	0,15 "
	100

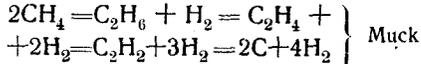
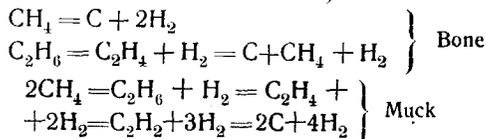
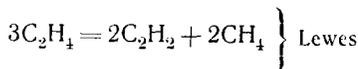
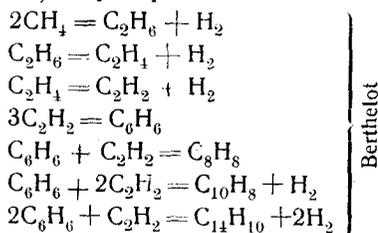
Газообразные продукты, первоначально выделяющіеся изъ угля, направляются, какъ было указано, въ центральную часть пирога; здѣсь они частью конденсируются, частью же превращаются въ другія соединения, и эти послѣднія вмѣстѣ съ остатками первичныхъ продуктовъ проникаютъ въ верхнюю, свободную отъ угля, часть камеры, затѣмъ въ газопроводъ. Вліяніе на составъ газовой смѣси величины и формы тѣхъ путей, по которымъ принужденъ для своего освобожденія проходить газъ, будетъ очень значительнымъ. Это вліяніе главнымъ образомъ будетъ сказываться въ поясѣ спеканія и въ области, лежащей непосредственно за нимъ, а также отчасти въ верхней массѣ пирога; здѣсь будетъ болѣе 500°, температура достаточная, чтобы вызвать коренное измѣненіе состава первичныхъ продуктовъ; въ центральной части загрузки, гдѣ температура въ это время доходитъ только до 100—200°, измѣненія въ составѣ проходящихъ черезъ эту область газовъ не могутъ быть значительными. Вообще если сравнивать различныя условія коксованія, то нужно считать отступленіе отъ нормы въ составѣ газа и характерѣ кокса тѣмъ значительнѣе, чѣмъ болѣе будутъ измѣнены пути газовыхъ потоковъ въ накаливаемой части загрузки. Послѣднее зависитъ отъ формы и скорости движенія пояса спеканія. Отсюда слѣдуетъ:

При переходѣ отъ промышленнаго коксованія къ малымъ коксовальнымъ печамъ условія въ отношеніи кокса и состава газа мало измѣняются, пока имѣетъ мѣсто образованіе пояса спеканія; однако всѣ условія кореннымъ образомъ нарушаются въ лабораторномъ тиглѣ, приборѣ Маршала и даже ретортѣ газоваго завода.

Положенія, установленныя только теоретически, находятъ подтвержденіе въ данныхъ опыта; характеръ кокса и составъ газовъ (содержаніе CO₂, CO, H₂, выходъ смолы) въ опытной печи съ загрузкой только въ 6—7 пудовъ указываютъ на полную аналогію съ промышленнымъ коксованіемъ *).

*) Чтобы всестороннѣе выяснитъ вопросъ о границѣ, при которой нарушается указанная аналогія, мною проведены рядъ опытовъ, давшихъ интересныя данныя и еще болѣе подтвердившихъ приведенное положеніе.

Составъ первичныхъ продуктовъ въ томъ видѣ, какъ они получаются непосредственно у мѣста своего заключенія въ углѣ, а также процессы, которые происходятъ при разложеніи этихъ продуктовъ, остаются почти совершенно неизвѣстными. Исслѣдователи, занимавшіеся этимъ вопросомъ, пытались представить процессъ различными реакціями, такъ, напримѣръ:



Эти реакціи составляютъ только незначительную часть всѣхъ вообще процессовъ, идущихъ въ печи; однако оставляя въ сторонѣ все второстепенное изъ нихъ, что всегда необходимо для уясненія сложнаго явленія, какъ, напримѣръ, участіе O_2 , S , N_2 и друг., можно указанными реакціями объяснить и процессъ образованія кокса и измѣненія въ составѣ газа.

Къ сожалѣнію, что касается системы превращеній, которая дала хотя бы схематическое представленіе о коксовальномъ процессѣ, о послѣдовательномъ ходѣ химическихъ измѣненій продуктовъ въ коксовальной камерѣ, то въ этомъ отношеніи среди научно-техническихъ данныхъ нѣтъ ничего. Если о доменномъ и другихъ металлургическихъ процессахъ можно сказать, что они имѣютъ свою теорію, то въ коксованіи, огненные процессы котораго также должны быть отнесены къ металлургической области, въ такомъ смыслѣ ея нѣтъ. Физическая химія, которая должна теперь сопутствовать всякому научному изслѣдованію, въ области коксованія не нашла себѣ еще примѣненія.

При изученіи процесса въ опытной коксовальной печи мнѣ пришлось особенно почувствовать указанный пробѣлъ, полное отсутствіе установленныхъ методовъ и руководящей теоріи. Одной изъ самыхъ интересныхъ техническихъ задачъ въ отно-

шеніи коксованія является выясненіе тѣхъ измѣненій въ условіяхъ процесса, отъ которыхъ зависитъ выходъ различныхъ побочныхъ продуктовъ, тѣхъ средствъ, которыми можно увеличить выходъ наиболѣе цѣнныхъ изъ нихъ. Если обратиться къ изслѣдованіямъ въ этой области, произведеннымъ въ Германіи, Англии и др. странахъ, то оказывается, что опредѣленныхъ данныхъ нѣтъ; различныхъ взглядовъ и предположеній очень много, но всѣ они настолько необоснованны, что на каждый поставленный вопросъ можно найти и положительный и отрицательный отвѣтъ.

Такое безсиліе объясняется очень просто: *процессъ промышленнаго коксованія въ батареяхъ въ сочетаніи съ установками, улавливающими побочные продукты, представляетъ настолько сложную систему явленій, что установить внутреннюю ихъ связь, ограничиваясь наблюденіями при производствѣ, очень трудно, почти невозможно.* Вотъ это и представляетъ благодарную почву для распространенія различныхъ взглядовъ и выводовъ, совершенно несоотвѣствующихъ дѣйствительности. Однако трудно опровергнуть, такъ какъ отсутствуютъ средства для установленія точной зависимости между причиной и слѣдствіемъ, условіями и результатами.

Въ указанномъ отношеніи коксованіе совершенно аналогично доменной плавкѣ, гдѣ также многое относительно цементаніи и восстановленія желѣза и другихъ элементовъ осталось неизвѣстнымъ; аналогія распространяется дальше: успѣхи, достигнутые въ настоящее время въ этихъ двухъ соприкасающихся областяхъ соединенными усиліями нѣсколькихъ десятилѣтій, показываютъ, что самый процессъ въ главныхъ своихъ чертахъ представляется неизмѣннымъ; быстро измѣнялись конструкція и механическія установки, строительные матеріалы, производительность, характеръ же огненныхъ процессовъ остался тѣмъ же. Точная зависимость между основными явленіями до сихъ поръ не была найдена. Это могли сдѣлать только опыты, позволяющіе исключить элементъ случайности и дающіе возможность повторять коксованіе въ совершенно аналогичныхъ условіяхъ, именно въ такихъ, когда результаты двухъ процессовъ будутъ точно совпадать другъ съ другомъ. Такіе опыты не производились даже въ Германіи, опередившей насъ далеко въ этомъ производствѣ; по крайней

мѣрѣ, нигдѣ не встрѣчается опредѣленныхъ указаній. *).

Понятно, что недостатку опытнаго матеріала вполне соотвѣтствуетъ бѣдность теоретической мысли. Если погрузиться въ тотъ багажъ, который можетъ представить международная научная литература, то оказывается, что нѣтъ ни одного положенія, которое характеризовало бы опредѣленно какую-либо законность явленій въ коксовальной печи, давало бы общее правило или законъ относительно направленія процессовъ.

Въ области обработки нефти, теоретическая сторона котораго имѣетъ въ нѣкоторомъ отношеніи общее съ коксованіемъ, складываются уже руководящія положенія, еще довольно смутныя и неопредѣленныя. Къ такимъ положеніямъ можетъ быть отнесена особенность углеводородовъ, какъ нефтяныхъ, такъ и каменноугольныхъ, продуктовъ переходить при нагрѣваніи въ соединенія, обогащенные углеродомъ, съ выдѣленіемъ водорода или метана. Что касается нефти, то С. Engler и Н. v. Höfer слѣдующимъ образомъ выражаютъ эту особенность **).

„Дѣйствіе температуры выражается въ особенности въ томъ, что съ ея повышеніемъ отщепляются

*) Въ одномъ изъ послѣднихъ номеровъ Горно-Заводскаго Дѣла (№ 34, 1916 г.) въ статьѣ: „Испытательная лабораторія по коксованію при высшей технической школѣ въ Бреславлѣ“ Л. Эберлинъ приводитъ интересныя данныя.

Согласно этимъ даннымъ, первая научная испытательная лабораторія по коксованію была открыта въ Германіи въ ноябрѣ 1910 г. при высшей технической школѣ въ Бреславлѣ подъ руководствомъ проф. O. Simmersbach'a; предполагалось построить батарею изъ печей, дабы имѣть возможность производить точные опыты и изслѣдованія надъ коксованіемъ въ условіяхъ заводской практики.

Но къ маю 1914 г., когда авторъ посѣтилъ указанную лабораторію, опытыя коксовальныя печи еще не были построены, такъ какъ проф. Simmersbach еще не закончилъ своихъ изысканій по вопросу о выработкѣ наиболее рациональнаго типа испытательной печи. Данныя эти становятся особенно интересными, такъ какъ для меня теперь совершенно ясно, что если проф. Simmersbach установилъ уже наиболее рациональный типъ испытательной печи, то не иначе, какъ перешагнувъ черезъ опытную печь малаго масштаба; задержка же въ постройкѣ батареи, можетъ быть, является не простой случайностью, а имѣетъ свой смыслъ.

**) С. Engler и Н. v. Höfer. Das Erdöl. Leipzig 1913 г. Стр 582.

болѣе одночленные газы, напримѣръ, метанъ или водородъ, съ другой стороны, въ то же время выдѣляется также углеродъ. Этотъ углеродъ получается главнымъ образомъ при отщепленіи водорода изъ конденсировавшихся продуктовъ (смола), частью же при распаденіи газа“.

Цѣлый рядъ наблюденій относительно отдѣльныхъ процессовъ убѣждаетъ насъ, что указанная законность въ другомъ видѣ начинаетъ проявляться уже при невысокихъ температурахъ, съ тѣмъ однако измѣненіемъ, что вмѣсто углерода получаютъ продукты, богатые углеродомъ; въ этомъ случаѣ происходитъ разложеніе на двѣ и болѣе части, изъ которыхъ одна обогащается водородомъ, а другая его отдаетъ.

Эта законность, играющая несомнѣнно большую роль не только въ заводскихъ процессахъ, но и въ природныхъ явленіяхъ, до сихъ поръ теоріей не освѣщена.

Всѣмъ хорошо извѣстны повседневныя явленія обугливанія, наблюдаемая уже при дѣйствіи невысокой температуры; сюда же должно быть отнесено выдѣленіе сажистаго углерода, сопутствующее горѣнію углеводородовъ. *).

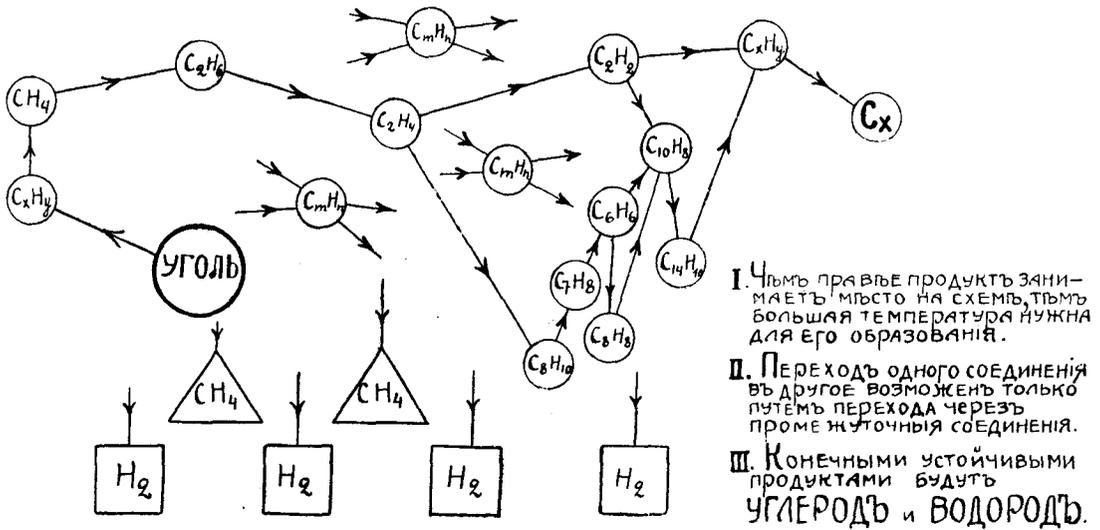
Несомнѣнно, всѣ эти явленія будутъ частнымъ случаемъ общаго положенія, открытіе и формулировка котораго пока затрудняются недостаткомъ опытныхъ данныхъ.

На фиг. 4, представлена схема процессовъ коксованія, составленная мною на основаніи данныхъ указанныхъ ранѣе авторовъ и своихъ наблюденій; ее нужно разсматривать только, какъ первую попытку представить системы процессовъ, нуждающуюся въ дальнѣйшихъ дополненіяхъ и развитіи. Въ основаніе этой схемы положено свойство углеводородовъ постепенно переходить при нагрѣваніи въ болѣе богатые углеродомъ продукты, выдѣляя водородъ, или въ нѣкоторыхъ случаяхъ метанъ. Конечнымъ продуктомъ такого распада яв-

*) Обычно считаютъ, что сажистый углеродъ при горѣніи происходитъ, вслѣдствіе его освобожденія отъ водорода, который интенсивно отнимается кислородомъ воздуха; углеродъ при этомъ не успѣваетъ сгорѣть. Однако это отнятіе можетъ происходить не сразу, а постепенно, переходя черезъ обогащенные углеродомъ продукты въ различныхъ зонахъ пламени; существованіе переходныхъ соединеній можетъ быть настолько кратковременнымъ, что весь циклъ завершается въ нѣсколько секундъ.

СХЕМА ПРОЦЕССОВЪ ПРИ СУХОЙ ПЕРЕГОНКЪ УГЛЯ

75% 80% 85% 90% 95% 100% по вѣсу
C.



Фиг. 4.

ляется углеродъ. Всѣ соединенія распределены на схемы, соответственно вѣсовому содержанию въ нихъ углерода. Постепенный переходъ отъ однихъ веществъ къ другимъ можетъ быть совершенъ по различнымъ направленіямъ, указаннымъ стрѣлками; при этомъ нужно считать очень вѣроятнымъ, что промежуточными соединеніями, кромѣ указанныхъ, могутъ быть и другіе углеводороды.

Реакція Миск'а представляетъ одинъ изъ возможныхъ путей такой схемы. Распределеніе всѣхъ соединеній по вѣсовымъ процентамъ углерода должно представить меньше затрудненій для открытія правильности при высокой температурѣ, чѣмъ структурныя формулы.

Изученіе огненныхъ процессовъ въ системахъ: углеродъ—водородъ, углеродъ—кислородъ, углеродъ—сѣра и др. показываетъ, что къ нимъ затруднительно примѣнить положенія, установленныя для обычныхъ невысокихъ температуръ.

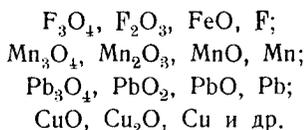
Если принять для руководства указанную систему процессовъ, то присутствіе въ отходящемъ газѣ другихъ, кромѣ углерода и водорода, веществъ нужно объяснить тѣмъ, что процессъ былъ задержанъ и не дошелъ до конца; это происходитъ,

благодаря кратковременности пребыванія газа въ печи и закалкѣ, имѣющей мѣсто при охлажденіи газа въ газопроводѣ. *) Съ точки зрѣнія структурной теоріи, указанная послѣдовательность въ переходѣ однихъ продуктовъ въ другіе не можетъ быть объяснена; она не можетъ дать для этого производства руководящаго начала, потребность въ которомъ въ настоящее время такъ ощущается. Громадная промышленная область остается безъ своей теоріи, предоставленная въ темную вести свою работу и идти тернистой дорогой случайныхъ измѣненій и усовершенствованій. Съ точки зрѣнія схемы, предлагаемой мною и выражающей основную законность коксовальнаго процесса, выходъ того или другого продукта въ печи прежде всего опредѣляется положеніемъ его на схемѣ и температурными условіями. Чѣмъ болѣе правое положеніе на ней занимаетъ продуктъ, тѣмъ въ большей степени благоприятствуется его выходу повышеніе темпера-

*) Отсюда слѣдуетъ, что полученіе или увеличеніе при производствѣ какого-либо промежуточнаго продукта достижимо путемъ измѣненія условій, влияющихъ на скорость прохожденія и оставленія печи газомъ, т. е. на его закалку.

туры; такъ, напримѣръ, антраценъ и нафталинъ располагаются справа, а ксилолъ и толуолъ слѣва отъ бензола; слѣдовательно, образование первыхъ должно происходить при болѣе высокой, а вторыхъ при болѣе низкой температурѣ, чѣмъ образование бензола, что и подтверждается данными опыта.

Замѣчательную аналогію съ углеводородами представляютъ кислородныя соединения металловъ; они также съ повышеніемъ температуры выдѣляютъ газообразный продуктъ — кислородъ, давая окислы все съ большимъ содержаніемъ металла. Далѣе приведены ряды нѣкоторыхъ окисловъ:



Въ этомъ случаѣ рѣчь идетъ о диссоціаціи тѣла съ однимъ летучимъ продуктомъ.

Вопросъ этотъ съ количественной стороны хорошо освѣщенъ Бильцемъ *). Повидимому, и здѣсь, и въ углеводородныхъ соединенияхъ дѣйствуютъ одніи и тѣ же причины; съ повышеніемъ температуры способность углерода и металловъ удерживать элементъ, съ которымъ они связаны, уменьшается; въ отношеніи металловъ при этомъ уменьшается ихъ валентность, и строеніе молекулы становится менѣе сложнымъ. Что касается углерода, то согласно даннымъ современной химіи, которую по справедливости слѣдуетъ называть химіей невысокихъ температуръ **), его валентность во всѣхъ соединенияхъ, даже непредѣльнаго ряда, считается постоянной, равной 4. Въ соотвѣтствіи съ этимъ для углеводородовъ, получающихся при высокихъ температурахъ, (нафталинъ, антраценъ, фенантренъ и др.) даются формулы крайне сложнаго строенія, съ двумя или съ тремя бензоловыми ядрами. Основаніемъ для такого представленія является учетъ изомеровъ и синтетическое полученіе этихъ продуктовъ. Однако, какъ ни многочисленны данныя, согласующіяся съ принятымъ строеніемъ, все же возникаетъ нѣкоторое сомнѣніе, какъ въ постоянствѣ валентности углерода, такъ и въ правильности принятія сложнаго строенія его высшихъ соединений съ водородомъ.

*) Zeitschr. für physik. Chemie. 67,561 (1909).

**) Въ отличіе отъ химіи огненныхъ процессовъ, которая въ настоящее время по сравненію съ первой находится въ зачаточномъ состояніи.

Нельзя закончить рассмотрѣнія процесса, не указавъ на балансъ тепла при коксованіи, безъ котораго невозможно составить полной картины явленій въ коксовальной печи.

Одной изъ послѣднихъ работъ въ этомъ направленіи является диссертация С. Otto, выполненная въ лабораторіи проф. Simmersbach'a *) Согласно даннымъ этой работы, при конечной температурѣ 950° требуется:

на 1 klg. угля съ 12⁰/₀ содерж. влаги.

Расходъ.

Количество тепла въ коксѣ . . .	300 б. к.
" " въ водяномъ парѣ 96 "	
" " въ газахъ . . .	50 "
Сухая перегонка	264 "
Лучеиспусканіе	40 "
<hr/>	
Всего	750 б. к.

Приходъ.

При содержаніи летучихъ въ 30⁰/₀ около 36⁰/₀ всего газа дадутъ 750 б. кал. (теплотворная способность его около 4800 $\frac{\text{кал.}}{\text{мет.}^3}$)

При 20⁰/₀ содержаніи летучихъ потребуется израсходовать уже 62⁰/₀ общаго количества газа.

Отсюда слѣдуетъ, что сухая перегонка угля представляетъ процессъ эндотермическій, требующій для себя извѣстной затраты тепла **).

Кромѣ того, этой работой установлено еще одно интересное положеніе: оказывается, что для коксованія влажнаго угля требуется меньше тепловой энергіи, чѣмъ для сухого.

*) St. & Eis. 1915 г; по Журналу Русскаго Металлургическаго Общества. 1915 г. № 5.

Работа производилась одновременно въ лабораторной печи и въ заводской батарѣ. Для лабораторнаго опредѣленія была сконструирована электрическая печь, позволявшая производить весь учетъ тепла съ большой точностью; схождение результатовъ тѣхъ и другихъ опредѣлений подтверждаютъ полученныя данныя.

**) Между тѣмъ въ научно-технической литературѣ установился прямо противоположный взглядъ. М. И. Кузнецовъ принимаетъ, напримѣръ, исходя изъ данныхъ Schreiber'a, что при разложеніи угля совсѣмъ не поглощается тепло, а проф. А. П. Лидовъ даже считаетъ этотъ процессъ экзотермическимъ. См. М. И. Кузнецовъ. Производство кокса, его свойства и изслѣдованіе. Харьковъ 1912. Стр. 114. А. П. Лидовъ. Краткій курсъ газоваго производства. Харьковъ 1911. Стр. 57.

II. Коксовальныя печи и химическіе заводы при нихъ.

Еще въ 1904 году въ Россіи былъ только одинъ заводъ съ улавливаніемъ побочныхъ продуктовъ, это именно 35 печей системы Карве на Щербиновскомъ рудникѣ Общества разработки каменной соли и угля въ Южной Россіи; въ этомъ же году были выстроены фирмой Эвансъ Коппе печи съ химическимъ заводомъ на Государево-Байракскомъ рудникѣ Аки. О-ва Государево-Байракскихъ каменноугольныхъ копей, рудниковъ и заводовъ. Вначалѣ здѣсь установили 40 печей и затѣмъ въ 1907 г. добавили еще 20. Производительность печей Карве Щербиновскаго завода была менѣе 2.000.000 пудовъ кокса въ годъ, производительность же 60 печей Эвансъ Коппе Государево Байракскаго рудника—около 6.000.000 пудовъ *) Улавливаніе продуктовъ было неполнымъ и производилось въ небольшомъ масштабѣ. Только съ 1910 г. замѣчается въ Донецкомъ бассейнѣ оживленіе; приступаютъ къ постройкѣ ряда печей съ улавливаніемъ побочныхъ продуктовъ.

Въ настоящее время подобныхъ установокъ имѣется уже значительное количество. Добываются продукты: смола, сѣрноокислый аммоній, нашатырный спиртъ, сырой бензолъ и отдѣльныя его фракціи, легкое, среднее и тяжелое масла, а также пекъ. Согласно статистическимъ свѣдѣніямъ, помѣщеннымъ въ изданіи Совѣта Съѣзда горнопромышленниковъ юга Россіи „Каменноугольная промышленность Россіи въ 1914 году“, на всѣхъ предприятияхъ Донецкаго бассейна въ этомъ году кокса было получено 290.748.686 пудовъ, изъ нихъ 87.440.196 пуд. на металлургическихъ заводахъ, а

остальные 203.308.490 пудовъ на различныхъ копечахъ. Въ печахъ съ улавливаніемъ побочныхъ продуктовъ получено только 95.361.904 пуд., т. е. менѣе 33%; при этомъ необходимо указать, что въ большинствѣ случаевъ получались только смола и сѣрноокислый аммоній; остальные продукты совершенно не улавливались.

Такъ, напримѣръ, за 1914 г. получено сырого бензола около 150.000 пуд. **)

Если исходить для расчета бензола изъ цифръ 0,5% на уголь безъ влаги, ***) то оказывается, что кокса въ печахъ, въ которыхъ улавливался бензолъ, получено за этотъ годъ только около 22.500.000 п., т. е. менѣе 10% по отношенію ко всему производству кокса.

Интересно остановиться на развитіи разсматриваемой промышленности въ другихъ странахъ. Первой установкой съ улавливаніемъ побочныхъ продуктовъ были печи системы Кнабъ, построенныя въ 1854 г. во Франціи. Однако до 1876 года новый способъ получать изъ угля химическіе продукты не имѣлъ успѣха; только въ 1876 г. и затѣмъ въ 1880 г. были построены еще 2 завода. ****). Первая установка въ Германіи появилась въ 1881 г.; это были 100 печей системы Кнабъ-Карве, построенныя Гюссенеромъ въ Булмкѣ близъ Гельзенкирхена. Вскорѣ затѣмъ были построены 10 печей др. Отто близъ Ваттеншейда. Дальнѣйшее развитіе идетъ медленно до 1894 года, когда появляются 11 новыхъ заводовъ съ 678 печами. Въ 1900 году установлено 41 заводъ съ 2964 печами, а въ 1904 г. было уже 5844 печи *****).

Для характеристики степени развитія коксовальнаго дѣла различныхъ странъ ниже приведена свѣдующая таблица: *****).

Распределеніе угля въ различныхъ установкахъ.

	за 1909 годъ.			Соединенные Штаты
	Германія	Бельгія	Англія	
	проценты			
Въ коксовальныхъ производствахъ безъ улавливанія побочныхъ продуктовъ	4	5	10	10
Въ коксовальныхъ производствахъ съ улавливаніемъ побочныхъ продуктовъ	16	11	2	2
Въ газовыхъ установкахъ съ улавливаніемъ побочныхъ продуктовъ	4	4	6	1
Слѣдовательно, рационально использовано	20	15	8	3

*) Общая же производительность кокса въ Донецкомъ бассейнѣ въ 1904 году равнялась 147 милл. пуд.

**) Данныя получены мною на заводахъ; въ статистическихъ свѣдѣніяхъ С. С. Г. Ю. Р. они неполныя.

***) Считая въ среднемъ, что кокса получалось 75% на уголь безъ влаги.

****) A. Say. La fabrication du coke et les sous-produits de la distillation de la houille. Paris. 1912 г.

*****) O. Haarmann. Ueber die Nebenproduktenindustrie der Steinkohle. Dresden. 1906 г.

*****) O. Rau. Ueber die Fortschritte in der Gewinnung der Nebenprodukte beim Kokereibetriebe. St. & E. 1910 г.

Къ первичнымъ (сырымъ) побочнымъ продуктамъ коксованія, получаемымъ у коксовальныхъ печей въ различныхъ странахъ, относятся:

Каменноугольный деготь (смола), амміакъ (сѣрнокислый аммоній, нашатырный спиртъ).

Легкое масло.

Бензолъ.

Толуоль.

Ксилолъ.

Цимоль.

Нафталинъ.

Антраценъ.

Фенантренъ.

Карболовая кислота.

Сѣроуглеродъ.

Сѣра.

Пиридинъ.

Пекъ.

Роданистый аммоній.

Ціанистый аммоній.

Желѣзисто-синеродистый кальцій.

Сѣрнокислый аммоній.

Крезоль.

Но это, конечно, только часть богатствъ, заключенныхъ въ каменномъ углѣ; кромѣ нихъ имѣются другіе, также цѣнные продукты, которые присутствуютъ въ отходящемъ при коксованіи газовомъ потокѣ и могли бы быть извлечены. (см. табл. В на слѣд. стр.).

Количество продуктовъ—самое различное въ зависимости отъ сорта угля и условій коксованія. Дальнѣйшее развитіе этой области, несомнѣнно, приведетъ въ самомъ ближайшемъ будущемъ къ поразительнымъ техническимъ приобрѣтеніямъ. Получающійся послѣ извлеченія продуктовъ газъ находитъ наиболѣе выгодное примѣненіе въ двигателяхъ внутренняго сгоранія, а также въ металлургическихъ процессахъ. Сжиганіе же его поды котлами является менѣе выгоднымъ.

Если содержаніе различныхъ соединений, получающихся изъ каменнаго угля, и ихъ разнообразіе можно считать очень большимъ, то перечисленіе всѣхъ вторичныхъ, получающихся при дальнѣйшей обработкѣ, прямо затруднительно: такъ они многочисленны и разнообразны.

Достаточно указать на слѣдующія:

Анилиновые, ализариновые и др. краски.

Пикриновая кислота.

Нитробензолъ.

Тринитротолуоль.

Сажа (для лака, типогр. и др. красокъ, ваксы и т. д.).

Антрахинонъ.

Ксилолъ.

Азотная кислота.

Фенацетинъ.

Ціанистый калий и громадное количество другихъ продуктовъ.

По даннымъ Совѣта Съѣзда горнопромышленниковъ юга Россіи, въ настоящее время дѣйствуютъ слѣдующія коксовальныя установки съ улавливаніемъ побочныхъ продуктовъ: *)

Общество Южно-Русской каменноугольной промышленности (Горловка) 50 печей

Новороссійское Общество (Ново-смоляниновка) 180 „

Южно-Русское Днѣпровское Металлургическое Общество (Кадіевка) 240 „

Акціонерное О-во Желѣзопрокатныхъ заводовъ въ Константиновкѣ (Константиновка) 40 „

Акціонерное Общество Государевъ-Байрацкихъ каменноугольныхъ копей, рудниковъ и заводовъ (Государевъ-Байракъ) 60 „

Рутченковскія Чулковскія копи Акціонернаго О-ва Брянскихъ заводовъ (Рутченково) 140 „

О-во для разработки каменной соли и угля въ Южной Россіи (Щербиновка) 38 „

Акціонерное О-во Русскій Провидансъ (Сартана) 44 „

Акціонерное Анонимное О-во Русской Горной Промышленности (Нижняя Крынка) 50 „

О-во Русскій Горный и Металлургическій Уніонъ (Макѣвка) 110 „

Русско-Бельгійское Металлургическое О-во (Петровскій зав. и Вѣровскій рудникъ) 320 „

О-во Доменныхъ печей и фабрикъ на Ольховой 60 „

Всего 1332 печи.

*) Данныя относятся къ началу 1916 г

говорить, пожалуй, о прямо противоположном явлении. Успѣхи же будущаго всецѣло зависятъ отъ того, насколько яснымъ окажется наше представленіе о содержаніи продуктовъ въ различныхъ угляхъ Донецкаго бассейна и о рациональномъ ихъ использованіи; все это зависитъ отъ тѣхъ средствъ, которыми можно располагать для количественныхъ опредѣлений и всесторонняго изслѣдованія.

Свойства кокса главнымъ образомъ опредѣляются составомъ и величиной зерна угля, скоростью коксованія и формой печи. Изученіе вліянія этихъ факторовъ въ лабораторныхъ условіяхъ до сихъ поръ оказывалось весьма затруднительнымъ, такъ какъ результаты процесса находятся въ непосредственной зависимости отъ его масштаба. Характеръ кокса и содержаніе побочныхъ продуктовъ получаются иными въ лабораторныхъ тигляхъ и даже въ приборѣ Marchal'я; причина этого явленія понятна послѣ сказаннаго ранѣе въ главѣ о процессѣ коксованія; даже при одной и той же максимальной температурѣ нагрѣванія процессъ долженъ пойти при другихъ условіяхъ, такъ какъ скорость выдѣленія газовыхъ струекъ, ихъ пути и отложеніе коксоваго цемента будутъ иными. Опредѣленіе же летучихъ, золы, влаги и элементарный анализъ, конечно, не могутъ дать опредѣленнаго отвѣта какъ относительно выхода побочныхъ продуктовъ, такъ и относительно характера кокса; предварительное выясненіе свойствъ кокса въ особенности цѣнно, когда вопросъ идетъ о шихтованіи различныхъ углей. Путемъ лабораторныхъ перегонокъ всѣхъ видовъ, которыя до послѣдняго времени примѣнялись въ промышленныхъ странахъ, нельзя установить существующую въ производствѣ зависимость между выходомъ продукта, какъ съ качественной, такъ и съ количественной стороны, и тѣми условіями, которыя поддаются измѣненіямъ при промышленномъ коксованіи *); къ нимъ относятся: температура, содержаніе влаги, давленіе, введеніе различныхъ продуктовъ, степень наполненія камеры, ея форма и т. д. Если принять всѣ эти факторы за независимыя переменныя, то ре-

*) Если бы даже въ тигельной пробѣ и приборѣ Marchal'я мы имѣли сходные съ промышленнымъ коксованіемъ процессы, то и тогда точное опредѣленіе выхода побочныхъ продуктовъ было бы затруднительнымъ, такъ какъ въ виду ихъ незначительнаго количества фракціонированіе невозможно.

зультаты могутъ быть выражены опредѣленной функціей пока неизвѣстнаго намъ вида. Для промышленнаго коксованія эта функція будетъ имѣть совершенно другой видъ по сравненію съ тигельнымъ и ретортнымъ процессомъ въ лабораторныхъ условіяхъ. Нужно считать несомнѣннымъ, что выясненіе указанной функціи можетъ оказаться полезной для практики въ случаѣ сохраненія аналогіи въ процессахъ; послѣднее же возможно только тогда, когда въ опытной установкѣ получается коксовый пирогъ со всѣми его характерными особенностями: удлиненной формой и небольшой толщиной, рѣзкимъ дѣленіемъ на двѣ половины, капустообразными боками и т. п.

Итакъ, полученіе цѣнныхъ для практики данныхъ возможно только единственнымъ путемъ: изученіемъ явленія въ опытной печи въ большомъ масштабѣ.

Однако тутъ выступаетъ большое затрудненіе: трудность учета въ измѣненіяхъ условій хода печи, а также необходимость ими точно управлять; безъ этого, понятно, всякое изслѣдованіе будетъ бесплоднымъ. Только этимъ можно объяснить обстоятельство, которое не можетъ не вызвать удивленія, что не только Англія, Франція и Россія, но и Германія, далеко ушедшая въ области коксованія отъ другихъ странъ, не знаетъ опытной коксовальной печи (не реторты, а именно печи), по крайней мѣрѣ о ней нѣтъ указаній въ литературѣ. Дѣло не въ томъ, что данныя объ опытной печи были скрыты отъ печати; повидимому, дѣйствительно, въ этомъ направленіи ничего не было дано, такъ какъ вопросъ объ опытной печи тѣсно связанъ съ вопросомъ о различіи и сходствѣ коксованія въ маломъ и большомъ масштабѣ, о сравненіи свойствъ тигельнаго и промышленнаго кокса, а съ теоретической стороны было бы трудно скрыть это; между тѣмъ этотъ вопросъ совершенно нигдѣ не затронутъ.

Самымъ важнымъ моментомъ при веденіи опытовъ коксованія является выборъ величины печи; лучше всего принять самый низшій предѣлъ, при которомъ еще сохраняется полная аналогія съ промышленнымъ масштабомъ.

Въ этомъ случаѣ упрощается работа и уменьшаются затрудненія, вызываемыя большими размѣрами печи, приборовъ и пр.

Нѣкоторыя изъ нихъ настолько значительны, что можно сомнѣваться въ возможности ихъ преодоленія, напримѣръ, при выключеніи для опытовъ печи изъ заводской батареи. Къ счастью для промышленности въ такомъ расширеніи масштаба совсѣмъ нѣтъ необходимости.

Данныя для указаннаго предѣла даютъ результаты работы, производящейся въ установленной на рудникѣ Акціонернаго Общества Ртутнаго и Угольнаго Дѣла А. Ауэрбахъ и К^о опытной коксальной станціи *). Сравненіе съ промышленнымъ коксованіемъ производилось путемъ выясненія состава отходящаго газа, характера коксового пирога, свойствъ кокса и скорости коксованія **). *Съ распространіемъ въ промышленныхъ установкахъ этого новаго метода изслѣдованія и примѣненіемъ его для цѣлей практики въ каменноугольной промышленности Донецкаго бассейна создадутся благоприятныя условія къ исполнѣнію рациональному использованию тѣхъ богатствъ, которыя заключены въ угль.*

Послѣднее имѣетъ смыслъ какъ въ отношеніи побочныхъ продуктовъ, такъ и главнаго въ настоящее время продукта коксованія—металлургическаго кокса. Запасъ углей, дающихъ лучшіе сорта кокса, уже не великъ; приходится думать о худшихъ сортахъ, а коксованіе послѣднихъ безъ ущерба для доменнаго дѣла возможно только при умѣншіи управлять процессомъ коксованія. Возможно также, что и доменная плавка будетъ приспособляться къ инымъ сортамъ кокса, однако въ этомъ направленіи встрѣтится значительно больше затрудненій.

Какъ уже было указано въ I-ой главѣ, коксальные печи съ установками для улавливанія побочныхъ продуктовъ представляютъ настолько сложную систему явленій, что ограничиваясь одними

*) Опытная коксальная станція возникла по инициативѣ Совѣта Съѣзда горнопромышленниковъ юга Россіи, при участіи Харьковскаго Военно-Промышленнаго Комитета и администраціи рудника. (См. „Горн.-Зав. Д.“ № 32). Въ промышленныхъ кругахъ вопросъ объ изслѣдованіи углей Донецкаго бассейна былъ поднятъ въ связи съ потребностью увеличить производство бензола и перестроить коксальные печи; подробнѣе, см. отчетъ о засѣданіи Донскаго Горно-Техническаго Общества 11 сентября 1915 г. „Горно-Зав. Дѣло“, 1915 г.

***) Опубликованіе данныхъ, полученныхъ при работѣ въ опытной печи, не является задачей настоящей статьи.

наблюденіями при производствѣ, нѣтъ возможности уловить связь между ними; опытная печь надлежащихъ размѣровъ съ точными установками для улавливанія всѣхъ продуктовъ даетъ возможность сдѣлать это. вмѣстѣ съ тѣмъ она представляетъ прекрасное средство для проверки всѣхъ приѣмовъ выдѣленія продуктовъ, примѣняемыхъ въ другихъ странахъ, и подлежащей ихъ обработки. Насколько это необходимо, можно судить по тому, что въ Донецкомъ бассейнѣ имѣется только одинъ заводъ (Макѣвка), приготовляющій очищенный нафталинъ, и ни одного завода, который бы готовилъ карболовую кислоту, пиридиновыя основанія, антраценъ, ціанистыя соединенія и многія другія. Вопросы, интересующіе металлургическую промышленность, какъ то: свойства кокса, шихтованіе угля, выдѣленіе сѣры и проч. также могутъ быть легко освѣщены въ опытной печи.

Испытанія новыхъ средствъ и новыхъ методовъ работы непосредственно въ производствѣ часто обречены на неудачу потому, что нѣтъ возможности точно прослѣдить результаты, благодаря сложной системѣ явленій, исключить элементъ случайности. Это въ особенности примѣнимо къ коксальной батарее и къ доменной печи. Малый масштабъ опыта позволяетъ произвести испытаніе быстрѣе, точнѣе и съ меньшими затратами. Если даже допустить, что опытная коксальная печь не во всѣхъ своихъ процессахъ представляетъ аналогію съ большимъ масштабомъ (схожденіе установлено только относительно основныхъ продуктовъ), то и тогда значеніе ея отъ этого не уменьшается. Всякій процессъ необходимо прежде всего изучать въ его главныхъ проявленіяхъ, понять его основныя особенности, получить его скелетъ; когда это сдѣлано, остальное не представляетъ трудности.

Каменный уголь *) вообще находитъ себѣ примѣненіе во 1, какъ топливо при сжиганіи на колосникахъ;

во 2, какъ сырой матеріалъ для полученія металлургическаго кокса;

въ 3, какъ источникъ полученія различныхъ химическихъ продуктовъ;

въ 4, какъ продуктъ для полученія газа (въ генераторахъ для металлургическихъ печей и въ регортахъ газоваго завода для освѣщенія);

*) Въ данномъ случаѣ сюда я отношу и антрацитъ

въ 5, какъ источникъ одновременно тепловой и химической энергіи въ металлургическихъ и другихъ процессахъ (въ доменной плавкѣ на антрацитѣ, при работѣ въ кузнечныхъ горнахъ и пр.).

Въ настоящее время во всѣ области потребления, кромѣ первой и второй, идетъ самое незначительное количество каменного угля; въ дальнѣйшемъ, наоборотъ, нужно ожидать быстрого развитія послѣднихъ, въ особенности области третьей.

Что касается продуктовъ, которые въ настоящее время считаются побочными, то нужно имѣть въ виду, что въ будущемъ для нѣкоторыхъ сортовъ угля они могутъ стать главными; коксовый же остатокъ будетъ использованъ, какъ бездымное горючее. Цѣнность этихъ продуктовъ не подлежатъ сомнѣніямъ, весь вопросъ въ умѣншіи управлять процессомъ. Получать вмѣсто однихъ углеродистыхъ соединений другія является весьма заманчивымъ и, несомнѣнно, вполне осуществимымъ; для этого необходима точная опытная установка и настойчивость при работѣ въ ней; трудъ и затраты будутъ вознаграждены съ избыткомъ. Кромѣ этой научно-технической задачи, требующей болѣе или менѣе продолжительной работы, опытные опредѣленія могутъ теперь же оказать услугу практикѣ; нѣкоторые продукты добывались въ Донецкомъ бассейнѣ до сихъ поръ въ ограниченномъ количествѣ, другіе совершенно не добывались; перенося въ наши условія приемы производства обрабатывающей каменноугольной промышленности другихъ странъ, необходимо прежде всего учесть качества углей различныхъ районовъ Донецкаго бассейна, опредѣлить содержаніе тѣхъ богатствъ, которыя заключены въ углѣ. Опытная коксовальная печь должна дать на это опредѣленный отвѣтъ.

Нельзя обойти молчаніемъ одну сторону даннаго вопроса, имѣющую значеніе для дальнѣйшаго развитія коксовальнаго дѣла, а именно: наличность въ странѣ достаточнаго количества инженеровъ и специалистовъ въ этой области.

Какъ показываетъ практика, такихъ инженеровъ очень мало; между тѣмъ, какъ по крайнему разному образію продуктовъ этого производства развитіе возможно только при участіи лицъ съ самыми разнородными знаніями. Въ основу этихъ знаній должны быть положены, съ одной стороны, научныя данныя объ углѣ, какъ источникъ тепла, металлургическаго кокса, а также побочных про-

дуктовъ, и огненные процессы, съ другой—химическая технологія и металлургія.

Высшая техническая школа должна итти навстрѣчу запросамъ промышленности и ввести надлежащее распредѣленіе этихъ предметовъ. *Прежде же всего необходимо открытіе кафедры по горючимъ матеріаламъ *) съ выдѣленіемъ въ особый курсъ отдѣла о коксованіи.*

Это является настойчивымъ требованіемъ жизни. Событія послѣднихъ лѣтъ еще болѣе подчеркнули то положеніе, что рациональное использование углеродистыхъ ископаемыхъ должно служить основаніемъ для успѣшнаго развитія всей отечественной промышленности.

Выводы:

1. Угли Донецкаго бассейна заключаютъ весьма значительный запасъ матеріала для полученія различныхъ, очень цѣнныхъ продуктовъ; къ использованию этого матеріала только начинаютъ приступать

2. Коксованіе по своему характеру является процессомъ, въ которомъ при управленіи имъ возможны измѣненія въ выходѣ получающихся побочныхъ продуктовъ: значеніе этой стороны процесса особенно велико, благодаря возможности и необходимости съ теченіемъ времени вводить въ шихту коксовальной печи угли, не идущіе на коксованіе теперь.

3. Достиженіе успѣха въ указанномъ направленіи возможно путемъ изслѣдованія углей въ опытной коксовальной печи.

4. Изученіе условій работы печи на рудникѣ Акціонернаго Общества Ртутнаго и Угольнаго Дѣла А. Ауэрбахъ и К^о (Никитовка) указываетъ на полное соотвѣтствіе между процессами опытной и заводской печи.

5. Для всесторонняго изслѣдованія необходимо учрежденіе испытательныхъ станцій при высшихъ учебныхъ заведеніяхъ юга Россіи и при заводскихъ установкахъ.

6. Для надлежащей спеціализаціи въ высшей школѣ необходимо открытіе кафедры горючихъ матеріаловъ съ выдѣленіемъ въ особый курсъ отдѣла коксованія.

*) Такой кафедры нѣтъ ни при одномъ изъ высшихъ техническихъ учебныхъ заведеній въ Россіи.

Въ заключеніе приношу глубокую благодарность за содѣйствіе въ работѣ профессору П. Г. Рубину, подъ руководствомъ котораго въ настоящее время производится изслѣдованіе углей различныхъ районовъ, директору Ругнаго и Уголь-

наго Дѣла А. Ауэрбахъ и К^о Л. П. Эйлеру и заведующему Техническимъ Отдѣломъ Совѣта Съѣзда горнопромышленниковъ юга Россіи Н. В. Шишкину.

Никитовка, Екат. губ. Опытная коксовальня станція.
20 іюня 1916 г.

П. Ерманскій.

О сѣрноокисломъ амміакѣ, какъ побочномъ продуктѣ газоваго производства

Проф. *Ө. Грэй.*

Міровое производство сѣрноокислаго амміака съ 600.000 тоннъ въ 1904 году возросло до 1,330,000 тоннъ въ 1912 году, что съ очевидностью указываетъ на важное значеніе этой соли. Изъ трехъ государствъ съ болѣе значительною

производительностью сѣрноокислаго амміака: Великобританіи, Германіи и Соединенныхъ Штатовъ, наиболѣе интенсивно развивалось производство въ Германіи.

Тоннъ въ тысячахъ:

	1904	1905	1906	1907	1908	1909	1910	1911	1912
Великобританія	250	270	300	310	315	325	340	360	375
Германія	170	190	220	280	310	320	340	370	400
Соединен. Штаты	50	60	75	90	82	91	100	110	150

Это увеличеніе производства находится въ зависимости отъ чрезвычайно интенсивнаго примѣненія этой соли для удобренія въ теченіе этого періода времени.

Расходъ этой соли въ Германіи для удобренія въ 1907 году не превышалъ 240.000 тоннъ, а въ 1912 году онъ уже поднялся до 425.000 тоннъ; въ Японіи за тотъ же періодъ съ 69,600 до 94.000 тоннъ; въ Соединенныхъ Штатахъ съ 53.200 тоннъ до 210.400 тоннъ.

Въ настоящее время, въ связи съ спросомъ на другіе летучіе продукты коксованія, энергично возрастаетъ и производство сѣрноокислаго амміака. Что онъ весь однако можетъ найти примѣненіе, на это указываютъ собранныя барономъ Коппэ данныя о современном расходѣ сѣрноокислаго амміака для удобренія въ различныхъ странахъ: въ Бельгіи на акръ культивируемой земли—17,83 фунтовъ, Германіи—9,88, Великобританіи—5,35, Франціи 2,23 и Соединенныхъ Штатахъ 1,34.

Новыя данныя по оборудованію паровозовъ и постоянныхъ котловъ для отопленія порошкообразнымъ топливомъ.

Въ № 33 „Горно-Заводского Дѣла“ нами было сообщено о новомъ способѣ отопленія паровозовъ и постоянныхъ котловъ порошкообразнымъ топли-

вомъ. Въ настоящее время нами получены чертежи и рисунки оборудованія паровозовъ и постоянныхъ котловъ, а также дополнительныя данныя. Въ виду

интереса, возбуждаемого этим новым способом использования, мы приводим конспект доклада „Порошкообразное топливо для паровозов“ инженера Джона Мюлфельда, сделанного последним в Нью-Йоркском железнодорожном клубе.

Докладчик демонстрировал перед собранием чертежи и рисунки оборудования паровоза 1—4—0 типа Консолидешенъ. На основании этих снимков можно себе ясно представить, как оборудован паровоз и какие в нем устроены механизмы для подачи порошкообразного топлива из тендера в топку и как производится дуге.

Позволяем себе, кроме описания оборудования, указать еще общія соображения, почерпнутыя нами из этого доклада и представляющія некоторый интерес.

По указанию Джона Мюлфельда, в настоящее время сжигается до 7000000 тоннъ, то-есть 385000000 пудовъ порошкообразного топлива, главнымъ образомъ, в цементныхъ, металлургическихъ и обжигательныхъ печахъ. Расходъ на топливо для всѣхъ желѣзныхъ дорогъ Сѣверо-Американскихъ Соединенныхъ Штатовъ, имѣвшихъ в 1915 году 242657 миль или 363985 верстъ, выразился в суммѣ 249507624 доллара для послѣдняго отчетнаго года, что составляетъ около 1000 долларовъ на милю, или по нормальному курсу 1350 руб. на версту, или около 23% всѣхъ эксплуатационныхъ расходовъ.

Въ Сѣверо Американскихъ Штатахъ замѣчается сокращеніе потребленія нефти даже на тѣхъ дорогахъ, которыя лежатъ на нефти, такъ какъ добыча нефти растетъ слабо, старыя богатые мѣсторожденія вырабатываются, напримѣръ Пенсильванское. Изъ нефти предпочитаютъ получать болѣе цѣнные продукты, необходимые для смазки современныхъ быстроходныхъ машинъ. Современные мощные паровозы С.-А. Соед. Штатовъ, имѣющіе громадныя рѣшетки, доходящія до 10 и болѣе квадратныхъ метровъ, требуютъ большого количества топлива; при этихъ условіяхъ топить в ручную является болѣе чѣмъ затруднительнымъ. Вотъ почему в послѣднее время стали усиленно устраивать стокеры или механическія топки.

Топка, конструированная для порошкообразного топлива, в сущности является такимъ стокеромъ, но топливо здѣсь, съ своей стороны, является уже

переработаннымъ в подходящій для этой топки видъ. Работа на такой топкѣ вполне соответствуетъ работѣ на нефтяномъ топливѣ, сохраняя всѣ его удобства: утилизація топлива достигаетъ максимальной цифры.

Авторъ доклада приводитъ данныя, изъ которыхъ усматривается, что если сравнить термическій коэффициентъ полезнаго дѣйствія электрической и паровой тяги, показывающей процентъ утилизированныхъ калорій для передачи силы на рельсы отъ каждыхъ 100 калорій угля при отопленіи в ручную и при пользованіи порошкообразнымъ топливомъ, получимъ:

При 100% использованія мощности

1) Электровозъ—утилизируетъ . . .	5,79%
2) Паровозъ съ перегрѣвателемъ и сводомъ при пользованіи порошкообразнымъ топливомъ	4,57%
3) Паровозъ—съ перегрѣвателемъ и сводомъ, отапливаемый в ручную . . .	4,01%
4) Паровозъ безъ перегрѣвателя, но со сводомъ,— порошкообразное топливо.	3,31%
5) Паровозъ безъ перегрѣвателя со сводомъ,—в ручную	2,69%

При 75% использованія мощности*

1) Электровозъ	5,95%
2) Паровозъ съ перегрѣвателемъ, со сводомъ на порошкообразномъ топливѣ.	5,76%
3) Паровозъ съ перегрѣвателемъ, со сводомъ, отапливаемый в ручную . . .	4,83%
4) Паровозъ безъ перегрѣвателя со сводомъ на порошкообразномъ топливѣ .	4,72%
5) Паровозъ безъ перегрѣвателя со сводомъ, отапливаемый в ручную . .	3,84%

При 50% использованія мощности

1) Электровозъ	4,54%
2) Паровозъ съ перегрѣвателемъ, со сводомъ, отапливаемый в ручную . .	7,05%
3) Паровозъ съ перегрѣвателемъ, со сводомъ, отапливаемый в ручную . .	5,87%
4) Паровозъ безъ перегрѣвателя, со сводомъ на порошкообразномъ топливѣ.	5,41%
5) Паровозъ безъ перегрѣвателя, со сводомъ, отапливаемый в ручную. . .	4,75%

Современныя требованія на дорогахъ болѣе простаго и заслуживающаго довѣрія источника силы, при сравнительной дешевизнѣ ея съ определенными фиксированными издержками эксплуатаціи, исключаютъ возможность пользоваться другими источниками получения силы: таковы напримѣръ, двигатели внутреннего сгорания, паротурбины, сжатый воздухъ, аккумуляторы и т. п.

Давленіе пара въ котлѣ въ современныхъ паровозахъ все увеличивается, а потому для получения такого давленія нужно, чтобы топливо было достаточно мощнымъ, чтобы въ единицу времени могло дать достаточное число калорій. Съ другой стороны, при современной механической выработкѣ угля, при тонкихъ пластахъ, при высокой стоимости выработки, проходки, водоотлива, вентиляціи, наблюденіи, отвѣтственности за безопасность, высокой стоимости рабочихъ рукъ и многихъ другихъ причинъ: — стоимость топлива съ каждымъ годомъ становится дороже, а потому вопросъ о полной утилизаціи добытаго угля, — его отбросовъ въ видѣ мелочи и пыли, — является фактомъ удешевляющимъ добычу.

Въ Соединенныхъ Штатахъ это тѣмъ болѣе важно, что часто большія желѣзнодорожныя о-ва имѣютъ свои каменноугольныя копи, а потому они прямо заинтересованы въ потребленіи такихъ отбросовъ топлива.

Примѣненіе вообще потребленія порошкообразнаго топлива въ Соединенныхъ Штатахъ началось въ 1895 году, именно съ того времени, когда стоимость жидкаго топлива стала подниматься въ цѣнѣ и стала дорогой для цементнаго производства.

Первая изъ дорогъ, которая стала дѣлать опыты съ порошкообразнымъ топливомъ, это была Мангтанская городская желѣзная дорога.

Шведскія желѣзныя дороги стали дѣлать опыты съ порошкообразнымъ торфомъ въ послѣднія нѣсколько лѣтъ. Здѣсь порошокъ торфа вдвухается паромъ въ топку.

Первый паровозъ, на которомъ были сдѣланы опыты въ болѣе или менѣе большомъ размѣрѣ, былъ 10-ти колесный паровозъ Нью-Йоркъ Центральной желѣзной дороги. Этотъ паровозъ имѣлъ

Цилиндры 600 мил. × 650 мил.

Диаметръ ведущаго колеса 1725 миллиметр.
 Давленіе въ котлѣ 200 фунтовъ
 Площадь колосниковой рѣшетки 5,31 кв. метра
 Полная поверхность нагрѣва 238,4 кв. метра
 Перегрѣватель Шмидта. —
 Кулиса Вальсерта. —
 Сила тяги 13950 килограммовъ.

Слѣдующій паровозъ, на которомъ были сдѣланы опыты отопленія порошкообразнымъ топливомъ, былъ паровозъ типа Консолидешенъ 1—4—0, построенный на заводѣ въ Шенектедѣ Американской Паровозной Компаніи.

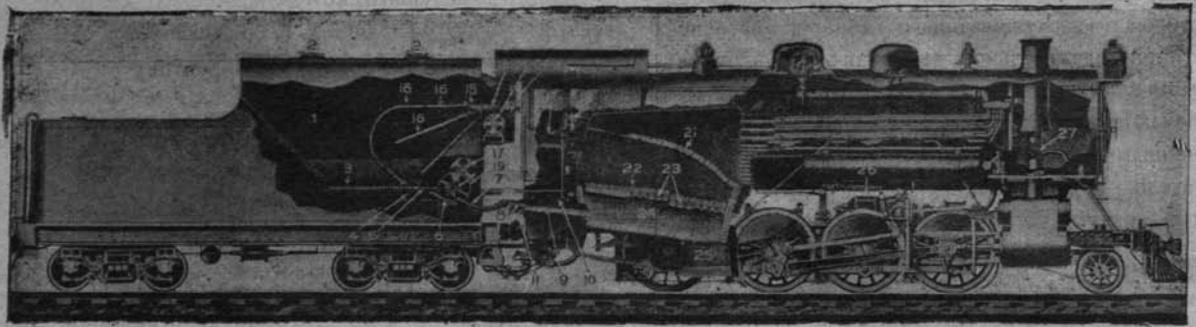
Этотъ паровозъ, между прочимъ, былъ наиболее мощнымъ изъ паровозовъ этого типа и имѣлъ:

Диаметръ движущихъ колесъ. 1575 миллиметр.
 При силѣ тяги 28350 килограм.

Сооруженъ по чертежамъ главнаго инженера тяги I. П. Мэннингъ для обслуживанія тяжелыхъ товарныхъ поѣздовъ при большой скорости передвиженія.

Изъ прилагаемаго ниже рисунка (фиг. 1) видно оборудованіе такого паровоза.

- 1) Закрытое помѣщеніе для топлива
- 2) Люки съ крышками для засыпки топлива.
- 3) Конвейеръ (винтовой шнекъ для подачи топлива къ выходнымъ рукавамъ).
- 4) Питательная труба для топлива и нагнетаемаго воздуха.
- 5) Мѣсто смѣшенія топлива и воздуха.
- 6) Выходъ топлива и нагнетаемаго воздуха.
- 7) Гибкій рукавъ, приводящій топливо и воздухъ.
- 8) Сопло.
- 9) Смѣшиватель воздуха и топлива.
- 10) Люкъ.
- 11) Дополнительный притокъ воздуха.
- 12) Регуляторная заслонка для него.
- 13) Вентиляторъ.
- 14) Паровая турбина или моторъ, приводящій въ движеніе вентиляторъ.
- 15) Мѣсто развѣтвленія трубъ, приводящихъ воздухъ.
- 16) Трубы, приводящія воздухъ.



Фиг. 1

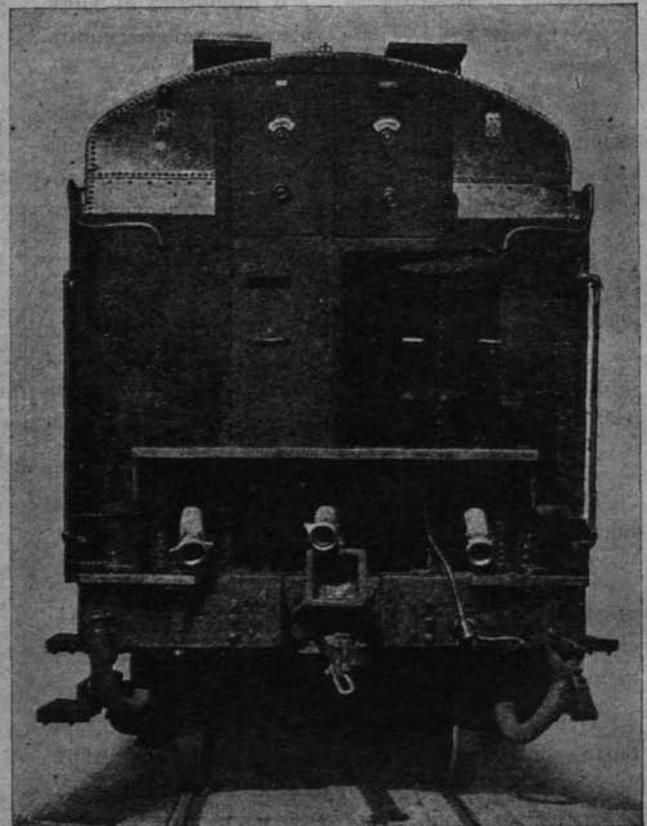
- 17) Паровая турбина или моторъ для питательнаго шнека и смѣшивателя.
- 18) Регуляторъ для турбины или мотора.
- 19) Приводные механизмы и передача для питательнаго шнека и смѣшивателя.
- 20) Выключатель (если движеніе приборъвъ производится электрическимъ токомъ).
- 21) Главный сводъ топки.
- 22) Малый сводъ у шуровочнаго отверстія.
- 23) Дополнительный притокъ воздуха черезъ кладку.
- 24) Камера сгорания.
- 25) Зольникъ.
- 26) Турбогенераторъ.
- 27) Комбинированный вытяжной конусъ (отъ машины и турбогенерат.).

Въ августѣ 1915 г. въ Чикаго былъ оборудованъ быстроходный пассажирскій паровозъ типа 2—2—1 Атлантикъ приспособленіями для отопленія порошкообразнымъ топливомъ. Теперь эти испытанія окончены, и въ № отъ 11-го августа 1916 года „Railway Age Gazette“ приведено описаніе оборудованія и результаты сравнительныхъ поѣздокъ.

Главные размѣры паровоза:

Общій вѣсъ паровоза.	81	тонна
Сцѣпной вѣсъ	43,2	„
Тяговое усиліе	9,83	„
Диаметръ цилиндра	508	миллиметр.
Ходъ поршня	660	„
Топка {	длина	2745 „
	ширина	1655 „
Поверхность нагрѣва топки	15,87	кв. метра
Общая поверхность нагрѣва	257,67	„ „
Поверхность перегрѣва.	39,80	„ „
Давленіе пара въ котлѣ	185	фунтовъ.

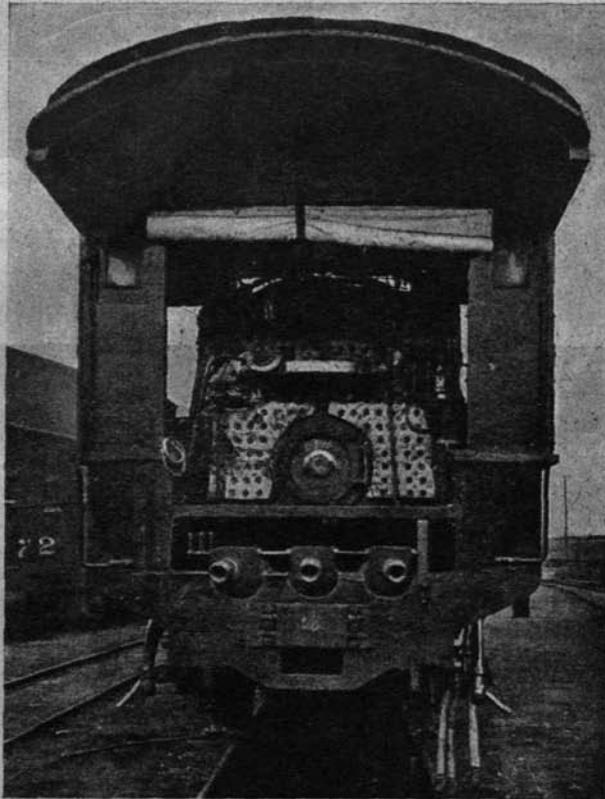
Вентиляторъ для дутья и питательный механизмъ приводятся въ движеніе электрическимъ моторомъ, который получаетъ энергію отъ турбогенератора Куртиса, расположеннаго на паровозѣ вблизи предохранительнаго клапана. Винтовой конвейеръ при-



Фиг. 2.

водитъ топливо къ питательнымъ сопламъ, гдѣ оно смѣшивается съ воздухомъ, вдуваемымъ вентиляторомъ черезъ трубу, охватывающую сопло, черезъ которое проходитъ топливо. Такихъ сопелъ три. На фиг. 2 показанъ передній видъ тендера, на которомъ виденъ закрытый бакъ, въ которомъ помѣ-

щается порошкообразное топливо. Внизу видны три трубы, приводящія въ топку паровоза топливо. Эти три гибкія трубы герметически свинчиваются съ соплами, видными на фиг. 3; вокругъ открытыхъ отверстій видны камеры, гдѣ происходитъ смѣшеніе съ воздухомъ. Скорость движенія конвейера, т. е.

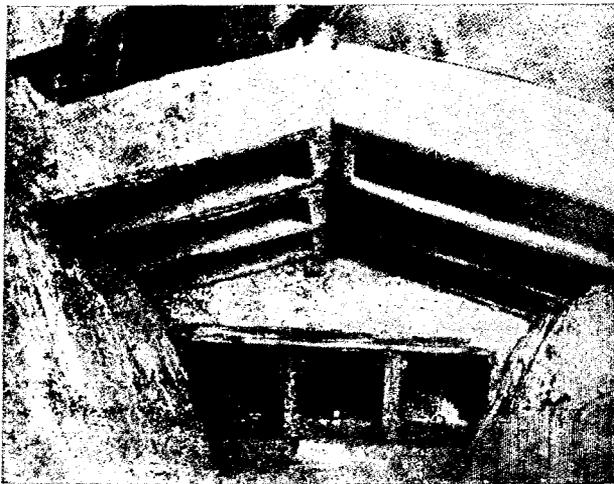


Фиг. 3.

количество подаваемого топлива, и сила дутья регулируются особымъ контрольнымъ приборомъ и находится въ распоряженіи кофегара. Топливо попадаетъ изъ сопла въ особую камеру, выложенную огнеупорнымъ кирпичемъ и имѣющую небольшой сводъ. (Фиг. 4).

Продукты сгорания попадаютъ предварительно

на обыкновенный сводъ и затѣмъ уже идутъ въ дымогарныя трубы, какъ это видно на фиг. 5, причемъ сводъ въ топкѣ немного длиннѣе, чѣмъ это принято на паровозахъ, отопливаемыхъ углемъ въ ручную; этимъ достигается болѣе удлиненный путь для горящихъ газовъ, и сгораніе вслѣдствіе этого происходитъ болѣе совершенно.



Фиг. 4.



Фиг. 5.

Дверцы топки закрѣплены особыми винтами и имѣютъ отверстіе для наблюденія.

Очень высокая температура, получающаяся въ топкѣ, требуетъ, чтобы кирпичи сводовъ и обмуровка были сильно огнеупорны.

Примѣненіе этого способа сжиганія топлива показало, что паровая мощность паровоза увеличивается.

Также было найдено возможнымъ увеличить размѣры сопла, что уменьшило давленіе въ приводныхъ цилиндрахъ.

Должно отдать преимущество этому способу сжиганія топлива передъ сжиганіемъ нефтяного топлива, ибо своды и обмуровка болѣе просты. Кромѣ того онъ не требуетъ зольника, ни колоснико-

вой рѣшетки, ни поддувала, а также нѣтъ порчи шпатель отъ проваливающегося топлива.

Работа кочегара до нельзя упрощена, наблюдение за горѣніемъ просто и несложно, а потому машинистъ и кочегаръ могутъ быть болѣе внимательными въ пути, свободнѣе слѣдить за путевыми сигналами. Горѣніе происходитъ безъ образования шлаковъ, дыма и искръ.

Дымогарныя трубы и дымовая коробка, какъ показали опыты, совершенно чисты отъ золы и сажи.

Условія правильнаго и хорошаго сгорания порошкообразнаго топлива требуютъ, чтобы порошокъ былъ мелкій, чтобы онъ проходилъ черезъ сито, имѣющее въ погонномъ дюймѣ 200 отверстій, въ количествѣ 85⁰/₀, и черезъ сито въ 100 отверстій—95⁰/₀, чтобы влажность топлива была не болѣе 2⁰/₀, лучше меньше, такъ какъ при влажномъ топливѣ возможно засореніе трубъ комками угля.

Чтобы растопить котель, нужно первоначально развести огонь и затѣмъ, когда въ котлѣ будетъ давленіе около 60 фунтовъ, можно привести въ движеніе механизмы, приводящіе въ сопла топливо и дутье. Времени на растопку требуется весьма мало. Такъ при давленіи въ котлѣ въ 65 фунтовъ черезъ 12 минутъ давленіе поднялось до 150 фунтовъ и черезъ 22 миинуты до 180 фунтовъ при полномъ котлѣ.

Уголь, изъ котораго былъ сдѣланъ порошокъ, былъ изъ Кентуки не мытый, но сортированный и содержалъ:

Влаги	1,9—2,8 ⁰ / ₀
Летучихъ веществъ	36 ⁰ / ₀
Кокса	54 ⁰ / ₀
Золы	8 ⁰ / ₀
Сѣры	0,79 ⁰ / ₀ .
Теплотворная способность	7750 калорій.

Сравнительныя испытанія показали, что расходъ топлива на растопку, на ожиданіе въ депо и подъ поѣздомъ на станціяхъ выразился въ 1,569 тонны, въ то время какъ для такого же паровоза, отопливаемаго въ ручную, расходъ этотъ выразился въ 2,775 тонны. При чемъ собственно на растопку и приведеніе давленія въ котлѣ до 185 фунтовъ при порошкообразномъ топливѣ потребовалось 750 фун. противъ 1.700 фунтовъ, потребныхъ для той же

цѣли при ручномъ отопленіи. При этомъ нужно имѣть въ виду, что топка для порошкообразнаго топлива имѣетъ больше кирпичной кладки, и, слѣдовательно, на разогрѣваніе ея уходитъ больше тепла, чѣмъ при обыкновенной топкѣ.

Опыты производились на участкѣ 127,5 верствъ между Чикаго и Милвоки въ ту и другую сторону.

Опыты производились параллельно двумя однотипными паровозами при одинаковыхъ условіяхъ погоды и нагрузки поѣзда.

Всѣ данныя регистрировались динамометрическимъ вагономъ.

Вотъ средніе результаты этихъ испытаній:

№ паровоза	128	127
Способъ отопленія	Порошкообразное топливо	Въ ручную
Сортъ угля	Кентуки — порошокъ	Кентуки — рядовой.
Полное время въ работѣ	4,0276 часа	4,0958 часа
Время въ пути	3,8687 .	3,9688 .
Тоннажъ	291 тонна	278 тоннъ
Число вагоновъ	5,8	5,5
Разстояніе	256,2 вер.	256,2 вер.
Среднее тяговое усиліе на крюкѣ	1220 кил	1137 кил.
Число лош. силъ въ часъ	319,5	290,3
Израсходовано угля въ пути	3,815 тонны	3,783 тонны
Израсходовано воды въ пути	31763 кил.	27756 кил.
Угля израсходовано на лош. силу въ часъ	2,77 кил.	2,95 кил.
Воды израсходовано на лош. силу въ часъ	25,316 кил.	23,913 кил.
Испарительная способность топлива	9,15	8,09
Всего израсходовано угля вмѣстѣ съ растопкой	5,384 тонны	6,558 тонны

Изъ этихъ сравнительныхъ данныхъ усматривается, что общій расходъ топлива для паровоза, отопливаемаго порошкообразнымъ углемъ, на 17,9⁰/₀ меньше, чѣмъ для паровоза, отопливаемаго въ ручную.

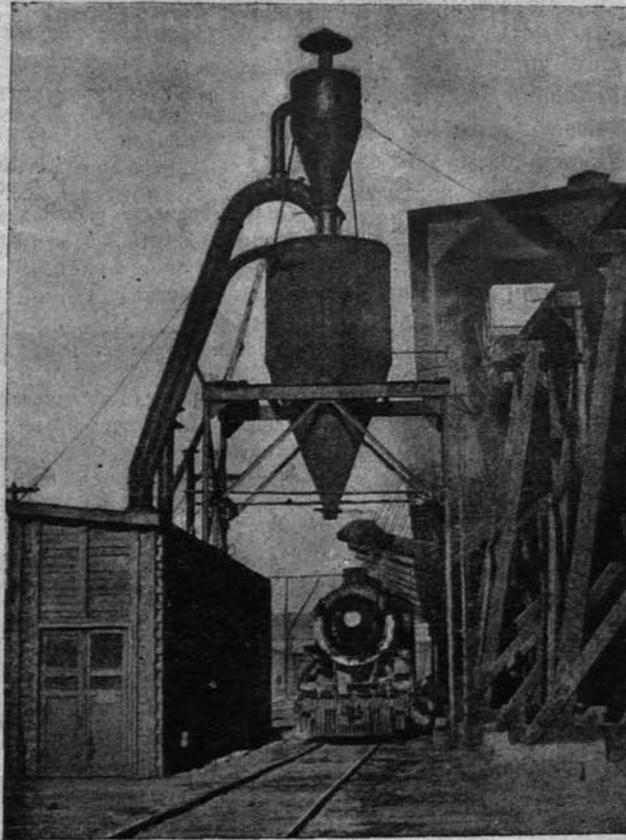
Въ то время какъ нагрузка поѣзда, отопливаемаго порошкообразнымъ топливомъ была на 4,7⁰/₀ больше, расходъ топлива на лошадиную силу часъ былъ на 6,4⁰/₀ меньше, чѣмъ для паровоза, отопливаемаго въ ручную.

Испарительная способность порошкообразнаго топлива больше на 13,1⁰/₀. Такіе же результаты получались при испытаніи Иллинойскаго угля.

Также хорошие результаты получались при испытании лигнита, имѣющаго 47,25% летучихъ веществъ.

Приготовление порошка требуетъ извѣстныхъ приспособленій, такъ какъ порошокъ долженъ быть очень мелкимъ и сухимъ. На фиг. 6 изображена

налѣво будка, гдѣ производится размоль угля, который подается по трубамъ въ особый бакъ, вмѣщающій 15 тоннъ порошка. Изъ этого бака топливо непосредственно нагружается въ тендеръ паровоза. Размоль можетъ быть сдѣланъ жерновыми или катками. Стоимость размола нами была указана въ предыдущей статьѣ.



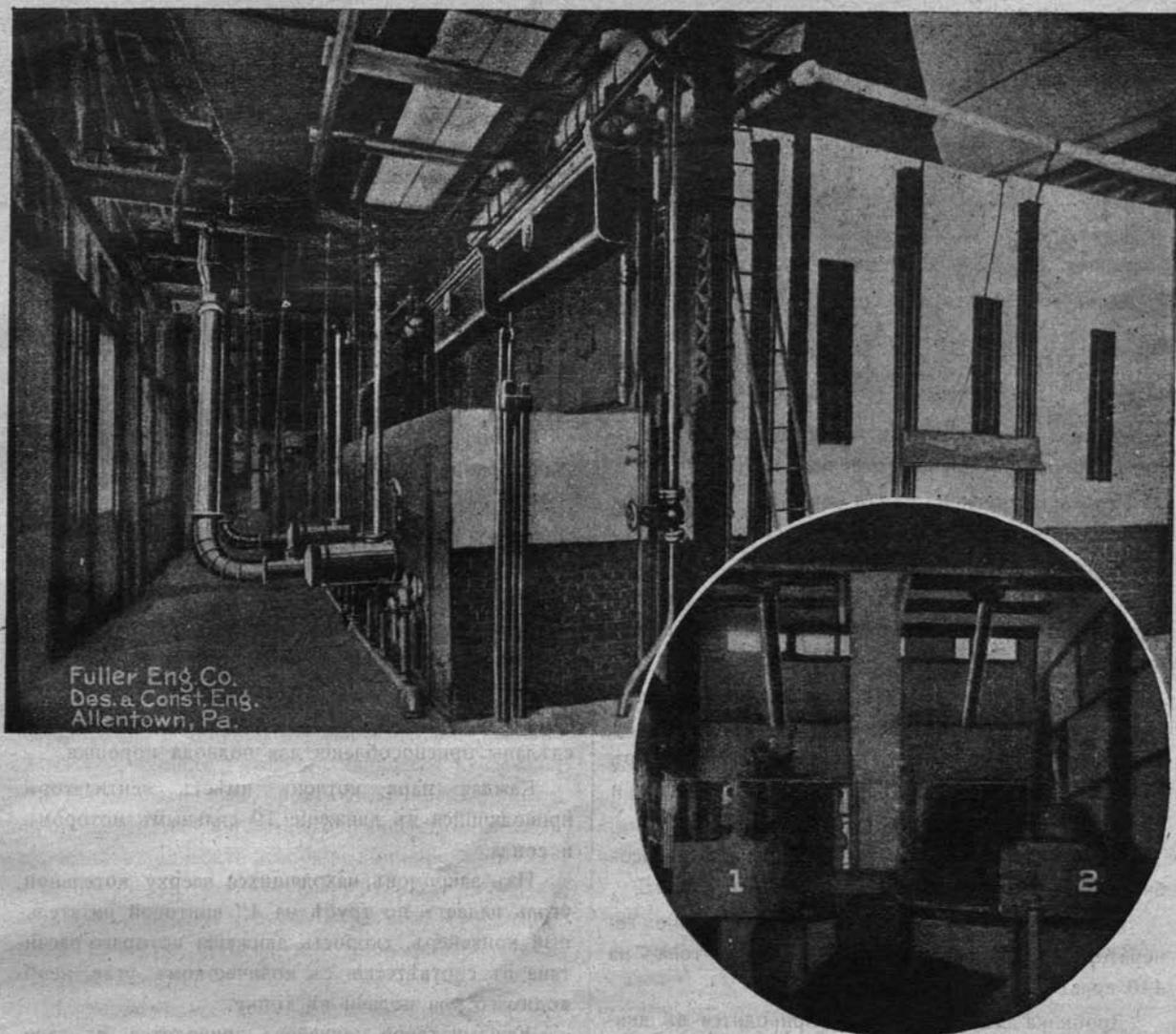
Фиг. 6.

На фиг. 7 изображено оборудованіе для отопления постоянныхъ котловъ порошкообразнымъ топливомъ *).

На фотографіи вверху изображены водотрубные котлы и мельница, приготовляющая порошокъ,

*) Railway Age Gazette отъ 29 сент. 1916 г.

показанная внизу. Камера, гдѣ происходитъ сгораніе порошкообразнаго топлива, пристроена къ котлу и состоитъ изъ кирпичной кладки. Снаружи ея виденъ широкій цилиндръ, гдѣ происходитъ смѣшеніе угольнаго порошка съ воздухомъ. Порошокъ топлива по трубѣ спускается сверху.



Фиг. 7.

Указанное выше устройство сделано в мастерских дорогъ Миссури, Канзасъ-Техасъ в Парсонсъ. Здѣсь находятся 8 250-ти сильныхъ водотрубныхъ котла, которые были оборудованы приспособлениями для отопления натуральнымъ газомъ и нефтью. Но вслѣдствіе выработки нефти и уменьшенія выдѣленія натурального газа, рѣшили перейти на уголь, имѣющійся въ распоряженіи дорогъ.

Уголь былъ слѣдующаго качества—изъ копей:

Минераль—въ Канзасъ:

зола—20,38%,
влаги—8,01%,
летуч. вѣщ.—26,39%,
теплот. способ. 5910 кал.

Макъ-Эльстеръ—въ Оклогамъ:

зола—14,29%,
влаги—6,27%,
летуч. вѣщ.—32,37%,
теплот. способ.—6576 кал.

Лигай—оъ Оклогамѣ
зола—19,29⁰/₀,
влаги—8,03⁰/₀,
летуч. вѣщ.—31,28⁰/₀,
тепл. способ.—6220 кал.
Бурый уголь въ Техасѣ:
зола—7,58⁰/₀,
влаги—32,97⁰/₀,
летуч. вѣщ.—33,95⁰/₀,
теплот. способ.—4193 кал.

Сѣры во всѣхъ этихъ сортахъ было отъ 3⁰/₀ до 5⁰/₀.

Все устройство было закончено къ 1 августа 1916 г.

Размоль и сушка угля производятся въ особомъ зданіи, помѣщенномъ вблизи котельной.

Уголь, разгруженный изъ вагоновъ, прямо попадаетъ въ особый пріемникъ емкостью въ 50 тон., примыкающій къ этому зданію.

Крупные куски угля предварительно отсортировываются и отправляются по транспортерамъ на дробилку.

Дробилка двѣ до 5" и отъ 5" до 3¹/₄". Изъ дробилки первой уголь по дорогѣ въ дробилку вторую проходитъ черезъ магнитный сепараторъ Кутлеръ-Гаммера для отдѣленія кусковъ желѣза и стали, могущихъ быть въ раздробленномъ углѣ.

Измельченный до 3¹/₄" уголь попадаетъ въ особые сушильные барабаны.

Все оборудованіе приводится въ движеніе генераторомъ Вестингауза трехфазнаго тока на 440 вольтъ.

Дробилка для крупнаго угля приводится въ движеніе 10 сильнымъ моторомъ посредствомъ ременной передачи. Дробилка для мелкаго угля отъ 5" до 3¹/₄" и конвейеръ, подающій уголь, приводятся въ движеніе 15 ти сильнымъ моторомъ.

Винтовой конвейеръ, служащій для пріема угля и подачи его въ закромъ—требуетъ 10-ти сильнаго мотора.

Изъ закрорма уголь попадаетъ на особые сушильные барабаны системы Фуллеръ Инжиниригъ К⁰, нагрѣваемые посредствомъ огня изъ особыхъ топковъ.

Сушильные барабаны вращаются посредствомъ 10 сильнаго мотора.

Въ этихъ сушкахъ топливо высушивается, и влага угля съ 10⁰/₀ падаетъ до 0,5⁰/₀ при производительности печей восемь тоннъ въ часъ.

Въ случаѣ, если уголь, подобно бурому углю, содержитъ отъ 30 до 50⁰/₀ влаги, то сушка конструирована такъ, что въ ней можно держать высушиваемый уголь столько, сколько для этого понадобится времени.

Изъ сушки уголь подается 12"-винтовымъ конвейеромъ на 42" мельницы системы Фуллеръ-Лигай, гдѣ размалывается окончательно въ порошокъ такой мелкоты, что 95⁰/₀ его проходитъ черезъ 100-ное сито и 85⁰/₀ черезъ 200-ное.

Производительность мельницы 4 тонны въ часъ.

Размолотый сухой уголь подается особыми элеваторами въ котельную.

Все устройство рассчитано на 180 тоннъ порошка въ сутки.

При этомъ для котельной нужно 96 тоннъ въ сутки. Такимъ образомъ всегда имѣется двухъ суточный запасъ топлива.

Котлы соединены по парно, при чемъ сохранены приспособленія для отопленія газомъ (камера сгорания), и лишь вмѣсто газа снаружи этихъ камеръ сдѣланы приспособленія для подвода порошка.

Каждая пара котловъ имѣетъ вентиляторъ, приводящійся въ движеніе 10 сильнымъ моторомъ, и сопла.

Изъ закромовъ, находящихся сверху котельной, уголь падаетъ по трубѣ на 4" винтовой питательный конвейеръ, скорость движенія котораго рассчитана въ соотвѣтствіи съ количествомъ угля, необходимаго для подачи въ топку.

Каждый такой конвейеръ приводится въ движеніе 2-хъ сильнымъ моторомъ переменной скорости.

Вблизи передней части топки происходитъ смѣшеніе порошка съ воздухомъ, а сгораніе происходитъ въ камерѣ сгорания.

Емкость закромовъ соотвѣтствуетъ 16-ти часовою работѣ котла.

Разнообразныя испытанія, какія были сдѣланы съ различными сортами угля, показали значительную выгодность примѣненія угольнаго порошка для отопленія котловъ.

Стоимость превращенія угля въ порошокъ, считая и сушку, выразилась въ 35 центовъ за

тонну, что составляет по нормальному курсу— около 1,26 к. за пудь.

Стоимость угля была 1,795 доллара за тонну, или 6,5 к. за пудь.

Такимъ образомъ испареніе 1000 фунтовъ воды стоило около 11,6 центовъ, что даетъ для 1000 килограммъ—51,6 к.

При пользованіи натуральнымъ газомъ, теплотворная способность одного кубического фута котораго было 520 метрическихъ калорий, испареніе 1000 фунтовъ воды обходилось въ 16 центовъ, при цѣнѣ 1000 куб. футовъ газа—въ 12,5 центовъ.

Такимъ образомъ отопленіе этихъ котловъ порошкообразнымъ топливомъ обошлось противъ

отопленія натуральнымъ газомъ на 28⁰/₁₀ дешевле. Все вышесказанное, а также то, что было сказано нами въ предыдущей статьѣ, говоритъ за то, что этотъ новый способъ сжиганія зольнаго топлива и мелочи каменныхъ углей имѣтъ громадную будущность, и что намъ теперь же необходимо заняться изученіемъ этого способа. При настоящемъ положеніи каменноугольной промышленности, лежащей втунѣ десятки, а можетъ быть и сотни милліоновъ пудовъ антрацитового и лисичанскаго штыба, а также мелочь углей кавказскихъ, подмосковныхъ, забайкальскихъ, уральскихъ и т. д. не могутъ не заставить обратить серіозное вниманіе на использование этой мелочи.

А. Мюнцеръ.

Извлеченіе бензола изъ свѣтильнаго газа и примѣненіе его въ производствѣ взрывчатыхъ веществъ.

Daniel Florentin, инж. хим. (Le Génie Civil, 1916, Томъ XVIII стр. 35—39).

Принятіе французскимъ Парламентомъ закона 29 ноября прошлаго года, касающагося извлеченія изъ свѣтильнаго газа продуктовъ, необходимыхъ для производства взрывчатыхъ веществъ, вполне справедливо привлекло всеобщее вниманіе, такъ какъ такая обработка газа измѣняетъ свойства его, въ частности уменьшая его свѣтовую силу и въ значительной степени его теплопроизводительную способность.

Предположенное измѣненіе существующаго по ряду состоятъ главнымъ образомъ въ извлеченіи изъ газа большей части нормально содержащагося въ немъ бензола и потребители газа охотно примирились съ небольшими непріятностями, связанными съ измѣненіемъ качества поставляемаго имъ продукта. Имъ было разъяснено, что бензолъ является главнымъ источникомъ полученія азотнокислыхъ взрывчатыхъ веществъ, въ частности мелинита, изобиліе котораго представляетъ одно изъ существенныхъ условий побѣды, и этого одного довода было достаточно, чтобы прекратить всякіе нареканія и протесты, которые были бы вполне уместны въ мирное время. Нанесенный имъ убытокъ, впрочемъ, весьма незначителенъ, если принять во вниманіе, что продажная

цѣна кубическаго метра газа не измѣнилась въ Парижѣ, тогда какъ цѣна каменнаго угля поднялась почти на 100⁰/₁₀. Наконецъ, чтобы заглушить всякія жалобы, достаточно было объявить, что предложенная мѣра уже принята въ Германіи.

Дѣйствительно, начиная съ прошедшаго лѣта берлинскіе городскіе газовые заводы объявили, что съ середины сентября составъ свѣтильнаго газа будетъ измѣненъ такимъ образомъ, что нельзя уже будетъ примѣнять обыкновенныя плоскія газовыя горѣлки и что въ бѣдныхъ кварталахъ эти горѣлки должны быть домовладѣльцами замѣнены горѣлками съ камильными сѣтками.

Подобныя же мѣры были приняты и въ Англии.

Напомнимъ здѣсь различные способы извлеченія бензола, но раньше укажемъ вкратцѣ рядъ тѣхъ операций, при посредствѣ которыхъ безобидный продуктъ превращается въ взрывчатое вещество.

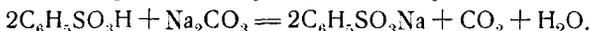
Продажный бензолъ состоитъ изъ смѣси бензола и толуола.

Первое изъ этихъ соединеній, бензолъ, даетъ съ азотной кислотой лишь одну двуазотнокислую производную $C_6H_4(NO_2)_2$, которая представляетъ весьма посредственное взрывчатое вещество.—Но

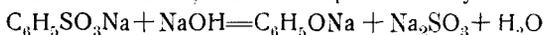
она можетъ при соотвѣтствующей химической обработкѣ дать феноль: C_6H_5OH , который съ своей стороны легко даетъ азотнокислыя соединенія. Для этого бензолъ превращаютъ въ моносulfобензовую кислоту при помощи горячей концентрированной сѣрной кислоты:



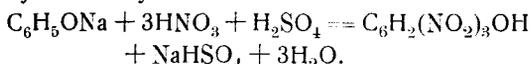
Удаливъ затѣмъ избытокъ сѣрной кислоты осажденіемъ ея въ видѣ сѣрнокислаго кальция, превращаютъ sulfобензовую кислоту въ натровую соль ея при помощи углекислаго натрія:



Растворъ, содержащій эту соль, сперва концентрируется, а затѣмъ обрабатывается ѣдкимъ натромъ до сплавленія массы; такимъ образомъ получается



Фенолатъ натрія при обработкѣ его царской водкой легко переходитъ въ тринитрофеноль или пикриновую кислоту:



Пикринъ въ Германіи, лиддитъ въ Англии, шимоза въ Японіи представляютъ лишь разновидности пикриновой кислоты; большая часть снарядовъ во Франціи заряжается мелинитомъ, который не что иное, какъ сплавленная пикриновая кислота. Относительно свойствъ и примѣненія пикриновой кислоты ссылаемся на опубликованное недавно въ *Génie Civil* наше изслѣдованіе взрывчатыхъ веществъ (1915 г., февраль и мартъ т. LXVI № 7 до 10: *Les poudres et les explosifs*, par D. Florentin, главнымъ образомъ № 9, стр. 133 и слѣд.), Феноль также извлекается изъ угля, содержащаго его въ значительномъ количествѣ. Еще недавно уголь былъ главнѣйшимъ источникомъ для полученія фенола, но потребленіе послѣдняго возрасло въ такихъ размѣрахъ, что пришлось обратиться къ синтетическому способу, о которомъ мы только что говорили.

Другой углеводородъ, содержащійся въ бензолѣ - толуоль: $C_6H_5. CH_3$, высшій гомологъ бензола. Толуоль нитруется непосредственно, давая тринитропроизводную: $C_6H_2(NO_2)_3(CH_3)$, извѣстную подъ названіемъ тринитротолуола или *толита*, который представляетъ прекрасное взрывчатое вещество, употребляемое во Франціи и еще въ большемъ масштабѣ въ Германіи. Мы еще въ будущемъ вернемся къ обработкѣ толуола, о чемъ

мы уже говорили въ приведенномъ выше изслѣдованіи.

Производство бензола. До войны бензолъ извлекался почти исключительно изъ каменноугольнаго дегтя, получающагося при дистилляціи угля въ закрытыхъ приборахъ (газовые заводы и коксовые печи), а также изъ газовъ коксовыхъ печей.

Каменный уголь при разложеніи въ ретортахъ безъ доступа воздуха даетъ цѣлый рядъ газообразныхъ, жидкихъ и твердыхъ тѣлъ, среди которыхъ различаютъ слѣдующія четыре главныя категории:

- 1) Газъ, идущій на освѣщеніе и отопленіе;
- 2) Смола;
- 3) Амміачныя воды;
- 4) Коксъ.

Приводимъ главнѣйшія составныя части этихъ четырехъ категорий:

а) *Свѣтильный газъ.*—Составныя части свѣтильнаго газа могутъ быть раздѣлены на три группы:

1) *Тѣла, дающія свѣтъ, или тяжелые углеводороды:*

- $C_n H_{2n+2}$... этанъ и его гомологи;
- $C_n H_{2n}$... этиленъ C_2H_4 , пропиленъ C_3H_6 ;
- $C_n H_{2n-2}$... ацетиленъ C_2H_2 ;
- $C_n H_{2n-6}$... бензолъ C_6H_6 и его гомологи (толуоль, ксилоль).—

2) *Газъ для отопленія;* водородъ; метанъ CH_4 ; окись углерода CO .—

3) *Тѣла, составляющія нечистыя примѣси:*

Углекислота CO_2 ; амміакъ NH_3 ; синильная кислота CNH ; нафталинъ $C_{10}H_8$; сѣрнистый водородъ H_2S ; сѣрнистый углеродъ CS_2 ; сѣрнистые углеводороды: тиофень и др.

б) *Смола:* Главныя составныя части смолы слѣдующія:—

1) *Углеводороды* жирнаго ряда: пентанъ, амилень и ихъ гомологи;

Углеводороды ароматическаго ряда: бензолъ, толуоль, ксилоль, псевдокумоль и т. д;

Асфальтъ и другіе непредѣльные углеводороды, составляющіе каменноугольный пекъ.

2) *Окислы:* вода, феноль C_6H_5OH ; крезоль: $C_6H_4(OH)CH_3$, нафтоль и т. д.

3) *Азотистыя соединенія:* а) *основныя:*—амміакъ, анилинъ $C_6H_5NH_2$; пиридинъ C_5H_5N , акридинъ $C_{13}H_9N$ и т. д.;

3) *нейтральная*: пирроль C_4H_5N , карбазоль $C_{12}H_9N$ и т. д.;

4) *Стрнистыя соединения*: стрнистые водородъ и углеродъ, тиофень, тиоксень и др.

5) Наконецъ чистый углеродъ въ видѣ пыли.

Составъ каменноугольнаго дегтя. По Крамеру средній составъ гудрона слѣдующій:

Бензолъ и его гомологи (легкия масла)	2,50%
Феноль и его гомологи (легкия масла)	2,00—
Пиридинъ	0,25—
Нафталинъ, аценафтенъ	6,00—
Тяжелыя масла	20,00—
Антраценъ, фенантренъ	2,00—
Асфальтъ (растворимая часть пека)	38,00—
Уголь (нерастворимая часть пека) .	24,00—
Вода и потери	5,25—

Ректификація легкиехъ маселъ (бензола) даетъ приблизительно:

Первичныхъ продуктовъ (стрнистаго углерода, жирныхъ углеродистыхъ веществъ и др.)	6%
Чистаго бензола	44—
Смѣси бензола и толуола	6—
Чистаго толуола	17—
Конечныхъ продуктовъ (толуола, ксилола и др.)	27—

Слѣдовательно, количество извлекаемыхъ изъ смолы бензола и толуола не достигаетъ 20%.

6) *Аммиачныя воды*. Эти воды, содержащіяся въ газѣ въ видѣ паровъ и извлекаемая изъ него конденсаціей, заключаютъ между прочимъ: NH_4CO_3 , $(NH_4)_2S$ и NH_4SH , NH_4Cl , $(NH_4)_2SO_4$, а также сульфоцианистыя и желѣзцианистыя соединения аммонія и т. д.

2) *Коксъ*. Коксъ, какъ остатокъ дистилляціи

угля, содержитъ, между прочимъ, водородъ, кислородъ, сѣру, минеральную золу и др.

Количественное содержаніе бензола и дегтя въ каменноуголь.

Приведенныя выше цифры во всякомъ случаѣ весьма измѣнчивы,—такъ какъ количество углеводородовъ бензоловаго ряда, полученныхъ при перегонкѣ угля, зависитъ одновременно отъ качества дистиллируемаго угля, температуры перегонки и до нѣкоторой степени отъ самого хода дистилляціи. Но въ общемъ можно сказать, что совершенно невозможно достигъ въ одно и то же время хорошаго выхода газа и побочныхъ продуктовъ.

Элементарный составъ угля зависитъ отъ его возраста; тѣмъ уголь старше, тѣмъ менѣе онъ содержитъ кислорода и водорода, а отъ этого зависятъ соответствующія количества полученныхъ при дистилляціи побочныхъ продуктовъ. Sainte-Claire Deville раздѣляетъ угли на пять классовъ въ зависимости отъ содержанія въ нихъ кислорода. Онъ нашель, что при увеличеніи содержанія послѣдняго съ 6 до 13% происходитъ слѣдующее измѣненіе состава и свойствъ угля:

Легучихъ веществъ съ	26 до 40%
Плотность газа	0,35 „ 0,49
Свѣтовая сила	
съ	135 „ 101 лит. на свѣчу
Дегтя съ	3,90 „ 5,90%

Что касается температуры перегонки, то можно сказать, что выходъ дегтя уменьшается съ повышеніемъ температуры перегонки, а выходъ газа при обратномъ явленіи.

Ниже приведена таблица результатовъ изслѣдованія Euschène:

Перегонка 100 килогр. угля.

	Температуры	
	темно краснаго каленія	свѣтло краснаго каленія
Продолжительность опыта	минуть 34	21
Получено газа	куб. метр. 19,71	25,71
„ дегтя	килогр. 8,78	4,94

Неупапп даетъ слѣдующія цифры:

Перегонки 1000 килогр. угля.

	При 450°	При 1200°
Воды	килогр. 43	51
Дегтя	— 75	52
Кокса	— 843	661
Газа	— 234	410

гонкѣ смолы, предварительно обезвоженной, въ непрерывно или періодически дѣйствующемъ аппаратѣ.

Въ общемъ, въ началѣ получаютъ легкія масла, перегоняющіяся при температурѣ ниже 170°.

Они и даютъ такъ называемый сырой бензолъ. Последний содержитъ чистый бензолъ, толуолъ, ксилолъ, немного кумола и нѣкоторое количество примѣсей, какъ то: жирные углеводороды, сѣрво-дороды, тиофенъ и др.

Сырой бензолъ очищается въ вертикальныхъ колонковыхъ аппаратахъ; ходъ операціи измѣняется въ зависимости отъ тѣхъ рыночныхъ продуктовъ, которые желательно получить.—

Главнѣйшіе сорта рыночнаго бензола слѣдующіе:

1) Чистый бензолъ; онъ долженъ перегоняться въ промежуткѣ одного градуса.—95 процентный въ интервалъ 0,8°; точка кипѣнія 80°,4.

2) Чистый толуолъ долженъ отвѣчать тѣмъ же условіямъ; точка кипѣнія 110°,3.

3) Бензолъ 90¹/₆; называется такъ потому, что ⁹/₁₀ его перегоняются ранѣе 100°; онъ содержитъ 81⁰/₁₀ бензола и 15⁰/₁₀ толуола.

4) Бензолъ 50⁰/₁₀; перегоняется на половину до 100°, содержитъ 45⁰/₁₀ бензола, 40⁰/₁₀ толуола и 12⁰/₁₀ ксилола.

5) Сольвентъ-нафта (растворяющая нафта), начинающая перегоняться при 115° приблизительно и ⁹/₁₀ которой перегоняются ранѣе температуры 160°, и другіе.

Въ производствѣ взрывчатыхъ веществъ примѣняются чистые бензолъ и толуолъ, такъ какъ смѣси нечистыхъ возгоновъ дали бы въ послѣдствіи рядъ изомеровъ, отдѣленіе которыхъ практически невозможно.

Извлеченіе бензола изъ газа коксовыхъ печей.

Это производство сравнительно новое, такъ какъ лишь въ 1897 году Brunck установилъ самый способъ извлеченія бензола, который сильно развился въ рейнско-вестфальскомъ бассейнѣ, и благодаря которому Германія сдѣлалась самымъ крупнымъ производителемъ бензола.

Способъ Брунка даетъ сравнительно легкій бензолъ, т. е. бензолъ съ невысокой точкой кипѣнія. Онъ, дѣйствительно, даетъ ⁸/₁₀ бензола 90⁰/₁₀ и только ²/₁₀ толуола и растворяющей нафты.

Способъ этотъ состоитъ въ методическомъ промываніи очищеннаго отъ смолы газа коксовыхъ печей помощью тяжелаго масла, полученнаго изъ смолы и перегоняющагося при 200° до 300°.

Масло, насыщенное бензоломъ, теряетъ послѣдній, проходя рядъ приборовъ. Сначала оно поступаетъ въ подогреватель, основанный на обмѣнѣ теплоты, гдѣ оно нагревается до 90—100°, конденсируя въ аппаратѣ водяной паръ и тяжелые углеводороды, затѣмъ оно поступаетъ на послѣднія горизонтальныя перегородки выпаривающей колонны; пары сырого бензола, выходящіе изъ этой колонны, конденсируются и бензолъ освобождается отъ воды; онъ содержитъ приблизительно 50⁰/₁₀ чистаго бензола и затѣмъ очищается соответственно тому или другому рыночному продукту какъ было указано выше.

Во Франціи главнымъ образомъ примѣняютъ способъ P. Mallet. Газъ промывается въ двухъ вертикальныхъ цилиндрическихъ резервуарахъ, работающих параллельно и раздѣленныхъ по высотѣ семью горизонтальными перегородками. Обезоленное масло освобождается отъ бензола въ колоннѣ съ 10-тью перегородками, будучи предварительно нагрѣто парами, выходящими вверху колонны. Эти пары проходятъ послѣдовательно черезъ рядъ приборовъ-анализаторовъ, дающихъ бензолы 95⁰/₁₀ и даже 98⁰/₁₀, (т. е. бензолы перегоняющіеся въ количествѣ 95 и 98⁰/₁₀ при температурѣ ниже 100°).

Оба эти способы Brunck и Mallet пригодны для полученія бензола изъ свѣтильнаго газа.

Извлеченіе бензола изъ свѣтильнаго газа.

Передъ тѣмъ какъ внести въ палату проектъ объ извлеченіи бензола изъ свѣтильнаго газа, военный министръ издалъ цѣлый рядъ указовъ, клонящихся къ увеличенію выхода бензола, напр.: запрещеніе прибавлять бензолъ къ свѣтильному газу, запрещеніе отопленія ретортъ каменноугольной смолой, и др. Приняты были также мѣры къ извлеченію бензола, и въ особенности толуола, изъ нѣкоторыхъ сортовъ нефти, содержащихъ довольно значительное количество его (напр. нефть острова Борнео).

Несмотря на эти мѣры производство бензола во Франціи было ниже спроса на него, поэтому возникла мысль извлекать бензолъ изъ свѣтильнаго

газа, что уже раньше было проведено въ Германіи, гдѣ способъ извлеченія его аналогиченъ способу, примѣняемому для извлеченія бензола изъ газовъ коксовыхъ печей, о которомъ мы выше упоминали.

Принято, что въ среднемъ 100 объемовъ свѣтильнаго газа содержать

- 1,05 объемъ бензола
- 4,40 „ друг. тяжелыхъ углеводородовъ
- 94,35 „ горючихъ газовъ.

Этотъ бензолъ, между прочимъ, играетъ преобладающую роль въ свѣтовой силѣ газа. По Sainte-Claire Deville, послѣдняя для газа города Парижа зависитъ

- на 62,5⁰/₀ отъ бензола
- „ 10,0⁰/₀ „ метана
- „ 10,0⁰/₀ „ ацетилена
- „ 17,5⁰/₀ „ пропилена и др.

Сравнительная свѣтовая сила главнѣйшихъ углеводородовъ опредѣлена была Schaefer'омъ въ свѣчахъ Neffner'a на 150 литровъ.

Метанъ	6
Этиленъ	68
Ацетиленъ	240
Бензолъ	420

Съ точки зрѣнія теплопроизводительной способности бензолъ играетъ тоже весьма значительную роль. Ниже приводится число калорій, получающихся отъ горѣнія одного куб. метра (при 0° и 760 мм. давленія) главнѣйшихъ газовъ или паровъ (числа вычисленныя):

Г а з ь	Химич. формула	Число калорій
Водородъ	H ₂	2.610
Окись углерода	CO	3.050
Метанъ	CH ₄	9.430
Этиленъ	C ₂ H ₄	13.650

Ацетиленъ	C ₂ H ₂	11.060
Гексанъ	C ₆ H ₁₄	44.400
Бензолъ	C ₆ H ₆	34.000
Толуоль	C ₇ H ₈	39.950
Водяной газъ	приблизительно CO + H ₂	2.830
Водяной газъ	на практикѣ	2.500
Свѣтильный газъ H ₂ ; CH ₄ ; CO; C ₆ H ₆ и проч.		4.700 до 5.200
Пары маселъ, нефти или смолы	CH ₄ ; C ₂ H ₄ ; C ₆ H ₆ ; CO и проч.	9.000 до 11.500

Если бы отнять у свѣтильнаго газа всѣ пары бензола, содержащагося въ немъ, то онъ потерялъ бы теоретически около 300 калорій на куб. мет., т. е. около 6⁰/₀ своей теплопроизводительной способности, но извлеченіе бензола никогда не можетъ быть полнымъ, такъ что потеря не превзойдетъ 4⁰/₀-ной минимальной теплопроизводительной способности, установленной техническими условіями (для Парижа—4700 калорій).

Въ докладѣ, представленномъ г. Treignier военной комиссіи французскаго парламента, изложены опыты, произведенные съ цѣлью опредѣлить содержаніе бензола въ газѣ; въ одномъ случаѣ получено 27 граммовъ сырого бензола на куб. метръ газа, и въ другомъ случаѣ 27,8 грамма, изъ которыхъ было извлечено 14,2 грамма чистаго бензола и 4,8 граммъ толуола.

Примѣняя эти цифры къ средней суточной производительности газовыхъ заводовъ Парижа, Ліона, Марселя и Бордо, получаемъ

Газъ въ Парижѣ	Дистиллированный уголь въ тоннахъ	Газъ въ куб. метр.	Чист. бензолъ въ килогр.	Чист. толуоль въ килогр.
„ „ пригородахъ его				
„ „ Лионѣ				
„ „ Марселѣ				
„ „ Бордо				
Итого				

Допустимъ, что толуоль нитруется для получения толита съ выходомъ въ 180% и что бензолъ даетъ то же количество по вѣсу фенола, дающаго пикриновую кислоту съ выходомъ въ 190%; тогда оказывается, что приведенные выше четыре крупныхъ центра могутъ дать до 13 тоннъ толита и до 41 тонны мелинита ежедневно.

Но эти цифры г. Traignier страдают, повидимому, нѣкоторой неточностью; съ одной стороны, нельзя будетъ извлечь практически болѣе 20 грам. бензола изъ куб. метра газа, а съ другой стороны, производительность Парижскаго газоваго О-ва нѣсколько уменьшена почтеннымъ депутатомъ. Эта производительность въ нормальное время, дѣйствительно, достигаетъ 1.300.000 куб. метр. и легко можетъ держаться на 1.000.000 куб. метровъ въ теченіе 1916 года.

Еще до утвержденія закона 29 ноября Парижское газовое общество начало подготовительныя работы для производства бензола, вслѣдствіе чего оно могло пустить въ ходъ часть своихъ установокъ вскорѣ послѣ вступленія закона въ силу.

Намъ кажется небезинтереснымъ привести здѣсь дословно всѣ четыре статьи этого новаго закона.

Статья 1. Военному министру предоставляется право ввести особый способъ обработки свѣтильнаго газа во всѣхъ газовыхъ заводахъ національной территоріи, какъ муниципальныхъ, такъ и акціонерныхъ обществъ, товариществъ и всякихъ другихъ частныхъ лицъ и учреждений, добывающихъ свѣтильный газъ и распределяющихъ его между потребителями, въ цѣляхъ извлеченія изъ газа всѣхъ составныхъ частей его, необходимыхъ для производства взрывчатыхъ веществъ.

Владѣльцы такихъ заводовъ обязуются вести свое производство и обработку газа на началахъ, указанныхъ выше и въ условіяхъ, установленныхъ Военнымъ Министромъ, согласно общимъ статьямъ главы XII (ст.ст. 129—134) закона 2-го августа 1877 года, содержащимъ установленіе правительственнаго надзора за исполненіемъ закона о военной реквизиціи, съ измѣненіями отъ 13-го ноября 1907 года и 2 августа 1914 года.

Эти операціи по обработкѣ газа ни въ коемъ случаѣ не должны служить источникомъ дохода газовыхъ обществъ.

Статья 2. Такимъ образомъ измѣненный газъ отпускается потребителямъ вмѣсто того газа, который обусловленъ въ техническихъ условіяхъ, договорахъ и иныхъ соглашеніяхъ, отдѣльные пункты которыхъ, касающіеся свѣтовой силы и теплопроизводительной способности теряютъ свою силу по закону безъ особаго вознагражденія на все время, пока военный министръ сочтетъ нужнымъ пользоваться правомъ, предоставленнымъ ему статьей 1 настоящаго закона;

Статья 3. Въ теченіе всего времени дѣйствія сего закона спеціальныя свойства газа и другія условія поставки его какъ для общественныхъ, такъ и для частныхъ потребителей, остаются тѣми же, кои опредѣлены техническими условіями, лишь съ тѣми измѣненіями, которыя явятся прямымъ послѣдствіемъ особой обработки, опредѣленной статьей 1 сего закона.

Сроки заключенныхъ договоровъ какъ съ общественными, такъ и частными учреждениями и лицами, не измѣняются, также и сроки возобновленія или отказа отъ нихъ.

Статья 4. Указъ военнаго министра опредѣлить для cadaго завода время начала операцій, указанныхъ въ статьѣ 1-ой, съ каковаго времени примѣненіе настоящаго закона является для него обязательнымъ. Окончаніе этихъ операцій будетъ установлено новымъ постановленіемъ военнаго министра.

Какъ отразится этотъ законъ на свѣтовой силѣ и теплопроизводительной способности газа?

Въ замѣткѣ, приложенной къ докладу г. Caseneuve въ Сенатѣ, Н. Le Chatelier заключаетъ на основаніи ряда опытовъ, произведенныхъ надъ газомъ города Парижа, что извлеченіе изъ него бензола лишь незначительно повліяетъ на качество газа съ точки зрѣнія потребителя, исключая силы свѣта открытаго пламени, каковой родъ освѣщенія находить все менѣе и менѣе примѣненія.

Для освѣщенія помощью горѣлокъ Ауэра не найдено никакой разницы въ силѣ свѣта натурального газа и газа, лишеннаго бензола. Этотъ результатъ, кажущійся на видъ парадоксальнымъ, происходитъ отъ того, что газъ не можетъ при обыкновенномъ давленіи всосать количество воздуха, достаточное для полнаго сгоранія. Слѣдовательно, теплопроизводительная способность его не вопліѣ использована, тогда какъ она гораздо выше

для газа, лишеннаго бензола и требующаго меньше воздуха для горѣнія.

Точно также, для отопленія кухонныхъ очаговъ качество и того и другого газовъ совершенно идентично. Это можно объяснить аналогично предыдущему. Въ аппаратахъ, въ которыхъ пламя омываетъ нагрѣваемый предметъ, горѣніе прекращается, какъ только пламя коснулось твердаго предмета, Чѣмъ меньше нужно воздуха для его горѣнія, тѣмъ меньше потеря несгорѣваемаго газа. Такимъ образомъ получается компенсация меньшей теплопроизводительной способности лучшимъ использованиемъ теплоты.

Le Chatelier не производилъ опытовъ съ моторами внутренняго сгорания, но онъ считаетъ, что пониженіе отдачи вслѣдствіе извлеченія бензола изъ газа будетъ меньше, чѣмъ потеря теплопроизводительной способности. Теплота не можетъ быть полностью использована въ моторахъ, вслѣдствіе необходимости охлажденія машины въ цѣляхъ ея сохраненія, а потеря въ теплопроизводительной способности частью компенсируется меньшей потерей теплоты черезъ стѣнки цилиндра.

Не оказалось ли бы возможнымъ возратить газу, лишенному бензола, его свѣтовую силу и теплопроизводительную способность? Отвѣтъ на этотъ вопросъ не подлежитъ сомнѣнію, и рѣшеніемъ его уже занялись, главнымъ образомъ, прибавленіемъ къ газу углеводородовъ, полученныхъ изъ нефти. Но не слѣдуетъ искать такого единственнаго разрѣшенія задачи; можно было бы добавлять масляный газъ изъ тяжелой нефти или гудрона, и даже ацетиленъ (напр. до 2³/с), получаемый изъ карбида кальція, добываемаго во Франціи въ значительныхъ количествахъ. Это все вопросы,

которые могутъ быть рѣшены только послѣ окончанія войны.

Но если мы хотимъ послѣ войны развить нашу химическую промышленность, то необходимо освободиться отъ заграничной зависимости, въ частности германской, въ отношеніи сырыхъ продуктовъ, необходимыхъ для этой промышленности. Среди этихъ сырыхъ продуктовъ находятся производныя ароматическаго ряда, образующія основу промышленности, добывающей взрывчатя и красящія вещества и большинство фармацевтическихъ продуктовъ и духовъ, наиболѣе процвѣтающей изъ ряда производствъ, основанныхъ на органической химіи. Настоящая война показала всю важность для страны производства въ предѣлахъ возможности сырыхъ продуктовъ вообще и, въ частности, продуктовъ необходимыхъ для производства взрывчатыхъ веществъ.

Эта задача настолько важна, что правительство должно поощрять работы въ этомъ направленіи. Крупныя газовыя общества и въ особенности коксовые заводы должны начать изученіе новыхъ процессовъ производства, способныхъ увеличить выходъ газовъ и побочныхъ продуктовъ, а такъ какъ эти общества въ такомъ случаѣ будутъ оборудованы для извлеченія бензола изъ газа, то возникаетъ вопросъ о желательности ихъ существованія послѣ войны.

Остается пожелать, чтобы правительство, поручившее г.г. Denys Cochin, Clémentel и A. Thomas обследовать современное состояніе химической промышленности и найти способы ея развитія, особенно тщательно занялось этимъ вопросомъ.

К. де-Тилліе.

Газообразные продукты, образующіеся при взрывѣ динамита.

Примѣненіе въ Донецкомъ бассейнѣ американскихъ взрывчатыхъ веществъ сопровождалось въ нѣсколькихъ отдѣльныхъ случаяхъ заболѣваніями рабочихъ. Самъ по себѣ фактъ отравленія газами динамита не является новостью. Въ только что вышедшемъ статистическомъ изслѣдованіи *) не-

*) Техн. и стат. изслѣдованіе несл. сл. на горныхъ и горнозав. предпріят. 1916. Министерство Торг. и Пром.

счастливыхъ случаевъ на горныхъ предпріятіяхъ за время отъ 1880 г. до 1900 г. въ предѣлахъ Южнаго и Юго-Восточнаго Горнаго Управленія, наприкладъ, указывается 4 случая съ 7 человѣческими жертвами отъ преждевременнаго приближенія къ забою послѣ взрыва шпуровъ.

Если, поэтому, случаи, имѣвшіе мѣсто въ недавнемъ прошломъ, обратили на себя особое вни-

маніе, то причину этого надо искать не въ самомъ фактѣ заболѣваній, а въ той связи, которую они имѣли съ примѣненіемъ новаго для насъ американскаго динамита.

При объясненіи этихъ случаевъ можно итти въ двухъ направленіяхъ. Можно допустить, что при взрывѣ этого динамита образуются какіе-либо особые ядовитые газы, не появляющіеся послѣ выпала обыкновеннаго динамита,—или же надо признать, что въ данномъ случаѣ опасные газы развивались въ гораздо большемъ количествѣ, требующемъ болѣе продолжительнаго времени для освѣженія забоя.

Чистый нитроглицеринъ при полномъ разложеніи даетъ, въ качествѣ газообразныхъ продуктовъ, только углекислоту, азотъ, кислородъ и водяные пары. Чистая нитроцеллюлоза въ дополненіе къ этимъ газамъ образуетъ еще окись углерода, метанъ и водородъ. Смѣси этихъ двухъ взрывчатыхъ веществъ даютъ продукты промежуточнаго характера. Нѣкоторыя данныя этого рода, полученныя при опытахъ William Macnab'a и E. Ristori (Osk. Guttmann. Schiess und Sprengmittel—1900), приводятся ниже въ табл. 1-ой.

Т а б л и ц а I.

Продукты горѣнія въ % по вѣсу

	Углекислота CO ₂	Окись углерода CO	Метанъ CH ₄	Кислородъ O	Водородъ H	Азотъ N	Вода H ₂ O
Нитроглицеринъ . . .	57.60	—	—	2.70	—	18.80	20.70
Нитроцеллюлоза . . . (N—13.3%)	29.27	38.52	0.24	—	0.86	13.60	16.30
50 нитроглицерина . . .	41.0	23.10	0.08	—	0.40	15.58	20.01
50 нитроцеллюлозы . . . (N—12.24%)							
60 нитроглицерина . . .	33.0	31.30	0.20	—	0.70	15.46	19.00
5 вазелина							
35 нитроцеллюлозы . . .							
Cordite англійск. фабр. (C = 22.9, H = 57.7, O—2.9 N—15.2)	31.76	32.68	0.32		0.86	15.19	18.08
Ballistit итальян. фабр. (C—21.5; H—60.8; O—2.7; N—15.8)	41.11	23.76	0.12	—	0.47	15.8	19.69

Вполнѣ тождественныя съ этими данныя были получены также при изслѣдованіи американскихъ предохранительныхъ взрывчатыхъ веществъ въ правительственной станціи въ Wisceton'ѣ (Изд. Департамента Внутреннихъ Дѣлъ, Bureau of Mines. Test of Permissible explosives—By Cl. Hall and SP. P. Howell 1913. Вашингтонъ).

Взрывы производились въ бомбѣ прибора Bichal'a. Раздѣливъ всѣ предохранительныя взрывчатые вещества на 4 группы, изслѣдователи пришли къ заключенію, что наибольшее количество ядовитыхъ газовъ даютъ взрывчатые вещества ряда нитрогли-

церина. Лабораторные опыты были проведены на практикѣ, при этомъ было обнаружено, что вещества, дававшія въ приборѣ Bichal'a наибольшее количество ядовитыхъ газовъ (былъ обнаруженъ только одинъ ядовитый газъ—окись углерода), въ просторныхъ забояхъ не давали замѣтнаго присутствія CO въ пробахъ воздуха, взятыхъ немедленно послѣ выстрѣла.

Однако при опытахъ въ небольшихъ глухихъ забояхъ—количество окиси углерода въ рудничномъ воздухѣ послѣ взрыва 680 граммъ взрывчатого вещества достигало уже 0.11%. Другіе динамиты,

не дававшие большого количества ядовитых газовъ въ приборѣ, въ рудничной обстановкѣ при тѣхъ же условіяхъ давали содержаніе окиси углерода не болѣе 0.02⁰/₁₀. На основаніи этихъ опытовъ были выработаны нормы, въ силу которыхъ взрывчатые вещества, дающія въ приборѣ Vichal'a болѣе 158 литровъ ядовитыхъ газовъ на 680 граммъ вещества, должны были считаться опасными. Эти взрывчатые вещества были исключены изъ смѣсей дозволенныхъ къ употребленію.

Рядомъ другихъ опытовъ было также обнаружено, что количество окиси углерода сильно понижается при удаленіи бумажной оболочки патрона. О размѣрахъ этой зависимости можно судить по слѣдующимъ анализамъ A. Z. Hyde.

	Съ бумажной оболочки	Безъ бумажной оболочки
Углекислота	27.3	51.4
Окись углерода	26.9	5.0
Кислородъ	0.0	0.0
Водородъ	18.0	2.2
Метанъ	0.4	0.3
Азотъ	27.4	41.1

Во всѣхъ цитировавшихся выше данныхъ ядовитую часть газообразныхъ продуктовъ являлась исключительно окись углерода. Надо думать, что это и въ дѣйствительности такъ.

Для полноты картины, однако, я считаю лишнимъ привести также мнѣніе A. G. Blakeley, высказанное имъ недавно въ американскомъ журналѣ Coal Age (August 19—1916). Указанный авторъ, не приводя впрочемъ болѣе точныхъ ссылокъ и анализовъ, высказываетъ предположеніе о возможности образованія при паленіи шпуровъ, кромѣ окиси углерода, также еще двуокиси азота NO₂, легко открываемой по характерному запаху (полный эффектъ послѣ ея вдыханія обнаруживается, по словамъ Blakeley, только черезъ нѣсколько часовъ), акролеина (съ ѣдкимъ запахомъ пригорѣлаго жира), синильной кислоты, сѣроводорода и паровъ нитроглицерина. Послѣдній можетъ иногда улетучиваться безъ разложенія, и въ такихъ случаяхъ воздухъ дѣлается сладкимъ на вкусъ. Количество всѣхъ этихъ газовъ едва-ли можетъ достигать сколько-нибудь значительныхъ размѣровъ. Для доказательства дѣйствительнаго ихъ присутствія въ продуктахъ взрыва необходимо специальное изслѣ-

дованіе. Выясненію этого вопроса могло бы оказать большую услугу подробное обследованіе всѣхъ обстоятельствъ, сопровождающихъ каждый несчастный случай отъ отравленія газами при паленіи. Къ сожалѣнію, обыкновенно, такіе случаи рѣдко подвергаются обстоятельному изученію.

Въ связи съ происшедшими въ Донецкомъ бассейнѣ случаями заболѣванія рабочихъ отъ вдыханія продуктовъ взрыва американскаго динамита мною было произведено небольшое изслѣдованіе, относящееся къ динамиту марки „Du-pont“, содержащему 83⁰/₁₀ п. г. (Du pont explosives Power Coal № 1) и 26⁰/₁₀ п. г.

Отсутствіе специальныхъ приборовъ заставило ограничиться опытами схематическаго характера. Въ началѣ для опытовъ брались заряды въ 200 граммъ (1/2 фунта); воспламененіе производилось электрическими пистонами № 8 въ стальной мортирѣ съ отверстіемъ въ 55 мм. или же въ забой штольни въ породѣ.

Въ послѣднемъ случаѣ динамитъ помѣщался въ специально для этого проводимыхъ шпурахъ въ песчаникѣ. При пользованіи мортирой—забойка не примѣнялась; обстановка же, сопровождавшая паленіе въ песчаникѣ, по своему характеру, напоминала рудничную практику. Мортира помѣщалась въ тупикѣ желѣзной 30 метровой штольни, имѣвшей поперечное сѣченіе въ 2 кв. метра. Длина штольни въ породѣ равнялась также 30 метрамъ. Тотчасъ послѣ выстрѣла изъ забоя штолень отсасывались пробы газовъ.

Было произведено 5 опытовъ (2 въ штольнѣ въ породѣ). Количество углекислоты колебалось между 0.1—0.6⁰/₁₀; содержаніе кислорода было равно 20.2—20.7⁰/₁₀. Окись углерода была обнаружена только въ одномъ случаѣ въ количествѣ 0.07⁰/₁₀. Благоприятные результаты объясняются, во-первыхъ, небольшимъ количествомъ взрывавашагося динамита (1/2 ф.) и, во-вторыхъ, большимъ поперечнымъ сѣченіемъ штольни при небольшой длинѣ. Послѣднее обстоятельство вызывало сильное разбавленіе газовъ при перемѣшиваніи ихъ съ воздухомъ.

Для полученія продуктовъ горѣнія въ болѣе чистомъ видѣ дальнѣйшіе опыты производились въ 10 литровомъ баллонѣ. Воздухъ изъ баллона не удалялся, что только приближало условія опыта къ практикѣ, т. к. при паленіи шпуровъ въ рудникѣ

часть горючих газов могла сгорать также и за счет кислорода воздуха.

Патронъ динамита подвѣшивался на проволоку, идущей къ пистону, такимъ образомъ, что онъ всегда совмѣщался съ центромъ поперечнаго сѣченія вертикально стоящаго баллона. После выстрѣла газъ выходилъ подъ значительнымъ давленіемъ черезъ небольшое отверстие въ вентиль баллона, служившее для помѣщенія электрическихъ проводовъ. Часть этого газа собиралась въ пробирки для анализа. Общее количество образующихся газовъ не

устанавливалось за отсутствіемъ необходимыхъ для этого приборовъ. Для изслѣдованія брался динамитъ съ бумажной оболочкой и безъ нея. Въсь оболочки приблизительно достигалъ 10% общего вѣса патрона.

Динамитъ съ 26% п. г. представлялъ изъ себя настолько рыхлую массу, что примѣненіе его при условіяхъ опыта безъ оболочки было невозможно. Въ опытѣ № 12 оболочка этого динамита была замѣнена плотной оберточной бумагой. Результаты анализова газъ приведены въ табл. 2-й.

Таблица 2 я

№№ опытовъ	Условія опытовъ	Составъ газа въ 4, *)			
		CO ₂	CO	H	NO
8	65 граммъ дин. 83% п. г. въ оболочкѣ, вѣсившей 6,5 гр.	28.7	25.3	17.2	—
11	65 граммъ дин. 83% п. г. въ оболочкѣ, вѣсившей 6.5 гр.	18.7	29.8	26.2	—

9	66 гр. дин. съ 83% п. г. безъ оболочки . . .	36.7	12.8	10.8	—
10	64 гр. „ „ . . .	40.9	12.4	11.4	—

12	65 гр. дин. съ 26% п. г. въ простой бумажной оболочкѣ.	20.4	28.6	22.0	—
13	65 гр. дин. съ 26% п. г. въ нормальной обо- лочкѣ	20.9	31.2	19.2	—

При анализѣ былъ обнаруженъ кислородъ въ количествѣ 0.3—0.8%. Присутствіе кислорода надо объяснить проникновеніемъ воздуха въ пробирку при взятіи пробы или же воздухомъ капиларовъ.

Анализы газа обнаружили большую зависимость между количествомъ окиси углерода и присутствіемъ въ патронѣ оболочки. Во всѣхъ случаяхъ при взрывѣ одного и того же динамита съ оболочкой процентное содержаніе CO въ газѣхъ возрастало, почти въ 2½ раза превосходя ея содержаніе при опытахъ безъ оболочки.

Если не дѣлать допущенія, что заболѣванія после паленія шпуровъ съ американскимъ динамитомъ обуславливались присутствіемъ какого-либо, другого, кромѣ CO, газа, — то слѣдуетъ сдѣлать тотъ выводъ что неудобства примѣненія этого динамита могутъ значительно ослабнуть при примѣненіи его безъ оболочки.

Для сравненія изслѣдованнаго американскаго динамита съ динамитомъ Нобеля былъ изслѣдованъ также газъ, образующійся при тѣхъ же условіяхъ опыта после взрыва нобелевскаго динамита съ 93%

*) CO₂ поглощалась растворомъ ѣдкаго кали; CO—амміачнымъ растворомъ полухлористой мѣди, а при контрольныхъ опредѣленіяхъ путемъ сжиганія; H опредѣлялся сжиганіемъ, а при контрольныхъ анализахъ поглощеніемъ съ помощью губчатого палладія, NO—растворомъ желѣзнаго купороса.

нитроглицерина. Патронъ его вмѣстѣ съ оболочкой вѣсилъ 72 грамма. Составъ газа былъ слѣдующій: CO_2 — 40.2%; O — 0.0%; CO — 12.1%; H — 11.0%. Такимъ образомъ Нобелевскій динамитъ *въ оболочкѣ развивалъ такое же количество окиси углерода, какъ и американскій динамитъ съ 83% п. г., но безъ оболочки.* Это обстоятельство можетъ служить основаніемъ для предположенія о томъ, что сравнительно большее неудобство примѣненія американскаго динамита объясняется его способностью давать значительное количество окиси углерода.

При паленіи въ рудникѣ составъ получаемыхъ газообразныхъ продуктовъ можетъ быть, понятно, нѣсколько другимъ. По отношенію къ CO рудничная обстановка можетъ играть тройкую роль.

Съ одной стороны, такъ какъ значительная доля теплоты, развиваемой динамитомъ, будетъ тратиться на механическую работу разрыва породы, общая температура газовъ должна быть ниже, чѣмъ въ баллонѣ, и, слѣдовательно, условія для образованія окиси углерода будутъ болѣе благоприятны. Съ другой стороны, выбрасываніе газовъ изъ шпура

въ выработку, если т ихъ достаточно высока, можетъ повлечь за собой сгораніе части газовъ за счетъ кислорода воздуха. Наконецъ, соприкосновеніе пламени динамита съ поднимаемой выстрѣломъ угольной пылью должно повести за собою сгораніе ея съ образованіемъ также окиси углерода, какъ это было обнаружено опытами въ Bruceton'ѣ.

Учестъ заранѣе всѣ эти обстоятельства не представляется возможнымъ, но, повидимому, можно считать установленнымъ, что американскій динамитъ при прочихъ равныхъ условіяхъ при паленіи въ оболочкѣ будетъ давать болѣе окиси углерода, чѣмъ динамитъ Нобеля, и, слѣдовательно, будетъ требовать болѣе совершенной вентиляціи забоя или болѣе продолжительнаго времени для его освѣженія.

Вопросъ о наличности въ газахъ этого динамита какихъ-либо другихъ, кромѣ CO , ядовитыхъ продуктовъ остается открытымъ, такъ какъ обнаруженіе ихъ въ виду несомнѣнно малаго ихъ количества сопряжено съ большими трудностями и требуетъ постановки специальныхъ опытовъ.

Н. Черницынъ.

О зольности угля на желѣзныхъ дорогахъ.

Подъ впечатлѣніемъ тяжелыхъ обвиненій, брошенныхъ представителями Министерства Путей Сообщенія углепромышленникамъ на только-что закончившемся ихъ Съѣздѣ, я проникся желаніемъ полнѣе уяснить себѣ точку зрѣнія этихъ представителей. Нѣтъ ничего проще, какъ голословно заявить, что поѣзда останавливаются въ пути отъ чрезмѣрной зольности Донецкаго угля и по той же причинѣ происходитъ общее разстройство транспорта, наблюдаемое нынѣ. Значительно труднѣе это доказать, потому что всякому, имѣвшему дѣло съ Донецкимъ углемъ при сжиганіи его на паровозахъ, извѣстно, что остановка поѣзда въ пути иногда вызывается особымъ свойствомъ шлаковъ (ихъ легкоплавкостью), которое наблюдается иногда даже и въ малозольныхъ угляхъ, а чаще всего неумѣлимъ наборомъ углей или неумѣлимъ обращеніемъ съ ними.

Я не буду этого доказывать, потому что это отлично знаютъ и сами желѣзнодорожники. Въ минуты болѣе спокойнаго техническаго обсужденія этого вопроса они объ этомъ говорятъ во всеуслышаніе. Для доказательства этого положенія привожу ниже выдержки изъ труда одного изъ представителей Министерства Путей Сообщенія А. И. Мюнцера „Топливо въ желѣзнодорожномъ дѣлѣ“. Въ главѣ о шлакованіи углей А. И. Мюнцеръ говоритъ: „...особенность Донецкихъ углей это — шлакованіе. Шлакованіемъ называется способность золы угля давать легкоплавкую массу, заливающую колосниковую рѣшетку и прекращающую доступъ воздуха въ топку. Это свойство давать легкоплавкіе шлаки не зависитъ отъ количества золы, и часто наоборотъ, малозольные угли обладаютъ наиболѣе легкоплавкими шлаками, и часто простое увеличеніе золы въ этихъ угляхъ уменьшаетъ ея легкоплав-

кость. По даннымъ E. Prost'a, легкоплавкость шлаковъ зависитъ отъ содержанія въ золѣ тѣхъ или другихъ окисловъ и ихъ соотношенія“ (стр. 36).

Такъ угли пламенные неспекающіеся и дающіе не легкоплавкую золу—могутъ быть использованы даже при наличіи большаго содержанія золы, чѣмъ угли коксующіеся и дающіе легкоплавкіе шлаки. Какъ примѣръ, можно привести Уральскіе каменные угли, содержащіе отъ 20 до 32⁰/₀ золы и годные для отопленія паровозовъ. Донецкіе же угли при содержаніи болѣе 20⁰/₀ золы почти совершенно негодны къ отопленію, и лишь въ смѣси съ хорошимъ углемъ ихъ можно сжечь подъ котломъ паровоза. (Стр. 40).

Говоря объ Уральскихъ угляхъ, А. И. Мюнцеръ сообщаетъ, что „средній анализъ углей западнаго склона даетъ лет. вѣщ. 31⁰/₀, сѣры 5⁰/₀, золы 21,5⁰/₀, влаги 3⁰/₀, теплотворную способность к. в. п. 6150 калорій. Уральскій уголь расходуется главнымъ образомъ Пермской ж. д. и отчасти Самаро Златоустовской“ (стр. 22).

Говоря объ удачныхъ опытахъ съ очисткой поступившаго на склады дорогъ сильно загрязненнаго угля, А. И. Мюнцеръ пишетъ: „Эта мѣра можетъ служить доказательствомъ, что при извѣстной распорядительности и плохіе угли можно превратить въ годные“ (стр. 49).

Говоря о смѣси различныхъ сортовъ угля, А. И. Мюнцеръ совершенно основательно заявляетъ: „вторая мѣра болѣе рациональна и необходима—это смѣси.

Наиболѣе выгодно сжигать угли на паровозахъ въ видѣ смѣси, въ особенности теперь, когда наблюдается такое большое разнообразіе сортовъ углей, причемъ многіе сорта ихъ сильно загрязнены породой. Смѣшивать можно, во-первыхъ, угли одного и того же сорта, но разной степени загрязненности, во-вторыхъ, разные сорта, ибо часто два сорта, мало экономичные въ отдѣльности, даютъ хорошую экономическую смѣсь. Смѣшивание должно быть сдѣлано равномѣрно, и по возможности куски топлива должны быть одинаковы. Если мы имѣемъ уголь съ 16—18⁰/₀ летучихъ веществъ спекающійся, то къ нему не слѣдуетъ примѣшивать тощій уголь, содержащій летучихъ веществъ отъ 10—14⁰/₀, такъ какъ отъ такой смѣси эти угли только стануть менѣе удобными къ сожиганію, ибо спекаемость перваго угля значительно понизится.

По возможности нужно стремиться къ тому, чтобы смѣсь углей имѣла около 24—28⁰/₀ летучихъ веществъ.

Не слѣдуетъ смѣшивать длиннопламенные угли съ тощими, ибо такая смѣсь будетъ горѣть неравномѣрно и не дастъ спекающейся массы.

Чѣмъ тѣснѣе будетъ смѣсь углей, тѣмъ лучше будетъ результатъ. Самое лучшее было бы, если смѣсь углей производилась на складѣ передъ подачей на паровозъ.

Но въ виду отсутствія свободнаго мѣста на складѣ (!) и неравномѣрнаго поступленія на складъ разныхъ углей, производить такія смѣси на складахъ невозможно. (!!!)

Смѣшиваніе производится во время погрузки угля на паровозы, а потому нужно стараться, чтобы во время погрузки смѣсь была сдѣлана болѣе правильно и равномѣрно.

Если бы склады топлива имѣли болѣе основательныя погрузочныя средства, чѣмъ „журавли“ съ 10 пуд. бадьями (напр. эстокады, краны и т. п.), то погрузка смѣси была бы болѣе равномѣрна и совершалась бы быстрѣе (стр. 50 и 51)“.

Вотъ что знаютъ о Донецкихъ угляхъ представители Министерства Путей Сообщенія и что они замалчиваютъ, когда у нихъ появляется желаніе свалить вину съ больной головы да на здоровую! Конечно, къ изложенному въ трудѣ А. И. Мюнцера специалисты могли бы добавить еще очень многое. Однако, если бы и то, что указано А. И. Мюнцеромъ въ книгѣ, проводилось на желѣзныхъ дорогахъ въ жизнь, то не могло бы быть и рѣчи объ остановкахъ поѣздовъ въ пути и разстройствѣ правильнаго движенія на желѣзныхъ дорогахъ изъ за чрезмѣрной зольности Донецкаго угля. Министерство Путей Сообщенія до сихъ поръ не хочетъ понять, что тѣ угли, которые оно когда-то неосмотрительно забирало, теперь не могутъ появиться на желѣзныхъ дорогахъ, такъ какъ они нужны для другихъ специальныхъ цѣлей.

Желѣзныя дороги должны умѣть использовать то топливо, которое имѣется на рынкѣ въ избыткѣ. Заявленіе на Създѣ представителя Мин. Путей Сообщенія, что расходъ угля на опредѣленную единицу на жел. дор. неимовѣрно возрастаетъ, показываетъ, что желѣзныя дороги поступающаго къ нимъ топлива использовать не умѣютъ. При умѣломъ обращеніи съ углемъ можно иногда полу-

чить лучший результатъ съ засореннымъ углемъ, чѣмъ при неумѣломъ обращеніи съ очень чистымъ и сильнымъ углемъ. Для всѣхъ это ясно, ясно и для чиновъ Министерства Путей Сообщенія, такъ какъ я не могу допустить мысли, чтобы желѣзнодорожники могли серьезно считать среднюю арифметическую изъ ряда анализовъ угля на золу за показатель зольности всѣхъ углей, чтобы они, сравнивая количество угля, израсходованнаго на отдѣльную единицу въ разные годы, серьезно могли говорить о повышеніи расхода изъ-за увеличившейся зольности, не учитывая того обстоятельства, какіе сорта угля и въ какомъ % отношеніи поступали на желѣзныя дороги въ разные годы. Кто же не знаетъ, что между разными сортами Донецкаго угля, обладающаго одинаковой зольностью, имѣются совершенно различные по тепловому эффекту?

Въ заключеніе я хочу указать чинамъ Министерства Путей Сообщенія на одинъ примѣръ, который имъ покажетъ, какъ поступаютъ тогда, когда нужно дѣлать дѣло, а не кивать на сосѣда.

Коксовая промышленность съ нѣкоторыхъ поръ оказалась въ томъ же положеніи, что и желѣзныя дороги: не стало хватать для коксованія тѣхъ углей, съ которыми такъ просто работать. Я говорю о настоящихъ коксовыхъ угляхъ, дающихъ по природѣ металлургической коксъ.

Пришлось дѣлать смѣси изъ разныхъ углей; чаще всего составныя части берутся съ разныхъ

рудниковъ и доставляются къ коксовымъ печамъ по желѣзной дорогѣ. Конечно, составныя части смѣсей отлично изучены, установлено наиболѣе выгодное ихъ соотношеніе, необходимое количество разныхъ углей закуплено на большой срокъ, за равномерной доставкой его установленъ бдительный надзоръ.

Смѣшеніе углей, конечно, производится не „журавлемъ“ и не „въ самой печи“. Для правильнаго и очень тонкаго смѣшенія нашлись у коксопромышленниковъ и мѣсто, и специальныя устройства, хватило и времени на сооруженіе всего необходимого.

Результатомъ всего этого получилось то, что коксовыя печи работаютъ, увеличившаяся зольность угля вреда никому большого не приноситъ, и коксовыя печи отъ плохого смѣшенія углей не „останавливаются“, а работаютъ правильно и интенсивно.

Тѣмъ болѣе не должны останавливаться на ходу паровозы! Желѣзнодорожники не хотятъ принаровливать топки и себя къ топливу, топливо же можетъ быть принаровлено къ топкѣ только при помощи правильнаго смѣшенія. Если они и этого не хотятъ, то чего стоятъ всѣ ихъ заявленія, которыя мы имѣли случай услышать на Съѣздѣ?

А. Нарановичъ.

Къ вопросу объ опредѣленіи летучихъ веществъ.

Какъ извѣстно, при нагрѣваніи порошка угля въ небольшомъ платиновомъ тиглѣ съ плотно прилегающей крышкой на пламени бунзеновской, Мекеровской, или Бартелевской горѣлки происходитъ разложеніе вещества угля—сухая перегонка его—съ выдѣленіемъ газообразныхъ летучихъ веществъ, причемъ въ тиглѣ остается твердый остатокъ—коксъ. Количество летучихъ веществъ, а также ихъ составъ, при прочихъ равныхъ условіяхъ,

варьируютъ въ зависимости отъ температуры и продолжительности нагрѣва. Особенно сильное вліяніе имѣетъ температура дестилляція на выходъ летучихъ соединений для антрацитовъ и тощихъ углей; для углей спекающихся и пламенныхъ это вліяніе не столь велико. Изслѣдованія Fieldner'a и Hall'a показали, что съ увеличеніемъ температуры нагрѣва тигля увеличивается выходъ летучихъ соединений, но для разныхъ сортовъ углей это увеличеніе неодинаково.

Таблица I.

Выходь летучихъ веществъ при различныхъ температурахъ дестилляци.

Температуры	Полужирный уголь		Битуминозные угли		
	Антрацитъ	II	III	IV	V
740 -745 . . .	—	—	32.86	32.99	—
745 -750 . . .	{ 2.84 2.96	14.66	—	—	32.38
750 -755 . . .	—	14.80	33.13	33.00	—
755 -760 . . .	—	—	—	—	32.51
765 -770 . . .	2.93	—	—	—	—
770 -775 . . .	—	—	33.68	—	—
785 -790 . . .	—	—	33.69	—	—
790 -795 . . .	—	—	—	33.70	—
795 -800 . . .	3.25	—	33.89	—	—
805 -810 . . .	—	15.85	34.05	34.07	—
810 -815 . . .	3.33	—	34.11	—	33.60
815 -820 . . .	3.23	—	—	—	—
825 -830 . . .	—	16.17	—	—	33.98
835 -840 . . .	—	—	—	—	—
840 -845 . . .	3.57	—	—	—	—
850 -855 . . .	3.59	—	—	34.12	—
855 -860 . . .	—	—	34.70	—	34.54
860 -865 . . .	—	—	34.75	—	34.63
865 -870 . . .	3.70	—	—	—	—
870 -875 . . .	—	—	—	—	—
885 -890 . . .	—	16.49	—	—	—
890 -895 . . .	—	16.45	—	—	—
895 -900 . . .	—	—	—	—	34.99
905 -910 . . .	—	—	34.57	—	—
910 -915 . . .	{ 3.93 4.15	—	—	{ 34.62 34.80	—
915 -920 . . .	—	{ 16.70 16.92	34.75	—	—
920 -925 . . .	—	—	—	34.93	35.18
935 -940 . . .	—	—	—	34.94	—
955 -960 . . .	—	—	35.00	—	—
960 -965 . . .	—	17.03	34.92	—	35.60
965 -970 . . .	—	—	—	—	35.70
970 -975 . . .	—	17.13	—	—	—
975 -980 . . .	{ 4.63 4.63	—	—	—	—
1000 -1005 . . .	—	—	34.87	34.97	—
1005 -1010 . . .	—	17.10	34.82	35.02	35.55
1010 -1015 . . .	4.86	—	—	—	35.86
1015 -1020 . . .	5.00	—	—	—	—
1025 -1030 . . .	—	17.30	—	—	35.63
1050 -1055 . . .	—	—	—	—	35.89

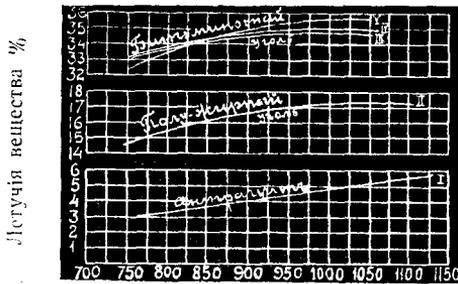
Температуры	Антрацитъ	Полужирный уголь	Битуминозные угли		
1055—1060 . . .	—	—	—	34.89	—
1060—1065 . . .	—	—	—	34.97	—
1065—1070 . . .	5.19	{ 17.21	34.72	—	—
	5.36					{ 17.33	34.82
1075—1080 . . .	—	—	—	—	—
1085—1090 . . .	—	17.35	—	—	—
1110—1115 . . .	5.60	17.49	—	—	—
1120—1125 . . .	—	—	—	—	—
1125—1130 . . .	5.71	—	—	—	—

Разсмотрѣніе кривыхъ (фиг. 1, см. на слѣд. стр.) показываетъ, что несовпаденія результатовъ можно ожидать, когда опредѣленіе летучихъ производится при температурахъ ниже 850°, гдѣ всѣ кривыя

имѣютъ значительный подъемъ: сравнительно малыя измѣненія въ этой части кривыхъ могутъ дать значительныя разницы въ выходѣ летучихъ веществъ.

Т а б л и ц а II.

№№ пробъ	Наименованіе и сортъ горючаго	Водный и зольный уголь				Органическая масса				
		Влага	Летучія вещества		З о л а		Разница	Летуч. вещ.		Разница
			Въ порошкѣ	Въ брикетѣ	Въ порошокѣ	Въ брикетѣ		Въ порошкѣ	Въ брикетѣ	
1	Пласть Рау, уголь оставш. на грохотѣ 1''.	1,94	12,74	11,51	9,96	10,12	0,16	14,46	13,09	1,37
2	Пласть Рау, уголь оставш. на грохотѣ 2'' и болѣе крупный . . .	1,80	14,54	11,42	9,82	9,87	0,05	16,45	12,93	3,52
3	Пласть Рау, уголь, оставш. на грохотѣ 8 мм.	1,79	17,63	10,98	13,76	15,52	1,76	20,88	13,28	7,60
4	Пласть Рау, уголь смѣшанный, взятый на станц. складѣ.	1,95	16,74	11,36	11,67	12,71	1,04	19,38	13,31	6,07
5	Пласть Рау, уголь прошедшій черезъ грохотъ 8 мм.	2,88	18,13	11,59	13,24	14,89	1,65	21,61	14,09	7,52
6	Пласть Рау, уголь прошедшій черезъ грохотъ 1''	2,21	12,27	10,38	11,33	11,59	0,26	14,19	10,79	3,40
7	Славяносербскій районъ.	17,20	51,82	36,34	2,80	4,34	1,54	64,77	47,09	17,68
8	" " "	22,52	41,58	32,74	19,20	23,34	4,14	71,34	60,47	10,87
9	Средне-азиатскій . . .	12,63	42,89	30,66	9,65	10,99	1,34	55,19	40,14	15,05
10	Бохгедъ Побѣдин. копей	5,04	67,26	65,63	9,23	9,20	—	78,46	76,53	1,93
11	Курной Побѣдин. копей	21,63	46,01	32,83	10,76	13,74	2,98	68,05	50,80	17,25
					Разница					
12	Сапрпель оз. Бѣлаго.	7,89	64,43	61,94	2,49					



Температуры тигля °С.
Зависимость выхода лет. вец. отъ темпер. дестилляции.
Фиг. 1.

Кривая выхода летучихъ для антрацитовъ представляетъ собою прямую наклонную линию. Для битуминозныхъ углей отръзки кривыхъ при температурахъ 950°—1000°С горизонтальны. Для полужирнаго угля кривая выхода летучихъ въ зависимости отъ температуры имѣетъ слабый подъемъ даже при высокихъ температурахъ. Изъ разсмотрѣнія этихъ кривыхъ явствуетъ, что наиболѣе благоприятной температурой для опредѣленія летучихъ является 950—1000°С, такъ какъ незначительныя колебанія температуры въ этой части кривыхъ отражаются незначительно на выходѣ летучихъ и что при опредѣленіи летучихъ веществъ въ антрацитахъ и тощихъ угляхъ слѣдуетъ особенно слѣдить, чтобы температура при всѣхъ опредѣленіяхъ была одинаковой и постоянной.

По моимъ опытамъ, при опредѣленіи летучихъ веществъ антрацитовъ получились слѣд. величины:

Летучія вещества въ водномъ и зольномъ антрацитѣ въ %

№ пробы	Температуры °С		Разница
	700	860	
1	2,57	3,55	0,98
2	5,00	7,17	2,17
3	2,25	3,52	1,52

Но кромѣ этой основной причины, могутъ получиться значительныя различія результатовъ въ опредѣленіи выхода летучихъ соединений, особенно въ случаѣ тощихъ углей, вывѣтрѣлыхъ и длиннопламенныхъ.

Въ виду отсутствія въ русской литературѣ данныхъ объ этомъ вопросѣ и въ виду жалобъ угле-

промышленниковъ на явное несоотвѣтствіе результатовъ анализовъ подобныхъ углей въ химическихъ лабораторіяхъ ихъ дѣйствительнымъ качествамъ, я считаю нелишнимъ привести вкратцѣ нѣкоторыя свѣдѣнія по этому вопросу, равно какъ результаты моихъ работъ въ этой области.

Какъ я уже неоднократно указывалъ, при опредѣленіи выхода летучихъ соединений угля при дестилляциі его въ платиновомъ тиглѣ происходитъ 1) частичное сгораніе кокса въ атмосферѣ тигля, еще содержащей кислородъ, и 2) механическая потеря угольнаго порошка вслѣдствіе энергичнаго выдѣленія газовъ — что уменьшаетъ выходъ кокса; съ другой стороны, 1) неполное и несовершенное коксованіе, 2) вторичное каталитическое разложеніе летучихъ веществъ на стѣнкахъ тигля, 3) разложеніе летучихъ веществъ въ свободномъ пространствѣ тигля, 4) отдѣленіе углерода во время коксованія, вслѣдствіе слишкомъ быстро первичнаго разложенія летучихъ — увеличиваютъ выходъ кокса.

Механическая потеря угольнаго порошка вслѣдствіе слишкомъ быстро выдѣленія летучихъ веществъ, что имѣетъ мѣсто особенно при влажныхъ и вывѣтрѣлыхъ угляхъ, можетъ явиться причиною получения невѣрныхъ преувеличенныхъ результатовъ для летучихъ соединений и чувствительныхъ отклоненій при контрольных опредѣленіяхъ.

Для полученія правильныхъ результатовъ американская практика выработала слѣдующій приѣмъ: предварительный постепенный подогревъ тигля въ теченіе 4 минутъ на маленькомъ пламени бунзеновской горѣлки для выдѣленія водяныхъ паровъ и большей части летучихъ веществъ, причемъ нагрѣвъ регулируютъ, держа горѣлку въ рукѣ, а затѣмъ обычный нагрѣвъ въ теченіе 7 минутъ на полномъ пламени. При примѣненіи мною этого приѣма на практикѣ при опредѣленіи летучихъ веществъ въ нашихъ угляхъ выяснилось, что онъ не всегда даетъ желательные результаты и что и при его примѣненіи происходитъ потеря частицъ угля въ видѣ вылетающихъ изъ тигля искръ и что это имѣетъ мѣсто не только во влажныхъ угляхъ, но и угляхъ съ небольшимъ содержаніемъ влаги (особенно тощихъ). Поэтому мнѣ пришлось искать другихъ путей, и я попытался опредѣлять летучія не въ порошокѣ угля, а изготовлять брикетки, какъ для опредѣленія теплотворной способности. Оказалось, что вывѣтрѣлые угли и тощіе даютъ бри-

кетки (не брикетируется только антрацитъ и коксъ). Результаты опредѣленія летучихъ оказались вполне удовлетворительными, при чемъ точность контрольных опредѣлений получилась въ предѣлахъ допускаемыхъ. Какъ видно изъ приводимой таблицы II, первая шесть пробъ представляютъ собою тощія угли съ 11—14% лет. веш., причемъ разница въ выходѣ летучихъ по обычному и практикуемому мною методу доходитъ до 7,60%; что здѣсь имѣетъ мѣсто механическая потеря, показываетъ разница въ зольности, доходящая до 2,76%.

Предварительный подогревъ тигля въ теченіе 4 минутъ далъ для пробъ №№ 3 и 4 соответственно 12,97% и 12,01% летучихъ (въ водномъ и зольномъ углѣ) вмѣсто 17,63% и 16,74% по обычному и 10,98% и 11,36% по примѣняемому мною методу.

Въ сильно вывѣтрѣлыхъ угляхъ—пробы №№ 7 и 8—разница въ выходѣ летучихъ доходитъ до 17,68% при разницѣ въ содержаніи золы до 4,14% и при сильно влажныхъ угляхъ №№ 9 и 11 до

17,25% при разницѣ въ содержаніи золы въ 2,98%.

Если уголь не брикетируется, какъ напримѣръ, антрацитъ, то его слѣдуетъ смѣшать со спекающимся углемъ и опредѣлить летучія вещества смѣси, а потомъ вычисленіемъ опредѣлить содержаніе летучихъ въ антрацитѣ.

Всѣ опредѣленія выхода летучихъ веществъ производились по американскому способу, принятому за нормальный на международномъ конгрессѣ по прикладной химіи въ Лондонѣ: 1 граммъ угля въ порошокъ нагрѣвается въ платиновомъ тиглѣ емкостью въ 30 см³ (вѣсомъ 20—30 гр.) съ плотно закрывающейся крышкой на пламени бунзеновской горѣлки въ теченіе 7 минутъ; тигель помещается на платиновомъ треугольникѣ, высота свободного пламени не менѣе 20 см., разстояніе отъ отверстія горѣлки до дна тигля—6—8 см.; налетъ на верхней сторонѣ крышки долженъ совершенно сгорѣть, на внутренней же сторонѣ онъ остается.

Л. Эберлингъ.

Продукты, получаемые изъ каменноугольнаго дегтя, и примѣненіе ихъ въ промышленности.

Инж.-хим. Daniel Florentin. (Le Génie Civil 1916 г., т. LXVIII № 19—23).

Въ предыдущей статьѣ „Объ извлеченіи бензола изъ свѣтлignaго газа и о примѣненіи его въ производствѣ взрывчатыхъ веществъ“ мы уже вкратцѣ указали на главнѣйшія вещества, получаемыя при разложеніи угля въ ретортахъ безъ доступа воздуха. Тогда мы коснулись извлеченія лишь двухъ составныхъ частей, бензола и толуола, изъ которыхъ большая часть заключается въ газахъ, а не въ каменноугольномъ дегтѣ. Дистилляція угля даетъ цѣлый рядъ веществъ, называемыхъ ароматическими, какъ-то: нафталинъ, антраценъ, феноль, крезоль и друг., которыя содержатся въ каменно-угольной смолѣ и въ чистомъ видѣ составляютъ главнѣйшіе сырые продукты наиболѣе процвѣтающихъ отраслей химической промышленности, какъ-то: красящихъ, взрывчатыхъ, фармацевтическихъ и парфюмерныхъ веществъ.

Всѣ красящія вещества, можно сказать, происходятъ отъ продуктовъ, добытыхъ изъ каменноугольной смолы или дегтя; три другія же производства отчасти пользуются и другими источниками органической химіи, но все-таки—это ароматическіе углеводороды и ихъ производныя, которыя даютъ всѣ нынѣ употребляемая азотнокислая взрывчатая вещества, пахучія вещества, какъ искусственный мускусъ, ванилинъ, эссенцію Винтергерина или эссенцію королевы луговъ и т. п., многочисленные фармацевтическіе препараты, изъ которыхъ назывемъ антипиринъ, аспиринъ, сѣлоль, бензо-нафтоль и т. д.

Въ теченіе послѣднихъ сорока лѣтъ открытія въ области промышленной химіи были весьма многочисленны; они дали возможность получить синтетическимъ путемъ по дешевой цѣнѣ вещества, имѣю-

ция въ природѣ (индиго, ализаринъ, замѣннѣйшія марену и друг.) и составить новыя вещества (красящія, фармацевтическія и духи), которыя увеличили всеобщее благосостояніе. Надо признать, что въ этомъ чудесномъ развитіи промышленности, наша страна сыграла лишь второстепенную роль, такъ какъ первое мѣсто заняла Германія, безспорно пользовавшаяся до послѣдняго времени этимъ первенствомъ, которое, будемъ надѣяться, настоящая война отниметъ у нея навсегда.

Однако, многія открытія, въ частности въ сферѣ красящихъ веществъ, были сдѣланы во Франціи или въ Англіи, но, къ сожалѣнію, одна лишь германская промышленность сумѣла ими воспользоваться и реализовать съ большою для себя выгодною. Въ нѣсколькихъ засѣданіяхъ Общества Поощренія національной промышленности выдающіеся спеціалисты указали на предыдущія ошибки, въ частности на нѣкоторые недостатки въ организаціи, на которыхъ мы детально остановимся въ послѣдствіи.

Въ настоящей статьѣ, перечисливъ способы извлеченія изъ к. уг. дегтя полезныхъ составныхъ частей въ чистомъ видѣ, мы коснемся трехъ отраслей химической промышленности, вызванныхъ ими къ жизни и рассмотримъ ихъ въ слѣдующемъ порядкѣ:

1. Производство азотно-кислыхъ взрывчатыхъ веществъ,
2. Душистыя вещества и главнѣйшія фармацевтическія производныя ряда ароматическихъ углеводородовъ,
- и 3) Красящія вещества.

Страны, производящія каменноугольный деготь.

К. уг. деготь получается на коксовыхъ и газовыхъ заводахъ и въ весьма небольшомъ количествѣ изъ доменныхъ печей и при дистилляціи тяжелыхъ маселъ. Двадцать лѣтъ тому назадъ онъ получался почти исключительно на газовыхъ заводахъ. Коксовые печи въ то время шли безъ улавливанія побочныхъ продуктовъ, но число такихъ печей постепенно уменьшается. Въ частности, употребленіе рекуперативныхъ печей быстро распространилось въ Германіи, и въ 1909 году уже 82% печей работали съ рекуперацией. Производство бензола, получен-

наго такимъ образомъ, въ 1900 году составляло 94.489 тоннъ и постепенно возрастало: въ 1904 г. до 276.805 тоннъ, въ 1907 году до 600.000 и въ 1913 году до 750.000 тоннъ.

Въ Англіи распространеніе рекуперативныхъ печей было гораздо медленнѣе: въ 1912 году изъ 21000 работавшихъ печей 14000 шли безъ рекуперации. Вслѣдствіе этого производство гудрона въ этой странѣ осталось почти на томъ же мѣстѣ; оно составляло около 1.000.000 тоннъ въ 1913 году, тогда какъ въ Германіи общее производство гудрона на газовыхъ и коксовыхъ заводахъ достигло въ томъ же году 1.100.000 тоннъ.

Хотя Соединенные Штаты Сѣверной Америки являются самымъ крупнымъ производителемъ кокса (37 миллионъ тоннъ въ 1907 году), но они получаютъ очень мало гудрона, такъ какъ число рекуперативныхъ печей было весьма незначительно (около 15%) до послѣдняго времени. Въ 1907 г. общее производство гудрона едва достигло 400.000 тоннъ, изъ коихъ болѣе половины приходилось на газовые заводы.

Франція выжигаетъ мало кокса (3.700.000 тоннъ въ 1912 году), а слѣдовательно даетъ мало гудрона (160.000 тоннъ), но рекуперационныя коксовые печи весьма распространены.

Главнымъ рынкомъ десять лѣтъ тому назадъ былъ Лондонъ, но громадный ростъ германскаго производства освободилъ Берлинъ отъ его вліянія для сырыхъ продуктовъ, относительно же окончательныхъ продуктовъ Германія въ 1914 году завоевала первенство надъ всѣми остальными государствами.

Перегонка и обработка кам. угольн. дегтя.

Составъ к. уг. дегтя зависитъ отъ свойствъ обрабатываемаго угля и температуры дистилляціи. Объ этомъ мы уже говорили въ предыдущей статьѣ и поэтому больше не будемъ касаться этого вопроса. К. уг. деготь представляетъ черную вязкую массу съ удѣльнымъ вѣсомъ 1,1 до 1,3. Своимъ чернымъ цвѣтомъ онъ обязанъ углероду, находящемуся въ немъ во взвѣшенномъ состояніи. Содержаніе въ гудронѣ свободнаго углерода доходитъ иногда до 35%, но вообще оно не превышаетъ 10—12%.

Прежде всего необходимо отделить воду, содержащуюся в дегте, дабы избежать образования значительного количества пены во время процесса дистилляции.

Реторты для дистилляции делаются из ковачного железа; они большей частью нагреваются

прямым огнем. Почти повсеместно отказались от больших реторт, вместимостью от 30 до 60 тонн, и употребляют аппараты, вмещающие 18 тонн к. уг. дегтя. Продолжительность дистилляции в ретортах равна 11 до 14 часов. В течение первой дистилляции производят 3 или 4 фракционных возгона; большей частью это следующие:

1-я фракция: легкия масла,	перегоняющіяся между 80—170°	удѣльнаго вѣса 0,91 до 0,95
2-я " среднія "	" " 170—230°	" " 1,01
3-я " тяжелыя "	" " 230—270°	" " 1,04
4 я " антраценовыя масла	" " 270—350°	" " 1,10

Остатокъ представляетъ твердую смолу или пекъ, состоящій изъ асфальта и мелкихъ частицъ углерода.

Легкия масла. Сначала перегоняется немного аммиачной воды, затѣмъ легкия масла, представляющія желтую или коричневую жидкость. Они содержатъ вѣ общемъ:

Фенолы	5—15%
Основанія	1—3%
Сѣрнистыя соединенія.	0,1
Азотистыя "	0,2—0,3
Кетоновыя " (ацетонъ, кумаронъ и друг.).	1,0—1,5
Жирныя углеводороды.	3—5%
Непредѣльныя кольцевыя соединенія	1,0—1,5
Бензолъ и его гомологи.	около 65%
Нафталинъ	16%

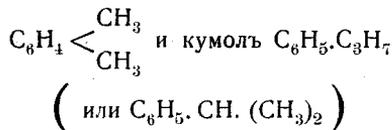
Легкия масла фракционируются вѣ аппаратѣ вместимостью отъ 2 до 5 куб. метровъ, нагреваемомъ паромъ; фракционные возгоны по ихъ удѣльному вѣсу раздѣляются слѣдующимъ образомъ:

1. Легкій бензолъ уд. вѣсъ менѣе 0,89
2. Тяжелый бензолъ " " 0,89—0,95
3. Карболовыя масла (фенолы) " " 0,95—1,00

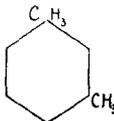
Полученный остатокъ прибавляется къ среднимъ масламъ. Легкій и тяжелый бензолы промываются содой для отдѣленія содержащихся вѣ нихъ феноловъ, которые переходятъ вѣ фенолаты натрия, легко растворимые вѣ водѣ. Промывочныя воды направляются вѣ отдѣленіе для обработки феноловъ. Затѣмъ бензолы промываются сѣрной кисло-

той для отдѣленія основаній, а сѣрная кислота перекачивается вѣ аппаратъ для обработки пиридина. Тогда бензолы подвергаются вторичной фракціонной перегонкѣ для получения одного изъ рыночныхъ продуктовъ, которые мы перечислили вѣ нашей предыдущей статьѣ объ извлеченіи бензола изъ газовъ.

Изъ этой фракціи можно отделить не только чистые бензолъ и толуолъ, но также ксилолы:



Существуетъ, какъ извѣстно три ксилола (орто, мета и пара), изъ которыхъ самый интересный для

насъ мета-ксилолъ  съ точкой кипѣнія при 138°.

Рыночный ксилолъ долженъ перегоняться между 136 и 140°, а рыночный кумоль между 163 и 170°.

Изъ сѣрной кислоты, служившей для промывки, извлекаютъ основанія, изъ которыхъ не менѣе половины состоитъ изъ *пиридина*: C_5H_5N , отдѣляемого фракціонной перегонкой. Онъ употребляется для очистки антрацена и, кромѣ того, вѣ Германіи для денатурированія виннаго спирта.

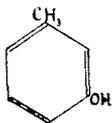
Среднія масла: Эта часть возгона, содержащая около 40% нафталина, сгущается при обыкновенной температурѣ; помощью охлажденія выдѣляютъ 25% нафталина. Полученное такимъ образомъ масло содержитъ 25—35% фенола и крезола (1/3 фенола и 2/3

крезола). Кромѣ нафталина, въ немъ заключается кумоль и другіе углеводороды и нѣкоторое количество оснований.

Это масло иногда употребляется въ сыромъ видѣ для дезинфекціи, но вообще изъ него отдѣляютъ фенолы. Для этой цѣли его снова перегоняютъ и часть возгона (160—205°) обрабатываютъ содой, а образующіеся фенилаты подвергаются дѣйствию углекислоты, выдѣляющей сырой феноль. Послѣдній всплываетъ на поверхность жидкости.

Сырые фенолы, въ частности крезолы, образуютъ съ мыломъ растворимыя эмульсіи, употребляемая для дезинфекціи подѣ названіемъ *лизола*. Сырые фенолы фракціонируются; получается фракція, перегоняющаяся около 182° (феноль = $C_6H_5.OH$), и другая фракція, дистиллирующаяся при температурѣ около 200° (крезолъ = $C_6H_4.OH. CH_3$). Феноль затѣмъ очищается кристаллизацией. Въ чистомъ видѣ онъ плавится при 42°. Крезолы, состоящіе изъ смѣси трехъ изомеровъ, жидки. Самый

важный изъ нихъ,—это метакрезоль:



Изъ него получается тринитро-крезолъ или *крезилитъ*. Ниже мы укажемъ способъ полученія его почти въ чистомъ видѣ.

Тяжелыя масла. Они представляютъ весьма тягучую массу, богатую нафталиномъ и фенолами. Фракционируя ихъ вновь, выдѣляютъ отгонъ (180—230°), который при охлажденіи выдѣляетъ почти чистый нафталинъ.

Оставшіяся масла большею частью употребляются подѣ именемъ *креозотового масла* для пропитыванія дерева, въ частности желѣзнодорожныхъ шпаль. Содержащіеся въ нихъ фенолы могутъ быть отдѣлены съ извлеченіемъ фенола и крезола способомъ, аналогичнымъ способу обработки среднихъ маселъ.

Антраценовыя масла. Это, какъ мы видѣли, масла, перегоняющіяся при самой высокой температурѣ (отъ 270 до 350°). Ихъ подвергаютъ кристаллизацию и отдѣляютъ массу, въ которой содержаніе антрацена не доходитъ до 30%, а остатокъ состоитъ изъ карбазола, фенантрена, аценафтена и друг. Промываніемъ помощью пиридиновыхъ осно-

ваний растворяютъ примѣси и получаютъ антрацень состава 80%.

Остатокъ масла употребляется тоже для пропитыванія дерева, но теперь значительную часть этого остатка примѣняютъ наравнѣ съ тяжелыми маслами въ моторахъ внутренняго сгорания типа Дизеля, а также для отопленія пароходныхъ котловъ, печей въ стекольномъ производствѣ и др.

Пека есть остатокъ отъ дистиляціи к. уг. дегтя; если онъ еще содержитъ нѣкоторое количество масла, т. е. если перегонка не была доведена до конца, то получается *жирный пека* (уд. вѣса 1,09); *сухой пека* имѣетъ удѣльный вѣсъ 1,13 и не содержитъ никакого масла. Послѣдній большею частью смѣшивается съ остатками тяжелыхъ маселъ и полученное такимъ образомъ тѣсто служить для фабрикаціи брикетовъ. Растворенный въ тяжеломъ бензолѣ, онъ употребляется при производствѣ кровельнаго толя, а растворенный въ легкомъ бензолѣ онъ служитъ для весьма распространенной черной окраски желѣза.

Изъ этого краткаго изложенія видно, что к. уг. деготь даетъ много важныхъ сырыхъ продуктовъ, и каждая составная его часть имѣетъ полезное примѣненіе. Обработка его, слѣдовательно, очень выгодна, какъ это показываетъ германская официальная статистика.

Въ 1908 году въ Германіи на 75 заводахъ обработано 811.977 тоннъ к. у. дегтя стоимостью 18,9 милліоновъ марокъ; изъ этого количества 593.522 тонны получены на коксовыхъ заводахъ (13 мил. марокъ), 207.235 тоннъ на газовыхъ заводахъ (5,2 мил. марокъ), 3.005 тоннъ изъ водяного газа (0,1 мил. марокъ) и 8.125 тоннъ изъ маслянаго газа (0,3 мил. мар.); 45.224 тонны остатковъ отъ дистиляціи кам. уг. дегтя дали 3,7 мил. марокъ.

Произведено было слѣдующее количество фабричныхъ продуктовъ:

Пека	402.676	тонны	на 13 милл. марокъ
Обработаннаго дегтя	83.706	"	3 "
Тяжелыхъ маселъ	248.103	"	10 "
Нафталина	36.307	"	2,7 "
Антрацена	4.026	"	0,65 "
Пиридиновыхъ оснований	385	"	0,25 "
Фенола	1.000	"	0,86 "

Крезол (90—100%)	2.081	тонны на 0,39 милл. марокъ
Сырого фенола	581	„ 0,10 „
Бензола	13.229	„ 2,20 „
Толуола	2.601	„ 0,78 „
Ксилола	4.717	„ 0,80 „
Итого	34,73	милл. марокъ

Кромѣ того, получено на миллионъ слишкомъ марокъ аммиачныхъ и другихъ продуктовъ, т. е. всего на 35,8 мил. марокъ.

Разсмотримъ теперь вкратцѣ главнѣйшія свойства веществъ, извлекаемыхъ изъ к. уг. дегтя; это намъ позволитъ познакомиться съ употребленіемъ ихъ въ разныхъ видахъ промышленности, что составляетъ цѣль настоящей статьи.

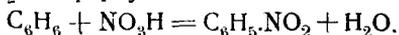
Свойства главнѣйшихъ веществъ, получаемыхъ изъ кам. уг. дегтя.

I. *Углеводороды:* бензолъ, толуоль, ксилолъ, нафталинъ и антраценъ.

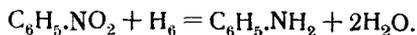
Они называются ароматическими или кольцевыми, въ отличіе отъ углеводородовъ жирнаго ряда, химическія формулы которыхъ изображаются цѣпью атомовъ.

Ихъ отличительный основной химическій характеръ—это легкость замѣщенія одного или нѣсколькихъ атомовъ водорода группами или радикалами (HO_2 , SO_3H , OH ...). Такое замѣщеніе дало возможность фабрикаціи множества производныхъ, въ дѣйствительности составляющихъ первичные сырые продукты промышленности, о которой мы упоминали выше.

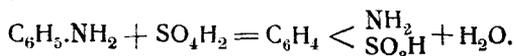
Напр. бензолъ (C_6H_6) легко переходитъ подъ дѣйствіемъ азотной кислоты въ нитробензолъ: $\text{C}_6\text{H}_5.\text{NO}_2$ по формулѣ:



При восстановленіи водородомъ въ моментъ его образованія (жельзо съ соляной кислотой) нитробензолъ даетъ аминъ: — анилинъ:

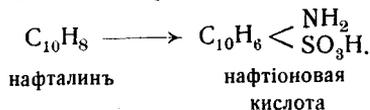


Анилинъ при нагрѣваніи до 180° съ тремя частями сѣрной кислоты даетъ парасульфанилиновую кислоту

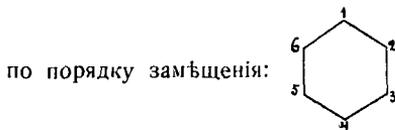


Эта кислота весьма важный сырой продуктъ для фабрикаціи азо-красокъ.

Нафталинъ и антраценъ даютъ съ той же легкостью аналогичныя производныя, какъ напр.:



Несомнѣнно, что число замѣщенныхъ производныхъ весьма велико вслѣдствіе образованія изомеровъ. Такъ, существуетъ три производныхъ бензола

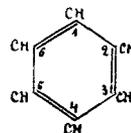


- 1-я производная: положеніе замѣщенія 1 и 2 (орто).
- 2-я " " " 1 и 3 (мета).
- 3-я " " " 1 и 4 (пара).

Цифры обозначаютъ вершины соответствующихъ угловъ шестиугольника.

Бензолъ. Это первый членъ ряда ароматическихъ углеводородовъ.

Химическая формула его C_6H_6 и строеніе его изображается по Кекуле слѣдующей схемой

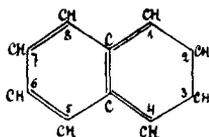


Въ чистомъ видѣ это жидкость, преломляющая свѣтъ, кипящая при $80,5^\circ$ и плавящаяся при 6° .—Онъ легко получается въ чистомъ видѣ фракціонной перегонкой легкихъ маселъ съ послѣдующей обработкой кислотой и содой.

Толуоль. Это метилбензолъ: $\text{C}_6\text{H}_5.\text{CH}_3$,—жидкость, кристаллизующаяся при весьма низкой температурѣ (этимъ свойствомъ его воспользовались для приготовленія термометрической жидкости для низкихъ температуръ). Кипитъ при 111° приблизительно.

Ксилолы. Это диметилбензолы: $\text{C}_6\text{H}_4 < \begin{matrix} \text{CH}_3 \\ \text{CH}_3 \end{matrix}$; существуетъ три изомера, точки кипѣнія которыхъ близки другъ къ другу: 142° для ортоксилола 138° для метаксилола и 137° для параксилола. Продажный ксилолъ состоитъ изъ смѣси трехъ изомеровъ съ преобладаніемъ метапроизводной (около 60%).

Нафталинъ. Онъ состоитъ изъ двухъ молекулъ бензола, соединенныхъ слѣдующимъ образомъ.



Въ чистомъ видѣ нафталинъ ($C_{10}H_8$) образуетъ ромбоидальныя бѣлыя таблички специфическаго запаха и жгучаго вкуса, плавится при 79.7° и кипитъ при 218° .

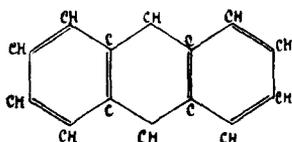
Нафталинъ даетъ большое число замѣщенныхъ производныхъ; такъ, уже извѣстны двѣ монозамѣщенныхъ производныхъ

- 1-я производная: положеніе 1 или α
 2-я „ „ „ 2 или β .

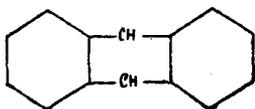
Теоретически возможны десять динитропроизводныхъ и 14 хлоро-нитро-производныхъ.

Для очищенія продуктъ перегонки среднихъ и тяжелыхъ маселъ сперва прессуется, затѣмъ сплавляется, промывается сѣрной кислотой и, наконецъ, снова дистиллируется.

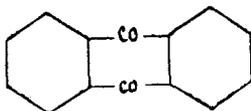
Антраценъ очищается пиридиномъ и сѣрнистой кислотой или жидкимъ амміакомъ; онъ представляетъ желтоватыя пластинки, плавящіяся при $210-213^{\circ}$ и перегоняющіяся при 360° . Строеніе его слѣдующее.



или схематически



Окисляя (помощью хромовой кислоты въ присутствіи сѣрной) получаютъ **антрахинонъ** —



сырой продуктъ производства красящихъ веществъ типа ализарина.

II. Производныя углеводородовъ.

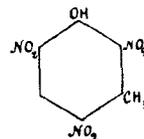
Каменноугольный деготь, какъ мы уже указали, содержитъ различныя производныя углеводородовъ, въ частности фенолы и основанія, но среди послѣднихъ одинъ только пиридинъ, употребляемый для очистки антрацена, содержится въ болѣе или менѣе значительномъ количествѣ. Мы здѣсь займемся только феноломъ и крезоломъ, интересующими насъ съ точки зрѣнія разсматриваемой промышленности.

Феноль. Это гидроксильное производное бензола: $C_6H_5.OH$. Онъ добывается, какъ мы видѣли, въ смѣси съ крезоломъ, его гомологомъ. Феноль отдѣляютъ сперва фракціонной перегонкой, затѣмъ кристаллизацией; онъ плавится при 42° , въ то время какъ крезоль (т. е. смѣсь его трехъ изомеровъ), остается жидкимъ.

Феноль употребляется, какъ дезинфицирующее средство въ сыромъ видѣ. Съ формальдегидомъ онъ даетъ продукты конденсаціи, извѣстные подъ названіемъ *резинита* и *бакелита*, которые употребляются какъ суррогаты камеди. Изъ этого продукта можно также приготовить просвѣчивающую массу, легко поддающуюся обработкѣ и употребляемую для тѣхъ же цѣлей, какъ рогъ, целлюлоидъ и др.

Крезоль. Формула его: $C_6H_4 \begin{matrix} \text{CH}_3 \\ \text{OH} \end{matrix}$; получающійся изъ каменноугольнаго дегтя крезоль представляетъ смѣсь трехъ изомеровъ, орто мета и пара, изъ которыхъ метакрезоль преобладаетъ и представляетъ для насъ наибольшій интересъ. Въ частности, лишь одинъ метакрезоль даетъ тринитро-производную, идущую на приготовленіе *крезилита*. Это свойство его зависитъ отъ того, что нитрогруппы становятся въ положеніе орто-пара по отношенію къ радикалу HO , и легко убѣдиться, что только въ метакрезоль положенія орто-пара свободны.

Строеніе крезилита слѣдующее:



При полной нитраціи смѣси изомеровъ производныя орто и пара окисляются, и получается тринитромета-крезоль. Но такая операція даетъ очень невыгодный выходъ и влечетъ за собою большой расходъ азотной кислоты, поэтому слѣдуетъ

предпочесть отдѣленіе метапроизводной отъ двухъ другихъ ея изомеровъ.

Точки кипѣнія всѣхъ трехъ изомеровъ близки другъ къ другу.

Ортокрезолъ кипитъ при 188° и плавится при 31° .

Метакрезолъ кипитъ при 201° и плавится при 40° .

Паракрезолъ кипитъ при 199° и плавится при 36° .

Дистилляціей еще возможно до нѣкоторой степени удовлетворительно отдѣлать ортокрезолъ отъ его изомеровъ.

Отдѣленіе мета и парапроизводныхъ произведено Рашигомъ (патентъ во Франціи и Англии). Для этой цѣли смѣсь ихъ растворяется въ четверномъ по вѣсу количествѣ концентрированной сѣрной кислоты.

Затѣмъ растворъ нагревается до 100° въ теченіе часа, послѣ чего ему даютъ остыть и отстояться въ теченіе недѣли.

Крезолы переходятъ въ сульфопроизводныя, при чемъ метасульфакрезолъ, мало растворимый, кристаллизуется въ тонкія иглы, отдѣляемая фильтраціей. Парасульфокрезолъ отдѣляютъ отъ избытка сѣрной кислоты, и оба крезола возстановляются перегрѣтымъ водянымъ паромъ.

II. Производство взрывчатыхъ веществъ изъ нитропроизводныхъ каменноугольной смолы.

Среди взрывчатыхъ составовъ, употребляемыхъ артиллеріей, надо различать двѣ главныхъ категоріи:

1) баллистическія вещества, выбрасывающія снаряды изъ орудій, и

2) Взрывчатые вещества, въ тѣсномъ смыслѣ этого слова, предназначенныя для заряженія снарядовъ. Почти всѣ разрывные снаряды заряжаются, за немногими исключеніями, нитропроизводными углеводородовъ ароматическаго ряда.

Бензолъ и его гомологи (толуолъ, ксилолъ), нафталиновые углеводороды и ихъ производныя (фенолъ, нафталинъ и др.) обладаютъ свойствомъ легко превращаться подъ дѣйствіемъ азотной или смѣси азотной и сѣрной кислотъ въ моно—и полинитросоединенія замѣщеніемъ одного атома водорода нитрогруппой NO_2 .

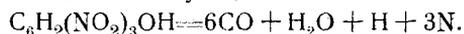
Реакція для бензола можетъ быть изображена формулой:



Это свойство особенно присуще углеводородамъ ароматическаго ряда и ихъ производнымъ, въ то время какъ углеводороды жирнаго ряда или полиметиленоваго ряда (цикло гексанъ, скипидаръ), къ которымъ принадлежитъ нефть, не даютъ нитропроизводныхъ при тѣхъ же условіяхъ.

Полинитросоединенія ароматическаго ряда даютъ взрывчатыя вещества мало чувствительныя къ удару, но они подъ дѣйствіемъ капсюли съ гремучей ртутью разлагаются на газы (окись углерода, углекислоту, водяной паръ, азотъ и др.) съ выдѣленіемъ значительнаго количества теплоты, что еще болѣе усиливаетъ ихъ бризантное дѣйствіе. Это разложеніе есть родъ внутренней реакціи, къ которой применимы законы термохиміи; результатомъ является приведеніе атомовъ, составляющихъ молекулярный агрегатъ взрывчатаго вещества, въ болѣе устойчивое термодинамическое положеніе.

Если возьмемъ, напр. мелинитъ или пикриновую кислоту, т. е. тринитропроизводную бензола: $\text{C}_6\text{H}_2(\text{NO}_2)_3\text{OH}$, то формула ея разложенія будетъ приблизительно слѣдующая:



Теплота образованія пикриновой кислоты равна 50,2 калорій. Образованіе газовъ, составляющихъ правую часть уравненія, выдѣляетъ 213 калорій; переходъ изъ твердаго состоянія въ газообразное сопровождается, слѣдовательно, выдѣленіемъ 163 калорій; это количество теплоты даетъ газамъ температуру въ 2500° , что увеличиваетъ ихъ объемъ не менѣе какъ въ 8 разъ.

Но что въ особенности характеризуетъ всѣ эти явленія взрыва, это настолько громадная скорость передачи реакціи въ среду взрывчатаго вещества, что даже на воздухѣ газы образуются въ объемѣ, равномъ объему, занимаемому веществомъ, вслѣдствіе чего получается громадное давленіе, вызывающее дѣйствительно необыкновенный механическій эффектъ. Для пикриновой кислоты скорость волны взрыва доходитъ до 7000 метр. въ секунду, такъ что разложеніе со взрывомъ куска сплавленной пикриновой кислоты длиною въ 0,50 м. (снарядъ 210 или 220 мм.) происходитъ не болѣе какъ въ $\frac{1}{14000}$ часть секунды.—

Взрывчатяя вещества другой категоріи, не принадлежащей къ ароматическому ряду, имѣютъ тоже замѣчательныя бризантныя свойства (динамитъ, пикросилинъ и др.), но примѣненіе ихъ для заряженія снарядовъ невозможно, вслѣдствіе ихъ слишкомъ большой чувствительности къ удару, которая вызвала бы преждевременный взрывъ до выхода снаряда изъ орудія.

Кромѣ того, многія ароматическія нитропроизводныя плавятся безъ разложенія при невысокихъ температурахъ, (толятъ при 80°; мелинитъ при 122° и др.), что допускаетъ безопасное заряженіе снарядовъ; но сплавленный зарядъ необходимо взрывать небольшимъ количествомъ порошкообразнаго взрывчатаго вещества, такъ какъ въ сплавленномъ видѣ зарядъ менѣе чувствителенъ къ дѣйствію пистона и взрывается лишь подъ дѣйствіемъ нѣкотораго количества взрывчатаго порошка, играющаго роль второстепеннаго запала.

Всѣ нынѣ ведущія войну державы пользуются для заряженія разрывныхъ снарядовъ нитропроизводными углеводородовъ ароматическаго (бензольнаго) ряда.

Приводимъ главнѣйшія изъ нихъ:

Динитробензолъ — $C_6H_4(NO_2)_2$

Тринитротолуоль — $C_6H_2 \begin{matrix} < & CH_3 \\ & (NO_2)_3 \end{matrix}$

Тринитрофеноль или пикриновая кислота —

$C_6H_2 \begin{matrix} < & OH \\ & (NO_2)_3 \end{matrix}$

Тринитрометакрезоль — $C_6H \begin{matrix} < & OH \\ & CH_3 \\ & (NO_2)_3 \end{matrix}$

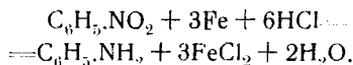
Тринитронизоль — $C_6H_2 \begin{matrix} < & OCH_3 \\ & (NO_2)_3 \end{matrix}$

Менѣе употребительными являются: тетра нитрометиланилинъ, нитронафталины и др. Главнѣйшіе сырые продукты, необходимые для производства взрывчатыхъ составовъ и получающіеся при дестилляціи угля, слѣдующіе: бензолъ, толуоль, нафталинъ, феноль, метакрезоль.

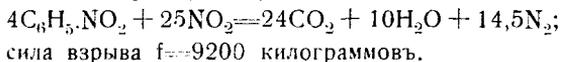
Эти вещества должны быть достаточно чисты, въ противномъ случаѣ образуется значительное количество химическихъ изомеровъ, измѣняющихъ свойство полученнаго взрывчатаго состава, въ частности его точку плавленія.

Нитропроизводныя бензола.

Смѣсь азотной и сѣрной кислотъ (HNO_3 —40°Б. и H_2SO_4 —66°Б.) превращаетъ бензолъ на холодѣ въ моонитропроизводную: $C_6H_5NO_2$. Нитробензолъ-жидкость съ запахомъ горькаго миндаля (essence de mirbane), кипящая при 206—207°. Возстановленный цинкомъ или лучше желѣзомъ въ присутствіи хлороводорода онъ даетъ анилинъ, служащій основаніемъ для многихъ красящихъ веществъ. Происходитъ слѣдующая реакція:



Нитробензолъ самъ по себѣ не представляетъ взрывчатаго вещества, но онъ служитъ для фабрикаціи взрывчатаго состава типа Шпренгеля ($NO_3H + C_6H_5NO_2$) и пинкластитовъ типа Турпіа ($C_6H_5NO_2 + NO_2$), весьма сильныхъ составовъ, но очень неудобныхъ въ употребленіи. Смѣсь, дающая полное сгораніе, слѣдующая:



Моонитробензолъ послѣ обработки его концентрированной смѣсью сѣрной и азотной кислотъ, даетъ дунитрометабензолъ $C_6H_4(NO_2)_2$, такъ какъ нитрогруппы всегда становятся въ положеніе 1 и 3.

Онъ кристаллизуется желтыми длинными иглами, плавящимися около 88°—90°. Это вещество даетъ лишь слабый взрывъ, и только при сильномъ возбужденіи, и употребляется главнымъ образомъ для производства взрывчатыхъ веществъ аналогичныхъ составу Фавье, т. е. составовъ съ азотнокислыми основаніями. Обработка большихъ количествъ этого соединенія затруднительна и опасна, такъ какъ оно ядовито.

Теоретически бензолъ даетъ тринитро производныя, изъ коихъ извѣстенъ тринитробензолъ 1. 3. 5: $C_6H_2(NO_2)_3$, плавящійся при 122° и представляющій сильное взрывчатое вещество, называемое *бензитомъ*. Къ сожалѣнію, это вещество можно приготовить лишь при помощи безводной смѣси сѣрной и азотной кислоты, что дѣлаетъ его промышленное приготовленіе затруднительнымъ и дорогимъ. Итакъ, бензолъ нитраціей не даетъ ни одного примѣнимаго на практикѣ взрывчатаго вещества, но мы увидимъ дальше, что онъ служитъ для приготовленія фенола, который легко нитруется, переходя въ пикриновую кислоту.

Нитропроизводная толуола.

Толуоль нитруется гораздо легче бензола. Азотная кислота (48°Б), или лучше, смѣсь сѣрной кислоты съ азотной даютъ моно- и дунитропроизводныя.

Существуетъ три мононитропроизводныхъ, но прямая нитрація даетъ лишь пара и орто производныя: ортопроизводная перегоняется водянымъ паромъ первой и можетъ быть отдѣлена. Это жидкость съ запахомъ, напоминающимъ нитробензолъ, и кипящая при 223°; парадериватъ твердое тѣло, плавящееся при 54° и кипящее при 237°. При возстановленіи даетъ *толуидины*, идущіе на производство красящихъ веществъ.

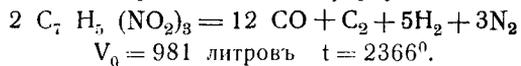
Нитраціей получается нѣсколько дунитросоединеній, но преобладаетъ дериватъ 1. 2. 3 (точка плавленія 70°). Онъ взрывается очень трудно и не вполне, но входитъ въ составъ нѣсколькихъ Шеддитовъ. Вотъ, напр., составъ Шеддита О № 2:

хлорнаго калия	79
динитротолуола	15
нитронафталина	1
Кастороваго масла	5

Предѣльная нитрація толуола даетъ тринитротолуоль 1. 2. 4. 6 или *толитъ*. Можно или прямо нитровать толуоль съ концентрированной смѣсью сѣрной и азотной кислотъ, или же нитровать мононитротолуоль. Операція производится въ чугунныхъ смѣшивателяхъ, снабженныхъ змѣвикомъ или обогрѣваемыхъ снаружи паромъ, такъ какъ для окончанія нитраціи необходимо нагрѣваніе. Когда нитрація закончена, то охлаждають массу и отдѣляютъ образовавшійся тринитротолуоль. Оставшіяся кислоты могутъ быть использованы для новой операціи, но онѣ все болѣе и болѣе загрязняются органическими остатками. Когда онѣ становятся слишкомъ нечистыми, то извлекають азотную кислоту дестилляціей. Полученный такимъ образомъ сырой продуктъ плавится около 77°, такъ какъ въ немъ содержится нѣкоторое количество другихъ изомеровъ, понижающихъ его точку плавленія.— Сперва его промываютъ нѣсколько разъ горячей водой, затѣмъ очищаютъ кристаллизаціей въ алкоголь или въ кипящемъ толуоль.

Выходъ не превышаетъ въ общемъ 180% вѣса взятаго для операціи толуола, хотя теоретически должно получиться около 247% тринитротолуола.

Толитъ или *тритиль* образуетъ желтые кристаллы, при плавленіи (около 81,5°) переходитъ въ желтую жидкость кристаллической структуры, удѣльнаго вѣса 1,55. Это очень постоянное тѣло, почти нечувствительное къ удару и горящее безъ взрыва. Онъ не дѣйствуетъ на кожу и металлы, что представляетъ большое преимущество. При быстромъ нагрѣваніи, соединенномъ съ ударомъ, взрывается съ большой силой. Расложеніе его происходитъ по приблизительной формулѣ:



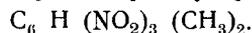
Сила его приблизительно равна силѣ пикриновой кислоты, а скорость взрыва меньше, приблизительно на 10%.

Это взрывчатое вещество весьма употребительно въ Германіи (снаряды 77, 105, 380, 420 мм., бомбы, бросаемаыя съ аэроплановъ и цеппелиновъ).

Онъ въ частности пригоденъ къ зарядженію снарядовъ, такъ какъ легко сплавляется и не образуетъ опасныхъ соединеній со свинцомъ шрапнелей.

Нитропроизводная ксилола.

Ксилолы образуютъ нитродериваты, какъ и низшіе ихъ гомологи, но лишь одинъ метаксилолъ даетъ прямой нитраціей тринитропроизводную:



Это довольно хорошее взрывчатое вещество, хотя немного хуже толита; оно плавится при 176—177°, что не даетъ возможности пользоваться имъ въ чистомъ видѣ для зарядженія въ расплавленномъ состояніи; но въ соединеніи съ азотнокислымъ аммоніемъ онъ даетъ очень хорошее взрывчатое вещество, аналогичное составу Фавье.

Нитропроизводная нафталина.

Нафталинъ довольно легко нитруется и можетъ дать тетранитропроизводную.

Нитраціей слабыми кислотами, обыкновенно остаточными, получается мононитронафталинъ, при чемъ образуется главнымъ образомъ изомеръ α (точка плавленія 8°) и немного изомера β (плавится при 79°). Онъ не взрывается, но употребляется для приготовленія нѣкоторыхъ шеддитовъ. Шеддитъ О № 1, напр., состоитъ изъ слѣдующей смѣси:

Хлорнаго каля	80
Мононитронафталина	12
Кастороваго масла	8

При употребленіи концентрированныхъ кислотъ получаютъ динитросоединенія.

Образуются три изомера, и сырой продуктъ плавится при 135—140°. Само по себѣ это соединеніе представляетъ взрывчатое вещество средняго качества, главнымъ образомъ идущее на приготовленіе составовъ Фавье, состоящихъ изъ смѣси азотнокислаго аммонія съ тринитронафталиномъ, и извѣстныхъ во Франціи подъ названіемъ взрывчатыхъ составовъ N *).

Вотъ напр. составъ вещества Фавье для рудниковъ безъ гремучаго газа (вещество N₁C)

азотнокислаго аммонія	874
динитронафталина	126

Нитруя моно- или динитронафталины смѣсью азотной и сѣрной кислотъ (HNO₃—48° Б и H₂SO₄—66° Б) получаютъ тринитронафталинъ, состоящій изъ смѣси трехъ изомеровъ и извѣстный подъ именемъ *нафтита*, плавящагося при 110°.

Нафтитъ самъ по себѣ взрывается плохо; его формула C₁₀ H₅ (NO₂)₃ показываетъ, что онъ не содержитъ достаточно кислорода для образованія однихъ газовъ при взрывѣ, но въ смѣси съ азотнокислымъ аммоніемъ онъ даетъ отличное взрывчатое вещество, мало чувствительное къ удару, но тѣмъ не менѣе очень сильное. Соединенія подобнаго типа, подъ названіемъ *шнейдерита*, заводъ Крезо употребляетъ для заряженія своихъ разрывныхъ снарядовъ.

Остальныя нитропроизводныя углеводородовъ ароматическаго ряда не представляютъ практическаго интереса.

Нитропроизводныя феноловъ.

Фенолы нитруются легче углеводородовъ и въ количествѣ фенольныхъ соединеній можно ввести три нитрогруппы, при употребленіи слабыхъ кислотъ (HNO₃—40° Бомэ).—Реакція проходитъ даже бурно, и не-

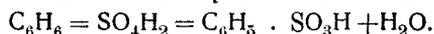
*) Въ Германіи также употребляется много взрывчатыхъ веществъ съ азотнокислымъ аммоніемъ подъ названіемъ *астралитъ*, *вестфалитъ*, *альдорфитъ* и др., но нитронафталины замѣнены въ нихъ нитропроизводными толуола или бензола, иногда въ смѣси съ небольшимъ количествомъ древесныхъ опилокъ и нитроглицерина.

обходимо предварительно образовать скомбинированную сульфопроизводную (соединеніе феноловъ съ сѣрнистой кислотой), которая нитруется болѣе спокойно, чѣмъ чистый феноль.

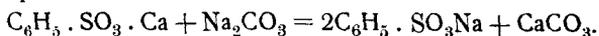
Пикриновая кислота или мелинитъ.

Обыкновенный феноль или карболовая кислота (C₆ H₅ OH) легко даетъ нитропроизводныя. Его тринитросоединеніе или пикриновая кислота: C₆ H₂ (NO₂)₃. OH, представляетъ одно изъ наиболѣе употребительныхъ взрывчатыхъ веществъ для заряженія разрывныхъ снарядовъ: во Франціи она называется *мелинитомъ*, въ Англіи—*лиддитомъ*, въ Японіи—*шимозой* и т. д.

До настоящей войны феноль, необходимый для этой фабрикаціи, получался почти исключительно изъ каменноугольной смолы, откуда онъ извлекался способами, указанными выше. Въ настоящее время расходъ снарядовъ настолько великъ, что пришлось обратиться къ производству синтетическаго фенола, получаемаго изъ бензола. 100 тоннъ угля даютъ лишь 15 килогр. фенола, въ то время какъ бензола получается около 400 литровъ. Принципъ фабрикаціи уже указанъ нами выше. Напомнимъ, что бензолъ превращается въ сульфопроизводную нагрѣваніемъ съ сѣрной кислотой (67° Бомэ) въ котлѣ съ двойнымъ дномъ и перемѣшивающимъ приспособленіемъ. Пары бензола конденсируются въ охладитель. По истеченіи десяти часовъ реакція закончена:

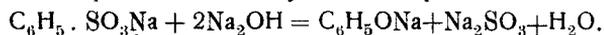


На 60 килогр. бензола необходимо около 300 килогр. кислоты. Содержимое котла охлаждается и сливается въ воду; затѣмъ добавляютъ въ избыткъ известковое молоко; излишекъ сѣрной кислоты осаждается въ видѣ нерастворимаго въ водѣ сѣрнокислаго кальція, тогда какъ кальціевая соль моносulfобензоловой кислоты остается въ растворѣ. Осажденный сѣрнокислый кальцій отжимается въ фильтр-прессѣ. Фильтратъ концентрируется, и сульфонатъ кальція превращается въ натріевую соль прибавленіемъ соды.



Нерастворимый углекислый кальцій отдѣляется фильтраціей, и жидкость выпаривается, пока заключающаяся въ ней соль не высохнетъ совершенно. Послѣдняя тогда небольшими порціями обрабатывается ѣдкимъ натромъ, нагрѣтымъ до точки пла-

вления въ чугунномъ котлѣ со смѣшивателемъ Реакція происходитъ слѣдующимъ образомъ:



По окончаніи реакціи сливаютъ еще горячей фенолатъ натрія для охлажденія на металлическій листъ. Полученную массу затѣмъ растворяютъ въ водѣ и добавляют нѣкоторый избытокъ соляной кислоты, освобождающей феноль, который всплываетъ на поверхность жидкости. Растворимая часть выщелачивается эфиромъ, и весь полученный продуктъ наконецъ очищается перегонкой и кристаллизацией.

Производство мелинита.

Начинаютъ съ приготовления сульфифенола. Для этого 25 клгр. расплавленнаго фенола сливаютъ постепенно въ чугунный смѣшитель, заключающій 150 клгр. крѣпкой кислоты (66° Б.). Смѣсь выдерживаютъ нѣкоторое время при температурѣ, близкой къ 100°, пока взятая проба не растворится въ водѣ безъ остатка. Это сульфосоединеніе затѣмъ медленно переливается въ слабую азотную кислоту (37° Б), помѣщенную въ особый приемникъ, построенный изъ спеціального кирпича. Масса перемѣшивается пропускаемымъ черезъ нее сжатымъ воздухомъ, увлекающимъ азотистые пары.—Послѣдніе конденсируются въ коксовыхъ башняхъ, черезъ которыя пропускаютъ холодный воздухъ и въ верхней части которыхъ стекаетъ струя воды. Такимъ образомъ азотистые пары окисляются и образуютъ слабую азотную кислоту (крѣпостью отъ 30° до 36° Б.).

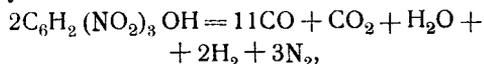
Реакцію регулируютъ, сливая большее или меньшее количество сульфобензола. По окончаніи реакціи жидкости даютъ остыть, и сырой продуктъ кристаллизуется.

Послѣдній очищается многократной промывкой и затѣмъ высушивается въ центрофугѣ.

Выходъ составляетъ въ общемъ 180% въса взятаго для операціи фенола.

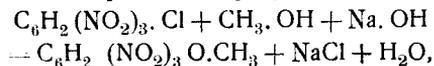
Чистая пикриновая кислота даетъ красивые желтые кристаллы, плавящіеся при 122°; она обладаетъ свойствами сильной кислоты и даетъ съ металлами соли, весьма чувствительныя къ удару. Поэтому снаряды необходимо предварительно покрывать лакомъ; сама же по себѣ пикриновая кислота мало чувствительна и взрывается подѣ дѣйствіемъ капсулы съ гремучей ртутью. Въ сплавленномъ видѣ ея чувствительность еще меньше, и она не взры-

вается; поэтому необходимо пользоваться промежуточнымъ взрывателемъ изъ порошка той же кислоты. Мелинитъ разлагается со взрывомъ по слѣдующей формулѣ:



что соответствуетъ: $v_0 = 877$ литровъ; $t = 2634^0$; $f = 9680$ клр. и $P = 323$ тонно-метровъ. Скорость взрыва превышаетъ 7000 метровъ въ секунду. Dautriche получилъ максимальную скорость въ 7645 метровъ. Мелинитъ употребляется въ чистомъ видѣ (мелинитъ D) или въ смѣси съ крезилитомъ для заряженія разрывныхъ снарядовъ. Чистый мелинитъ идетъ на фабрикацію кавалерійскихъ петардъ и взрывныхъ шнуровъ-трубокъ, которые не слѣдуетъ смѣшивать съ шнуромъ Бикфорда. Они состоятъ изъ оловяной трубки, наполненной мелинитомъ. Эти шнуры готовятъ протягиваніемъ трубки большого діаметра, наполненной мелинитомъ. Скорость волны взрыва въ трубкѣ достигаетъ 7000 метровъ въ секунду. Ими также пользуются для соединенія нѣсколькихъ зарядовъ, которые желаютъ взорвать одновременно.

Метилпроизводная пикриновой кислоты есть тринитронизоль $C_6H_2(NO_2)_3OCH_3$; онъ плавится при 67—68° и обладаетъ нейтральной реакціей, т. е. можетъ служить для прямого заряженія снарядовъ. Его можно получить, нитруя хлоробензолъ: $C_6H_5 \cdot Cl$, который легко даетъ тринитропроизводную $C_6H_2(NO_2)_3 \cdot Cl$ или хлоропикриль, и затѣмъ дѣйствуя на послѣдній метиловымъ спиртомъ въ присутствіи ѣдкаго натрія:



Можно также сначала получить динитрохлоробензолъ, превративъ послѣдній въ динитронизоль, который въ свою очередь нитруется смѣсью сѣрной и азотной кислотъ.

Крезилитъ. Во Франціи также много употребляется тринитрокрезола, извѣстнаго подѣ названіемъ крезилита: $C_6H(NO_2)_3 \cdot OH \cdot CH_3$. Способъ извлеченія его изъ каменноугольной смолы мы указали уже выше.

Онъ содержитъ всегда небольшое количество изомеровъ; рыночная цѣна его зависитъ отъ числа тринитропроизводныхъ, которыя онъ можетъ дать. Нитрація крезола производится точно также, какъ и нитрація фенола, и для хорошихъ крезоловъ выходъ достигаетъ 170—180% въса крезола.

Крезилитъ представляетъ желтое вещество, плавящееся при 106° приблизительно; онъ нѣсколько слабѣ мелинита и употребляется главнымъ образомъ въ смѣси съ послѣднимъ. Чаще всего пользуются смѣсью 40% мелинита и 60% крезилита. Этотъ составъ, извѣстный подъ названіемъ „крезилитъ 60/40“, имѣетъ то преимущество, что плавится около 85°, и уже при 70° образуетъ тѣсто, что сильно облегчаетъ заряженіе.

Остальныя нитропроизводныя фенола практическаго примѣненія не имѣютъ, но мы скажемъ нѣсколько словъ о нитранилинахъ.

Нитропроизводныя амидосоединеній.

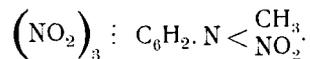
Ароматическія амидосоединенія легко нитруются, и можно получить даже тетранилинъ:



Онъ получается нитраціей на холодѣ метанилинилина: $C_6H_4 \begin{matrix} \text{NH}_2(1) \\ \text{NO}_2(3) \end{matrix}$. Это желтое вещество, плавящееся при 218° и весьма сильно взрывающееся, но тѣмъ не менѣе до сихъ поръ еще не нашедшее

массоваго потребленія; такъ какъ непостоянно и уже при 60° начинаетъ разлагаться водою.

Метиланилинъ и диметиланилинъ: $C_6H_5.NH.CH_3$ и $C_6H_5.N(CH_3)_2$, получающіеся при нагрѣваніи анилина въ автоклавѣ съ хлорометиломъ, даютъ при нитраціи тетранитрометиланилинъ, при чемъ одна нитрогруппа присоединяется къ азоту:



Это довольно сильное взрывчатое вещество, нашедшее примѣненіе въ фабрикаціи взрывныхъ шнуровъ. Плавится при 127—128°. Назовемъ также нитропроизводную дифениламина: $C_6H_5.NH.C_6H_5$. Нитраціей онъ даетъ гексанитропроизводную



— сильное взрывчатое вещество, до сихъ поръ еще не примѣнявшееся на практикѣ. Съ другой стороны, онъ даетъ желтое красящее вещество, извѣстное подъ названіемъ *aurantia*.

Въ нижеприведенной таблицѣ указаны главнѣйшія нитропроизводныя взрывчатыя вещества, происходящія изъ каменноугольной смолы, а также ихъ преимущественное назначеніе.

Основное вещество, получаемое изъ кам.-уг. смолы	ПРОМЕЖУТОЧНЫЕ ПРОДУКТЫ	Названіе взрывчатого вещества	Употребленіе
Анилинъ	{ метиланилинъ . . . дифениламинъ . . .	тетраниранилинъ	взрыватели вмѣсто капсулей
		тетранитрометиланилинъ (<i>тетрилъ</i>)	взрывныя трубки и гранаты
	гексанитро-дифениламинъ	безъ употребленія	
Бензолъ	Синтетическій феноль	динитрофеноль	разрывные снаряды
		тринитрофеноль или <i>мелинитъ</i>	
		тринитранизоль	
Хлоробензолъ		динитробензолъ	тоже
		тринитробензолъ	
		(<i>бензитъ</i>)	
Толуоль		динитротолуоль	шедниты и взрывчатыя вещества съ $(NH_4)NO_3$
		тринитротолуоль или <i>толитъ</i>	
Метаксилоль		тринитроксилоль	разрывные снаряды безъ употребленія

Основное вещество, получаемое из кам.-уг. смолы	ПРОМЕЖУТОЧНЫЕ ПРОДУКТЫ	Название взрывчатого вещества	Употребление
Нафталинъ	}	динитронафталинъ	Сост. Фавье Шнейдеритъ
		тринитронафталинъ или <i>нафтитъ</i>	
Феноль	}	тетранитро-нафталинъ	безъ употребленія
		динитрофеноль	
Метакрезоль	}	тринитрофеноль	разрывные снаряды
		тринитрокрезоль или <i>крезилитъ</i>	

III. Духи и фармацевтическія вещества.

Производство духовъ и фармацевтическихъ веществъ изъ продуктовъ, добываемыхъ изъ каменноугольной смолы, получило такое распространение, что здѣсь мы можемъ только въ общихъ чертахъ указать на фабрикацію этихъ веществъ во Франціи въ прошломъ и на ея возможное развитіе въ будущемъ.

Синтетическіе духи. Фабрикація синтетическихъ духовъ весьма недавняго происхожденія, и сорокъ лѣтъ тому назадъ было извѣстно лишь приготовленіе эссенціи горькихъ миндалей (бензойный альдегидъ) и эссенціи Винтергринна (салициловый метиль), коихъ открытіе принадлежитъ пер-

вой—Grimaux и Lauth, а второй—Cahours. Съ тѣхъ поръ многочисленныя открытія дали возможность частью воспроизвести уже существующіе духи, частью же составить новые, при помощи которыхъ парфюмерамъ удалось искусственно получить такія эссенціи, какъ ландыши, альпійскія фіалки и друг., которыя никакимъ способомъ до сихъ поръ не удалось извлечь изъ самыхъ цвѣтовъ. Въ нижеприведенной таблицѣ приведены, согласно даннымъ J. Dupont, главнѣйшіе синтетическіе духи, фабрикуемые въ настоящее время. Въ первомъ столбцѣ приведены названія духовъ, во второмъ сырые продукты ароматическаго ряда, входящіе въ реакцію образованія этихъ духовъ, и въ третьемъ—другіе реагенты органической и минеральной химіи.

I. Производныя бензола.

Ацетофеноль $\text{CH}_3 \text{ CO. C}_6\text{H}_5$	}	бензолъ.	}	хлороацетиль
Фенилэтиловый спиртъ $\text{C}_6\text{H}_5. \text{CH}_2. \text{CH}_2. \text{OH}$.		бензолъ		хлористый алюминій
различныя салицилаты (метила, изобутила, бензина и др.	}	феноль	}	магній
				хлоргидринъ гликола $\text{CH}_2\text{Cl. CH}_2\text{OH}$.
				метиловый спиртъ
				изобутиловый „
				и друг.

II. Производныя толуола.

эфиры бензиловаго спирта	хлористый бензиль	хлоръ
бензойный альдегидъ	бензойный альдег.	”
альдегидъ коричной кислоты	}	}
бензойные эфиры	хлоробензолъ	хлоръ
фенилэтиловый спиртъ	фенилуксусная кислота	натрій
дифенилметанъ	хлоробензолъ	
метилацетофеноль	}	}

III. Производныя метаксилола.

Тринитробутил-метаксилоль	}	метаксилоль	}	изобутиловый спирт
				хлористый алюминій
Динитробутил-крезилло-кетонъ (кетонный мускусъ)	}	"	}	азотная кислота
				изобутиловый спирт
				хлорист. алюминій
				" ацетиль
				азотная кислота

IV. Производныя нафталина.

эфиры β-нафтола	}	нафталинъ	}	каустическая сода
нитранилатъ метила индолъ		фталевая кислота		сѣрный ангидридъ и ртуть

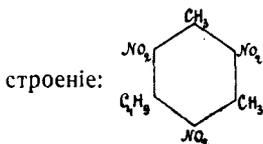
V. Производныя крезоло.

Кумаронъ	}	орто крезоль	}	уксусная кислота
Динитро-бутил-метиль		мета крезоль		
альдегидъ анисовой кислоты	}	метилпара-кре- золь	}	
эфиры " "				

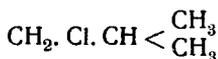
Мы не можемъ здѣсь подробно остановиться на химическихъ реакціяхъ полученія этихъ разнообразныхъ веществъ; многія изъ нихъ очень трудны и потребовали для своего открытія продолжительныхъ изслѣдованій. Для примѣра приведемъ вкратцѣ приготовленіе ксилоловаго мускуса. Изъ этого примѣра мы увидимъ, какимъ образомъ возможно получить, исходя изъ углеводовъ, весьма сложныя молекулы, дающія массу замѣщений.

Искусственный мускусъ Баура есть тринитро-производная метаксилола и, какъ таковая, вѣроятно, имѣетъ слабыя взрывчатыя свойства, но такое примѣненіе, конечно, не представляетъ никакого интереса.

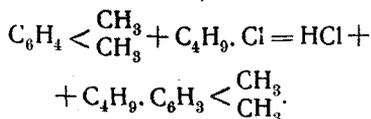
Тринитробутил-метаксилоль имѣетъ слѣдующее



Сперва получаютъ бутил-метаксилоль. Этотъ углеводородъ получается конденсаціей хлористаго изобутила



надъ ксилоломъ въ присутствіи хлористаго алюминія (реакція Friedel и Craft)



Въ дѣйствительности реакція гораздо сложнѣе, и чистый углеводородъ получается фракціонной перегонкой продуктовъ реакціи; онъ кипитъ при 200—202°.

Этотъ углеводородъ, будучи постепенно вливаемъ въ смѣсь концентрированной азотной и сѣрной кислоты, тринитруется и даетъ твердое тѣло съ сильнымъ запахомъ мускуса, плавящееся при 110°. Этотъ мускусъ, и другіе суррогаты, имѣетъ громадный сбытъ и входитъ въ настоящее время въ составъ множества духовъ. Вначалѣ онъ былъ очень дорогъ, теперь же килограммъ его стоитъ едва 50 франковъ, такъ какъ срокъ патента на его изготовленіе истекъ.

Франція производитъ большое количество естественныхъ духовъ, и развитіе производства синтетическихъ духовъ можетъ лишь послужить ей въ пользу, такъ какъ послѣдніе не вытѣсняють первыхъ, но наоборотъ даютъ возможность получить новые духи помощью надлежащимъ образомъ изученныхъ комбинацій.

Въ послѣдніе два года, предшествовавшіе войнѣ, во Францію было ввезено значительное количество искусственныхъ духовъ, а именно на 1.424.000 франковъ въ 1912 и на 1.429.000 фр. въ 1913 г.

Кромѣ затрудненій въ полученіи нѣкоторыхъ основныхъ сырыхъ продуктовъ, слѣдуетъ отмѣтить еще недостатокъ специальныхъ приборовъ, необходимыхъ для химической промышленности. Часть

оборудованія, дѣйствительно, получалась изъ Германіи, и французской промышленности придется сдѣлать большое усиліе для производства аппаратовъ изъ свинца, песчаника, эмалированного чугуна и др., специальныхъ насосовъ для кислотъ, сушильныхъ приборовъ и т. д., необходимыхъ для химической промышленности, а въ частности для производства духовъ, фармацевтическихъ и красящихъ веществъ.

Другой причиной небольшого развитія этой промышленности является высокій налогъ на спиртъ, употребляемый для кристаллизаціи, а такъ какъ во время этой операціи происходитъ ощутительная потеря спирта, то получается значительное повышение себѣстоимости; это лишаетъ нашихъ промышленниковъ возможности конкурировать съ иностранной, гдѣ спиртъ, идущій на кристаллизацію, считается денатурированнымъ.

Послѣ войны производство искусственныхъ духовъ, безъ сомнѣнія, получитъ значительное развитіе, такъ какъ оно будетъ облегчено фабрикаціей естественныхъ духовъ, уже процвѣтающей во Франціи въ данное время.

Фармацевтическіе продукты.

Терапевтика въ послѣдніе годы обогатилась новыми средствами, изъ которыхъ многія являются производными углеводовъ ароматическаго ряда; достаточно указать на быстрое распространеніе

нѣкоторыхъ лекарствъ, какъ напр. антипиринъ Кнорра, пирамидонъ и др., цѣлебныя свойства которыхъ не подлежатъ сомнѣнію.

Ободренные такимъ успѣхомъ, многіе ученые стали изыскивать новыя средства, способныя противодѣйствовать тому или другому недугу или вызывать извѣстное физиологическое дѣйствіе. Для этого приступили къ многочисленнымъ систематическимъ опытамъ съ цѣлью приготовленія нѣсколькихъ тысячъ химическихъ веществъ, которыя затѣмъ были подвержены обширнымъ физиологическимъ и клиническимъ изслѣдованіямъ, и Эрлиху, на примѣръ, лишь терпѣливыми и продолжительными опытами удалось открыть составъ № 606 и такимъ образомъ достигъ весьма опредѣленныхъ улучшеній въ леченіи сифилиса.

Къ сожалѣнію, много такихъ работъ произведено было въ Германіи и эта страна естественно получила наибольшую долю прибылей. Однако въ теченіе послѣднихъ лѣтъ французскіе ученые химики предприняли также рядъ изслѣдованій въ этомъ направленіи, и успѣхъ не замедлил сказаться; на примѣръ, Е. Fourneau былъ открытъ стованинъ (суррогатъ кокаина).

Французская промышленность приступила также къ изготовленію антипирина, пирамидона, аспирина (ацетилсалициловой кислоты) и др.; однако, придется затратить еще много усилій, чтобы нагнать потерянное время.

Е. Fourneau даетъ слѣдующую таблицу главнѣйшихъ фармацевтическихъ препаратовъ, получаемыхъ изъ углеводовъ ароматическаго ряда:

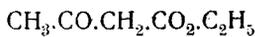
Сырой продуктъ, получаемый изъ каменноугольной смолы	Промежуточные продукты	Названіе лекарства		
Феноль	}	Салициловая кислота	}	Салоль
		Паранитрофеноль		Салицилаты
		Ортонитрофеноль		Аспиринъ
		Оксифенилмышьяковая кислота		Фенацетинъ
		Хлорофеноль		Гвайаколь, Тіоколь
Дифенолы	}	Хлорофеноль	}	606
		Пирокатехинъ		Гвайаколь
Хлорнитробензолъ	}	Хлорофеноль	}	Резорцинъ
		Пирокатехинъ		Адреналинъ
Бензолъ	}	Хлорофеноль	}	Гвайаколь
		Пирокатехинъ		Гвайаколь

Сырой продукт, получаемый из камисноугольной смолы	Промежуточные продукты	Название лекарства
Бензолъ . . .	Анилинъ	Фенилгидразинъ } Антипиринъ
		. . . . . } Пирамидонъ
		. . . . . } Пиперазинъ
		. . . . . } Ацетанилинъ, эксальгинъ
		. . . . . } Атоксилъ } 606
Толуолъ . . .	бензойная кислота	. . . . . } Гектинъ
		Диэтиланилинъ } Новокаиный
		Диметиланилинъ } Стованинъ, алиининъ
		. . . . . } Эвкаиный, стованинъ
		Аминобензойная кислота } Новокаиный
		. . . . . } Ортоформъ
Нафталинъ	Бензальдегидъ } Бензонафтолъ	
	. . . . . } Криогенинъ	
	. . . . . } Сахаринъ	
	. . . . . } Коричная кислота	
	. . . . . } Нафтолъ	
	Нафтолъ } Бензонафтолъ	
	. . . . . } Бетолъ	
	ангидридъ фталевой кислоты } Фталенинъ.	

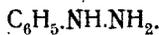
Для превращенія углеводовъ въ лекарства почти всегда необходимы многочисленныя промежуточныя реакціи и превращенія, изъ которыхъ нѣкоторыя должны быть отнесены къ самымъ труднымъ въ органической химіи; это производство требуетъ поэтому весьма опытныхъ техниковъ, вполнѣ знакомыхъ со всѣми методами обработки. Получаемые продукты, вслѣдствіе этого, довольно дороги и даютъ на этомъ основаніи достаточный просторъ для прибылей.

Насколько сложна такая фабрикація, укажемъ вкратцѣ на производство антипирина, которое по сложности операций занимаетъ лишь среднее мѣсто.

Сперва дѣйствуютъ уксусноацетиловымъ эфиромъ:

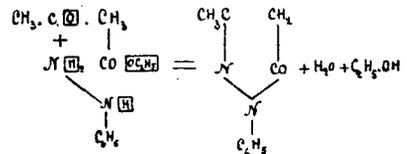


на фенилгидразинъ:

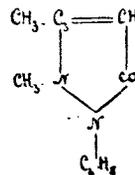


Напомнимъ, что уксусноацетиловый эфиръ получается конденсаціей уксуснаго эфира подъ дѣйствіемъ натрія и что фенилгидразинъ получается возстановленіемъ хлордіазобензола двусѣрнистымъ натромъ.

Получается слѣдующая реакція:



По окончаніи реакціи добавляют избытокъ ѣдкаго натра и отдѣляютъ эфиръ изъ этого раствора. Эфиръ испаряется, а остатокъ перегоняется въ безвоздушномъ пространствѣ. Часть, перегоняющаяся около 200°, переводится въ метиловое соединеніе нагрѣваніемъ съ іодистымъ или хлористымъ метиломъ въ автоклавѣ въ присутствіи метиловаго спирта. Строеніе антипирина можетъ быть изображено слѣдующимъ образомъ:



Нижеприведенная таблица показывает главнейшие основные продукты, входящие в процесс образования антипирина

Уксусная кислота	} Уксуснокислый этиль	}	}	}	}
Этиловый спирт					
Натрий	}	}	}	}	}
Анилинъ					
Азотистокислый натрий	} Хлористый диазобензолъ	}	}	}	}
Соляная кислота					
Двусѣрный натрий	}	}	}	}	}
Хлорометиль					
Метилловый спирт					

Кромѣ того, въ реакцію входятъ ѣдкій натръ, сѣрная кислота, эфиръ и друг.

Стованинъ Фурно, суррогатъ кокаина, требуетъ еще большаго числа реактивовъ, и число промежуточныхъ продуктовъ еще болѣе значительно и доходитъ до двадцати двухъ. Подробно перечислять ихъ считаемъ излишнимъ.

IV. Красящія вещества.

Производство красящихъ веществъ основано главнымъ образомъ на производныхъ ароматиче-

скаго ряда. Среди другихъ отраслей химической промышленности развитіе производства красящихъ веществъ было наиболѣе быстрое и примѣненіе его самое плодотворное по своимъ результатамъ.

По даннымъ В. С. Hesse, мировое производство красокъ, получаемыхъ изъ каменноугольной смолы, въ 1912 году достигло 500 милліоновъ франковъ и распредѣлялось слѣдующимъ образомъ:

	въ 1896 году	%%	въ 1912 году	%%
Германія	90.000.000	72	341.114.230	68,6
Швейцарія	16.000.000	12,8	32.263.255	6,5
Франція	9.000.000	8,0	25.000.000	5,0
Великобританія	—	—	29.910.000	6,0
Соединенные Штаты	—	—	18.750.000	3,8
Россія, Голландія и др.	—	—	около 50.000.000	10
Итого			497.037.485 франковъ.	

Таблица ясно показываетъ значеніе германскаго производства на мировомъ рынкѣ.

Можно сказать, что промышленность красящихъ веществъ, вслѣдствіе даннаго ею толчка къ изученію всѣхъ отраслей органической и неорганической химіи, была главнымъ факторомъ изумительнаго развитія германской химической промышленности вообще и вмѣстѣ съ тѣмъ и самой страны. Для примѣра назовемъ произведенное фабриками красящихъ веществъ изученіе производства сѣрной кислоты контактнымъ способомъ, въ виду необходимости ея для фабрикаціи главнейшихъ сырыхъ продуктовъ ихъ производства.

Сырые продукты для производства красокъ были открыты въ Англии и Франціи. Въ 1856 году W. H. Perkin, ассистентъ Hofmann'a въ Royal College of Sciences въ Лондонѣ, получилъ фіолетовую краску *мовсинъ* дѣйствіемъ двухромовокалиевой соли и сѣрной кислоты на анилинъ. Вскорѣ затѣмъ было начато промышленное производство этой краски. Въ 1859 г. Verguin открылъ *фуксинъ*, фабриковавшійся на заводѣ Renard freres et Franc въ Лионѣ.

Съ 1860 по 1870 годъ многочисленныя открытія органическихъ красокъ совершенно измѣнили красильное дѣло; таковы: лиловыя и синія анилиновыя краски Жирара и де Лэра, Гофманская синь,

метилловый фіолетъ и др. Въ 1868 и 1869 г. Гребе и Либерманъ получили искусственный ализаринъ изъ антрацена, Каро и Перкинъ получили ализаринъ изъ сульфопроизводныхъ антрахинона.

Ализаринъ, какъ извѣстно, красящее вещество растенія—марены. До открытія искусственнаго ализарина міровое добываніе марены доходило до 50 милліоновъ килограммовъ, цѣнностью около 55 милліоновъ франковъ. Изъ нея получалось отъ 700 до 800 тысячъ килограммовъ красящаго вещества (ализарина и другихъ его производныхъ). Культура марены сосредоточилась во Франціи, въ департаментѣ Vancluse.

Уже въ 1884 году производство искусственнаго ализарина достигло 1350 тоннъ. Въ 1913 году въ Германіи, которая является почти единственнымъ фабрикантомъ этой краски, вывозъ достигъ 6.132 тоннъ ализарина, стоимостью около 12 милліоновъ франковъ.

Сравнительно недавнія изслѣдованія привели къ фабрикаціи большого числа красокъ антраценоваго ряда, отличающихся замѣчательной стойкостью и разнообразіемъ тоновъ, въ частности синихъ, желтыхъ и зеленыхъ яркаго цвѣта. Въ 1913 году вывозъ этихъ красокъ достигъ 4.907 тоннъ на сумму свыше 15 милліоновъ франковъ.

Въ 1875 г. во Франціи Руссэномъ открыты первая азопроизводныя краски, и въ 1876 г. заводъ Poigier въ Saint-Denis фабриковалъ оранжевыя краски, способъ приготовленія которыхъ держался въ секретѣ. Но недолго спустя, Гофманъ опубликовалъ ихъ составъ, и съ тѣхъ поръ эти краски стали въ Германіи предметомъ систематическаго изученія, что укрѣпило за Германіей безспорное превосходство.

Открытіе промышленнаго способа приготовленія индиго не было по примѣру предыдущихъ открытій случайнымъ, но должно быть приписано систематическимъ опытамъ Ваеуег'а, которые дали германскимъ заводамъ возможность фабриковать эту великолѣпную краску. Первый синтезъ индиготина относится къ 1869 году, но только около 1900—1901 года промышленное изготовленіе этой краски получило прочное основаніе.

Растительное индиго получалось изъ Индіи; его ввозъ уменьшается съ каждымъ годомъ и въ будущемъ оно исчезнетъ совершенно также, какъ и марена. Какъ антраценовыя краски, такъ и инди-

говья удалось приготовить весьма красивыхъ и разнообразныхъ оттѣнковъ.

Главными центрами фабрикаціи красокъ являются Германія и нѣмецкая Швейцарія. Экспортъ красокъ изъ Германіи достигъ въ 1913 году суммы свыше 283 мил. франковъ, распределяющихся слѣдующимъ образомъ:

	Вѣсъ въ кило- граммахъ	Цѣнность въ фран- кахъ
Анилинь и его соли	7.264.000	7.398.750
Нафтоль и нафтиламины	3.106.400	3.797.500
Анилиновыя краски	64.287.000	177.598.750
Ализаринъ	6.132.600	11.657.500
Антраценовыя краски	4.907.900	15.308.750
Индиго	33.332.800	66.653.750
Карминъ изъ индиго	256.500	1.181.250
Итого	119.287.200	283.596.250

Вывозъ Швейцаріи въ 1912 году достигъ 25.753.000 франковъ.

Въ числѣ вывезенныхъ 3.801 тонны около 640 тоннъ были французскаго происхожденія или были переработаны во Франціи; стоимость ихъ около 1.077.000 франковъ.

Въ 1913 году Англія принуждена была ввезти 19.000 тоннъ красящихъ веществъ на сумму около 49 мил. франковъ.

Эти немногія цифры показываютъ, что Германія дѣйствительно монополизировала производство красокъ, такъ что красильному дѣлу въ Англіи пришлось пережить тяжелый кризисъ вскорѣ послѣ объявленія войны. Подъ давленіемъ необходимости англичане приложили всѣ свои усилія для созданія промышленности красящихъ веществъ.

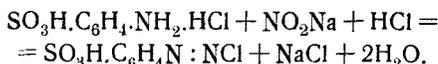
Раньше, чѣмъ перейти къ разсмотрѣнію будущаго развитія этой промышленности въ Англіи и Франціи, полезно будетъ указать на сложность химіи красящихъ веществъ.

Напомнимъ, что подъ именемъ красящаго вещества подразумѣвается всякое химическое соединеніе, обладающее способностью закрѣпляться на растительныхъ (хлопокъ, ленъ) или животныхъ (шерсть, шелкъ) волокнахъ, придавая имъ окраску, противостоящую дѣйствию воздуха, свѣта и воды.

Первыя искусственныя краски были очень непрочны, и отсюда возникло предубѣжденіе нѣкоторыхъ лицъ противъ „анилиновыхъ красокъ“, но

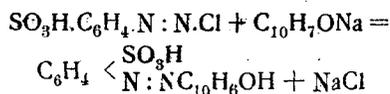
Основой всѣхъ этихъ красокъ служатъ амидо-производныя бензоловаго ряда (анилинъ, толуидинъ, ксилидинъ) и въ особенности нафталиновыхъ углеводородовъ (нафтиламинъ) и ихъ сульфопроизводныя (сульфанилиновая и нафтионовая кислоты).

При дѣйствіи молекулы азотистой кислоты (азотисто-кислаго натрія и соляной кислоты) на аминую молекулу въ формѣ хлоргидрата образуется діазопроизводная: напр.



Полученное такимъ образомъ діазосоединеніе можетъ быть „спарено“ или съ феноломъ или съ амидопроизводной ароматическаго ряда.

Діазопроизводная сульфанилиновой кислоты даетъ такимъ образомъ β -нафтолъ:



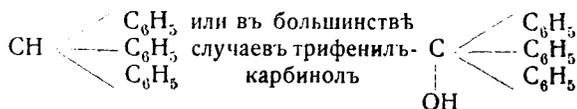
Понятно, что число такихъ красящихъ веществъ должно быть весьма значительно, такъ какъ каждый аминъ, или скорѣе каждая молекула ароматическаго ряда, содержащая аминую группу, можетъ быть превращена въ діазосоединеніе, а послѣднее „спарено“ со всѣми известными фенолами и аминами.—Кромѣ того полиаминовыя молекулы могутъ дать полиазопроизводныя, какъ напр. пара или мета амидофенилинъ $\text{C}_6\text{H}_4 < \begin{matrix} \text{NH}_2 \\ \text{NH}_2 \end{matrix}$, бензидинъ $\text{NH}_2.\text{C}_6\text{H}_4.\text{C}_6\text{H}_4.\text{NH}_2$ и др.

Точно также, спариваніемъ діазосоединенія съ аминомъ, получаемъ красящее вещество, которое снова можетъ быть диазотировано и соединено съ феноломъ или аминомъ. Теоретически такимъ образомъ можно получить весьма сложныя молекулы; но на практикѣ вообще довольствуются тремя азопроизводными.

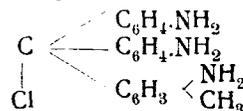
Полиазопроизводныя даютъ весьма интересныя синія, зеленыя и въ особенности хорошія черныя краски. Къ этой группѣ относятся: Роццелинъ, Понсо (производныя ксилидиновъ), ализариновая желть, оранжевая и красная параитранилиновыя краски, бордо нафтиламина, бибрихскій пурпуръ, нафталовая чернь и мн. др.

3) Группа трифенилметана.

Основой этой группы служить трифенилметанъ:



Фуксинъ есть хлористоводородный эфиръ триаминометилтрифенилкарбонила

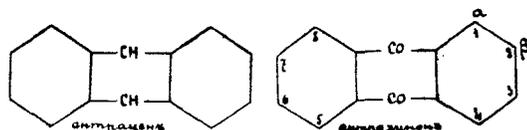


Онъ получается окисленіемъ смѣси пара- и орто-толуидина съ аниномъ помощью мышьяковаго ангидрида.

Это, какъ известно, красная краска; если замѣнить водородъ амино группы— NH_2 метиловымъ радикаломъ CH_3 , то цвѣтъ получаетъ фіолетовый оттѣнокъ. Пентаметиловая производная даетъ *Парижскій виолетъ*. На практикѣ эту краску получаютъ изъ диметиланилина $\text{C}_6\text{H}_6.\text{N} < \begin{matrix} \text{CH}_3 \\ \text{CH}_3 \end{matrix}$, окисляя его хлорной мѣдью. Если замѣненіе произвести ароматическими группами, то получается синеватый оттѣнокъ: *Лионская синь* и друг. Для такого превращенія можно нагрѣвать фуксинъ съ аниномъ. Къ группѣ трифенилметана примыкаютъ аурины и фталены. Въ послѣдней серіи находятъ красивыя краски: *эозинъ, эритрозинъ, бенгальская розовая* и друг., но онѣ легко выцвѣтаютъ.

4) Антраценовая группа.

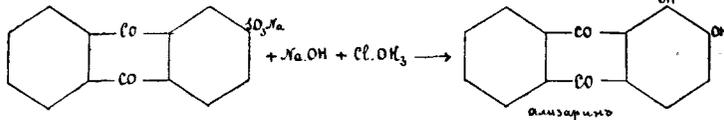
Со времени открытія ализарина Гребе и Либрманомъ были произведенныя многочисленныя изслѣдованія этой группы и въ настоящее время уже получены почти всѣ цвѣта: желтый, оранжевый, красный, фіолетовый, синій, зеленый и черный. Въ то время какъ ализаринъ окрашиваетъ только протравленныя ткани, полученныя изъ этой группы въ новѣйшее время краски окрашиваютъ прямо въ растворѣ, какъ и индиго. Основой всей этой группы является антраценъ, который при окисленіи въ сѣрноислой средѣ помощью хромовой кислоты превращается въ антрахионъ.



Антрахинонъ—твердое тѣло желтаго цвѣта, плавится при 285°, и упорно противостоитъ всѣмъ химическимъ реагентамъ. При нагреваніи съ сѣрной кислотой (съ 25⁰/₁₀ SO₃) онъ даетъ главнымъ образомъ моноссульфо-β-производную (положеніе 2). Натріевая соль этого сульфоната сплавляется

съ ѣдкимъ натромъ и небольшимъ количествомъ хлорнокислаго калия (на 100 килогр. этой соли берутъ 300 килогр. NaOH и 14 килогр. ClO₃K).

При этихъ условіяхъ образуется диоксиантрахинонъ въ положеніяхъ 1 и 2, т. е. ализаринъ.

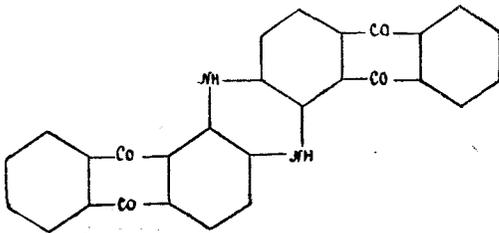


Есть еще и другіе оксиантрахиноны, обладающіе окрашивающимъ свойствомъ.

Антрахинонъ подѣ дѣйствіемъ азотной кислоты даетъ нитропроизводныя, которыя при восстановленіи приводятъ къ аминантрахинонамъ.

Оксиантрахинонамины даютъ интересныя краски (ализаринъ-ціанинъ RR и gg); аминантрахиноны при замѣщеніи одной группы молекулы оксигруппой (напр. бензольной C₆H₅.CO) даютъ красящія растворы (*желтый и красный алголь*).

Наконецъ, конденсируя въ присутствіи мѣдной соли хлористые аминантрахиноны, получаютъ ядро *индантрена*.



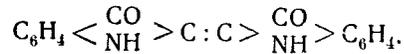
Индантрень окрашиваетъ ткань въ растворѣ въ синюю краску, и къ нему относится рядъ очень красивыхъ красокъ, изученіе которыхъ еще далеко не закончено.

Къ этой же серіи относится и *флавантрень* (желтая краска) и его производныя.

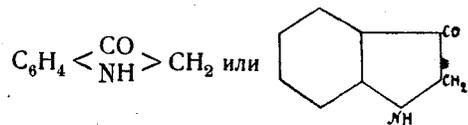
Индиговья краски.

Синтезъ индиго не есть дѣло случая; краска эта была получена, какъ мы уже упомянули, лишь послѣ продолжительныхъ изысканій и опытовъ, стоившихъ не мало времени и денегъ производив-

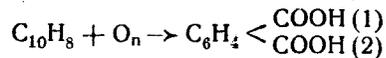
шимъ ихъ обществамъ, главнымъ образомъ Баденскому Обществу анилиноваго и содоваго производства. Это хорошей примѣръ промышленной настойчивости. Остается лишь пожалѣть, что это не произошло во Франціи, такъ какъ въ 1913 году вывозъ индиго изъ Германіи достигъ почти 67.000.000 франковъ. Мы не можемъ детально перечислить всѣ попытки искусственнаго полученія индиготина, а скажемъ нѣсколько словъ только о способѣ Неймапп'а. Формула строенія индиготина:



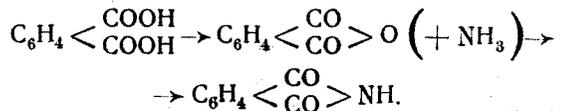
Задача состоитъ въ полученіи *индоксила*,



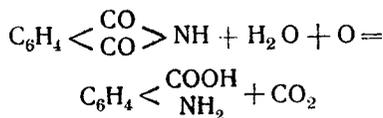
который при окисленіи легко переходитъ въ индиго-тинъ. Точкой отправленія служитъ нафталинъ, дающій подѣ дѣйствіемъ дымящей сѣрной кислоты въ присутствіи ртути фталевую кислоту:



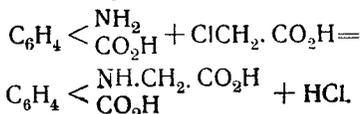
Какъ мы уже выше указали (при фабрикаціи антранилата метила), фталевая кислота легко образуетъ ангидридъ, переходящій при обработкѣ амміакомъ въ фталимидъ:



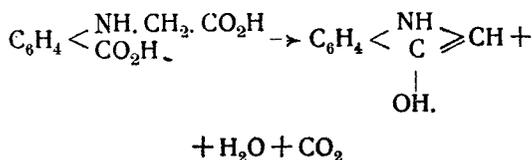
Окисляя фталимидъ хлорнымъ натріемъ въ присутствіи щелочей, получаемъ антранилиновую кислоту:



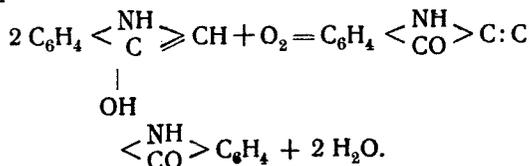
Послѣдняя, будучи нагрѣта въ теченіе двухъ часовъ въ водномъ растворѣ монохлоруксусной кислоты: $\text{CH}_2\text{Cl} \cdot \text{CO}_2\text{H}$, даетъ орто-фенилглицин-карбоновую кислоту:



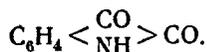
Эта кислота представляетъ мелкіе кристаллы, плавящіяся при 198° . При нагрѣваніи до 200° въ щелочномъ растворѣ она даетъ индоксилъ:



Послѣдній простымъ окисленіемъ на воздухѣ переходитъ въ индиготинъ:



Кромѣ индиго, эта группа красокъ съ недавнихъ поръ заключаетъ еще цѣлую серію красящихъ веществъ, производныхъ индоксила и *изатина*:



Эти вещества окрашиваютъ прямо въ растворѣ и даютъ самыя разнообразныя цвѣта: желтый, синій, красный, фіолетовый и др.

Friedländer недавно доказалъ, что древній пурпуръ не что иное, какъ симметрическое бромистое индиго.

Сѣрнистыя краски. Эти красящія вещества весьма недавняго происхожденія. Первыми изъ нихъ были бурья краски „кашу Лавала“, готовящіяся изъ различныхъ фабричныхъ отбросовъ, содержащихъ въ своемъ составѣ углеводы.

Сѣрнистыя краски окрашиваютъ бумажныя матеріи въ желтый, синій и черный цвѣтъ и весьма прочны.

Черныя анилиновыя краски. Окисленіе анилина даетъ черную весьма прочную краску, получаю-

щуюся прямо на волокнѣ. Кромѣ анилина употребляются также парафенилиндиамины, метаами-дофеноль и дианизидинъ. Цвѣта получаются отъ чернаго до темно-фіолетоваго.

Хотя изученіе красящихъ веществъ отняло много времени и средствъ, но не было бесплодно и дало крупнымъ германскимъ химическимъ обществамъ возможность выдать значительныя дивиденды своимъ акціонерамъ.

Общій капиталъ этихъ обществъ въ 1913 году достигъ 300 милліоновъ франковъ; дивидендовъ выдано въ томъ же году отъ 25 до 30%, а именно:

	Капиталъ франковъ	Дивиденды %
Badische Anilin Gesellschaft	67.500.000	28
Farbenfabriken Bayer	67.500.000	28
A. G. F. A.	24.975.000	23
Farbwerke Hoechst	62.500.000	30

Какъ видно, дивиденды превышаютъ доходы всѣхъ другихъ промышленныхъ предприятий, въ особенности металлургическихъ, работающихъ вполне удовлетворительно.

Каковы же причины, лишившія нашу страну такого же развитія этой промышленности, хотя она здѣсь зародилась? Онѣ очень сложны и относятся не только къ этой одной промышленности, поэтому мы рассмотримъ ихъ въ заключеніи.

Укажемъ вкратцѣ современное положеніе главнѣйшихъ основныхъ вопросовъ химической промышленности: первичныхъ сырыхъ продуктовъ, оборудованія и персонала. Мы уже видѣли, что производство бензола во Франціи значительно ниже потребности въ немъ, а это заставляетъ насъ ввозить значительное количество бензола и сырыхъ продуктовъ для производства красокъ. Сырые продукты получались главнымъ образомъ изъ Англій, промежуточные же, болѣе или менѣе обработанные продукты,—изъ Германіи. Хотя такое положеніе неблагоприятно, и было бы желательно, чтобы всѣ наши угольные запасы давали максимальное возможное количество производныхъ углеводородовъ ароматическаго ряда, но все-таки этимъ еще не доказано, что недостатокъ сырыхъ продуктовъ, добытыхъ изъ каменноугольнаго дегтя, парализовалъ нашу промышленность, производящую красящія вещества. Примѣръ Швейцаріи въ этомъ отно-

шеніи очень типиченъ. Эта страна не имѣетъ своего каменнаго угля, однако производитъ ежегодно почти на 32 мил. франковъ красящихъ веществъ, и вывозъ ихъ достигаетъ 26 мил. фран. За то развитіе этой промышленности, какъ и другихъ, разсмотрѣнныхъ нами, было весьма стѣснено недостаткомъ и дороговизной химическихъ продуктовъ, какъ минеральныхъ, такъ и органическихъ, употребляемыхъ при фабрикаціи названныхъ веществъ, какъ-то: неорганическихъ кислотъ, хлора, уксусной кислоты и ея ангидрида и мн. друг. Всѣ отрасли химической промышленности зависимы другъ отъ друга, и развитіе одной лишь отрасли ея почти невозможно.

Оборудованіе французскихъ заводовъ имѣетъ, очевидно, нѣкоторые недостатки, но не въ этомъ надо искать главную причину нашей отсталости; эти недостатки скорѣе соответствуютъ слабому развитію нашей химической промышленности. Въ настоящее время, однако, многія машины и спеціальныя аппараты, ввозимые раньше изъ Германіи или Швейцаріи, могли бы изготовляться во Франціи.

Такъ какъ производство красящихъ веществъ не можетъ существовать самостоятельно, а зависить до нѣкоторой степени отъ всѣхъ остальныхъ отраслей химической промышленности, то развитіе его связано съ рѣшеніемъ цѣлага ряда другихъ задачъ. Проф. Wahl вполне основательно замѣтилъ, что эти задачи могутъ быть рѣшены при условіи затраты на нихъ денежныхъ средствъ и необходимаго времени. Затрудненія заключаются въ томъ, что Германія на много насъ опередила; она дѣйствительно обладаетъ секретами фабрикаціи новыхъ красящихъ веществъ (антраценовыхъ, индигоидовыхъ и др.), которые ей даютъ громадные барыши и даютъ ей возможность продавать почти безъ прибыли краски, срокъ привилегій которыхъ уже истекъ. Кроме того, въ Германіи фабрики имѣли достаточно времени для полнаго погашенія стоимости своего оборудованія, что еще больше ускоряетъ возвратъ капитала и позволяетъ, въ случаѣ надобности, сильно понизить цѣны въ коммерческой борьбѣ.

Наконецъ, Германія обладаетъ многочисленнымъ техническимъ персоналомъ, специализировавшимся и опытнымъ въ фабрикаціи самыхъ разнообразныхъ продуктовъ. Во Франціи надо начинать съ образо-

ванія кадра специалистовъ, элементы котораго имѣются на лицо.

Нѣтъ сомнѣнія, что по крайней мѣрѣ въ началѣ фабрикація красокъ можетъ развиваться лишь при введеніи соответствующихъ покровительственныхъ пошлинъ и при тѣсномъ соглашеніи между фабрикантами и потребителями.

Въ Англии положеніе почти такое же, какъ и у насъ. При такой аналогіи интересно разсмотрѣть, какимъ образомъ наши сосѣди надѣются рѣшить этотъ вопросъ. Послѣ первой неудавшейся попытки въ Манчестрѣ было образовано Общество British Dyes Limited. Этому обществу правительство пришло на помощь, принявъ участіе въ размѣрѣ половины основнаго капитала общества, реализованной въ видѣ 40%-ныхъ облигацій, уплата по которымъ должна быть произведена въ теченіе первыхъ пяти лѣтъ изъ наличныхъ прибылей. Для обезпеченія клиентуры общество предоставляетъ акціонерамъ-потребителямъ преимущественное право на свое производство, но съ другой стороны, послѣдніе обязаны покупать у общества въ теченіе не менѣе пяти лѣтъ послѣ окончанія войны всѣ необходимые имъ продукты. Общество обѣщаетъ поставлять „по умѣреннымъ цѣнамъ“, и въ этомъ, конечно, заключается главная „неизвѣстная“. British Dyes S-y приобрѣло фирму Read, Holliday and Sons и работаетъ полнымъ ходомъ.

Во Франціи въ настоящее время прилагаются всѣ усилія къ увеличенію національнаго производства. Общество производства красящихъ веществъ въ Saint Denis увеличило свой капиталъ до 7 мил. франковъ; заводъ Lefebvre, въ частности, организуетъ производство главнѣйшихъ сырыхъ продуктовъ. Но въ настоящій моментъ развитіе во Франціи химической промышленности весьма затруднено мобилизаціей персонала и реквизиціей сырыхъ продуктовъ (бензола, толуола и друг.), предназначенныхъ исключительно для производства взрывчатыхъ веществъ.

Заключение.

Предыдущій очеркъ показываетъ значеніе продуктовъ, получаемыхъ изъ каменноугольнаго дегтя, въ жизни народа. Они необходимы для обороны въ военное время и обезпечиваютъ въ значительной степени благосостояніе народа въ мирное время. По окончаніи войны слѣдуетъ ожидать не

уменьшения их значения, а наоборот, значительного увеличения, так как поле для исследования еще громадно, несмотря на множество уже изученных и приготовленных веществ.

Мы указали, что до 1914 года наша страна, кь сожалѣнію, занимала одно из послѣдних мѣсть среди государствъ, обрабатывающихъ продукты каменноугольного дегтя. Германія же, дѣйствительно, захватила настоящую монополию на всѣ почти связанныя съ этой обработкой отрасли промышленности, въ особенности, относящейся кь производству красящихъ веществъ.

Эта обработка, кь сожалѣнію, дала ей возможность изготовлять взрывчатя вещества, необходимя для исполинской артиллерійской дуэли въ современныхъ битвахъ; устройство и общее оборудованіе заводовъ красящихъ веществъ и парфюмеріи облегчили ей быстрое изготовленіе удушливыхъ газовъ и вызывающихъ слезотеченіе продуктовъ, которыми она заливаетъ наши окопы и полевыя укрѣпленія нашихъ союзниковъ.

Въ чемъ же заключаются причины нашей отсталости? Выдающіеся ученые, какъ мы уже указали, занялись этимъ вопросомъ, сложность котораго дѣлаетъ его рѣшеніе весьма труднымъ. Насъ обвинили въ слѣдующемъ: въ недостаткѣ каменнаго угля, въ плохой подготовкѣ и недостаткѣ технического персонала, въ недостаточномъ оборудованіи заводовъ, въ неудовлетворительномъ законодательствѣ относительно привилегій и патентовъ, въ несовершенной организаціи въ коммерческомъ и техническомъ отношеніи и т. д. Всѣ эти факторы, очевидно, имѣли въ разной степени вліяніе на нашу промышленную отсталость.

Прежде всего замѣтимъ, что было бы неосторожно допустить возможность созданія въ нашей странѣ сразу одной какой-нибудь отрасли химической промышленности, напр. красящихъ веществъ. Мы уже сказали, что всѣ эти отрасли, какъ органической, такъ и неорганической химіи, тѣсно связаны между собою и что акціонерное общество не можетъ достигъ пріемлемыхъ цѣнъ своихъ фабрикаговъ иначе, какъ производя въ тоже время почти всѣ необходимыя ему побочныя продукты. Интенсивное производство взрывчатыхъ веществъ вызвало у насъ постройку или расширение многочисленныхъ заводовъ для производства крѣпкой сѣрной кислоты, азотной, хлора и друг. Несомнѣнно эта

громадная работа будетъ серьезной основой для развитія послѣ окончанія войны химической промышленности и дастъ большія выгоды всей промышленности, основанной на продуктахъ перегонки каменнаго угля.

Недостатокъ первичныхъ, сырыхъ продуктовъ, происходящій отъ нашей бѣдности въ каменномъ углѣ, не можетъ служить серьезнымъ препятствіемъ кь развитію химической промышленности. Достаточно взять примѣръ Швейцаріи.

Кь тому же, настоящая міровая война вызвала значительное развитіе производства бензола, въ частности въ Соединенныхъ Штатахъ, гдѣ построено большое число новыхъ рекуперационныхъ коксовыхъ печей. Такъ напр. United States Steel Corporation построила три завода, могущихъ дать ежедневно около 100.000 литровъ сырого бензола. Tennessee Coal, Iron and Railroad Co въ Birmingham'ѣ даетъ до 60.000 литровъ бензола въ сутки. Можно поэтому считать, что послѣ войны будетъ избытокъ дешеваго бензола и другихъ производныхъ каменноугольного дегтя.

Что касается выбора персонала, въ частности химиковъ, то было предложено нѣсколько рѣшеній этого вопроса, но намъ кажется наивнымъ предполагать, что достаточно увеличить число химиковъ для развитія химической промышленности. Мы, напротивъ, думаемъ, что въ Германіи много химиковъ только потому, что химическая промышленность процвѣтаетъ; тамъ молодые люди, зная, что карьера химика имѣетъ блестящее будущее, въ большомъ числѣ избираютъ ее, и поэтому многіе изъ германской интеллигенціи посвящаютъ себя изученію химіи. Во Франціи, наоборотъ, лучшая часть интеллигентной молодежи поступаетъ въ спеціальныя, чисто инженерныя училища (Ecole polytechnique, Centrale, des Mines и др.) или въ Ecole Normale supérieure. Намъ кажется, что это движеніе можетъ быть пріостановлено лишь тогда, когда французскимъ химикамъ откроются болѣе блестящія перспективы.

Въ своемъ проектѣ закона о техническомъ образованіи сенаторъ Gou полагаетъ рѣшеніе вопроса въ установленіи во всѣхъ университетахъ преподаванія промышленной химіи съ выдачей оканчивающимъ курсъ диплома на званіе докторинженера. Этотъ проектъ вызвалъ много, вполнѣ справедливыхъ замѣчаній, такъ какъ многимъ

химикамъ показалось, что преподавательскій персоналъ большинства факультетовъ не подготовленъ къ такому спеціальному преподаванію. По нашему мнѣнію, было бы гораздо цѣлесообразнѣе открыть въ Парижѣ автономное національное училище, типа Ecole Centrale; можно было бы принять въ основу его устава существующую Ecole de Physique et de Chimie de la Ville de Paris.

По мѣрѣ развитія химической промышленности можно было бы открывать новыя школы въ нѣсколькихъ значительныхъ центрахъ этой промышленности. Какъ бы тамъ ни было, а въ настоящее время нѣтъ недостатка въ элементахъ, хотя настоящіе спеціалисты дѣйствительно рѣдки.

Можно также поставить въ упрекъ недостатокъ оборудованія и несовершенство закона о привилегіяхъ, который во Франціи выдаетъ патентъ на новый продуктъ, а не на новый способъ, тогда какъ въ Англіи и Германіи лишь одинъ способъ или методъ можетъ быть защищенъ привилегіей.

Наконецъ, приходится сожалѣть, что у многихъ промышленниковъ отсутствуетъ признаніе необходимости ученаго изслѣдованія, на что уже часто указывалъ и теперь указываетъ N. Le Chatelier въ Академіи Наукъ.

Съ другой стороны, надо признать, что многія открытія, сдѣланныя во Франціи, не были использованы въ нашей промышленности и въ этомъ от-

ношеніи нельзя насъ обвинить въ недостаткѣ технического персонала, несовершенствѣ закона и т. д. Чего не доставало, это скорѣе инициативы у промышленниковъ, которые часто отступаютъ передъ новымъ для нихъ дѣломъ и, не давая химикамъ времени спокойно продолжать начатыя сложныя изслѣдованія, требуютъ отъ нихъ немедленного выполненія порученной имъ работы. Такъ, напр., не дали возможности изслѣдовать въ лабораторіи всѣ промышленныя примѣненія, которыя могли быть сдѣланы изъ вновь открытыхъ веществъ или способовъ ихъ получения.

Будемъ надѣяться, что въ будущемъ мы будемъ болѣе смѣлы и не дадимъ повода къ упрекамъ, какъ до настоящей войны, съ того берега Рейна, гдѣ насъ выставили устарѣвшимъ народомъ, потерявшимъ вкусъ къ борьбѣ. Выйдя побѣдителями въ этомъ военномъ поединкѣ, мы должны будемъ побѣдить и на промышленной почвѣ. Для этого къ смѣлости, присущей побѣдителю, мы должны присоединить организаціонный духъ, а именно: организовать научныя лабораторіи на заводахъ, основанное на научныхъ изслѣдованіяхъ производство и организовать торговлю на прочныхъ основаніяхъ. Только при такихъ условіяхъ наша страна сможетъ въ мирное время насладиться плодами побѣды.

К. де-Тилліе.