

543
7112
170
ОДВРНО ГОРНЫМЪ УЧЕНЫМЪ КОМИТЕТОМЪ.

543
Ф-53

Дж. Филлипсъ.

ТЕХНО-ХИМИЧЕСКІЙ АНАЛИЗЪ

ПРАКТИЧЕСКОЕ РУКОВОДСТВО.

—•••—
ПЕРЕВЕЛЪ СЪ АНГЛІЙСКАГО

Горный Инженеръ П. П. Савинъ.

ОП
ИЗДАНИЕ КНИЖНАГО МАГАЗИНА В. ЭРИКСОНЪ.

С.-Петербургъ, Вознесенскій пр., № 28.

1896.

3745

БЕРЕГИТЕ КНИГИ!

Не перегибайте книгу во время
чтения,

Не загибайте углов.

Не делайте надписей на книге.

Не смачивайте пальцев слюною,
перелистывая книгу.

Завертывайте книгу в бумагу.

~~КНИГА
ЧИТАЛЬНОГО ●
ЗАЛА.~~

T.
11
25

1875
11
25

17

~~1922~~

У

543
90+53

ТЕХНО-ХИМИЧЕСКІЙ АНАЛИЗЪ

Практическое руководство для химиковъ, инженеровъ, заведующихъ желѣзодѣлательными и литейными заводами, студентовъ и др., включающее способы анализировать, опредѣленія достоинства главныхъ матеріаловъ, употребляемыхъ въ заводскомъ дѣлѣ, многочисленные примѣры, данныя анализа и замѣтки.

3445
1922-25-26
5377

Соч. Джошуа Филлипса F. I. C. F. C. S.

аналитика и консультанта Общества «Великой Восточной» желѣзной дороги, автора сочиненія «Горючее—твердое, жидкое и газообразное; анализъ и оцѣнка его».

ПЕРЕВЕЛЪ СЪ АНГЛІЙСКАГО

Горный инженеръ П. П. Савинъ,

Одобрено Горнымъ Ученымъ Комитетомъ.

~~ПРОВЕРЕНО 1958 г.~~

проект
1966 г.

~~АКАДЕМИЧЕСКАЯ
БИБЛИОТЕКА
И. В. И. И.
УЧЕБНИЙ
И. П. П. П. П.~~

~~АКАДЕМИЧЕСКАЯ
БИБЛИОТЕКА
И. В. И. И.
УЧЕБНИЙ
И. П. П. П. П.~~

Издание Книжного магазина В. ЭРИКСОНЪ
С.-Петербургъ, Вознесенскій просп., № 28.
1896.

Дозволено цензурою. С.-Петербургъ, 5 Марта 1895 года.

ОГЛАВЛЕНИЕ.

Методъ въ аналитической химіи	СТР. I
---	-----------

ВВЕДЕНІЕ.

Система реагентовъ Реддропа	1
---------------------------------------	---

ЧАСТЬ I.

Металлы, сплавы и пр.

Мѣдь, методы полного анализа	21
Мѣдь, аналитическія данныя полного анализа	33
Мѣдь, анализъ двухъ образцовъ	38
Мѣдь листовая для трубъ, спецификація индійскихъ жел. дор.	38
Желѣзо и сталь, методы полного анализа	39
Сталь различнаго назначенія, %-ное содержаніе углерода	50
Вліяніе избытка углерода и кремнія на сталь	51
Опытъ закалки и отжига	51
Вліяніе мѣди и сѣры на способность прокатываться	53
Бандажи, вліяніе хрома	57
Анализъ бессемеровской стали	61
Анализы желѣза и стали	66
Зеркальный чугуунъ и ферромарганецъ	67
Латунь, бронза и пр., методы полного анализа	69
Бѣлые металлы, методы полного анализа	74
Баббитъ, химическій составъ	77
Бѣлые сплавы, химическій составъ	89
Жестъ, методъ анализа	79
Бѣлила, качественный ¹ и количественный анализы	80

ЧАСТЬ II.

Руды, известняки и пр.

Желѣзные руды, методы полного анализа	84
Желѣзные руды, анализы	94
Желѣзные руды марганцовистыя, методъ анализа	94
Известняки, котловая накипь и пр., методъ анализа	95
Кварцевые кирпичи, химическій составъ	98
Глины, химическій составъ	98
Шлакъ доменныхъ печей и пр., анализы	99

II

ЧАСТЬ III.

Горючее твердое, жидкое и газообразное.

	СТР.
Методы анализа твердаго и жидкаго горючаго	101
Удѣльный вѣсъ твердаго и жидкаго горючаго	109
Опредѣленіе теплопроизводительной способности горючихъ калори- метромъ Томпсона	111
Вычисленіе теплопроизводительной способности по химическому составу	114
Газообразное горючее, методы анализа	121
Опредѣленіе теплопроизводительной способности газообразнаго горючаго	125
Сравненіе теплопроизводительной способности горючаго газа и ка- меннаго угля	126
Химическій составъ каменныхъ углей и антрацита	128
Испарительная способность нефти и каменнаго угля	130
Анализы разныхъ видовъ газообразнаго горючаго	132

ЧАСТЬ IV.

В о д а.

Вода для питанія паровыхъ котловъ	134
Взятіе пробы	135
Методы анализа воды для паровыхъ котловъ	136
Аналитическія данныя	146
Схема проф. Stillmann'a для анализа водъ	151
Анализы рѣчной, морской и др. водъ	153
Вода для питья, методы анализа	155
Классификація водъ Dr. Frankland'a	164
Загрязненіе рѣкъ и текучихъ водъ	164

ПРИЛОЖЕНІЯ

I. Атомныя вѣса элементовъ	166
II. Таблица атомныхъ вѣсовъ Кларка	168
III. Множители для опредѣленія содержанія элемента изъ вѣса его соединенія	170
IV. Гидрометрическія таблицы	174
V. Удѣльные вѣса и % содержаніе реагентовъ въ растворахъ . . .	176
VI. Точки плавленія нѣкоторыхъ металловъ и металлоидовъ . . .	180



Методъ въ аналитической химіи.

Въ 1891 году вышло въ свѣтъ сочиненіе Джошуа Филлипса Engineering Chemistry, представляющее собою собраніе наиболѣе практическихъ методовъ химическаго анализа главнѣйшихъ матеріаловъ и продуктовъ заводскаго производства, какъ-то: мѣди, всѣхъ видовъ желѣза, сплавовъ, рудъ, огнеупорныхъ веществъ, горючихъ, воды, освѣтительныхъ, смазочныхъ, взрывчатыхъ матеріаловъ и проч., и проч., методовъ, изложенныхъ въ очень ясной, но вмѣстѣ съ тѣмъ сжатой, почти конспективной формѣ, что дѣлаетъ это сочиненіе весьма полезной справочной книжкой для всѣхъ заводскихъ лабораторій.

Но чѣмъ особенно выдѣляется это сочиненіе изъ ряда ему подобныхъ, такъ это тѣмъ, что авторъ въ изложеніи методовъ анализа проводитъ эквивалентную систему реагентовъ Реддропа, т. е. систему, въ которой всѣ растворы реагентовъ, употребляемыхъ въ анализъ, имѣютъ точно опредѣленную степень концентраціи, выражающуюся въ количествѣ единицъ вѣса даннаго, химически чистаго, вещества, растворенныхъ въ опредѣленномъ объемѣ воды, причемъ за единицу берется растворъ Е, т. е. числа миллиграммовъ, равняющагося химическому эквиваленту даннаго тѣла въ 1 куб. сантиметрѣ воды.

Примѣненіемъ сказанной системы г. Филлипсъ оказалъ великую услугу всѣмъ интересующимся лабораторными изслѣдованіями, указавъ на необходимость болѣе точной постановки аналитическихъ методовъ, чѣмъ это дѣлалось до послѣдняго времени, и сдѣлавъ вмѣстѣ съ тѣмъ весьма существенный шагъ впередъ по этому направленію. На этомъ основаніи мы имѣемъ право надѣяться, что эквивалентная система г. Реддропа займетъ надлежащее ей по справедливости мѣсто въ заводскихъ и научныхъ аналитическихъ лабораторіяхъ и сослужитъ хорошую службу въ дѣлѣ выработки той системы аналитическихъ методовъ, которая обезпечивала бы точность и однообразіе результатовъ анализа, и настоятельная необходимость которой ясно ощущается уже всѣми посвященными химиками.

Для того, чтобы по достоинству оцѣнить заслугу гг. Реддропа и Филлипса, постараемся, хотя въ общихъ чертахъ, выяснить значеніе правильной постановки метода въ химическомъ анализѣ.

Всякому знакомому съ аналитической химіей, извѣстно, что чрезвычайно трудно, а иногда даже и невозможно, получить при разложеніи даннаго вещества безусловно точное процентное содержаніе заключающихся въ немъ составныхъ частей. И это относится не только до научныхъ изслѣдованій, гдѣ точность работы должна быть наивысшей, такъ сказать предѣльной, но, при извѣстныхъ обстоятельствахъ, и до обыкновенныхъ заводскихъ анализовъ, производимыхъ для чисто техническихъ цѣлей. Особенно ярко иллюстрируется это положеніе примѣромъ, приводимымъ въ „*Journ. of Anal. and Appl. Chemistry*“, 1892.

Дѣло въ томъ, что заводъ Crane Iron Comp. разослалъ образцы своего желѣза, извѣстнаго подъ маркой „Castle“, различнымъ извѣстнымъ лабораторіямъ Соединенныхъ Штатовъ и Германіи съ просьбою опредѣлить въ нихъ содержаніе сѣры. Какъ видно изъ приводимыхъ ниже результатовъ анализовъ, наибольшая цифра опредѣленій почти въ пять разъ превосходила наименьшую, несмотря на то, что обѣ получены однимъ и тѣмъ же методомъ и опредѣленія сдѣланы выдающимися химиками.

№№	Методъ опредѣленія сѣры въ желѣзѣ «Castle».	найдено.
1	Способъ царской водки	0,005%
2	Поглощеніе и окисленіе бромомъ, обработка нерас- творимаго остатка царской водкой, взвѣши- ваніе въ видѣ $BaSO_4$	0,008%
3	Поглощеніе и титрованіе нормальнымъ іоднымъ растворомъ	0,009%
4	Способъ не обозначенъ	0,010%
5	Поглощеніе щелочнымъ растворомъ азотно-кислаго свинца и взвѣшиваніе въ видѣ $BaSO_4$	0,011%
6	Способъ царской водки. Растворъ былъ оставленъ въ покоѣ на 24 часа послѣ прибавленія $BaCl_2$	0,012%
7	Способъ царской водки	0,012%
8	Поглощеніе растворомъ хамелеона и взвѣшиваніе въ видѣ $BaSO_4$	0,013%
9	Поглощеніе растворомъ кадмія и титрованіе норм. іоднымъ растворомъ.	0,013%
10	Способъ царской водки. Нейтрализовано амміакомъ, осадокъ $BaSO_4$ стоялъ 24 часа	0,013%
11	Поглощеніе хлористымъ кадміемъ и титрованіе норм. іоднымъ растворомъ	0,015%
12	Поглощеніе и титрованіе нормальнымъ іоднымъ растворомъ	0,017%
13	Поглощеніе хамелеономъ и взвѣшиваніе въ видѣ $BaSO_4$	0,017%
14	Объемнымъ путемъ (безъ дальнѣйшаго объясненія)	0,019%
15	Поглощеніе сѣрнокислымъ кадміемъ и титрованіе норм. іоднымъ растворомъ.	0,020%
16	Способъ царской водки	0,021%
17	Поглощеніе растворомъ ѣдкаго натра и титрованіе нормальнымъ іоднымъ растворомъ	0,022%
18	Способъ царской водки	0,025%

Само собой разумѣется, что это вовсе не исключительный, курьезный только, случай лабораторной практики; изрядное количество примѣровъ, подобныхъ приведенному, можетъ припомнить каждый, работающій надъ химическими анализами, будучи въ тоже время увѣренъ, что причину такого явленія нельзя искать въ одной только неаккуратности или ошибкахъ химика.

Наконецъ, слѣдя за текущей химико-аналитической литературой въ техническихъ изданіяхъ главнѣйшихъ промыш-

ленныхъ странъ Европы и Америки, приходится удивляться массѣ предлагаемыхъ, новыхъ и измѣненныхъ прежнихъ, методовъ опредѣленія тѣхъ или другихъ химическихъ элементовъ въ заводскихъ продуктахъ и матеріалахъ, причемъ невольно является подозрѣніе, что мы еще очень далеки отъ такихъ удобопримѣнимыхъ и вполне надежныхъ способовъ анализа, результатамъ котораго могли бы безусловно довѣрять всѣ заинтересованные въ томъ лица. А заинтересованными тутъ являются не только лица, но и цѣлые капиталы: на основаніи данныхъ лабораторіи заводчикъ разсчитываетъ успѣхъ и экономическую выгодность вводимаго имъ новаго производства или измѣненія малоудовлетворительнаго существующаго; техникъ пользуется результатами лабораторныхъ работъ для контроля правильности (а слѣдовательно и экономичности) хода металлургическихъ процессовъ; наконецъ, потребитель заводскихъ продуктовъ руководится тѣмъ же химическимъ анализомъ для оцѣнки и пріема сдаваемыхъ ему издѣлій. Принимая все это во вниманіе, становится понятнымъ требованіе, чтобы результаты химическихъ испытаній являлись всегда неоспоримо точными и безапелляционными рѣшителями предъявляемыхъ къ нимъ запросовъ; и потому, казалось бы, всякое сомнѣніе въ ихъ непогрѣшимости, разъ оно оказалось мало-мальски основательнымъ, неминуемо должно повлечь за собою признаніе несоотвѣтствія средствъ современной аналитической химіи съ возлагаемыми на нее задачами.

Случаи практики, какъ будто, подтверждаютъ этотъ суровый приговоръ; но конечно, виновата тутъ не сама аналитическая химія, которая всегда будетъ надежнымъ орудіемъ въ рукахъ, умѣло ею пользующихся, а скорѣе — недостатки школы, рутина въ связи съ отсутствіемъ критическаго отношенія къ методамъ анализа и надлежащей систематизаціи послѣднихъ. Дѣйствительно, всѣмъ извѣстно, что почти каждый, заводскій напр., аналитикъ, выработавъ долготѣною практикою свои пріемы и методы анализа, ставитъ ихъ выше всѣхъ другихъ и, конечно, безусловно вѣритъ въ непогрѣшимость своей работы, которая, будучи ведена по установленному разъ навсегда шаблону, имѣетъ важное достоинство давать сравнимые между собою результаты. Но когда является необходимость точности анализа, и, въ интересахъ заводскаго дѣла или публики, захотятъ провѣрить эту пре-

словутую непогрѣшимость, предложивъ нѣсколькимъ химикамъ сдѣлать напр. опредѣленіе фосфора въ одномъ и томъ же образцѣ желѣза, то зачастую содержаніе этого элемента у одного изъ нихъ оказывается вдвое большимъ, чѣмъ найдено другимъ, тогда какъ у третьяго ровно вдвое меньшимъ, чѣмъ у этого послѣдняго.

Совершенно естественнымъ слѣдствіемъ такого явленія будетъ стремленіе отыскать средство контролировать правильность работъ аналитическихъ лабораторій. Вопросъ этотъ является насущнымъ не только для одного какого-нибудь завода или даже мѣстности, но, благодаря той сѣти экономическихъ отношеній, которая нынѣ захватила и переплела между собою интересы самыхъ отдаленныхъ географическихъ странъ, онъ одинаково важенъ и для всѣхъ горнопромышленныхъ центровъ Стараго и Новаго свѣта. Вотъ почему вполне умѣстна и мысль объ учрежденіи международной комиссіи для разрѣшенія этого вопроса въ связи съ выработкой наиболѣе точныхъ и удобопримѣнимыхъ методовъ химическаго анализа.

Еще въ 1888 году на митингѣ Британской Ассоціаціи въ Bath профессоръ мичиганскаго университета J. W. Langley сообщилъ, что онъ, въ сотрудничествѣ съ профессорами Германомъ Веддингъ и Окерманнъ, былъ занятъ выясненіемъ причинъ разнорѣчивости результатовъ анализа одного и того же вещества различными химиками и пришелъ къ заключенію, что устранить ее можно, только имѣя образцы вещества съ точно опредѣленнымъ химическимъ составомъ, которые и служили бы средствомъ контроля, какъ точности работъ отдѣльныхъ лабораторій, такъ и надежности тѣхъ или другихъ методовъ анализа. Для этого онъ предложилъ приготовить серію образцовъ металла, абсолютно тождественныхъ по своему химическому составу, просить наиболѣе выдающихся химиковъ разныхъ странъ произвести надъ ними точные количественные анализы и, принявъ среднее изъ всѣхъ опредѣленій за истинное, разослать порціи металла въ главнѣйшія горнопромышленныя страны въ качествѣ нормальныхъ международныхъ образцовъ для употребленія ихъ въ важнѣйшихъ случаяхъ. Предложеніе проф. Langley было принято и рѣшено образовать комиссію изъ англійскихъ экспертовъ для содѣйствія ему и его сотрудникамъ, которая выра-

ботала бы планъ и осуществила мысль проф. J. W. Langley относительно стали и другихъ углеродистыхъ соединенийъ желѣза. Благодаря содѣйствию крупныхъ заводчиковъ, комиссія вскорѣ приготовила серію пяти образцовъ стали съ содержаніемъ всего углерода отъ 0,07% до 1,30%, причемъ количество металла каждаго рода было настолько велико, что за исключеніемъ потребностей анализа, на каждую изъ заинтересованныхъ странъ приходилось около 10 ф. Сталь, предназначенная для разсылки, была подраздѣлена на мелкія порціи, герметически запаенныя въ стеклянныя трубочки, чѣмъ обезпечивалось удобство пользованія и предотвращалась порча образцовъ отъ различныхъ случайностей, влажности воздуха и проч.

Нѣтомъ 1889 года образцы для анализа были отправлены по назначенію; но, вслѣдствіе возникшихъ между американскими химиками разногласій относительно степени точности методовъ, примѣняемыхъ для количественнаго анализа стали, найдено было необходимымъ войти въ предварительное разсмотрѣніе и практическое изученіе сравнительнаго достоинства соотвѣтственныхъ методовъ и процессовъ наиболѣе компетентными авторитетами. Кстати укажемъ, что въ прошломъ 1893 году въ „*Journ. of Anal. and App. Chem.*“ и „*Journ. of Amer. Chem. Soc.*“ появились работы членовъ названной комиссіи C. B. Dudley и F. N. Pease, а именно изложеніе методовъ количественнаго опредѣленія фосфора и углерода въ стали, предлагаемыхъ ими, какъ образцовыя по точности и согласію даваемыхъ ими результатовъ, и такимъ образомъ разрѣшающихъ задачу, поставленную комиссіей (см. Горн. Журн. 1894 г. № 12).

Такимъ образомъ окончательно признанъ фактъ, что до настоящаго времени не имѣется точнаго критерія для оцѣнки методовъ химическаго анализа примѣнительно къ цѣлямъ техники. Но само собою понятно, что не вездѣ и не всегда одинъ и тотъ же методъ будетъ годенъ для примѣненія; все будетъ зависѣть отъ тѣхъ требованій, какія предъявляются къ анализу, и что въ данномъ случаѣ стоитъ на первомъ планѣ: точность ли результатовъ испытанія, или же быстрота процесса, наконецъ, дешевизна и удобство примѣненія при ограниченныхъ средствахъ лабораторіи и проч. и проч. Извѣстны также случаи, когда методъ опредѣленія такихъ-то

элементовъ вполне удачно примѣняется къ нѣкоторымъ веществамъ и въ тоже время оказывается непригоднымъ по отношенію къ другимъ, и т. п.

Въ текущей заводской практикѣ главную роль, несомнѣнно, играетъ, быстрота работы, за ней уже слѣдуетъ точность, а также возможная дешевизна операций и пр. Это и понятно; техникъ, слѣдя за ходомъ металлургическаго процесса, долженъ своевременно уловить надлежащій моментъ, чтобы такъ или иначе направить его; а это возможно только тогда, когда промежутокъ времени между взятіемъ пробы и полученіемъ ея анализа сокращенъ до minimum'a. Въ подобныхъ случаяхъ при выборѣ метода приходится попустить его совершенною точностью, если только она идетъ въ ущербъ быстротѣ работы, и это тѣмъ основательнѣе, что эта точность, собственно говоря, здѣсь не имѣетъ особеннаго значенія, разъ обезпечена однородность, а стало быть, и сравнимость между собою данныхъ анализа.

Совершенно обратно стоитъ дѣло при опредѣленіи химическаго состава матеріаловъ, принимаемыхъ заводомъ, или издѣлій сдаваемыхъ заказчикамъ, гдѣ составъ этотъ обусловленъ контрактами, а также при испытаніи матеріаловъ и продуктовъ новаго производства, гдѣ отъ точности анализа зависитъ экономическій рискъ предпріятія; тутъ при выборѣ соответственныхъ методовъ точность ихъ должна быть поставлена на первый планъ.

Такъ или иначе, но отъ всякаго метода мы имѣемъ право требовать, чтобы онъ давалъ возможность полученія сравнимыхъ между собой результатовъ, что осуществимо лишь тогда, когда изложеніе его устраняетъ всякій произволь со стороны аналитика. Уже а ргіогі можно сказать, что два анализа одного и того же вещества, произведенные при совершенно одинаковыхъ условіяхъ, необходимо дадутъ вполне тождественные результаты; а потому, для сравнимости результатовъ работъ различныхъ аналитиковъ необходима увѣренность, что при одномъ и томъ же методѣ были соблюдены вполне тождественныя условія и употреблены одинаковые приемы. Изложеніе метода и должно быть именно таково, чтобы всѣ детали операций были строго опредѣлены, и могли быть со всею точностью воспроизведены въ любой лабораторіи.

Теперь остается намъ разсмотрѣть условія всякаго химическаго анализа и выяснить, въ какой мѣрѣ поддаются они регламентаціи и послѣдующему воспроизведенію.

Всѣ факторы, въ той или другой степени вліяющіе на точность и сравнимость между собою результатовъ аналитическихъ работъ, могутъ быть сведены къ четыремъ группамъ, въ зависимости отъ: 1) личности аналитика, 2) свойства веществъ, надъ которымъ онъ оперируетъ, 3) орудій анализа: реagensовъ, измѣрительныхъ приборовъ, посуды и пр., и, наконецъ, 4) метода.

1) Личность химика, разсматриваемая примѣнительно къ нашей цѣли, слагается изъ 2-хъ элементовъ, изъ которыхъ къ одному—собственно индивидуальности его—пока не предъявляется непремѣннаго требованія быть вполне нормальной фізіологически и психически, а другой—его манера работать, дается ему школой, а потому можетъ быть сформированъ соотвѣтствующимъ воспитаніемъ.

Школа именно должна выработать вполне опредѣленную систему механическихъ приѣмовъ анализа, воспитать въ ней будущихъ химиковъ, и съ этой стороны обезпечить однообразие ихъ работы; вмѣстѣ съ тѣмъ, та же школа должна развить въ нихъ и силу сужденія, которая позволила бы имъ ориентироваться въ данныхъ обстоятельствахъ анализа, найти путь разумнаго примѣненія предписаній метода, критически относясь къ послѣднимъ при случайностяхъ или особенностяхъ анализа, и даже указала бы, въ случаѣ необходимости, на видоизмѣненія метода, какія окажутся наиболѣе подходящими для достиженія въ данномъ частномъ случаѣ наибольшей точности результата. Послѣднее является слѣдствіемъ того, что при изложеніи предписаній метода всегда имѣется ввиду извѣстное, среднее, содержаніе искомага тѣла, а потому слѣпое примѣненіе ихъ въ тѣхъ случаяхъ, когда послѣднее сильно разнится отъ опредѣляемаго, можетъ поставить работу аналитика въ совершенно другія условія, чѣмъ тѣ, какія предполагаются методомъ; тогда какъ задача химика и заключается именно въ томъ, чтобы въ точности воспроизвести ихъ въ своемъ анализѣ для полученія согласуемыхъ между собою результатовъ.

Вотъ это-то обстоятельство и обусловливаетъ собою извѣстный произволъ въ работѣ аналитика, сомнительныя послѣд-

ствія котораго должна предотвратить школа. Впрочемъ, съ теченіемъ времени методъ все полнѣе и полнѣе будетъ охватывать случайности анализа, а произвольная дѣятельность химика въ той же мѣрѣ будетъ суживаться, и сдѣлаетъ наконецъ возможность полученія разнорѣчивыхъ по указанной причинѣ результатовъ совершенно невѣроятной.

Съ другой стороны понятно, что требовать однообразія въ химическихъ работахъ можно лишь отъ вполне нормального физически и психически человѣка, такъ какъ, во-первыхъ, работа только совершенно здороваго психически химика можетъ имѣть цѣну, а во-вторыхъ, имѣть здоровые органы чувствъ ему настолько же необходимо, какъ имѣть и здравый смыслъ, и хотя не будетъ преувеличеніемъ сказать, что на точность изслѣдованія влияетъ общее состояніе здоровья аналитика, тѣмъ не менѣе для насъ будетъ очевиднѣе требованіе нормального зрѣнія, осязанія, обонянія и др. чувствъ, безъ правильнаго руководства которыми никакой анализъ немыслимъ. Извѣстно, что цѣлый отдѣлъ методовъ—колориметрической—основанъ на способности глаза различать ничтожныя измѣненія интензивности цвѣта, и благодаря случающимся особенностямъ анализа, способность эта должна быть весьма изоцирена, что достигается практикой и предполагается склонность глаза къ прогрессу въ извѣстномъ направленіи.

2) Само вещество, подлежащее изслѣдованію, также можетъ быть причиною неточности анализа, если окажется: а) неоднороднымъ въ разныхъ своихъ частяхъ, причемъ взятіе генеральной пробы почему либо затруднительно или даже невозможно, какъ напр. отъ готовыхъ издѣлій, большихъ болванокъ стали и вообще сплавовъ, подверженныхъ ликвиціи, отъ газовъ металлургическихъ процессовъ и пр., а также б) весьма гигроскопичнымъ, легко поглощающимъ газы и вообще отличающимся непостоянствомъ своего химическаго состава; такъ, если оно, при лежаніи на открытомъ воздухѣ, выдѣляетъ свои составныя части, окисляется, вывѣтривается и пр. Во всѣхъ подобныхъ случаяхъ методъ долженъ указать способъ взятія генеральной пробы и обращеніе съ веществомъ до и во время навѣски, отмѣриванія объемовъ и т. д.

3) Измѣрительные приборы, матеріаль посуды, фильтровальная бумага, химическіе реагенты и пр. во многихъ слу-

чаяхъ служить источникомъ ошибокъ въ анализѣ, и химикъ долженъ хорошо знать степень чистоты своихъ реагентовъ и точность употребляемыхъ имъ вѣсовъ, бюретокъ, мензурокъ и пр., а также вліяніе вещества посуды, обыкновенно замѣтно подающей дѣйствию реагентовъ, чтобы судить о значеніи, какое всѣ эти обстоятельства имѣютъ на ходъ анализа и его конечный результатъ, и, сообразно съ этимъ, быть увѣреннымъ въ той или другой степени точности своей работы. Поэтому въ вычисленіе по даннымъ анализа искомага содержанія тѣла вводятся обыкновенно поправки на чистоту реагентовъ и пр. опредѣляемая опытомъ: либо специальными изслѣдованіями, либо, что гораздо проще, помощью „пустаго“ анализа; въ этомъ послѣднемъ случаѣ продѣлываютъ всѣ операціи анализа, напр. на сѣру, согласно указаніямъ метода (при чемъ, конечно, необходимы количества и крѣпость реагентовъ), но принимая навѣску вещества равной нулю, и опредѣленное такимъ путемъ содержаніе сѣры въ реагентахъ и пр., исключаютъ изъ конечнаго результата дѣйствительнаго анализа (съ навѣскою вещества). Всѣ предосторожности, какія принимаются, напр., при опредѣленіи вѣса золы фильтровальной бумаги, при обращеніи съ измѣрительными приборами несовершенной точности и т. п., а также какія поправки должны быть сдѣланы въ вычисленіяхъ результата анализа на температуру, барометрическое давленіе и пр., все это подлежитъ разсмотрѣнію наряду съ механическими приѣмами анализа.

4) Смотря по принципу, какой принять въ основаніе метода количественнаго анализа, различаютъ методы вѣсового и объемнаго анализа съ ихъ подраздѣленіями. Наибольшимъ распространеніемъ въ практикѣ пользуются первые изъ нихъ, отличающіеся, вообще говоря, своею точностью, хотя въ тѣхъ случаяхъ, гдѣ требуется быстрота опредѣленій, имъ и предпочитаютъ послѣдніе, въ особенности методы колориметрическіе. О требованіяхъ, предъявляемыхъ къ методамъ, было уже упомянуто ранѣе, и при оцѣнкѣ достоинствъ даннаго метода и пригодности его къ лабораторной практикѣ необходимо принять во вниманіе то назначеніе, какому онъ долженъ удовлетворять, такъ какъ далеко не всякій методъ можетъ быть универсаленъ въ своихъ примѣненіяхъ. Точность метода, обусловленная также назначеніемъ его, устанавли-

вается проверкою на веществѣ, въ которомъ процентное содержаніе опредѣляемаго элемента извѣстно, либо изъ предварительнаго анализа безусловной точности, либо вычисленіемъ, если само вещество приготовлено синтетическимъ путемъ.

Вышеупомянутые члены международной комиссіи С. В. Dudley и F. N. Pease предложили, чтобы точность опредѣленія (для техническихъ цѣлей) главнѣйшихъ составныхъ частей желѣза и стали была: одна сотая процента для углерода, кремнія и марганца, и половина этого количества— для сѣры, фосфора и мѣди; время же, потребное для выполненія анализа по ускоренному методу, не должно въ этихъ случаяхъ превышать одного дня. Въ какой мѣрѣ однако эти требованія осуществимы, показываютъ результаты анализовъ четырехъ нормальныхъ международныхъ образцовъ стали, напечатанные въ „Chemical News“ 1893 г. 151 и представляющіе собою средній составъ ихъ по опредѣленіямъ американскихъ и англійскихъ химиковъ.

Такъ, американская комиссія даетъ слѣдующія цифры:

	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4
C	1,440	0,800	0,454	0,180
Si	0,270	0,202	0,152	0,015
S	0,004	0,004	0,004	0,038
P	0,016	0,010	0,015	0,088
Mn	0,254	0,124	0,140	0,098

Тогда какъ англійская опубликовала такія:

	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4
C	1,414	0,816	0,476	0,151
Si	0,263	0,191	0,141	0,008
S не болѣе. . .	0,006	0,007	0,008	0,039
P	0,018	0,014	0,021	0,078
Mn	0,259	0,141	0,145	0,130

Результатъ анализовъ той и другой комиссіи должны считаться весьма близкими между собою, такъ какъ, будучи получены изъ многихъ изслѣдованій выдающимися аналитиками, имѣютъ точность близкую къ предѣльной. На этомъ основаніи является интересной слѣдующая табличка разностей опредѣленій той и другой комиссіи:

	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	Среднее.
Для С. . .	0,026	0,016	0,022	0,029	0,023
„ Si . .	0,007	0,011	0,011	0,007	0,009
„ S. . .	0,002	0,003	0,004	0,001	0,0025
„ P. . .	0,002	0,004	0,006	0,010	0,0055
„ Mn . .	0,005	0,017	0,005	0,032	0,015

Изъ этой таблички мы видимъ, что едва ли возможно, по крайней мѣрѣ до тѣхъ поръ, пока не доказана большая точность того или другаго метода, требовать точности опредѣленія указанныхъ элементовъ въ размѣрѣ меньшемъ приведенныхъ среднихъ цифръ, хотя для углерода цифра 0,023 и можетъ казаться нѣсколько великой. Нормы, подобныя упомянутымъ, желательны и для всѣхъ остальныхъ методовъ.

Однообразіе анализовъ, производимыхъ по одному и тому же методу, можетъ быть достигнуто, какъ выяснено раньше, только при условіи подробнаго и точно опредѣленнаго указанія всѣхъ обстоятельствъ химическихъ операций. Для ближайшаго ознакомленія съ этими послѣдними, возьмемъ примѣръ въсвоаго анализа, какъ болѣе типичный для нашей цѣли.

Имѣя ввиду опредѣленіе какого нибудь тѣла, приходится обыкновенно выдѣлять его изъ раствора постороннихъ соединений въ формѣ осадка, который затѣмъ отфильтровывается, промывается, сушится, прокаливается, если нужно, и, по охлажденіи, взвѣшивается. Всѣ эти операции влекутъ за собою неизбѣжныя ошибки, вліяющія на конечный результатъ, какъ плюсъ или минусъ. Напр., осажденіе опредѣляемаго соединенія съ примѣсью посторонняго, недостаточная промывка отъ фильтра, загрязненіе инороднымъ нелетучимъ веществомъ соединеніе его при прокаливаніи съ продуктами горѣнія свѣтительнаго газа, вѣсъ золы фильтра случайно большій принятаго, поглощеніе влажности прокаленнымъ осадкомъ до взвѣшиванія, и вообще всѣ тѣ случаи, когда химическій составъ вещества оказывается не соответствующимъ формулѣ, изъ которой вычисленіемъ получается искомое его содержаніе, причемъ, однако, вся наличность опредѣляемаго тѣла будетъ сполна заключаться въ осадкѣ и въ томъ именно соединеніи, какое предполагается методомъ, — всѣ эти случаи даютъ ошибку результата въ сторону плюсъ. Въ противоположную сторону будутъ дѣйствовать: разбрызгиваніе и потери растворовъ—при переливаніяхъ, кипяченіи и выпариваніи, неполнота

осаждения опредѣляемаго тѣла, вслѣдствіе недостаточнаго количества осадителя, а также избытка послѣдняго, если осадокъ въ немъ растворимъ, присутствіе въ растворѣ соединений, образующихъ съ осадкомъ двойныя растворимыя соли, неподходящая температура, малая продолжительность реакціи, затѣмъ — прониканіе осадка сквозь фильтръ, раствореніе его въ избыткѣ промывныхъ водъ, улечиваніе и разбрызгиваніе при неосторожной прокалкѣ, возстановленіе части осадка пламенемъ свѣтильнаго газа, негорѣвшимъ углемъ фильтра, наконецъ, механическое увлеченіе его токомъ воздуха при прокалкѣ и пр.

А такъ какъ одна изъ важнѣйшихъ задачъ метода и заключается именно въ томъ, чтобы довести ошибки опредѣленія до минимальныхъ размѣровъ, то источникъ этихъ ошибокъ долженъ быть хорошо изученъ, всѣ детали операций надлежащимъ образомъ выработаны и дана возможность точнаго воспроизведенія ихъ различными аналитиками. Говоря вообще, реакціи раздѣленія и осаждения вовсе не такъ просты, какъ это предполагается ихъ формулами, изображающими обыкновенно дѣйствіе только реагентовъ и не принимающими въ соображеніе вліянія побочныхъ продуктовъ или постороннихъ веществъ, всегда присутствующихъ въ растворѣ, тогда какъ эти послѣдніе не всегда могутъ считаться абсолютно инертными, что и доказывается случаями такъ называемыхъ каталитическихъ тѣлъ, вліянія массы на ходъ реакціи и пр.

Кромѣ того, одно и то-же тѣло можетъ такъ или иначе реагировать на другое, смотря по ихъ молекулярному состоянію (примѣры тѣлъ *in statu nascendi*, въ пассивномъ состояніи), относительнымъ ихъ количествомъ, (а стало-быть и степени концентраціи растворовъ), количеству дѣйствія физическихъ агентовъ: тепла, свѣта, электричества, барометрическому давленію, механическимъ усиліямъ тренія, взбалтыванія, далѣе—продолжительности реакціи и, наконецъ, въ зависимости отъ того, удаляются-ли или остаются въ данной средѣ продукты реакціи.

Такъ какъ въ настоящей замѣткѣ не имѣется въ виду выяснять вліянія каждаго изъ этихъ факторовъ на ходъ реакціи, что завело-бы очень далеко, то ограничимся указаніемъ, что тождественность условій анализовъ, производимыхъ по одному и тому-же методу, можетъ считаться обезпеченной

только тогда, когда не только порядокъ операций вполне соблюденъ, но и каждая реакція обставлена совершенно определенными и неизмѣнными условіями, контролируемыми надежными измѣрительными и другими приборами. Отсюда слѣдуетъ, что такія общеупотребительныя, но слишкомъ неопределенныя выраженія, какъ напр. „прилить въ умѣренномъ избыткѣ“, „послѣ продолжительнаго кипяченія“, „щепотка соли“, „разбавить достаточнымъ количествомъ воды“ и пр. и пр., теперь должны потерять всякое значеніе. Само собой понятно, однако, что всѣ условія реакцій могутъ быть подлинно извѣстны лишь въ томъ случаѣ, когда и степень концентраціи раствора, (а, слѣдовательно, и искомое количество) изслѣдуемаго тѣла, будетъ также извѣстна. Изъ этого вытекаетъ необходимость двухъ послѣдовательныхъ анализовъ, изъ которыхъ первый, производимый прямо по указаніямъ метода, можетъ дать только приблизительный результатъ, а второй, веденный точно въ условіяхъ метода,—уже окончательный. Впрочемъ, этотъ второй анализъ будетъ необходимъ лишь тогда, когда содержаніе определяемаго тѣла или слишкомъ мало, или слишкомъ велико сравнительно съ тѣмъ, какое предполагается методомъ, и вообще тамъ, гдѣ требуется особая точность результата.

Рекомендованное въ началѣ этой замѣтки сочиненіе Филиппса въ достаточной мѣрѣ выполняетъ указанныя требованія относительно изложенія методовъ изслѣдованій, а потому задача полученія согласуемыхъ между собою результатовъ анализа можетъ считаться разрѣшимую при посредствѣ тѣхъ приѣмовъ, какіе употребляются для этого гг. Филиппсомъ и Реддропъ.

Переводчикъ.



ТЕХНО-ХИМИЧЕСКІЙ АНАЛИЗЪ

ВВЕДЕНІЕ

Система реагентовъ Реддропа.

Я полагаю, всѣ согласны въ томъ, что примѣняя новые методы химическаго анализа въ томъ видѣ, въ какомъ они излагаются въ руководствахъ по аналитической химіи или же въ періодическихъ научныхъ изданіяхъ, трудно бываетъ получить тѣ удовлетворительные результаты, на которые претендуютъ авторы этихъ методовъ, именно потому, что крѣпость и объемъ реактивовъ, употребляемыхъ при производствѣ анализа, предоставляются на волю аналитика, т. е. говоря вообще, вслѣдствіе отсутствія точной и опредѣленной системы указаній способа испытаній.

Ввиду разнорѣчивыхъ результатовъ химическихъ анализовъ, часто получаемыхъ различными аналитиками при разложеніи одного и того же образца, вслѣдствіе разнообразія приѣмовъ анализа, слѣдуетъ надѣяться, что вскорѣ будетъ предпринята общая систематизація методовъ химическихъ изслѣдованій, причемъ получится возможность достиженія однородности и сравнимости результатовъ анализа.

При изложеніи всякаго метода анализа слѣдуетъ обратить вниманіе на два главные пункта: 1) крѣпость (степень концентрации раствора) употребляемыхъ реагентовъ, и на 2) ихъ объемъ. Ввиду этого слѣдовало-бы имѣть въ лабораторіяхъ растворы реагентовъ вполне опредѣленной концентрации. По

общему правилу, при изложеніи методовъ анализовъ указываютъ удѣльный вѣсъ даннаго раствора или степень разжиженія концентрированныхъ растворовъ водою; но этотъ способъ указанія не вполне точенъ и удобенъ. Лучшая же система изъ извѣстныхъ мнѣ, есть система, предложенная аналитикомъ Лондонской и С.-З. жел. дор. г-номъ Реддропомъ.

Эта система проведена въ настоящемъ сочиненіи, такъ какъ личнымъ опытомъ я убѣдился въ справедливости заявленій автора о ея значительныхъ преимуществахъ предъ другими.

Система химическихъ реагентовъ Реддропа, основанная на эквивалентахъ элементовъ.

Эквивалентнымъ растворомъ реагента называется такой, который содержитъ эквивалентъ миллиграммовъ его въ 1 с.с. воды или (что тоже) эквивалентъ граммовъ реагента, растворенныхъ въ литрѣ воды. Растворъ такой крѣпости называется эквивалентнымъ реагентомъ и означается символомъ Е; такъ напримѣръ: Е углекислаго натра представляетъ собою водный растворъ, содержащій 53 mgr. — 0,053 гр. этой соли въ 1 с.с. воды или 53 гр. ея въ 1 литрѣ. Разумѣется, это не будетъ процентный растворъ, но растворъ, заключающій вѣсовыя части (mgr.) вещества въ частяхъ объема (с.с.) раствора.

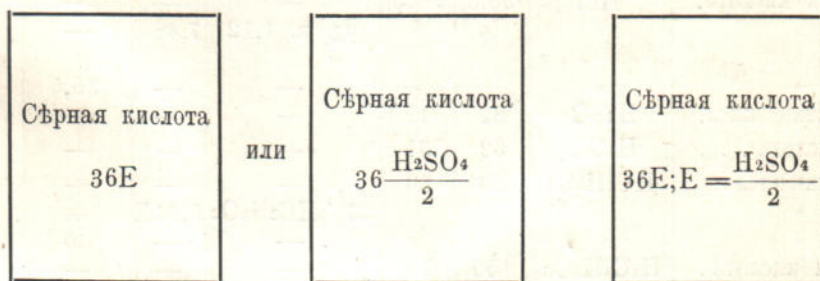
Степень концентраціи всѣхъ реагентовъ можетъ быть выражена въ количествахъ Е: такъ, крѣпость H_2SO_4 удѣльнаго вѣса 1,84 равняется приблизительно 36Е; крѣпкая HNO_3 уд. вѣса 1,42 выразится примѣрно 16Е, а крѣпкая HCl уд. вѣса 1,16 почти 10Е. Многіе изъ употребительныхъ реагентовъ приготавливаются крѣпостью въ Е, но въ нѣкоторыхъ случаяхъ вещество недостаточно растворимо въ водѣ, чтобы дать эту степень концентраціи, почему приходится принимать и дробныя части Е. Такимъ образомъ мы имѣемъ $\frac{E}{4} \text{H}_2\text{S}$, $\frac{E}{20} \text{CaO}$, $\frac{E}{30} \text{CaSO}_4$, $\frac{E}{600} \text{SrSO}_4$ (реактивъ на барій). Дробные коэффициенты Е могутъ быть изображаемы и десятичными знаками, напр. $\frac{3E}{5} = 0,6E$.

Всѣ реагенты равнозначущи по своей количественно реагирующей способности. Напр., если мы имѣемъ въ растворѣ

такое количество свинцовой соли, какое требуетъ 36 с.с. E H_2SO_4 , чтобы сполна осадить весь свинецъ раствора въ видѣ сѣрнокислой соли и притомъ не оставить нисколько свободной сѣрной кислоты, то оно потребуеетъ совершенно тоже количество E углекислаго аммонія для полнаго осажденія свинца въ видѣ углекислой соли, или E хромовокислаго кали для такого же осажденія соотвѣтственной соли свинца. Иначе говоря, одно и то-же количество свинца можетъ быть выдѣлено изъ раствора однимъ с.с.-омъ 36E H_2SO_4 —въ видѣ сѣрнокислой соли, 7,2 с.с.-ами 5E углекислаго аммонія—въ видѣ углекислой и 144 с.с.-ами $\frac{1}{4}$ E H_2S (насыщенного раствора H_2S) въ видѣ сѣрнистаго свинца (потому что: 1 с.с. \times 36E = 7,2 с.с. \times 5E = 144 с.с. \times $\frac{1}{4}$ E).

Здѣсь можно замѣтить, что нѣтъ надобности приготавливать E реагенты съ тою же строгою аккуратностью, какъ нормальные растворы въ объемныхъ анализахъ, и колебанія въ крѣпости на 0,01 — 0,1 часть E могутъ быть допускаемы. Поэтому введеніе новой системы реагентовъ въ лабораторіяхъ не потребуеетъ особенной затраты времени и труда.

Степень концентраціи реагентовъ изображается въ количествахъ E на ярлыкѣ каждой стклянки такимъ образомъ, напримеръ:



Приводимая ниже таблица составлена изъ реагентовъ, на которые эквивалентная система уже распространена.

1-я графа даетъ названіе реагента.

2-я „ молекулярную формулу безводнаго вещества.

3-я графа его молекулярный вѣсъ.

4-я „ его эквивалентный вѣсъ.

5-я „ даетъ крѣпость реагента, по системѣ д-ра Фрезениуса: сперва въ данныхъ имъ терминахъ, а затѣмъ по вычисленію эквивалентной системы. Эта двойная графа дается единственно для сравненія.

6-я графа даетъ крѣпость реагентовъ, предлагаемую по эквивалентной системѣ: сперва въ граммахъ на литръ, а затѣмъ въ количествахъ Е.

7-я графа даетъ химическую формулу употребляемаго вещества и способъ, какимъ готовится реактивъ съ точностью, достаточной для обыкновеннаго употребленія.

8-я графа даетъ крѣпость реагента, определенную испытаніемъ по приготовленію его способомъ, указаннымъ въ графѣ 7-й.

Кромѣ того, для дальнѣйшихъ указаній приводятся примѣчанія.

Названіе реагента.	Символь.	Молекулярный вѣсъ.	Эквивалентный вѣсъ.	Крѣпость реагентовъ по Фрезениусу		По эквивалентной системѣ	
				по указанію.	по вычислен. въ эквивалент.	граммовъ въ литрѣ.	крѣпость.
Сѣрная кислота .	H ₂ SO ₄	98	49	уд. в. 1,840	36E	—	36E
„	„	„	„	1:5	6E	—	5E
„	„	„	„	—	—	49	E
Азотная кислота.	HNO ₃	63	63	—	—	—	24E—
„	„	„	„	—	—	—	16E
„	„	„	„	уд. в. 1,20	6,16E	—	5E
„	„	„	„	—	—	63	E
Соляная кислота.	HCl	36,5	36,5	—	—	—	10E
„	„	„	„	уд. в. 1,12	7,48E	—	5E
„	„	„	„	—	—	36,5	E
Сѣрнистая кисл.	H ₂ SO ₃	82	41	—	—	—	4E—
Углекислота . . .	H ₂ CO ₃	62	31	—	—	—	¹ / ₁₀ E—
Уксусная кислота	HC ₂ H ₃ O ₂	60	60	—	—	—	17E
„	„	„	„	33°/о HC ₂ H ₃ O ₂	5,61E	—	5E
„	„	„	„	—	—	60	E
Винная кислота .	H ₂ C ₄ H ₄ O ₆	150	75	—	—	—	5E
„	„	„	„	—	—	75	E
Лимонная кисл. .	H ₃ C ₆ H ₅ O ₇	192	64	—	—	—	5E
„	„	„	„	—	—	64	E
Щавелевая кисл.	H ₂ C ₂ O ₄	90	45	—	—	—	¹ / ₁₀ E
Фтористая кисл.	HF	20	20	—	—	—	12E?

Приготовленіе эквивалентныхъ реагентовъ.		Крѣпость определен. опытомъ.
Взято вещество.	Методъ.	
—	Сѣрн. кисл. уд. вѣса 1,8427 при 15,5° С. Примѣч. (1)	36E
—	Сѣрная кислота, разжиженная водою до уд. вѣса 1,1527 при 15,5° С. Примѣч. (2)	5E
—	200 сс. 5E H ₂ SO ₄ разжижены водою до литра	E
—	Азотная кислота уд. вѣса 1,50 Примѣч. (3)	22,8E
—	Азотн. кисл. уд. вѣса 1,4268 при 15,5° С. Примѣч. (4)	16E
—	Азотн. кисл., разбавленная водою до уд. вѣса 1,1656 при 15,5° С. Примѣч. (2)	5E
—	200 с.с. 5E HNO ₃ разбавлены водою до литра	E
—	Солян. кисл. уд. вѣса 1,1611 при 15,5° С. Примѣч. (5)	10E
—	Солян. кисл., разбавленная водою до уд. вѣса 1,0843 при 15,5° С. Примѣч. (2)	5E
—	200 с.с. 5E HCl разжиженныхъ до 1 литра	E
—	Вода при 15,5° С., насыщенная SO ₂ (уд. вѣсъ 1,052)	3,7E
—	Вода при 15,5° С., насыщенная CO ₂ Примѣч. (6)	—
—	Твердая уксусная кислота при 10° С. Примѣч. (7)	16,9E
—	294 с.с. 17E уксусн. кисл. разжижен. до 1 литра. Примѣч. (2)	5E
—	200 с.с. 5E уксусн. кисл. разжиженныхъ до 1 литра	E
H ₂ C ₄ H ₄ O ₆	375 gr. раствор. и разбавлено водою до литра.	5E
„	75 gr. „ „ „ „ „ „	E
H ₃ C ₆ H ₅ O ₇ .aq	350 gr. „ „ „ „ „ „	5E
„	70 gr. „ „ „ „ „ „	E
H ₂ C ₂ O ₄ .2aq	94,5 gr. „ „ „ „ „ „ Примѣч. (8)	³ / ₂ E
—	Фтористая кислота уд. вѣсъ 1,15	12,9E

Название реагента.	Символь.	Молекулярный вѣсъ.	Эквивалентный вѣсъ.	Крѣпость реагентовъ по Фрезениусу		По эквивалентной системѣ		Приготовление эквивалентныхъ реагентовъ.		Крѣпость опрежден. опытомъ.
				по указанію.	по вычислен. въ эквивалент.	граммовъ въ литрѣ.	крѣпость	Взято вещество.	Методъ	
Кремнефтористоводород. к. . .	H ₂ SiF ₆	144	72	—	—	—	—	—	—	—
»	»	»	»	—	—	—	Е	—	—	—
Сѣроводородъ . .	H ₂ S	34	17	насыщенный растворъ.	1/4Е	—	1/4Е—	—	Вода при 15,5° С, насыщенная сѣроводородомъ . . .	0,24Е
Хлорная вода . .	Cl ₂	71	35,5	насыщенный растворъ.	1/5Е—	—	1/5Е—	—	» » » » » хлоромъ.	0,19Е
Бромъ	Br ₂	160	80	—	—	—	37Е	—	Чистый жидкій бромъ. Примѣч. (9)	—
Бромная вода . .	»	»	»	—	—	—	1/2Е	—	Вода при 15,5° С, насыщенная бромомъ	1/2Е
Перекись водор.	H ₂ O ₂	34	17	—	—	—	4Е—	—	Растворъ 20 объемовъ перек. водорода. . Примѣч. (10)	—
»	»	»	»	—	—	—	2Е—	—	» 10 » » » » Примѣч. (11)	—
Ѣдкій кали . . .	KHO	56	56	—	—	—	5Е	KHO	280 gr. раствор. и разжиж. вод. до 1 литра . Примѣч. (12)	—
»	»	»	»	—	—	56	Е	»	56 gr. » » » » » » Примѣч. (12)	—
Ѣдкій натръ . . .	NaHO	40	40	уд. в. 1,13 = 9°/oNa ₂ O	3,28Е	—	5Е	NaHO	200 gr. » » » » » » Примѣч. (13)	—
»	»	»	»	—	—	40	Е	»	40 gr. » » » » » » Примѣч (13)	—
Ѣдкій аммоній. .	AmHO	35	35	—	—	—	20Е—	—	Ѣдкій аммоній уд. вѣса 0,880 Примѣч. (14)	18,9Е
»	»	»	»	уд. в. 0,96 = 10°/oNH ₃	5,54Е	—	5Е	—	Ѣдкій аммоній, разжиженный до уд. вѣса 0,9643 при 15,5° С. Примѣч. (2)	5Е
»	»	»	»	—	—	35	Е	—	200 с.с. 5Е Ѣдкаго аммон., разжижен. водою до 1 литра .	Е
Окись барія . . .	BaO	153	76,5	1/20BaH ₂ O ₂ 8aq	1/315Е	—	1/3Е	BaH ₂ O ₂ 8Aq	52,5 gr. раствор. и разжиж. водою до 1 литра . Примѣч. (15)	—
Окись кальція . .	CaO	56	28	насыщенный растворъ	1/20Е	—	1/20Е	—	Вода при 15,5° С, насыщенная гидратомъ кальція . .	97/2000Е
Сѣрнист. аммон.	Am ₂ S	68	34	10°/oNH ₃	5,54Е?	—	5Е	—	600 с.с. 5Е AmHO насыщено въ закрытой колбѣ H ₂ S, затѣмъ прибавлено 400 с.с. 5Е AmHO. . .	5Е
»	»	»	»	—	—	34	Е	—	200 с.с. 5Е сѣрнист. аммон. разжиж. вод. до 1 литра .	Е
Сѣрнистый натръ	Na ₂ S	78	39	9°/oNa ₂ O	3,28Е	—	5Е	—	200 gr. NaHO растворено въ 800 с.с. воды; половина раствора насыщена H ₂ S, затѣмъ прилита другая и все разбавлено водою до 1 литра.	5Е
»	»	»	»	—	—	39	Е	—	200 с.с. 5Е сѣрнистаго натра разжижено до 1 литра .	Е
Ціанистый кали.	KCy	65	65	—	—	65	Е	KCy	65 gr. кристалл. раствор. въ водѣ и разжид. до 1 литра .	—
Сѣрнокисл. кали.	K ₂ SO ₄	174	87	1/12	0,96Е	87	Е	K ₂ SO ₄	87 gr. растворены въ водѣ и растворъ разжиженъ до 1 литра.	—
Іодистый кали. .	KJ	166	166	—	—	166	Е	KJ	166 gr. растворены въ водѣ и растворъ разжиженъ до 1 литра Примѣч. (18)	Е
»	»	»	»	—	—	—	1/5Е	»	33,2 gr. растворены въ водѣ и растворъ разжиженъ до 1 литра Примѣч. (18)	1/5Е
Хромовок. кали.	K ₂ CrO ₄	194,5	97,25	—	—	97,25	Е	K ₂ CrO ₄	97,25 gr. растворены въ водѣ и растворъ разжиженъ до 1 литра	Е

Название реагента.	Символь.	Молекулярный вѣсъ.	Эквивалентный вѣсъ.	Крѣпость реагентовъ по Фрезениусу		По эквивалентной системѣ		Приготовление эквивалентныхъ реагентовъ.		Крѣпость опредѣлен. опытомъ.
				по указанію.	по вычислен. въ эквивалент.	граммовъ въ литрѣ.	крѣпость.	Взято вещество.	Методъ.	
Мета - сурьмянок. кали	KSbO_3	209	209	насыщенный растворъ	$1/68\text{E}$	3,07	$1/68\text{E}$	$\text{K}_2\text{Sb}_2\text{O}_7\text{Aq}$	Насыщенный растворъ при $15,5^\circ\text{C}$	—
Желтая соль . . .	K_4FeCy_6	368	92	$1/12$	0,79E	92	E	$\text{K}_4\text{FeCy}_6.3\text{Aq}$	105,5 gr. раствор. и раств. разбавл. вод. до 1 литра . . .	E
Красная соль . .	$\text{K}_6\text{Fe}_2\text{Cy}_{12}$	658	109,7	—	—	109,7	E	$\text{K}_6\text{Fe}_2\text{Cy}_{12}$	109,7 gr. » » » » до 1 » . . .	E
Роданистый кали	KCyS	97	97	$1/10$	1,03E	97	E	KCyS	97 gr. » » » » до 1 » . . .	E
Углекислый натр.	Na_2CO_3	106	53	2,7 : 5	3,77E	—	3E	$\text{Na}_2\text{CO}_3.10\text{Aq}$	429 gr. » » » » до 1 » . . .	2,94E
»	»	»	»	—	—	53	E	»	143 gr. » » » » до 1 » . . .	0,98E
К. фосф.-кис. нат.	HNa_2PO_4	142	47,3	$1/10$	0,84E	47,3	$2/3\text{E}$ или E	$\text{HNa}_2\text{PO}_4.12\text{Aq}$	119,3 gr. » » » » до 1 » . . .	E
Уксусно-кис. нат.	$\text{NaC}_2\text{H}_3\text{O}_2$	82	82	$1/10$	0,74E	—	4E	$\text{NaC}_2\text{H}_3\text{O}_2.3\text{Aq}$	544 gr. » » » » до 1 » . . .	3,96E
Сѣрнис.-кис. нат.	Na_2SO_3	126	63	—	—	—	2E—	$\text{Na}_2\text{SO}_3.7\text{Aq}$	252 gr. » » » » до 1 » . . .	—
Сѣрноват.-к.натр.	$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$	158	79	—	—	79	$1/2$ или E	$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3.5\text{Aq}$	124 gr. » » » » до 1 » . . .	—
Щавелевок. амм.	$\text{Am}_2\text{C}_2\text{O}_4$	124	62	$1/24$	0,59E	37,2	$3/5\text{E}$	$\text{Am}_2\text{C}_2\text{O}_4\text{Aq}$	42,6 gr. растворены и растворъ разбавленъ водой до литра Примѣч. (16)	$3/5\text{E}$
Уксуснокис. амм.	$\text{AmC}_2\text{H}_3\text{O}_2$	77	77	—	—	—	5E	—	294 с.с. 17E уксусной кислоты нейтрализованы крѣпк. ѣдк. аммоніемъ и разжижены до 1 литра . . .	5E
»	»	»	»	—	—	77	E	—	200 с.с. 5E уксуснокисл. аммон. разжиж. до 1 литра . . .	E
К. фосфорнок. амм.	HAm_2PO_4	132	44	—	—	44	$3/5\text{E}$ или E	HAm_2PO_4	44 gr. растворено и разжижено водою до 1 литра . . .	E
Углекисл. амм. .	Am_2CO_3	96	48	$1/5$ полуторн. соли + NH_3	5,08E	—	5E	—	196,7 gr. полуторно-углекислаго аммонія растворено въ 333,3 с.с. 5E AmHO и развед. вод. до 1 литра . . .	—
»	»	»	»	—	—	48	E	—	200 с.с. 5E углекисл. аммон. разбавл. вод. до 1 литра . . .	—
К. углекисл. амм.	HAmCO_3	79	—	—	—	—	$3/2\text{E}$ или 3E	—	3E AmHO насыщается, пропуская въ избытокъ CO_2 . . .	—
Хлористый амм. .	AmCl	53,5	53,5	$1/8$	2,34E	—	5E	AmCl	267,5 gr. растворено въ водѣ и разжиж. до 1 литра . . .	5E
»	»	»	»	—	—	53,5	E	—	53,5 gr. » » » » до 1 » . . .	E
Сѣрнокисл. амм. .	Am_2SO_4	132	66	—	—	66	E	Am_2SO_4	66 gr. » » » » до 1 » . . .	E
Хлористый барій.	BaCl_2	208	104	$1/10$	0,82E	104	E	$\text{BaCl}_2.2\text{Aq}$	122 gr. » » » » до 1 » . . .	E
Азотнокисл. барій	BaN_2O_6	261	130,5	$1/15$	0,51E	65,25	$1/2\text{E}$	BaN_2O_6	65,25 gr. растворено въ водѣ и разжижено до 1 литра Примѣч. (17)	$1/2\text{E}$
Углекислый барій	BaCO_3	197	98,5	—	—	—	2E	BaCO_3	197 gr. свѣжеосажден. BaCO_3 разболтано въ водѣ и разжижено до 1 литра.	—
Сѣрнокисл. строн.	SrSO_4	183,5	91,75	—	—	—	$1/500\text{E}$ —	SrSO_4	Вода при $15,5\text{C}$. насыщена осажденнымъ SrSO_4	—
Хлористый кальц.	CaCl_2	111	55,5	$1/5$ кристал.	1,83E	55,5	E	$\text{CaCl}_2.6\text{Aq}$	109,5 gr. растворено и разведено водою до 1 литра . . .	0,97E
Сѣрнокисл. кальц.	CaSO_4	136	68	насыщенный растворъ.	$1/30\text{E}$	2,27	$1/30\text{E}$	$\text{CaSO}_4.2\text{Aq}$	Вода при $15,5^\circ$ насыщенная осажденнымъ CaSO_4	—
Хлористый магн.	MgCl_2	95	47,5	—	—	—	E	$\text{MgCl}_2.6\text{Aq}$	101,5 gr. раствор. въ водѣ и разжиж. до 1 литра . . .	0,98E
Сѣрнокисл. магн.	MgSO_4	120	60	$1/10$	0,81E	60	E	$\text{MgSO}_4.7\text{Aq}$	123 gr. » » » » до 1 » . . .	E
Желѣзный купор.	FeSO_4	152	76	—	—	76	E	$\text{FeSO}_4.7\text{Aq}$	139 gr. » » » » до 1 » . . .	0,97E
Хлорное желѣзо.	Fe_2Cl_6	325	54,17	—	—	54,17	E	—	18,67 gr. желѣза въ видѣ $\text{Fe}_2(\text{OH})_6$ растворено въ 200 с.с. 5E HCl и разжижено до 1 литра	—

Название реагента.	Символъ.	Молекулярный вѣс.	Эквивалентный вѣс.	Крѣпость реагентовъ по Фрезениусу		По эквивалентной системѣ		Приготовление эквивалентныхъ реагентовъ.		Крѣпость опредѣлен. опытомъ.
				по указанію.	по вычислен. въ эквивалент.	граммовъ въ литрѣ.	крѣпость.	Взято вещество.	Методъ.	
Свинцовый сах. .	PbC ₄ H ₆ O ₄	325	162,5	¹ / ₁₀	0,53E	162,5	E	PbC ₄ H ₆ O ₄ .3Aq	189,5 gr. растворено въ водѣ и разжижено до 1 литра .	—
Азотнокисл. свин.	PbN ₂ O ₆	331	165,5	—	—	165,5	E	PbN ₂ O ₆	165,5 gr. » » » » » до 1 » .	0,98E
Азотнок. серебро.	AgNO ₃	170	170	¹ / ₂₀	0,30E	170	E	AgNO ₃	170 gr. растворено въ водѣ и разжижено до 1 литра. Примѣч. (18)	E
»	»	»	»	—	—	—	¹ / ₅ E	»	34 gr. растворено въ водѣ и разжижено до 1 литра. Примѣч. (18)	¹ / ₅ E
Сѣрнок. серебро.	Ag ₂ SO ₄	312	156	—	—	7,8	¹ / ₂₀ E	Ag ₂ SO ₄	Вода при 15,5° C., насыщ. свѣжеосажден. Ag ₂ SO ₄ .	¹ / ₅ E
Азотнокисл. ртуть.	Hg ₂ N ₂ O ₆	524	262	—	—	52,4+	¹ / ₅ E+	Hg ₂ N ₂ O ₆ .2Aq	56 gr. раствор. въ 40 с.с 5E HNO ₃ и разбавл. вод. до 1 литра, причемъ въ сосудъ кладется небольшое количество ртути	¹ / ₅ E
Хлорная ртуть. .	HgCl ₂	271	135,5	¹ / ₁₆	0,46E	54,2	² / ₅ E	HgCl ₂	54,2 gr. раствор. въ вод. и разжиж. до 1 литра. .	² / ₅ E
Мѣдный купоросъ	CuSO ₄	159,5	79,75	¹ / ₁₀	0,80E	79,75	E	CuSO ₄ .5Aq	124,75 gr. » » » » » до 1 » . .	E
Хлорная мѣдь. .	CuCl ₂	134,5	67,25	—	—	67,25	E	CuCl ₂ .2Aq	85,25 gr. » » » » » до 1 » . .	0,95E
Хлорист олово. .	SnCl ₂	189	94,5	—	—	94,5+	E+	SnCl ₂ .2Aq	112,5 gr. растворено въ 200 с.с. 5E HCl и разбавлено водою до 1 литра, причемъ въ сосудъ кладется немного металлическаго олова	0,96E
Хлорное золото .	AuCl ₃	303,1	101	¹ / ₃₀	0,33E	20,2	¹ / ₅ E	—	13,1 gr. металлическаго золота, превращеннаго въ хлорн. золото, растворено въ водѣ и разжижено до 1 литра. Примѣч. (18)	—
Хлорист. платина	PtCl ₄	339,1	84,8	—	0,77E	84,8	E	—	49,3 gr. металлической платины, превращенной въ хлористую платину, растворено въ водѣ и разжижено до 1 литра Примѣч. (18)	—
Магнезіал. смѣсь	—	—	—	—	—	—	E	—	68 gr. Mg Cl ₂ . 6Aq. растворено въ 500 (приблизительно) с.с. воды, прибавлено 165 gr. Am Cl затѣмъ 300 с.с. 5E Am HO и все разжижено до 1 литра . . .	—

Примѣчанія.

1) Сѣрная кислота уд. вѣса 1,842, содержащая 98,6% по вычисленію даетъ 37,07E.

Два образца продажной сѣрной кислоты уд. вѣса 1,84 при титрованіи дали 36,6E и 36,8E.

2) Я приготавливаю обыкновенно сразу 5 литровъ 5E кислоты и устанавливаю крѣпость титрованіемъ двухъ с.с. нормальнаго раствора E ѣдкаго натра. Это можно сдѣлать скорѣе, чѣмъ гидрометромъ, такъ какъ избѣгается вліяніе переменъ температуры на разжиженіе.

Такимъ же образомъ можетъ быть приготовленъ и растворъ 5E ѣдкаго аммонія. Эти 5E реагенты возможно получить и простымъ разбавленіемъ водою концентрированныхъ растворовъ до желаемой степени.

3) Азотная кислота уд. вѣса 1,50, содержащая азотистую кислоту, при титрованіи дала 22,8E.

4) Азотная кислота уд. вѣса 1,424 съ содержаніемъ въ 70,2%, даетъ по вычисленію 15,87E. Два образца азотной кислоты уд. вѣса 1,42 при титрованіи дали 16,05E и 16,6E.

5) Соляная кислота уд. вѣса 1,160 съ содержаніемъ въ

31,73%, по расчету даетъ 10,08Е. Два образца продажной HCl по титрованіи дали 10,36Е и 10,32Е.

6) Углекислота. Вода при 15° С., растворяетъ 1,0020 объема CO₂, по расчету это даетъ ¹⁰⁰/₂₁₁₄Е.

7) Безводная уксусная кислота, уд. вѣса 1,0635, съ содержаніемъ въ 100%, даетъ по вычисленію 17,7Е. Продажная, кристаллизирующаяся при 10° С., уксусная кислота уд. вѣса 1,0598 при титрованіи дала 16,9Е.

8) Растворъ ³/₂Е щавелевой кислоты кристаллизуется при 10° С.

9) Бромъ уд. вѣса 2,966 по расчету даетъ 37,08Е.

10) Растворъ 20 объемовъ перекиси водорода по расчету даетъ 3,6Е.

11) Растворъ 10 объемовъ перекиси водорода по вычисленію даетъ 1,8Е.

12) Ёдкаго кали слѣдуетъ растворить въ большемъ на ¹/₁₀ количествѣ, чѣмъ указано, вслѣдствіе обычнаго содержанія въ немъ влажности.

13) Употребленъ ёдкій натръ, приготовленный изъ металлическаго натрія.

14) Растворъ ёдкаго аммонія уд. вѣса 0,88 съ содержаніемъ въ 38% даетъ по вычисленію 19,7Е. Продажный ёдкій аммоній уд. вѣса 0,88 при титрованіи 3-хъ образцовъ далъ соотвѣтственно 18,0Е, 18,2Е и 18,9Е.

15) Гидратъ барія. Крѣпость *насыщеннаго* воднаго раствора значительно мѣняется съ температурой.

16) Щавелевокислый аммоній. Болѣе крѣпкій растворъ, чѣмъ ³/₅Е кристаллизуется при обыкновенной температурѣ.

17) Азотнокислый барій недостаточно растворимъ, чтобы дать растворъ Е.

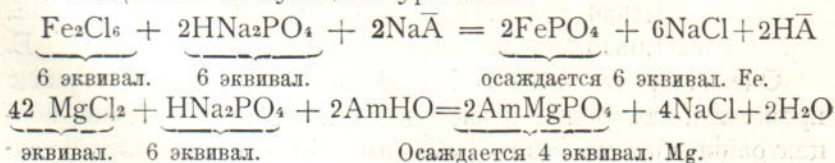
18) Въ случаѣ цѣнныхъ реагентовъ, для качественныхъ пробъ могутъ быть употреблены растворы въ ¹/₅Е или ¹/₁₀Е.

Изъ таблицы видно, что большая часть реагентовъ готовится крѣпостью въ Е. Однако опытъ показалъ, что въ нѣкоторыхъ случаяхъ реагенты, въ особенности кислоты, необходимо употреблять въ болѣе концентрированныхъ растворахъ, чѣмъ Е, почему и введены реагенты крѣпостью въ 5Е (ввиду удобства вычислений по десятичной системѣ). Послѣдніе

приготавливаются болѣе точнымъ образомъ и болѣе постоянны относительно своей крѣпости, чѣмъ концентрированные, которые склонны варьировать на одинъ эквивалентъ.

Почти $\frac{3}{4}$ реагентовъ, приведенныхъ въ таблицѣ, могутъ продолжительное время сохраняться безъ чувствительныхъ измѣненій въ хорошо закупоренныхъ сосудахъ. Въ немногихъ остальныхъ случаяхъ, когда измѣненіе крѣпости раствора значительно, это указано въ графѣ 6-й таблицы и отмѣчается на этикетѣ сосуда, заключающаго реагентъ, слѣдующимъ образомъ. Если реагентъ, будучи приготовленъ опредѣленной крѣпости, съ теченіемъ времени становится слабѣе, то это выражается знакомъ —, поставленнымъ послѣ символа E, такъ: 4E— сѣрнистая кислота. Съ другой стороны можетъ быть увеличеніе крѣпости раствора, какъ на примѣръ въ кислотѣ растворѣ олова въ присутствіи металлическаго олова, что и обозначается знакомъ + послѣ символа E, на примѣръ E+ хлористое олово. Такимъ образомъ аналитикъ предупреждается о возможной неточности въ степени концентраціи реагента. Практическое примѣненіе этихъ цѣлыхъ и дробныхъ эквивалентовъ хорошо поясняется примѣрами хлора и брома, приведенными въ таблицѣ. Для чистаго жидкаго брома показано 37E, для насыщеннаго раствора брома въ водѣ $\frac{1}{2}E$ и для насыщеннаго раствора хлора въ водѣ $\frac{1}{5}E$. Если мы знаемъ, что для полнаго окисленія даннаго объема раствора вещества, требуется 1 с. жидкаго брома (37E), то изъ таблицы эквивалентовъ видимъ, что для достиженія того же количественнаго результата потребуется 74 с. с. $\frac{1}{2}E$ бромной воды или 185 с. с. $\frac{1}{5}E$ хлорной воды.

Здѣсь слѣдуетъ замѣтить, что нѣкоторые, немногіе, реагенты требуютъ двойнаго показателя ихъ крѣпости, на прим. E или $\frac{2}{3}E$ кислый фосфорно-кислый натръ (HNa_2PO_4). Этотъ реагентъ дѣйствуетъ какъ растворъ E, если употребить его для осажденія фосфорно-кислаго желѣза, и только какъ $\frac{2}{3}E$ при осажденіи магnezіи въ видѣ амміачномагnezіальной соли, что видно изъ слѣдующихъ уравненій:



Описавъ такимъ образомъ вкратцѣ предлагаемую систему, мы укажемъ нѣкоторыя удобства ея примѣненія къ химическому анализу.

1) Она представляетъ наиболѣе удобный способъ выраженія пропорціональной крѣпости или способности осажденія каждаго реагента, что* прямо можетъ быть обозначено на каждой стклянкѣ.

2) Она указываетъ практически точно актуальную крѣпость реагента, такъ: 36E H_2SO_4 содержитъ 36 mgr. эквивалента въ 1 сс.; зная это, мы тотчасъ можемъ высчитать количество составныхъ частей. Напримѣръ, эквивалентный вѣсъ сѣрной кислоты = 49, слѣдовательно, въ 1 с. с. заключается $\frac{49 \times 36}{1000} = 1,764$ гр. сѣрной кислоты; такимъ же образомъ въ 1 с. с. найдемъ $\frac{1 \times 36}{1000} = 0,036$ гр. водорода, $\frac{16 \times 36}{1000} = 0,576$ гр. сѣры и $\frac{32 \times 36}{1000} = 1,152$ гр. кислорода.

3) Замѣтивъ количество реагента, употребленнаго для анализа, мы можемъ высчитать количество побочныхъ продуктовъ, что весьма важно для опредѣленія степени концентрации даннаго раствора. Напримѣръ, если, производя анализъ, мы прилили 10 с. с. 36E H_2SO_4 , которую затѣмъ нейтрализовали углекислымъ натромъ, то получили 10×36 эквивалентовъ сѣрнокислаго натра; а такъ какъ эквивалентъ послѣдняго есть 71, то количество безводнаго сѣрнокислаго натра, полученное реакціей, будетъ $71 \times 36 \times 10 = 25560 \text{ mgr.} = 25,56 \text{ gr.}$ Изъ этого слѣдуетъ, что для продолженія анализа мы должны достаточно разбавить растворъ водою.

4) Производя качественный анализъ, удобнѣе судить о количествѣ вещества, находящагося въ растворѣ, чѣмъ при употребленіи растворовъ неопредѣленной крѣпости.

5) Степень концентрации реагентовъ, употребляемыхъ въ химическихъ изслѣдованіяхъ, можетъ быть наиболѣе удобно выражена при этой системѣ. Напримѣръ:

HNO_3	уд. в.	1,4268	при	15,5°	С.	по крѣп.	точно	соотвѣств.	16E.
"	"	1,1656	"	"	"	"	"	"	5E.
"	"	1,0345	"	"	"	"	"	"	E.

Очевидно, что послѣдній способъ обозначенія гораздо проще и даетъ болѣе точное представленіе о степени концентрации кислоты, чѣмъ удѣльный вѣсъ; поэтому эти экви-

валентныя величины являются весьма важнымъ добавленіемъ къ таблицамъ удѣльныхъ вѣсовъ.

6) Реагенты очень быстро могутъ быть разжижены до какой угодно степени, согласно требованій химическаго анализа; напримѣръ, азотная кислота удѣльнаго вѣса 1,42 (приблизительно 16Е) удобно получается дистиляціей. Для полученія этой кислоты крѣпостью въ Е, достаточно разбавить водою 1 с. с. 16 Е до объема въ 16 сс., если же нужна крѣпость въ 2Е — разбавляютъ 2 сс. кислоты въ 16Е. до 16 с. с.; или, для приготовленія кислоты въ 15 Е, взять 15 с. с. кислоты въ 16Е и разбавить водою до 16 с. с. и т. д. Обыкновенно перемены температуры не принимаютъ въ расчетъ, исключая случаевъ съ крѣпкой сѣрной кислотой.

7) Эта система даетъ простѣйшее средство вычислять теоретическое количество реагента, требуемаго для произведенія известнаго химическаго дѣйствія.

Предположимъ, что 1 с. с. Е реагента (напр. Е углекислаго аммонія) осаждаетъ изъ раствора 20 mgr. кальція, то, для осажденія 1 гр. послѣдняго, потребуется 50 с. с. этого реагента; если же предпочитаютъ употребить растворъ крѣпостью въ 5Е, то послѣдняго потребуется всего 10 с. с.

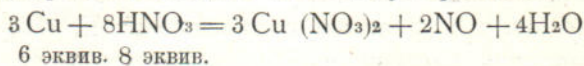
Подобнымъ же образомъ можно вычислить количество кислоты, теоретически необходимое для растворенія даннаго количества металла или инаго вещества. Такъ, 1 гр. цинка, содержащій 30,8 mgr. эквивалента, теоретически потребуетъ для своего растворенія 30,8 с. с. кислоты крѣпостью въ Е или 6,16 с. с. — крѣпостью въ 5Е. Такимъ же образомъ можно видѣть, что для растворенія или осажденія 1 гр. таллія, теоретически необходимо всего 4,9 с. с. реагента крѣпостью въ Е; тогда какъ для осажденія или растворенія такого же количества бериллія, потребуется уже 217,4 с. с. реагента крѣпостью въ Е.

Слѣдующая таблица даетъ число *) mgr. эквивалентовъ, содержащихся въ 1 гр. каждаго изъ болѣе обыкновенныхъ элементовъ. Таблица эта даетъ возможность тотчасъ найти количество (въ с. с.) реагента крѣпостью въ Е, теоретически необходимое для растворенія или осажденія 1 гр. каждаго вещества.

*) Эти числа представляютъ собою обратныя величины эквивалентнаго вѣса $\times 1000$; слѣдовательно, таблица обратныхъ чиселъ можетъ быть примѣнена во всѣхъ случаяхъ для означенной цѣли.

Название элемен- товъ.	Атомный вѣсъ.	Эквива- лентный вѣсъ.	Мгг. эк- вивал. на 1 гр. или с. с. Е.	Название элемен- товъ.	Атомный вѣсъ.	Эквива- лентный вѣсъ.	Мгг. эк- вивал. на 1 гр. или с. с. Е.
Al ^{III}	27	9	111,1	Pb ^{II}	207	103,5	9,7
Sb ^{III}	120	40	25	Li ^I	7	7	142,9
Sb ^V	»	24	41,7	Mg ^{II}	24	12	83,3
As ^{III}	75	25	40	Mn ^{II}	55	27,5	36,4
As ^V	»	15	66,7	Mn ^{IV}	»	13,75	72,7
Ba ^{II}	137	68,5	14,6	Mn ^{VI}	»	9,17	109,1
Be ^{II}	9,2	4,6	217,4	Hg ^I	200	200	5
Bi ^{III}	210	70	14,3	Hg ^{II}	»	100	10
Bi ^{IV}	»	42	23,8	Ni ^{II}	59	29,5	33,9
B ^{III}	11	3,67	272,5	Ni ^{III}	»	19,67	50,8
Br ^I	80	80	12,5	P ^{III}	31	10,33	96,8
Cd ^{II}	112	56	17,9	P ^V	»	6,2	161,3
Ca ^{II}	40	20	50	Pt ^{II}	194,381	97,19	10,3
C ^{II}	12	6	166,7	Pt ^{IV}	»	48,59	20,6
C ^{IV}	12	3	333,3	K ^I	39,1	39,1	25,6
Cl ^I	35,5	35,5	28,2	Si ^{IV}	28	7	142,9
Cr ^{III}	52,5	17,5	57,1	Ag ^I	108	108	9,3
Cr ^{VI}	»	8,75	114,3	Na ^I	23	23	43,5
Co ^{II}	59	29,5	33,9	Sr ^{II}	87,5	43,75	22,9
Co ^{III}	»	19,67	50,8	S ^{II}	32	16	62,5
Cu ^I	63,5	63,5	15,7	S ^{IV}	»	8	125
Cu ^{II}	»	31,75	31,5	S ^{VI}	»	5,33	187,6
F ^I	19	19	52,6	Sn ^{II}	118	59	16,9
Au ^I	196,6	196,6	5,1	Sn ^{IV}	»	29,5	33,9
Au ^{III}	»	65,53	15,3	Tl ^I	204	204	4,9
H ^I	1	1	1000,0	Tl ^{III}	»	68	14,7
I ^I	127	127	7,9	Ti ^{II}	50	25	40
Fe ^{II}	56	28	35,7	Ti ^{IV}	»	12,5	80
Fe ^{III}	»	18,67	53,6	Zn ^{II}	65	32,5	30,8

Въ случаѣ, если будетъ имѣть мѣсто вторичная реакція, какъ напримѣръ при дѣйствіи азотной кислоты на мѣдь, количество потребнаго реагента можетъ быть опредѣлено изъ уравненія, представляющаго химическую реакцію:



Какъ видно, здѣсь 6 эквивалентовъ мѣди требуютъ 8 эквивалентовъ кислоты, или на $\frac{1}{3}$ болѣе, чѣмъ нормальное количество, поэтому и для реакціи необходимо употребить кислоты въ $1\frac{1}{3}$ раза болѣе, чѣмъ показано въ таблицѣ.

8) Эта система дает простой способ вычислить объем газа, отделяющегося при химической реакции, а именно: так как 1 с.с. кислоты крепостью в Е, действуя на избыток металла, освободит 1 mgr. эквивалента водорода = 11,16 с.с. то объем газа, освобождаемый x сс-ами кислоты крепостью в Е, будет $x \cdot 11,16$ с.с. Обратнo, можно также вычислить количество кислоты, потребное для получения данного объема водорода.

9) Употребляя эту систему, мы имеем наиболее удобный способ выражения точной степени кислотности и пр. химических растворов для целей точного титрования, осаждения и пр. Напр., в волюметрическом способе Маргерита определения железа с помощью нормального раствора $1/10E$ марганцевокислого кали, я предлагаю, чтобы раствор для титрования был подкислен до Е или $1/2E$ серной кислоты, выражая этим степень кислотности, при которой предпочтительно должна совершаться реакция.

Возьмем пример, когда эти реагенты применяются к разделению металлов. Известно, что раствор хлористого цинка, содержащий 1 gr. цинка в 100 с.с., требует присутствия заметного количества свободной хлористоводородной кислоты, чтобы предупредить осаждение цинка сернистым водородом. Известно также, что свинец не вполне осаждается из раствора сернистым водородом, если в растворе находится более $2^{1/2}\%$ свободной соляной кислоты. Теперь возникает вопрос, насколько следует подкислить раствор, чтобы сполна осадить свинец без примеси цинка? Я нашел, что наиболее благоприятная для этого степень кислотности раствора есть $1/2E$ соляной кислоты, что и представляет собою наилучшее условие для разделения указанных металлов сероводородом.

Относительно применения этой системы к осаждению, я упомяну об определении свинца в виде сернокислой соли. Хорошо известно, что сернокислый свинец растворим в крепкой H_2SO_4 , также и в чистой воде, но практически нерастворим в разведенной серной кислоте. Степень же разжижения этой кислоты, соответствующая наименьшей степени растворимости сернокислого свинца, кажется, не была еще до сих пор указана. Мною же найдено, что эта свин-

3445
537A

цовая соль наименѣе растворима въ $E H_2SO_4$, почему я въ анализахъ и примѣняю эту степень разжиженія.

Наконецъ, какъ послѣднюю иллюстрацію нашей системы, возьмемъ примѣръ осажденія фосфорной кислоты магnezіальной смѣсью.

Дэвидъ Линдо въ *Chemical News* vol. XLVIII p. 217 приводилъ условія, при которыхъ, по его мнѣнію, осажденіе можетъ быть произведено наиболѣе точнымъ образомъ. Я пересчиталъ количества реагентовъ, при этомъ употребляемыхъ, на величины E , и привожу условія осажденія такимъ образомъ:

1) Растворъ долженъ быть нейтраленъ или слегка аммоніакаленъ.

2) Степень крѣпости раствора относительно P_2O_5 должна быть отъ $\frac{1}{5}$ до $\frac{1}{20}E$, или около 1 гр. въ 200—800 с.с.

3) Содержаніе въ растворѣ $AmCl$ — отъ 0 до $\frac{1}{2}E$.

4) Послѣ того, какъ сѣлъ осадокъ, прибавить $\frac{1}{3}$ объема $5E$ ѣдкаго аммонія.

5) Промыть растворомъ $\frac{3}{2}E$ ѣдкаго аммонія.

6) Магnezіальная смѣсь до $\frac{1}{3}E$ въ избыткѣ не вредитъ результату.

7) Магnezіальная смѣсь противодѣйствуетъ растворяющему дѣйствію нашатыря.

Приготовленіе нормальныхъ эквивалентныхъ растворовъ.

Въ объемномъ анализѣ, гдѣ количество даннаго вещества опредѣляется изъ объема извѣстнаго реагента, потребнаго для нейтрализованія или осажденія его, весьма существенно точно знать степень его концентрации, и чтобъ опредѣленный объемъ его былъ бы эквивалентенъ, въ полной или частичной мѣрѣ, количеству вещества, которое необходимо опредѣлить.

Нижеописанный способъ приготовленія *нормальныхъ* растворовъ для алкаиметріи, ацидиметріи и пр. достаточно поясняетъ, какъ готовятъ *нормальные* эквивалентные растворы.

Приготовление нормального E углекислого натра. Такъ какъ углекислый натръ можетъ быть полученъ въ химически чистомъ состояніи, а случайно заключающаяся въ немъ влажность можетъ быть удалена легкимъ прокаливаніемъ, то онъ можетъ служить базисомъ при приготовленіи нормальныхъ растворовъ всѣхъ кислотъ и щелочей.

Онъ готовится раствореніемъ 53 гр. чистаго безводнаго углекислаго натра въ водѣ и разбавленіемъ раствора до 1000 с.с. при 15° С. Для этого предварительно навѣшиваютъ около 56 гр. соды въ платиновой чашкѣ и слегка нагрѣваютъ до темнокраснаго каленія для удаленія всей влажности; затѣмъ, охладивъ подъ эксикаторомъ, быстро отвѣшиваютъ 53 гр.

Приготовление нормальной E сѣрной кислоты. Нормальная E H_2SO_4 должна содержать 49 гр. безводной H_2SO_4 въ литрѣ воды. Это достигается такимъ образомъ: 29 с.с. крѣпкой сѣрной кислоты уд. вѣса 1,84 растворяются въ водѣ и растворъ разжижается до 1000 с.с. при 15° С.; 30 с.с. нормального E Na_2CO_3 отмѣриваются бюреткой въ стаканъ емкостью въ 100 с.с., къ раствору прибавляютъ двѣ капли метилъ-оранжа ($1/1000$) и разбавляютъ водой до 50 с.с. Вышеуказаннымъ растворомъ сѣрной кислоты наполняютъ бюретку и постепенно, при помѣшиваніи, приливаютъ къ щелочному, желтаго цвѣта, раствору натра до тѣхъ поръ, пока первая лишняя капля кислоты не произведетъ краснаго окрашиванія раствора. Пусть прилито было 28 с.с. кислоты (вмѣсто теоретическихъ 30), слѣдовательно, растворъ кислоты крѣпокъ, и каждые 28 с.с. его слѣдуетъ разбавить водой до 30 с.с. Пусть въ запасѣ осталось неизрасходованнымъ 910 с.с. кислоты, тогда количество воды, которое слѣдуетъ къ нему прибавить, будетъ $2 \times \frac{910}{28} = 65$ с.с.; приливъ это количество, перемѣшавъ и снова протитровавъ по вышеописанному, увидимъ что 30 с.с. щелочи нейтрализуются точно 30 с.с. кислоты и, слѣдовательно, оба раствора химически эквивалентны.

Приготовление нормального E ѣднаго натра. Этотъ растворъ долженъ содержать 40 гр. NaHO въ литрѣ воды; но такъ какъ чистый ѣдкій натръ всегда содержитъ нѣкоторое

количество воды, то необходимо взять его для растворенія нѣсколько большее количество. Возьмемъ 42 gr. чистаго ѣдкаго натра, приготовленнаго изъ металлическаго натрія, растворимъ его въ водѣ и разбавимъ растворъ водою же до 1000 с.с. при 15° С. 30 с.с. эквивалентнаго раствора натра нейтрализуются 30-ю же с.с. кислоты; но обыкновенно въ этомъ случаѣ кислоты требуется болѣе, почему растворъ натра долженъ быть разбавленъ водою подобнымъ образомъ, какъ указано въ предыдущемъ случаѣ.

ЧАСТЬ I

МЕТАЛЛЫ, СПЛАВЫ и проч.

СПОСОБЫ ПОЛНАГО АНАЛИЗА МЪДИ.

Нерастворимый остатокъ и запасной растворъ. — Отвѣсить 50 гр. стружки или опилокъ, сыпать въ стаканъ вместимостью въ 1½ литра, налить 600 с.с. азотной кислоты уд. вѣса 1,2=6,15 E, поставить растворяться на песчаную баню, затѣмъ выпарить на водяной банѣ до кристаллизаціи азотнокислой мѣди. Остатокъ растворить въ 800 с.с. дистиллированной воды и профильтровать сквозь небольшой взвѣшенный бумажный фильтръ; отдѣлить осадокъ отъ стѣнокъ стакана помощью пера (или кусочка гуттаперчевой трубочки, надѣтаго на конецъ стеклянной палочки) и промыть растворомъ E азотной кислоты до удаленія слѣдовъ мѣди, а затѣмъ водой; высушить фильтръ при 100° C и взвѣсить, заключивъ между часовыми стеклами. Если нерастворимый остатокъ очень великъ, то его сплавить съ сѣрнистымъ натромъ и обработать, какъ указано ниже. Для опредѣленія олова существуетъ иной методъ. Фильтратъ разбавить водой до 1000 с.с. при 15,5° C., и влить въ сухую колбу съ притертой пробкой, откуда уже и брать извѣстные объемы для опредѣленія большей части примѣсей мѣди.

Опредѣленіе Fe, Ni, Co, Zn. — 200 с.с. (эквивалентныхъ 10 гр. навѣски) запаснаго раствора, точно отмѣренныхъ, вливаются въ литровой стаканъ, куда прибавляютъ затѣмъ 20 с.с 36E H₂SO₄, насколько возможно выпариваютъ на водяной банѣ, а послѣ того — на песчаной, пока не прекратится выдѣленіе паровъ сѣрной кислоты. Остатокъ

охлаждают и обрабатывают 300 с.с.-ами $\frac{1}{2}$ Е H_2SO_4 до полного растворения всей растворимой части остатка. Прозрачный синий раствор сливают, насколько возможно, во взвешенную $1\frac{1}{2}$ литровую колбу, снабженную пробкой, а остальную часть раствора, заключающую в себя PbSO_4 и пр., профильтровывают сквозь бумажной фильтр и окончательно промывают раствором $\frac{1}{2}$ Е H_2SO_4 до полного удаления медной соли; остаток отбрасывают. К раствору приливают 50 с.с. (крепкой) 10Е HCl и разбавляют его водой до 1000 с.с., при этом степень концентрации кислоты в растворе будет 0,65Е. Раствор нагревают до 70°C . и насыщают сернистым водородом, после чего колбу затыкают пробкой, дают охладиться до обыкновенной температуры и взвешивают с содержимым. Из полученного вѣса вычитают вѣс сухой, без жидкости, колбы +15,07 гр. (количество CuS , полученной из 10 гр. взятой пробы; это, строго говоря, не совершенно точно, но практически, для обыкновенной меди, допустимо без замѣтной ошибки) и получают вѣс жидкости в колбе. Отсюда жидкость осторожно, но быстро (во избѣжаніе окисленія на воздухѣ), фильтруют в другую взвѣшенную $1\frac{1}{2}$ литровую колбу, снова взвѣшивают и высчитывают, какъ указано в нижеприведимом примѣрѣ, количество пробы в гр., эквивалентное объему отфильтрованного раствора. Затѣм жидкость вливают в стаканъ и выпаривают до суха на песчаной банѣ. Сухой остаток растворяют в 20 с.с. $\frac{1}{2}$ Е HCl , раствор переливают в узкій, но высокій стаканъ и насыщают сероводородом; образовавшійся послѣ этого небольшой осадок CuS и пр. отфильтровывают. Фильтрат нейтрализуют растворомъ 20Е AmHO , прибавляют послѣдняго $\frac{1}{2}$ с.с. в избыткѣ и насыщают H_2S -мъ. Осадку дают отстояться в тепломъ мѣстѣ $\frac{1}{4}$ часа, отфильтровывают сернистые Fe , Ni , и пр. быстро промывают растворомъ $\frac{1}{2}$ Е Am_2S и вновь растворяют ихъ 3 с.с. горячей 5Е HCl съ прибавленіемъ кристалла хлорноватистоокислаго кали; раствор осторожно кипятят до окончательнаго выдѣленія свободного хлора, прибавляют 4 с.с. 5Е AmCl , доводятъ водой до объема в 20 с.с. и очень осторожно приливают растворъ 5Е углекислаго аммонія до тѣхъ поръ, пока почти вся свободная кислота не будетъ нейтрализована; затѣм, капля

по капль, прибавляютъ растворъ E углекислаго аммонія до появленія слабой мути. Жидкость медленно нагрѣваютъ до кипѣнія, даютъ охладиться и прибавляютъ 3 с.с. 5E Am HO оставляютъ въ покоѣ на короткое время, фильтруютъ сквозь маленькій бумажный фильтръ, промываютъ растворомъ $\frac{1}{2}$ E AmCl (фильтратъ сохранить), снова растворяютъ въ 3 сс. 5E HCl и осаждаютъ желѣзо 1 с.с. 20E AmHO въ видѣ $Fe_2(OH)_6$; нагрѣваютъ до кипѣнія и отфильтровываютъ сквозь самый маленькій фильтръ химически чистой бумаги, оставляющей послѣ сжиганія менѣе 0,0001 gr. пепла, т. е. количество, могущее быть оставленнымъ безъ вниманія при взвѣшиваніи. Осадокъ промываютъ водой до тѣхъ поръ, пока фильтратъ не перестанетъ давать мути отъ азотнокислаго серебра. Фильтраты смѣшиваютъ и сохраняютъ. Фильтръ съ содержимымъ развертываютъ на часовомъ стеклѣ и сушатъ на водяной банѣ, затѣмъ окисъ насколько возможно лучше отдѣляютъ отъ бумаги и сыпаютъ въ маленькій взвѣшенный фарфоровый тигель; фильтръ сжигаютъ отдѣльно; пепель его присоединяютъ къ главной части осадка въ тиглѣ и постепенно нагрѣваютъ въ окислительномъ пламени горѣлки Бунзена или хорошаго муфеля до ярко краснаго каленія, послѣ чего онъ охлаждается подъ эксикаторомъ и взвѣшивается. Избытокъ надъ вѣсомъ тигля = вѣсу желѣза, находившагося первоначально въ 10 gr. пробы и превращеннаго теперь въ Fe_2O_3 . Этотъ вѣсъ, умноженный на 0,700 и разделенный на вѣсъ взятой пробы $\times 100$, дастъ процентное содержанія Fe въ пробѣ.

Фильтратъ содержащій Zn, Ni и пр., выпариваютъ до 30 сс. подкисляютъ (безъ излишка) до кислой реакціи соляной кислотой и нейтрализуютъ до чуть-чуть замѣтной щелочной реакціи растворомъ E Na_2CO_3 ; затѣмъ къ раствору прибавляютъ 4 капли 5E HCl, насыщаютъ его сѣроводородомъ, отфильтровываютъ, если получится, сѣрнистый цинкъ и промываютъ осадокъ. Фильтратъ кипятятъ до удаленія всего H_2S , нейтрализуютъ E Na_2CO_3 , прибавляютъ столько уксусной кислоты, сколько нужно, чтобы крѣпость ея въ растворѣ была $\frac{1}{5}$ E прибавляютъ 2 сс. раствора E уксусно-кислаго натра, нагрѣваютъ до $70^\circ C.$, насыщаютъ H_2S , даютъ сѣсть осадку, быстро отфильтровываютъ сѣрнистый никкель, промываютъ сѣроводородной водой (фильтратъ испытать на марганецъ,

для чего, нейтрализовавъ растворомъ 20Е AmHO, прилить 5 сс. 5Е Am₂S). Осадокъ на фильтрѣ растворяють 5 с.с. 10Е HCl, кипятятъ, прибавивъ кристаллъ KClO₃, до удаленія свободнаго хлора, и смываютъ въ фарфоровую чашку, причемъ доводятъ объемъ до 15 сс.; нейтрализуютъ растворомъ 2Е Na₂CO₃, снова кипятятъ и къ горячему раствору прибавляютъ 2 сс. чистаго 2Е NaHO, кипятятъ еще нѣсколько минутъ, отфильтровываютъ гидратъ никкеля, промываютъ горячей водой до удаленія слѣдовъ щелочи, фильтръ высушиваютъ на водяной банѣ и переводятъ осадокъ съ фильтра во взвѣшенный тигель. Фильтръ сжигаютъ особо, золу прибавляютъ къ главной массѣ осадка, и нагреваютъ тигель до красно-кальянаго жара въ теченіи 10 минутъ; затѣмъ охлаждають и взвѣшиваютъ NiO; полученный вѣсъ NiO $\times 0,7867$ и дѣленный на вѣсъ взятой пробы $\times 100 =$ процентному содержанию никкеля въ пробѣ.

Закись никкеля испытываютъ на примѣсь кобальта, обработывая остатокъ въ тиглѣ $\frac{1}{2}$ сс-омъ царской водки; затѣмъ кислоту выпариваютъ досуха, остатокъ растворяють въ 5 сс. воды, прибавляютъ каплю 5Е уксусной кислоты и 2 сс. 4Е азотистокислаго кали, ставятъ на нѣсколько часовъ въ шкафъ съ температурою около 50° С., причемъ, въ случаѣ присутствія кобальта, получается желтый осадокъ двойной азотистокислой соли кобальта и кали.

Опредѣленіе сурьмы и мышьяка (способъ Абеля). Беруть 200 сс. запаснаго раствора, эквивалентныхъ 10 г. первоначальной пробы, и вливаютъ въ литровый стаканъ. Прибавляютъ 5 сс. раствора Е азотнокислаго свинца, Pb(NO₃)₂, 70 сс. 5Е AmHO и 10 сс. 5Е Am₂CO₃. Растворъ разжижаютъ водой до 800 сс. и оставляють стоять при частомъ взбалтываніи 24 часа, послѣ чего спокойно даютъ осѣсть мышьяково, сурьяно и углекислымъ солямъ свинца. Прозрачную жидкость насколько возможно декантируютъ, остальное — фильтруютъ, осадокъ промываютъ 2Е AmHO до удаленія слѣдовъ мѣди и пр. Фильтръ развѣтываютъ на часовомъ стеклѣ, осторожно снимають платиновымъ шпателемъ возможно больше осадка и перекладываютъ въ стаканъ вмѣстимостью 80 с.с; оставшійся на фильтрѣ осадокъ смываютъ 30 сс. раствора $\frac{3}{2}$ Е щавелевой кислоты струей изъ промывалки.

Жидкость кипятить $\frac{1}{2}$ часа, фильтруют, и осадок промывают водой. Сурьма и мышьяк теперь в растворе. Фильтрат разбавляют водой до 150 сс., нейтрализуют раствором 2Е чистаго чьдага натра, прибавляют сверхъ того 7 г. по вѣсу, насыщают сѣрнистымъ водородомъ, оставляютъ на нѣкоторое время въ покоѣ въ тепломъ мѣстѣ, отфильтровываютъ сульфосоли свинца и пр. и промываютъ растворомъ $\frac{1}{2}$ Е Na_2S . Осадкомъ пренебрегаютъ. Фильтратъ разбавляютъ водой до 225 сс., осторожно прибавляютъ 20 сс. 10Е HCl , даютъ въ теченіи 2 часовъ осѣсть въ тепломъ мѣстѣ сѣрнистымъ сурьмѣ и мышьяку и свободной сѣрѣ, отфильтровываютъ ихъ, промываютъ сѣроводородной водой и высушиваютъ на водяной банѣ. Въ маленькій и узкій стаканчикъ, до половины наполненный сѣроуглеродомъ, опускаютъ, вершиной конуса внизъ, фильтръ съ содержимымъ, накрываютъ часовымъ стекломъ и оставляютъ въ покоѣ на 2 часа. Такимъ образомъ большая часть свободной сѣры растворится. Затѣмъ фильтръ раскладывается на часовомъ стеклѣ и высушивается, осадокъ сметается кисточкой въ небольшой стаканъ и растворяется въ смѣси 2 сс. 22Е HNO_3 (дымящейся) и 6 сс. 10Е HCl при легкомъ подогреваніи. Растворъ разбавляютъ водой до 50 сс., подкисляютъ 4 г. винной кислоты, предварительно растворенными въ 5 сс. воды, нейтрализуютъ 5Е AmHO , причемъ приливаютъ послѣдняго 4 сс. въ излишкѣ. Затѣмъ обрабатываютъ 10 сс.-ми Е магнезійальной смѣси (приготовленной раствореніемъ 68 г. хлористаго магнаія и 165 г. AmCl въ 290 сс. 5Е AmHO и разбавивъ смѣсь водою до литра), доводятъ объемъ раствора водою до 100 сс., хорошо взбалтываютъ и даютъ стоять 24 часа; отфильтровываютъ мышьяковоокислыя соли магнаія и аммонія, отдѣляя послѣднія частицы осадка отъ стѣнокъ стакана съ помощью пера и небольшой части фильтрата (это дѣлается съ цѣлью сократить число промывокъ растворомъ 2Е AmHO , въ которомъ осадокъ нѣсколько растворимъ). Осадокъ на фильтрѣ промываютъ 2Е AmHO и замѣчаютъ весь объемъ фильтрата, который долженъ быть около 120 сс. Фильтратъ сохраняютъ. Осадокъ высушиваютъ на водяной банѣ, сметаютъ перомъ во взвѣшенный фарфоровый или платиновый тигель, фильтръ смачиваютъ растворомъ Е азотнокислаго аммонія, высушиваютъ, сжигаютъ съ помощью платиновой проволоки на го-

рѣлкѣ Бунзена и прибавляютъ золу къ главной части осадка. Тигель постепенно нагрѣваютъ до свѣтло-краснаго каленія, охлаждають подъ эксикаторомъ и взвѣшиваютъ. Избытокъ вѣса надъ тарой тигля соотвѣтствуетъ вѣсу $Mg_2As_2O_7$. Прибавивъ сюда 0,0032 гр., на растворимость мышьяковой соли магнія и аммонія въ 120 сс. аммиачной жидкости и умноживъ этотъ вѣсъ на $0,4839 \times 10$, получимъ процентное содержаніе мышьяка въ пробѣ.

Фильтратъ, содержащій сурьму, нейтрализуютъ 10Е НСІ и прибавляютъ 5 сс., послѣдней въ избыткѣ; затѣмъ насыщаютъ сѣроводородомъ, даютъ сѣрнистой сурьмѣ осѣсть въ тепломъ мѣстѣ, отфильтровываютъ, промываютъ сѣроводородной водой, высушиваютъ на водяной банѣ, переводятъ осадокъ съ фильтра въ маленькій взвѣшенный тигель, фильтръ смачиваютъ растворомъ Е $AmNO_3$, высушиваютъ и сжигаютъ, золу прибавляютъ къ осадку въ тиглѣ, куда приливаютъ въ 8—10 разъ большій объемъ 22Е HNO_3 , покрываютъ часовымъ стекломъ и нѣкоторое время нагрѣваютъ на легкомъ огнѣ; далѣе выпариваютъ избытокъ кислоты и осторожно накаливаютъ до краснаго каленія въ теченіи 10 минутъ, охлаждають подъ эксикаторомъ и взвѣшиваютъ Sb_2O_4 . Умноживъ полученный вѣсъ Sb_2O_4 на $0,7922 \times 10$, получимъ процентное содержаніе Sb въ пробѣ.

Определеніе свинца и висмута (способъ Абеля). Берутъ 200 сс. запаснаго раствора, эквивалентныхъ 10 гр. первоначальной пробы, и вливаютъ въ литровый стаканъ; затѣмъ приливаютъ 20 сс. Е фосфорнонатровой соли, разбавляютъ водой до 650 сс., прибавляютъ 60 сс. 20Е $AmHO$, хорошенъко взбалтываютъ и оставляютъ въ покоѣ на 48 час. Послѣ того, насколько возможно, декантируютъ прозрачную жидкость, осадокъ переводятъ на маленькій бумажный фильтръ, промываютъ растворомъ 2Е $AmHO$, до удаленія слѣдовъ мѣдной соли и обрабатываютъ на фильтрѣ фосфорнокислыя соли свинца, висмута и пр. 5 сс.-ами нагрѣтой 10Е НСІ. Растворъ спускаютъ въ маленькій стаканъ, а фильтръ промываютъ горячей водой, доводя объемъ фильтрата до 20 сс. Фильтратъ нейтрализуютъ 20Е $AmHO$, прибавляютъ послѣдняго 1 сс. въ избыткѣ, насыщаютъ газообразнымъ H_2S ,

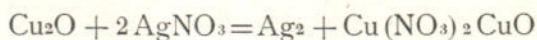
даютъ сѣрнистымъ свинцу, висмуту и пр. осѣсть въ тепломъ мѣстѣ, фильтруютъ и осадокъ промываютъ сѣроводородной водой. Осадокъ на фильтрѣ обрабатывается, подъ вытяжнымъ колпакомъ, 5 сс.-ами горячей 8E HNO₃, пропуская кислоту нѣсколько разъ чрезъ фильтръ. На фильтрѣ постоянно остаются темнаго цвѣта клочки сѣры, заключающей въ себѣ слѣды свинца и висмута. Для отдѣленія металловъ, сѣру при промываніи сносятъ насколько возможно къ низу фильтра, высушиваютъ съ фильтромъ на водяной банѣ и обрабатываютъ сѣроуглеродомъ въ небольшомъ стаканѣ до полного растворенія сѣры, затѣмъ высушиваютъ, окисляютъ 8E HNO₃ и прибавляютъ къ главной порціи. Фильтръ высушивается, смачивается азотнокислымъ аммоніемъ, осторожно сжигается и зола его присоединяется въ главному раствору, который кипитъ до полного освѣтленія жидкости. Растворъ разбавляютъ водой до 15 сс. и нейтрализуютъ AmHO, употребляя сначала растворъ 20E AmHO, а подъ конецъ, каплями, 1E AmHO, пока образующійся осадокъ не будетъ растворяться уже съ трудомъ. Затѣмъ къ совершенно прозрачному раствору, съ помощью стекляннаго шпателя, прибавляютъ въ небольшомъ избыткѣ свѣжеосажденнаго гидрата Cu (HO)₂ и, при частомъ взбалтываніи, оставляютъ стоять около 2-хъ часовъ. Для приготовления этого гидрата разжижаютъ 5 сс. E CuCl₂ водой до 80 сс., приливаютъ къ ней, при постоянномъ помѣшиваніи, 15 сс. 1/2E NaHO, на холоду, осадокъ отфильтровываютъ и промываютъ до освобожденія отъ щелочи. Полученнаго такимъ образомъ количества Cu (HO)₂ достаточно для анализа обыкновенной продажной мѣди.

Висмутъ при этой обработкѣ осаждается въ видѣ Bi (HO)₃, а свинецъ остается въ растворѣ въ видѣ азотнокислой соли. Осадокъ отфильтровываютъ, промываютъ горячей водой; а фильтратъ сохраняютъ для опредѣленія свинца. Гидраты: Bi (HO)₃ и избытокъ Cu (HO)₂ растворяются въ 3 сс. 5E HNO₃, фильтръ промывается 1/2E HNO₃; полученный фильтратъ разбавляютъ водой до 20 с.с. и насыщаютъ H₂S-омъ; осадку даютъ отстояться, и отфильтровываютъ сѣрнистые металлы; затѣмъ ихъ снова, какъ выше указано, растворяютъ въ 8E HNO₃, растворъ разбавляютъ водой до 15 с.с., нейтрализуютъ 5E Am₂CO₃, причѣмъ послѣдняго приливаютъ на 5 с.с. въ избыткѣ и нагрѣваютъ нѣкоторое время на песчаной банѣ. Углекислый

висмутъ отфильтровываютъ, промываютъ, сушатъ на водяной банѣ и переводятъ съ фильтра на большее часовое стеклышко; фильтръ осторожно сжигаютъ, золу сыпаютъ въ тарированный тигель, приливаютъ туда-же нѣсколько капель 16E HNO₃, выпариваютъ до суха, добавляютъ въ тигель главную часть осадка съ часоваго стекла и осторожно нагреваютъ въ окислительномъ пламени горѣлки Бунзена въ теченіи 10 минутъ, затѣмъ охлаждають и взвѣшиваютъ. Избытокъ надъ вѣсомъ тигля = вѣсу BiO₃, а $BiO_3 \times 0,8965 \times 10$ = процентному содержанию висмута въ пробѣ.

(Содержаніе свинца, опредѣленное по этому способу, оказывается обыкновенно меньше истиннаго. Свинецъ можетъ быть опредѣленъ изъ порціи, взятой для опредѣленія Fe и пр., причемъ остатокъ долженъ быть подвергнутъ дѣйствію 5E H₂SO₄, чтобъ получить висмутъ въ растворѣ, а затѣмъ растворъ разбавить водой въ 5 разъ до отфильтрованія свинца въ видѣ сѣрнокислой соли).

Опредѣленіе соединеннаго кислорода.—Испытуемую мѣдь, видѣ пластинки размѣрами 2" × 1¹/₂" × 1¹/₈", очищаютъ съ поверхности, погрузивъ на нѣсколько секундъ въ 16E HNO₃ и, промывъ дистиллированной водой и алкоголемъ, сушатъ на водяной банѣ и взвѣшиваютъ. Подготовленную такимъ образомъ пластинку погружаютъ въ 150 сс. раствора E AgNO₃ на три часа, счищая по временамъ съ поверхности ея металлическое серебро стеклянной палочкой. Реакція, при этомъ происходящая, въ отношеніи соединеннаго кислорода, такая:



Затѣмъ пластинку вынимають, промываютъ, съ помощью пера, струей воды изъ промывалки, воду удаляютъ спиртомъ, пластинку высушиваютъ на водяной банѣ, охлаждають и взвѣшиваютъ. Разность между первоначальнымъ и вторичнымъ вѣсами пластинки дастъ вѣсъ мѣди, взятой для испытанія.

Растворъ и промывныя воды декантируютъ сквозь бумажный фильтръ, а осадокъ серебра и основной азотнокислой окиси мѣди промывается водой, сперва шесть разъ декантацией, соединенной съ фильтрованіемъ, и наконецъ фильтрованіемъ сквозь бумажный фильтръ съ промывкой до удаленія

слѣдовъ растворимой мѣдной соли. Фильтръ съ содержимымъ раскладывается на часовомъ стеклѣ, съ котораго осадокъ переносится помощью платинового шпателя въ стаканъ емкостью въ 80 с.с., куда приливаютъ 5 с.с., E AgNO₃ и оставляютъ стоять для полноты реакціи на $\frac{1}{2}$ часа, затѣмъ прибавляютъ 25 с.с. *нормальной* $\frac{1}{4}$ E H₂SO₄, ставятъ на 1 часъ въ воздушную баню съ температурой въ 50° C, декантируютъ и отмываютъ кислоту. При этомъ совершается такая реакція:



Слѣдовательно, опредѣливъ, какое количество кислоты соединилось съ основной азотнокислой мѣдью, мы можемъ высчитать эквивалентное ему количество кислорода. Для этого наполняютъ бюретку *нормальнымъ* растворомъ $\frac{1}{4}$ E Na₂CO₃ и постепенно, при кипяченіи (для удаленія CO₂, которая иначе удержитъ основную углекислую соль Cu или Ag въ растворѣ), приливаютъ его въ данную жидкость, до появленія слабой постоянной мути. Вычитая изъ 25 сс. израсходованный объемъ, получимъ количество нейтрализованной $\frac{1}{4}$ E H₂SO₄. Такъ какъ 1 сс. $\frac{1}{4}$ E H₂SO₄ соответствуетъ 0,002 гр. кислорода, то для полученія процентнаго содержанія кислорода въ мѣди слѣдуетъ число израсходованныхъ сс.-овъ $\frac{1}{4}$ E H₂SO₄ умножить на 0,002, раздѣлить на вѣсъ пробы и умножить на 100.

Опредѣленіе сѣры и серебра. — Берутъ 200 сс. запаснаго раствора (т. е. 10 гр. пробы), доводятъ объемъ его дистиллированной водой до 700 сс., нагреваютъ до 70° C., прибавляютъ 2 сс. 5E HCl, даютъ осѣсть хлористому серебру, внѣ вліянія свѣта, въ теченіи 24 часовъ; прозрачную жидкость насколько возможно декантируютъ, остаточное фильтруютъ сквозь маленькій фильтръ изъ химически чистой бумаги, осадокъ на фильтрѣ промываютъ $\frac{1}{2}$ E HNO₃, а подъ конецъ водой до удаленія слѣдовъ мѣди; сушатъ на водяной банѣ и переводятъ во взвѣшенный фарфоровый тигель. Фильтръ сжигаютъ отдѣльно, золу его присоединяютъ къ главной порціи осадка, которую смачиваютъ двумя каплями 16E HNO₃ для окисленія возстановившагося серебра и каплей 10E HCl, для превращенія его въ хлористое, выпариваютъ и нагреваютъ при темнокрасномъ каленіи въ

течені 10 минутъ (не доводя до плавленія), охлаждають подъ эксикаторомъ и взвѣшиваютъ. Вѣсъ AgCl , полученный при этомъ, умноженный на $0,7527 \times 100 =$ содержанию серебра въ пробѣ.

Фильтратъ, содержащій всю сѣру, выпариваютъ до-суха съ 50 сс. 10Е HCl . Остатокъ обрабатывается 50 сс. воды и снова выпаривается до-суха съ 50 сс. 10Е HCl (имѣя ввиду превратить мѣдь въ хлористую, такъ какъ BaSO_4 значительно растворимъ въ крѣпкомъ растворѣ азотно-кислой мѣди). Затѣмъ его растворяютъ въ 200 сс. $\frac{1}{10}$ Е HCl , фильтруютъ, если необходимо; кипятятъ, приливаютъ 10 сс. Е BaCl_2 и оставляютъ въ покоѣ на 24 часа; прозрачную жидкость декантируютъ насколько возможно; BaSO_4 отфильтровываютъ на маленькомъ фильтрѣ, промываютъ $\frac{1}{2}$ Е HCl , а подъ конецъ водой до удаленія слѣдовъ мѣдной соли; сушатъ на водяной банѣ, осадокъ соскабливаютъ съ фильтра въ тарированный тигель, фильтръ сжигаютъ отдѣльно и золу присоединяютъ къ остальной части осадка. Тигель съ содержимымъ прокаливается въ окислительномъ пламени горѣлки Бунзена при темно-красномъ каленіи въ теченіи 10 минутъ и, давъ охладиться, взвѣшиваютъ. Вѣсъ BaSO_4 , умноженный на $0,1373 =$ процентному содержанию S въ пробѣ.

Опредѣленіе олова.—Отвѣшиваютъ 10 gr. пробы, навѣску сыпаютъ въ тарированную литровую колбу съ пробкой, куда приливаютъ 96 сс. 5Е HCl и 8 сс. 16Е HNO_3 ; нагрѣваютъ до растворенія пробы, затѣмъ разбавляютъ водой до 840 сс., обрабатываютъ 160 сс. 10Е KNO , насыщаютъ сѣроводородомъ (на что требуется около 2 часовъ), даютъ осѣсть осадку, свѣтлую жидкость насколько возможно декантируютъ сквозь бумажный фильтръ въ другую литровую колбу, также предварительно взвѣшенную, взвѣшиваютъ и высчитываютъ количество навѣски, перешедшей при этомъ во вторую колбу, способомъ, указаннымъ въ нижеприводимомъ примѣрѣ опредѣленія олова. Растворъ переливаютъ въ стаканъ, нейтрализуютъ 10Е HCl и прибавляютъ послѣдней 30 сс. въ избыткѣ. Осадку даютъ осѣсть въ теченіи 2 часовъ въ тепломъ мѣстѣ, фильтруютъ, промываютъ сѣроводородной водой и высушиваютъ на водяной банѣ. Сѣрнистые олово, сурьму и мышьякъ, а также свободную сѣру осадка сметаютъ помощью кисточки съ фильтра въ тарированный тигель Розе, снабженный крышкою и отводной

трубкой; трубку соединяютъ съ сѣководороднымъ аппаратомъ и пропускаютъ надъ осадкомъ струю сухаго H_2S . Тигель сначала слегка нагрѣваютъ надъ пламенемъ горѣлки Бунзена, затѣмъ жаръ усиливаютъ до улетучиванія свободной сѣры и сѣрнистаго мышьяка. Остающіяся сѣрнистыя сурьма и олово обрабатываются при нагрѣваніи парой капель $16E HNO_3$ и 1 сс-мъ $22E HNO_3$ въ теченіи $\frac{1}{2}$ часа; затѣмъ кислота осторожно отгоняется; сухой остатокъ постепенно нагрѣваютъ, сначала подъ крышкой на горѣлкѣ Бунзена, а потомъ, снявъ крышку, до красно-капильнаго жара. По охлажденіи взвѣшиваютъ полученныя SnO_2 и Sb_2O_4 ; изъ этого вѣса вычитаютъ вѣсъ Sb_2O_4 , опредѣленный изъ другой порціи, взятой на сурьму, разность дастъ вѣсъ SnO_2 , а умноживъ послѣдній на 0,7867, раздѣливъ на количество взятой пробы и умноживъ на 100, получимъ въ процентахъ содержаніе Sn въ пробѣ. Остатокъ испытать на мѣдь, которая, если имѣется, должна быть извлечена азотной кислотой, а остатокъ вновь прокаленъ и взвѣшенъ.

Опредѣленіе мѣди (способъ Броуна). — Обыкновенное опредѣленіе, по разности, количества металлической мѣди, заключающейся въ данномъ образцѣ, бываетъ во многихъ случаяхъ достаточно точнымъ. Но для того, чтобы уменьшить до минимума ошибку, заключающуюся въ самомъ способѣ опредѣленія, требуется величайшая осторожность, совершенная увѣренность въ методѣ и опытность аналитика для обезпеченія вполне точнаго результата. Авторъ находитъ, что нижеслѣдующій, видоизмѣненный, методъ Броуна даетъ очень хорошіе результаты.

Навѣску въ 0,5 gr. мѣди (вывѣшенную съ точностью до $\frac{1}{10}$ mgr.) растворяютъ въ 10 сс. $6E HNO_3$ и прибавляютъ 6 сс. $5E H_2SO_4$; растворъ выпариваютъ досуха, полученный остатокъ нагрѣваютъ на песчаной банѣ до окончательнаго удаленія всѣхъ паровъ; растворяютъ въ 10 сс. $E H_2SO_4$, отфильтровываютъ сѣрнокислый свинецъ на очень маленькій фильтръ, промываютъ $E H_2SO_4$ отъ слѣдовъ мѣди; фильтратъ разбавляютъ водой до 40 сс. и постепенно прибавляютъ къ нему $E Na_2CO_3$ до тѣхъ поръ, пока на холоду не получится небольшой постоянный осадокъ, который снова растворяютъ въ

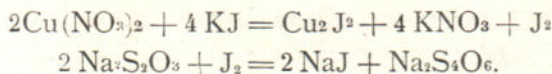
1 сс. 5E H_2SO_4 , затѣмъ прибавляютъ 12 сс. 2E уксуснокислаго натра и 9 сс. 5E уксусной кислоты, кипятятъ 10 минутъ, отфильтровываютъ основныя уксуснокислыя соли Fe и пр., не теряя ни капли жидкости, и промываютъ осадокъ горячимъ растворомъ $\frac{1}{10}$ E уксуснокислаго натра до удаленія слѣдовъ мѣди. Весь фильтратъ выпариваютъ примѣрно до 35 сс., смываютъ въ колбу безцвѣтнаго стекла вмѣстимостью въ $\frac{1}{4}$ литра и снабженную пробкою, разбавляютъ водой до 50 сс., приливаютъ еще 50 сс. 10⁰/₁₀-наго раствора іодистаго кали (т. е. 5 г. КJ), хорошенько взбалтываютъ содержимое колбы, и даютъ отстояться въ теченіи 10 минутъ. Затѣмъ осторожно приливаютъ изъ бюретки *нормальный* растворъ $\frac{1}{10}$ E $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ до тѣхъ поръ, пока весь выдѣлившійся свободный іодъ не исчезнетъ, прибавляютъ 5 сс. крахмального раствора (1 г. крахмала на 100 сс. воды), причемъ получится отъ іода синее окрашиваніе; далѣе гипосульфитъ приливаютъ очень внимательно, при помѣшиваніи, до совершеннаго обезцвѣчиванія раствора. Израсходованный объемъ гипосульфита записываютъ. Принимая атомный вѣсъ мѣди = 63,1, 1 сс. $\frac{1}{10}$ $\text{Na}_2\text{E S}_2\text{O}_3$ будетъ эквивалентенъ 0,00631 г. мѣди. Но титръ гипосульфита долженъ быть опредѣленъ точно, обрабатывая по вышеуказанному 0,5 г. чистой мѣди, полученной электролитическимъ путемъ, и замѣчая объемъ $\frac{1}{10}$ E гипосульфита, эквивалентный этому количеству мѣди. Такимъ образомъ полученный титръ можетъ служить для опредѣленія неизвѣстныхъ количествъ. Нѣкоторая трудность иногда представляется при опредѣленіи конца реакціи, что зависитъ отъ различія въ оттѣнкахъ раствора, поэтому слѣдуетъ вести параллельно другой анализъ, такъ что, если при первомъ опредѣленіи гипосульфита будетъ прилито недостаточно или въ избыткѣ, то вторая проба можетъ исправить ошибку. Примѣръ пояснить это.

0,5 г. электролитной мѣди (отъ Hopkins и Williams) потребовало 80 сс. $\frac{1}{10}$ E $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ (вмѣсто теоретическихъ 79,2 сс.), а образецъ мѣди для трубъ, подвергнутый предварительно полному анализу по вышеприведеннымъ методамъ и давшій 99,8⁰/₁₀ содержанія мѣди по разности, потребовалъ:

79,8 с.с. $\frac{1}{10}$ E $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$. Поэтому

$$80 : 79,8 :: 0,5 : X = 0,49875$$

$0,49877 \times 2 \times 100 = 99,75\%$ мѣди, заключающейся въ образцѣ. Реакции, на которыхъ основанъ методъ, таковы:



Полный анализъ образца мѣди по вышеуказаннымъ способамъ.

Остатокъ нерастворимый въ 6E HNO_3

Взято 50 gr.

Часовое стекло + зажимъ + бум. фильтръ послѣ просушки на водяной банѣ въ теченіи 2 часовъ.	31,8997 gr.
Тоже + нерастворим. осадокъ, сушеный 1 часъ на водяной банѣ	38,9097 „
Тоже + нерастворим. осадокъ, сушеный 1 часъ на водяной банѣ 2-ой разъ	38,9097 „
Нерастворимаго осадка въ 50 gr.	0,0100 gr.
$0,01 \times 2 = 0,02\%$ нерастворимаго осадка.	

Опредѣленіе желѣза, никкеля и пр.

Вычисленіе взятой пробы.

Взято первоначально 10 gr.

Колба (1) + пробка.	131,92 gr.
Тоже + жидкость + CuS	1190,08 „
Жидкость + CuS	1058,16 gr.
CuS (соотвѣтственно 10 gr. Cu).	15,07 „
Всей жидкости	1043,09 gr.
Колба (2) + пробка.	128,16 „
Тоже + профильтрован. жидкость	966,02 „
Взято для анализа жидкости	837,86 gr.

$$1043,09 : 837,86 : : 10 : X = 8,032$$

Для опредѣленія Fe , Ni и пр. взято эквивалентное 8,032 gr. мѣди количество жидкости.

Желѣзо.

Взято 8,032 gr.

Фарфоровый тигель съ мѣткой (x)	7,4512 gr.
Тоже + Fe ₂ O ₃ послѣ 1-го прокаливанія	7,4535 "
" " " 2-го "	7,4535 "
	<hr/>
Fe ₂ O ₃	0,0023 gr.
Fe ₂ O ₃ въ Fe	0,7000
	<hr/>
Fe	0,00161 gr.

$$\frac{0,00161}{8,032} = 0,00020; 0,0002 \times 100 = 0,02\% \text{ желѣза.}$$

Никкель.

Взято 8,032 gr.

Фарфоровый тигель съ мѣткой (o)	7,4514 gr.
Тоже + NiO послѣ 1-го прокаливанія	7,4599 "
" " " 2-го "	7,4599 "
	<hr/>
NiO	0,0085 gr.
NiO въ Ni	0,7867
	<hr/>
Ni.	0,006687 gr.

$$\frac{0,006687}{8,032} = 0,000832; 0,00083 \times 100 = 0,083\% \text{ никкеля.}$$

Цинкъ, марганецъ.

Взято 8,032 gr.

Нѣтъ.

Мышьякъ.

Взято 10 gr.

Фарфоровый тигель съ мѣткой (12)	6,0715 gr.
Тоже + Mg ₂ As ₂ O ₇ послѣ 1-го прокаливанія	6,2364 "
" " " 2-го "	6,2360 "
	<hr/>
	0,1645 gr.
На растворимость осадка	0,0032 "
	<hr/>
Mg ₂ As ₂ O ₇	0,1677 gr.
Mg ₂ As ₂ O ₇ въ As.	0,4839
	<hr/>
As	0,08115003 gr.

$$0,08115 \times 10 = 0,812\% \text{ мышьяка.}$$

Сурьма.

Взято 10 гр.

Фарфоровый тигель съ мѣткой (oo)	6,9265 gr.
Тоже + Sb_2O_3 + зола	6,9276 "
" " " послѣ 2-го прокаливанія	6,9276 "
	<hr/>
Sb_2O_3	0,0011 gr.
Sb_2O_3 въ Sb	0,7922
	<hr/>
Sb.	0,000871 gr.

$$0,000871 \times 10 = 0,009\% \text{ Sb}$$

Опредѣленіе свинца.

Взято 10 гр.

Фарфоровый тигель съ мѣткой (v)	6,9168 gr.
Тоже + $PbSO_4$ послѣ 1-го прокаливанія	6,9286 "
" " " 2-го "	6,9286 "
	<hr/>
$PbSO_4$	0,0118 gr.
$PbSO_4$ въ Pb.	0,6832
	<hr/>
Pb.	0,008061 gr.

$$0,008061 \times 10 = 0,081\% \text{ Pb.}$$

Опредѣленіе висмута.

Взято 10 гр.

Фарфоровый тигель съ мѣткой (u)	7,4906 gr.
Тоже + Bi_2O_3 послѣ 1-го прокаливанія	7,4959 "
" " " 2-го "	7,4954 "
" " " 3-го "	7,4954 "
	<hr/>
Bi_2O_3	0,0048 gr.
Bi_2O_3 въ Bi	0,8965
	<hr/>
Bi.	0,0043032 gr.

$$0,0043032 \times 10 = 0,043\% \text{ Bi}$$

Опредѣленіе серебра.

Взято 10 гр.

Фарфоровый тигель съ мѣткой (М).	6,0715 gr.
Тоже + Ag Cl послѣ 1-го прокаливанія	6,0724 "
" " " 2-го " 	6,0724 "
	<hr/>
Ag Cl	0,0009 gr.
Ag Cl въ Ag.	0,7527
	<hr/>
	0,00067743 gr.

$$0,00067743 \times 10 = 0,007\% \text{ серебра.}$$

Опредѣленіе сѣры.

Взято 10 гр.

Фарфоровый тигель съ мѣткой (М).	6,0720 gr.
Тоже + Ba SO ₄ послѣ 1-го прокаливанія	6,0761 "
" " " 2-го " 	6,0761 "
	<hr/>
	0,0041 gr.
Вычестъ содержаніе сѣры въ реагентахъ.	0,0031 "
	<hr/>
	0,0011 gr.

$$0,001 \times 0,1373 = 0,0001373$$

$$0,0001373 \times 10 = 0,001\% \text{ S}$$

Опредѣленіе олова.

Вычисленіе взятой навѣски:

Первоначально взято 10 гр.

Колба (1) + пробка.	132,55 gr.
Тоже + жидкость + Cu S	1201,33 "
	<hr/>
Жидкость + CuS.	1068,78 gr.
CuS.	15,07 "
	<hr/>
Жидкости всего	1053,71 gr.
Колба (2) + пробка.	128,20 "
Тоже + декантированная жидкость	889,80 "
	<hr/>
Взято жидкости для анализа	761,60 gr.

Слѣдовательно: $1053,71 : 761,60 : : 10 : X = 7,228$

т. е. для анализа взять объемъ эквивалентный 7,228 gr. навѣски.	
Фарфоровый тигель съ мѣткой (Т)	7,6287 gr.
Тоже + SnO_2 + Sb_2O_3	7,6314 "
" " " послѣ 2-го прокаливанія.	7,6314 "
	<hr/>
	0,0027 gr.
вычитаемъ содержаніе $\text{Sb}_2\text{O}_3 = \frac{0,0011 \times 7,228}{10} =$	0,0008 "
	<hr/>
SnO_2	0,0019 gr.

$$\frac{0,0019 \times 0,7867}{7,228} = 0,000206 \text{ gr.} = 0,021\% \text{ Sn}$$

Опредѣленіе кислорода.

Часовое стекло	12,602 gr.
Тоже + навѣска	51,485 "
	<hr/>
Взято навѣски	38,883 gr.
Вѣсъ навѣски послѣ обработки AgNO_3 + час. ст.	46,559 "
	<hr/>
растворившаяся навѣска	4,926 gr.

Осадокъ $\text{Ag} + \text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ CuO обработанъ 5 с.с. E AgNO_3 и 25 с.с. *нормальной* $\frac{1}{4}\text{E H}_2\text{SO}_4$ въ теченіи часа при 50°C , отфильтрованъ и промытъ. При обратномъ титрованіи растворомъ $\frac{1}{4}\text{E Na}_2\text{CO}_3$ до полученія, при кипяченіи, слабого, но постоянного осадка, израсходовано 23,9 с.с.

Употреблено $25 - 23,9 = 1,1$ с.с. $\frac{1}{4}\text{E H}_2\text{SO}_4$.

1 с.с. $\frac{1}{4}\text{E H}_2\text{SO}_4 = 0,002$ gr. O или 0,0178 gr. Cu_2O

$$1,1 \times 0,002 = 0,0022 \text{ gr. O}$$

$$\frac{0,0022}{4,926} = 0,000446 \text{ gr. O.}$$

$0,00044 \times 100 = 0,045\%$ соединеннаго кислорода

$$1,1 \times 0,0178 = 0,01958 \text{ gr. Cu}_2\text{O.}$$

$$\frac{0,01958}{4,926} = 0,004; 0,004 \times 100 = 0,40\% \text{ Cu}_2\text{O.}$$

Анализъ двухъ образцовъ мѣди.

	№ 1.	№ 2.
Сурьмы	0,020	0,002
Мышьяка	1,010	0,020
Висмута	0,045	0,021
Желѣза	0,020	0,005
Свинца	0,085	0,023
Никкеля	0,083	0,069
Серебра	0,010	0,014
Сѣры	слѣды	нѣтъ.
Олова	”	0,018
Цинка	”	нѣтъ
Кислорода	0,055	0,023
Мѣдь (по разности)	98,672	99,805
	1,00000	1,00000

№ 1-й представляет собою образец мѣди, приготовленной около 40 лѣтъ тому назадъ и весьма хорошо служившей въ качествѣ локомотивной топки. № 2-й—это очень хорошая мѣдь новѣйшаго происхожденія для цѣлей электричества и др., но по причинѣ чистоты, а слѣдовательно, мягкости, непригодная для выдѣлки листовъ къ локомотивнымъ топкамъ.

Спецификаціей индійскихъ желѣзныхъ дорогъ на мѣдные листы для трубъ требуется: „чтобы листы были самаго лучшаго качества и образцы должны выдерживать пробу сгибаніемъ вдвое на холоду безъ малѣйшихъ трещинъ. По назначенію генераль-инспектора извѣстное число образцовъ мѣди должно быть анализировано химикомъ, избраннымъ для того имъ же, и, если анализъ покажетъ въ какихъ либо листахъ содержаніе болѣе, чѣмъ 0,5⁰/₁₀₀ примѣсей, то листы бракуются“.

Опытъ автора относительно этого дѣла показалъ, что чистая мѣдь, употребляемая на листы, слишкомъ мягка, а потому и не экономична; но какую примѣсь для приданія ей твердости, а также для уменьшенія развѣданія до минимума, слѣдуетъ наилучше предпочесть, еще не опредѣлено, хотя, кажется, примѣсь мышьяка въ ограниченномъ размѣрѣ будетъ благопріятна указанной цѣли.

ЖЕЛѢЗО и СТАЛЬ.

Методы полного анализа.

Определение кремнія, сѣры, фосфора и марганца. — Берутъ 8 гт. навѣски, ссыпаютъ въ стаканъ вмѣстимостью въ 500 с.с., прибавляютъ 70 с.с. 16E HNO₃, слегка нагреваютъ до прекращенія выдѣленія красноватыхъ паровъ, осторожно приливаютъ 20 с.с. 10E HCl, кипятятъ до растворенія всей растворимой части навѣски, выпариваютъ, при помѣшиваніи, до-суха на песчаной банѣ и прокаливаютъ въ теченіи часа при 200° для превращенія SiO₂ въ нерастворимое состояніе и для разрушенія органическихъ соединений. Сухому остатку даютъ охладиться, приливаютъ 60 с.с. 10E HCl и кипятятъ до конца растворенія. Растворъ выпариваютъ до 50 с.с., разбавляютъ дистиллированной водой до 120 с.с., отфильтровываютъ кремній и графитъ, причемъ отдѣляютъ осадокъ, приставшій къ стѣнкамъ стакана помощью пера, и промываютъ горячей 5E HCl до удаленія слѣдовъ Fe₂ Cl₆. Въ послѣднемъ убѣждаются, спустивъ нѣсколько капель промывныхъ водъ въ пробирной цилиндръ, содержащій небольшое количество раствора роданистаго калия: въ случаѣ присутствія въ промывной водѣ слѣдовъ Fe растворъ въ пробиркѣ окрасится въ красный цвѣтъ. Фильтратъ сохраняется для опредѣленія сѣры, фосфора и марганца. Осадокъ кремнезема и пр. высушиваютъ на водяной банѣ, переводятъ съ фильтра въ тарированный тигель, фильтръ сжигаютъ отдѣльно и золу его присоединяютъ къ главной массѣ осадка въ тиглѣ, который и прокаливаютъ при свѣтлокрасномъ каленіи въ теченіи 1/4 часа; послѣ того охлаждають подъ эксикаторомъ и взвѣшиваютъ. Вычтя изъ вѣса осадка вѣсъ фильтра, получимъ вѣсъ SiO₂, который по умноженіи на $\frac{0,4667 \times 100}{8}$ дастъ процентное содержаніе Si въ навѣскѣ.

Методъ царской водки даетъ для кремнезема результаты нѣсколько ниже дѣйствительныхъ; методъ Allen'a, описанный здѣсь, наиболее точенъ; въ практикѣ же, кромѣ этихъ двухъ, употребляется еще методъ сѣрной кислоты, дающій также хорошіе результаты.

Степень твердости, сообщаемой желѣзу кремніемъ, зависитъ главнѣйшимъ образомъ отъ количества присутствующаго въ немъ углерода. Даже 0,5% Si въ стали при 0,1% углерода не дѣлаетъ ее хрупкой; но если содержаніе углерода поднимется до 0,5%, то при 0,5% Si металлъ будетъ красно и хладноломкимъ. Прибавленіе кремнистаго чугуна съ большимъ содержаніемъ марганца къ расплавленной стали способствуетъ полученію плотныхъ отливокъ, такъ какъ кремній предотвращаетъ образованіе пузырей, вслѣдствіе того, что разлагаетъ окись углерода, находящуюся въ расплавленномъ металлѣ до его затвердѣнія. Изъ доклада, читаннаго г-мъ Turner въ засѣданіи Химическаго общества въ іюнѣ 1885 года видно, что соотвѣтственное прибавленіе кремнія къ листовому желѣзу увеличиваетъ абсолютное сопротивленіе металла, такъ напримѣръ:

°/ное содержаніе кремнія.	Абсолютное сопротивленіе: тонны на □"	Модуль упругости.
в ъ м и л л і о н а х ъ		
0	10,14	25,79
0,5	12,31	28,67
1	12,72	31,18
2	15,70	23,56
2,5	14,62	25,45
3	12,23	21,15
4	11,28	15,64
5	10,16	18,72
7,5	5,34	14,75
10	4,75	13,93

Увеличеніе содержанія Si сверхъ 2,5%, какъ видно уменьшаетъ абсолютное сопротивленіе.

Опредѣленіе сѣры. — Фильтратъ отъ кремнезема разбавляется водой до 160 с.с. и хорошо перемѣшивается въ закрытомъ сосудѣ. Отсюда отмѣриваютъ 100 с.с. (соотвѣтствующихъ 5 гг. навѣски) въ градуированный цилиндръ (остальные 60 с.с. предназначаются для опредѣле-

ній фосфора и марганца) и вливаются въ стаканъ вмѣстимостью въ 200 с.с. Здѣсь свободная кислота насколько возможно нейтрализуется $5E AmHO$, котораго потребуется около 10 с.с.; приливать слѣдуетъ постепенно, хорошенько смѣшивая растворы предъ каждымъ прилитіемъ. Растворъ нагреваютъ до кипѣнія, затѣмъ прибавляютъ 10 с.с. $E BaCl_2$ при постоянномъ помѣшиваніи. Осадку даютъ отстояться въ теченіи 12 часовъ. Большую часть прозрачной жидкости декантируютъ, остальную—фильтруютъ сквозь маленькій фильтръ изъ химически чистой бумаги. Осадокъ промываютъ $\frac{1}{10}E HCl$ до удаленія слѣдовъ желѣза, затѣмъ водой до прекращенія кислой реакціи промывныхъ водъ, сушатъ на водяной банѣ, $BaSO_4$ ссыпаютъ кисточкой въ тарированный фарфоровый тигель; фильтръ сжигаютъ отдѣльно, золу прибавляютъ туда же. Тигель нагреваютъ 10 минутъ въ окислительномъ пламени при темнокрасномъ жарѣ, охлаждаютъ, взвѣшиваютъ $BaSO_4$ и умножаютъ полученный вѣсъ на $\frac{0,1373 \times 100}{5}$; результатъ представляетъ собою процентное содержаніе сѣры въ пробѣ.

Сѣра имѣетъ очень вредное вліяніе на качество желѣза, такъ какъ малое количество ея обуславливается красноломкость. Марганецъ могущественное средство для предотвращенія этого вліянія сѣры. Сталь, содержащая 0,1% сѣры и небольшое количество марганца, склонна давать рванины при прокаткѣ, тогда какъ, при томъ же содержаніи сѣры, сталь съ 0,6% до 1% Mn, какъ извѣстно, прокатывается безъ пороковъ.

Приводимъ анализы, произведенные Wasum, стали съ различнымъ содержаніемъ сѣры и замѣтки о свойствѣ ихъ относительно прокатки.

№№ образцовъ стали.	Углеродъ.	Кремній.	Фосфоръ.	Марган.	Сѣра.	Мѣдь.	Прокатывается.
1	0,280	0,160	0,049	0,634	0,119	0,050	Хорошо.
2	0,393	0,141	0,065	0,695	0,158	0,040	Хорошо.
3	0,258	0,136	0,043	0,500	0,201	0,076	Плохо.
4	0,307	0,075	0,039	0,488	0,214	0,057	Плохо.
5	0,224	0,089	0,030	0,480	0,231	0,066	Очень плохо.

Определение фосфора. — Изъ вышеупомянутыхъ 60 с.с. точно отмѣриваютъ 40 с.с. (соотвѣтствующихъ 2 gr. образца) въ стаканъ вмѣстимостью 80 с.с., прибавляютъ къ нимъ 6 с.с. E HNO₃, выпариваютъ на водяной банѣ до суха, снова растворяютъ остатокъ въ 6 с.с. 3E HNO₃, разбавляютъ водой до 15 с.с. и понемногу, при помѣшиваніи, приливаютъ 20 с.с. молибденовой жидкости (приготовленной раствореніемъ 55,5 gr. окиси молибдена, MoO₃, въ смѣси 94 с.с. 20E Am HO и 150 с.с. воды; эту смѣсь профильтровываютъ въ сосудъ, содержащій въ себѣ 694 с.с. 6,15E HNO₃ (то есть уд. вѣса = 1,2), все разбавляютъ до 1000 с.с. растворомъ 2E HNO₃ и снова, давъ отстояться 12 часовъ при 50°С., фильтруютъ въ колбу, которую затыкаютъ пробкой). Растворъ, по временамъ взбалтывая, оставляютъ стоять при 40° С. въ теченіи 3 часовъ, затѣмъ фильтруютъ сквозь маленькій бумажный фильтръ и промываютъ осадокъ до удаленія солей желѣза сперва растворомъ $\frac{1}{10}$ E HNO₃ (испытать фильтратъ на полноту осажденія, прибавивъ къ нему 10 с.с. молибденной жидкости и оставить стоять при 40° С.), а потомъ водой до удаленія слѣдовъ кислоты. Фильтръ разстилаютъ на часовомъ стеклѣ, высушиваютъ на водяной банѣ, желтый осадокъ съ фильтра счищаютъ въ тарированный тигель и высушиваютъ при 100° С. до постоянного вѣса. Такой высушенный осадокъ содержитъ въ себѣ 1,63% Ph, такъ что, умноживъ полученный вѣсъ на $\frac{0,0163 \times 100}{2}$, мы получимъ процентное содержаніе фосфора въ данной навѣскѣ.

Определение марганца. — Остальные 20 с.с. первоначального раствора (= 1 gr. образца) вливаютъ въ литровую колбу, разбавляютъ водой до 250 с.с. и нейтрализуютъ, при сильномъ взбалтываніи, растворомъ 5E Am₂CO₃, который приливается постепенно, небольшими порціями, до полученія постоянного осадка. Этотъ осадокъ снова растворяется прибавленіемъ 2 — 3 капель 10E HCl, послѣ чего приливаютъ 2 с.с. ея въ избыткѣ. Далѣе прибавляютъ 20 с.с. 5E уксуснокислаго аммонія, растворъ разжижаютъ водой до 800 с.с. и кипятятъ 10 минутъ. Основную уксуснокислую соль желѣза, Fe \bar{A} ₃Fe²(HO)₆ быстро отфильтровываютъ на большой складчатый фильтръ, спуская фильтратъ

въ полутора-литровую колбу. Осадокъ быстро промываютъ разъ шесть кипящею дистиллированою водою, фильтратъ охлаждають до обыкновенной температуры и приливають къ нему 3 с.с. брома, хорошо взбалтывая до полного его растворенія (бромъ переводить уксуснокислую соль марганца отъ закиси въ соль окиси). Затѣмъ къ раствору, давъ ему отстояться въ теченіи 5 минутъ, прибавляютъ 20 с.с. $20E \text{ MnHO}$, кипятятъ 10 минутъ, изъ горячаго раствора отфильтровываютъ гидратъ $\text{Mn}(\text{HO})_2$ и промываютъ его горячей водою до удаленія солей аммонія. Осадокъ съ фильтромъ сушатъ на водяной банѣ, затѣмъ, отдѣливъ насколько возможно отъ фильтра, перекладываютъ въ тарированный тигель, куда прибавляютъ и золу отдѣльно сожженаго фильтра; постепенно нагреваютъ до краснаго каленія, при которомъ держать 5 минутъ, а потомъ еще 5 минутъ, при высшей температурѣ, на паяльной лампѣ, непременно въ окислительномъ пламени. Даютъ охладиться и взвѣшиваютъ Mn_2O_3 ; вѣсъ ея $\times 0,7205 \times 100 =$ процентному содержанию марганца въ пробѣ.

Опредѣленіе графита и кремнія. (Способъ Allen'a). — Берутъ навѣску металла въ 5 г., сыпаютъ ее въ стаканъ емкостью въ 200 с.с., приливаютъ 70 с.с. $5E \text{ HCl}$, нагреваютъ до возможно полного растворенія, остатокъ отфильтровываютъ и промываютъ 4—5 разъ слабой $\frac{1}{10}E \text{ HCl}$, а затѣмъ 3—4 раза водою. Фильтратъ и промывныя воды спускаютъ въ стаканъ емкостью въ 500 с.с. и ставятъ на водяную баню для выпариванія. Осадокъ кремнія и графита тонкой струей воды изъ промывалки смывается въ серебряный тигель вмѣстимостью около 50 с.с., куда кладутъ также 11 г. ѣдкаго кали, разбавляютъ водою примѣрно до 40 с.с. накрываютъ крышкой и ставятъ на водяную баню на 20 минутъ, по временамъ помѣшивая содержимое; кремнеземъ при этомъ переходитъ въ растворъ, но часть его все же удерживается графитомъ, остающимся нерастворимымъ. Содержимое тигля споласкиваютъ въ стаканъ, разводятъ водою до 120 с.с. и отфильтровываютъ графитъ. Фильтратъ присоединяется къ первоначальному, поставленному на водяную баню, прибавивъ къ нему предварительно 20 с.с. $10E \text{ HCl}$, выпариваютъ до суха и нагреваютъ въ теченіи часа на песчаной банѣ при 160°C ; по охлажденіи остатокъ смачиваютъ

10 с.с. 10E HCl, нагрѣваютъ полчаса на водяной банѣ, разводятъ водою примѣрно до 100 с.с., кипятятъ, фильтруютъ и промываютъ слабой $\frac{1}{10}$ E HCl до удаленія солей желѣза, а затѣмъ водою для удаленія кислоты. Фильтръ съ остаткомъ сушатъ на водяной банѣ, осадокъ переводятъ въ тарированный тигель, нагрѣваютъ постепенно до краснаго каленія, прокалываютъ 10 минутъ, охлаждаютъ подъ эксикаторомъ и взвѣшиваютъ SiO_2 ; $\frac{\text{SiO}_2 \times 0,4667 \times 100}{5}$ = процентному содержанию кремня.

Графитъ смываютъ съ фильтра струей горячей воды изъ промывалки въ небольшой стаканъ, выпариваютъ до суха на водяной банѣ, приливаютъ смѣсь 15 с.с. 10E HCl и 5 с.с. 16E HNO₃ и кипятятъ 10 минутъ для растворенія желѣза и пр. Затѣмъ растворъ разбавляютъ водою до 60 с.с. и фильтруютъ; осадокъ на фильтрѣ промываютъ до удаленія слѣдовъ желѣза, сушатъ на водяной банѣ, переводятъ съ фильтра въ тарированный тигель; самый же фильтръ бросаютъ; далѣе нагрѣваютъ на воздушной банѣ при 160° С. въ теченіи часа, даютъ охладиться и взвѣшиваютъ. Послѣ того осадокъ прокалываютъ до полного сгорания всего графита, охлаждаютъ и снова взвѣшиваютъ. Вѣсъ остатка (который не долженъ превышать 2mg.) вычитается изъ первоначальнаго вѣса (графита и пр. сушеннаго при 160° С.) и разность принимается за вѣсъ графита, который $\times \frac{100}{5}$ = процентному содержанию его въ пробѣ.

Опредѣленіе химически соединеннаго углерода. — Существуютъ два употребительныхъ способа:

1) Методъ сожиганія, при которомъ углеродъ выдѣляется сожиганіемъ въ струѣ кислорода, а получающаяся CO₂ поглощается и взвѣшивается, и 2) колориметрической методъ; здѣсь предполагается, что растворъ стали въ 6E HNO₃, получаетъ густоту окрашиванія, пропорціональную содержанию въ ней химически связаннаго углерода. За норму для сравненія берутъ сталь, въ которой содержаніе углерода опредѣлено способомъ сожиганія, ее растворяютъ въ 6E HNO₃ и

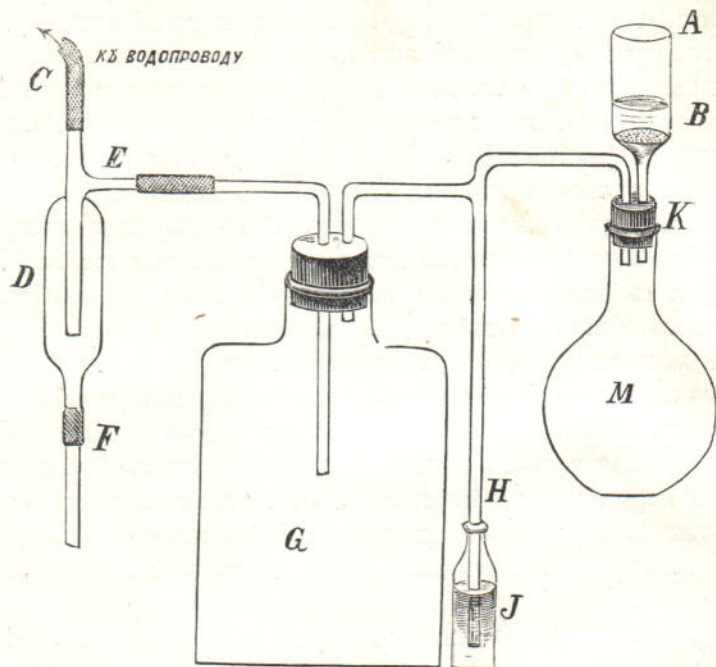
разбавляют водой до получения отънка, одинаковаго съ испытываемымъ растворомъ, замѣчаютъ отношеніе объемовъ той и другой жидкости и отсюда выводятъ заключеніе объ искомомъ процентномъ содержаніи углерода.

I. Способъ сожиганія (опредѣленіе всего углерода.— Химически соединенный углеродъ и графитъ.— Навѣску стали въ 5 гр. помѣщаютъ въ стаканъ емкостью въ 300 с.с. и приливаютъ 250 с.с. жидкости Creath (приготовленной такимъ образомъ: отвѣсивъ 170 гр. чистой, перекристаллизованной, хлористой мѣди, CuCl_2 , и 107 гр. чистаго хлористаго аммонія, растворяютъ ихъ въ 500 с.с. воды, затѣмъ постепенно, при помѣшиваніи, вливаютъ изъ бюретки растворъ $\frac{1}{10}\text{E NaHO}$ до полученія постояннаго осадка гидрата Cu (HO)_2 ; при этомъ вся свободная кислота будетъ нейтрализована; жидкость фильтруютъ и разбавляютъ водой до 1000 с.с.). Этой жидкостью обрабатываютъ навѣску въ теченіи $\frac{1}{4}$ часа, часто помѣшивая и подогревая до полнаго растворенія желѣза. Въ послѣднемъ удостовѣряются, раздавливая стеклянной палочкой осадокъ мѣди, причемъ легко замѣтить твердыя частички неразложившейся стали, пока таковыя имѣются. Когда разложеніе окончится, жидкость нагреваютъ до 90°C , чтобы перевести въ растворъ всю мѣдь, и тогда въ суспензированномъ состояніи остается тонкій осадокъ графита и т. п. Этотъ осадокъ необходимо собрать на асбестовомъ фильтрѣ, чтобы затѣмъ сжечь въ струѣ кислорода. Для этого нѣсколько длинныхъ прядей асбеста прокачиваютъ въ фарфоровомъ тиглѣ въ теченіи получаса при свѣтло-



красномъ жарѣ съ цѣлью разрушить органическія вещества и затѣмъ охлаждаютъ въ атмосферѣ, свободной отъ пыли. Въ широкую часть стеклянной трубки А, имѣющую около 1" діаметромъ и снабженную при пережимѣ В цинковой продыравленной пластинкой, помѣщается слой, высотой около 1", асбеста, грубо истолченнаго въ чистой ступкѣ съ небольшимъ количествомъ воды. Еще нѣкоторое количество асбеста очень мелко дробится съ водою въ той-же ступкѣ и наливается поверхъ упомянутаго слоя грубаго асбеста на высоту около $\frac{1}{4}$ ". Такимъ образомъ получается хорошій фильтръ,

удерживающий мельчайший осадок. Трубка А укрѣпляется въ пробкѣ К колбы М и наполняется водой. Черезъ CD пропускается слабая струя воды, такъ что въ М образуется разрѣженное пространство и жидкость изъ трубки А быстро фильтруется въ колбу. G есть резервуаръ, служащій для



Фиг. 2.

регулированія давленія въ М., которое отмѣчается трубкой Н, погруженной въ сосудъ со ртутью J. Растворъ, содержащій въ себѣ углеродъ въ видѣ нерастворимаго осадка, фильтруется изъ А при давленіи около 3", осадокъ промывается 5Е НСІ до удаленія слѣдовъ CuCl_2 , а кислота отмывается дистиллированной водой, послѣ чего водѣ даютъ стечь насколько возможно. Затѣмъ трубку А вынимаютъ и ставятъ на водяную баню, предварительно вытолкнувъ слой В наполовину высоты трубки. Когда асбестъ совершенно высохнетъ, то его вмѣстѣ съ цинковымъ дискомъ вынимаютъ изъ А помощью стеклянной палочки на чистое часовое стеклышко и щипчиками отдѣляютъ нижній слой, не содержащій въ себѣ углерода стали. Остальную же массу асбеста, заключающую

въ себѣ весь углеродъ навѣски, кладутъ въ платиновый челнокъ, который затѣмъ вводятъ въ



Фиг. 3.

трубку пропускаютъ медленный токъ кислорода. Затѣмъ постепенно по всей длинѣ нагрѣваютъ окись мѣди до свѣтло-краснаго каленія, и наконецъ, также постепенно,

навѣски, кладутъ въ платиновый челнокъ, который затѣмъ вводятъ въ трубку для сожиганія D. Какъ видно изъ чертежа, трубка, кромѣ челнока, заключаетъ въ себѣ мѣдную сѣтку и окись мѣди въ указанныхъ пропорціяхъ. Трубка должна быть длиною 28" и около $\frac{1}{2}$ " въ діаметрѣ, окись мѣди — въ формѣ зеренъ и свѣжепрокалена. Цилиндръ A заключаетъ въ себѣ H_2SO_4 и соединенъ трубками съ газометрами, содержащими: въ одномъ воздухъ, а въ другомъ — кислородъ, а также съ цилиндромъ B, наполненнымъ, хорошей, недавно обожженной, натронной известью; C—есть U-образная трубка, заключающая въ себѣ маленькіе кусочки ѣдкаго кали. Эти три сосуда служатъ для поглощенія влажности или CO_2 , находящихся въ кислородѣ или воздухѣ, пропускаемомъ сквозь аппаратъ; E — трубка, наполненная CaCl_2 , поглощающимъ влажность, могущую выдѣлиться изъ CuO и пр., F—калиаппаратъ Гейслера, содержащій 8E KNO_3 и G—небольшая трубочка, наполненная CaCl_2 , который поглощаетъ влажность, выдѣляющуюся изъ F. Когда все готово для сожиганія, F и G точно взвѣшиваютъ и соединяютъ съ E; трубка же D должна быть вложена въ сжигательную печь. Предварительно нагрѣваютъ до краснаго каленія концы трубки, гдѣ заложены металлическія сѣтки, причемъ сквозь трубку пропускаютъ медленный токъ кислорода. Затѣмъ постепенно по всей длинѣ нагрѣваютъ окись мѣди до свѣтло-краснаго каленія, и наконецъ, также постепенно,

часть трубки, заключающую челнокъ, до той же температуры. При этомъ кислородъ пропускается чрезъ калиаппаратъ приблизительно по одному пузырьку въ секунду. Послѣ нагреванія въ теченіи приблизительно одного часа, когда весь углеродъ будетъ окисленъ, прекращаютъ притокъ кислорода и пропустивъ съ указанною скоростью черезъ приборъ воздухъ въ теченіи $\frac{1}{4}$ часа, причеиъ нагреваніе трубки прекращено, отдѣляютъ и взвѣшиваютъ F и G. Увеличеніе вѣса $\times \frac{0,27273 \times 100}{5} =$ процентному содержанію всего углерода.

Опредѣленіе графита сожиганіемъ. — Навѣска стали въ 10 гр. или чугуна въ 2 гр. растворяется въ 60 с.с. 8E HCl, и растворъ разбавляется водою до 120 с.с. Графитъ и пр. отфильтровываютъ, какъ указано въ предыдущемъ способѣ. Когда желѣзо и кислота вполне отмыты, черезъ фильтръ пропускаютъ небольшое количество горячаго E NaHO, который затѣиъ отмываютъ водою, графитъ же сушится и опредѣляется по предыдущему. Вычитая полученный такимъ образомъ вѣсъ графита изъ вѣса всего углерода, найдемъ количество соединеннаго углерода.

Ниже приводимъ примѣръ опредѣленія графита и соединеннаго углерода въ рельсовой стали по описанному способу:

Весь углеродъ. Навѣска 5 гр.

Калиаппаратъ до сжиганія.	37,7658
„ Послѣ „	37,8444
	<hr/>
Вѣсъ CO ₂	0,0786

$$\frac{0,0786 \times 0,27273 \times 100}{5} = 0,429\% \text{ всего углерода.}$$

Графитъ. Взято 10 гр. навѣски.

Калиаппаратъ до сжиганія.	38,0313
„ Послѣ „	38,0434
	<hr/>
Вѣсъ CO ₂	0,0121

$$\frac{0,0121 \times 0,27273 \times 100}{10} = 0,033\% \text{ графита.}$$

Соединенный углеродъ. $0,429 - 0,033 = 0,396\%$ химически соединеннаго углерода.

II. *Определение химически-соединеннаго углерода колориметрическимъ путемъ (способъ Елерца).* — Какъ уже сказано, принципъ, на которомъ основанъ этотъ способъ, состоитъ въ томъ, что получаемое при раствореніи стали въ 6E HNO₃ бурое окрашиваніе жидкости является тѣмъ болѣе интенсивнымъ, чѣмъ богаче сталь соединеннымъ углеродомъ, и эта степень окрашиванія принимается пропорціональной содержанию химически-соединеннаго углерода. Сначала выбираютъ для образца сталь, въ которой содержаніе соединеннаго углерода опредѣлено путемъ сожиганія. Весьма важно, чтобъ содержаніе этого углерода въ образцовой стали было близко тому, какое ожидается въ испытуемой. Хорошо имѣть, по крайней мѣрѣ, образцы трехъ сортовъ стали: 1) содержащей около 1^o/_o: сталь для инструментовъ и т. п. 2) съ содержаніемъ около 0,40^o/_o: сталь для рельсъ, бандажей и пр. и 3) около 0,20^o/_o для осей и проч., вообще мягкой стали. Положимъ, что намъ нужно опредѣлить по этому способу химич. соединенный углеродъ въ кускѣ рельсовой стали.



Для этого беремъ два пробирныхъ цилиндра 5" длины и $\frac{1}{2}$ " диаметромъ и сыпаемъ въ одинъ изъ нихъ навѣску въ 0,1 г. образцовой стали съ 0,40^o/_o соединеннаго углерода, въ другой—такое-же количество испытуемой, и въ оба цилиндра приливаемъ по 2 с.с. 6E HNO₃. Стекланный стаканъ съ водою или водяная баня, снабженные вкладнымъ дномъ съ отверстиями, сквозь которые должны проходить пробирные цилиндры, нагревается до кипѣнія воды, затѣмъ въ отверстіе дна вставляются пробирки и нагреваются такъ, встряхивая время отъ времени, въ теченіи ровно $\frac{1}{4}$ часа, послѣ чего вынимаются и охлаждаются. Растворъ образцовой стали вливается въ градуированный цилиндръ вмѣстимостью въ 20 с.с., раздѣленный на $\frac{1}{10}$ с.с., и разбавляется водою до 8 с.с., причемъ каждый с.с. будетъ соотвѣтствовать 0,05^o/_o хим. соедин. углерода. Испытуемый растворъ вливаютъ въ совершенно подобный же цилиндръ, постепенно разжижаютъ его

небольшими количествами воды изъ промывалки и послѣ
каждаго прибавленія воды сравниваютъ цвѣта того и другаго
растворовъ. Это продолжаютъ до тѣхъ поръ, пока цвѣта
не окажутся возможно близкими. Чтобы сравненіе было бо-
лѣе удобнымъ, сзади цилиндровъ держать кусокъ бѣлой бу-
маги. Положимъ, что цвѣта растворовъ сдѣлались одинако-
выми, когда испытуемый имѣлъ объемъ въ 6,5 с.с.; въ такомъ
случаѣ искомое содержаніе хим. соединеннаго углерода въ
стали будетъ $6,5 \times 0,05 = 0,325\%$.

Повидимому, максимальное содержаніе углерода въ стали,
пригодной для обработки, должно быть 1,5⁰/о; сталь съ 1⁰/о
углерода хорошо сваривается и годна для хорошихъ зубиль
и рѣзцовъ.

Предполагая всѣ другіе элементы въ нормальныхъ коли-
чествахъ, содержаніе углерода въ стали разнаго назначенія
будеть:

Для бритвъ и закаленныхъ хирургическихъ инструментовъ	1,3 ⁰ /о—1,5 ⁰ /о
Для пилъ слесарныхъ	1,2 ⁰ /о—1,4 ⁰ /о
Для сверлъ, рѣзцовъ и пр	1,1 ⁰ /о—1,2 ⁰ /о
Для шпинделей, большихъ сверлъ	1,0 ⁰ /о—1,1 ⁰ /о
Для ножницъ, метчиковъ, орудій холодной обработки и пр.	0,8 ⁰ /о—1,0 ⁰ /о
Для бандажей, рельсъ, пушекъ	0,3 ⁰ /о—0,5 ⁰ /о
Для котловъ	0,2 ⁰ /о—0,3 ⁰ /о
Для колѣнчатыхъ валовъ, листовъ	0,15 ⁰ /о—0,2 ⁰ /о

Твердость стали, содержащей известное количество угле-
рода, зависитъ отъ степени ея закалки, а также отъ коли-
чества и природы другихъ составныхъ ея частей, какъ на-
примѣръ кремнія, фосфора, марганца и др. Нижеслѣдующіе
анализы показываютъ, что избытокъ кремнія, въ присутствіи
большаго количества углерода, оказываетъ вредное вліяніе
на качество стали для бандажей, осей и листовъ для мосто-
выхъ сооружений.

	Плохая сталь.		Хорошая сталь.	
	1	2	1	2
Графита и хим. соед. углерода	0,40 ⁰ / ₀	0,53 ⁰ / ₀	0,35 ⁰ / ₀	0,49 ⁰ / ₀
Кремня	0,59 ⁰ / ₀	0,64 ⁰ / ₀	0,05 ⁰ / ₀	0,01 ⁰ / ₀
Фосфора	0,01 ⁰ / ₀	0,03 ⁰ / ₀	нѣтъ	0,03 ⁰ / ₀
Сѣры	0,01 ⁰ / ₀	0,06 ⁰ / ₀	„	0,03 ⁰ / ₀
Марганца	нѣтъ	0,05 ⁰ / ₀	„	0,57 ⁰ / ₀
Мѣди	нѣтъ	0,03 ⁰ / ₀	0,01 ⁰ / ₀	0,02 ⁰ / ₀

Интересны слѣдующіе результаты, полученные Г-омъ Спенсеромъ и показывающіе вліяніе закалки и отжига на состояніе углерода въ стали.

№ 1.	До закалки.	Закалена.	Отожжено.
Химич. соедин. углерода (колориметр. способ.)	0,89 ⁰ / ₀	0,58 ⁰ / ₀	0,98 ⁰ / ₀
Графита	0,29 ⁰ / ₀	слѣды	0,20 ⁰ / ₀
Всего углерода	1,18 ⁰ / ₀	0,58 ⁰ / ₀	1,18 ⁰ / ₀

Тоже, по способу сжиганія	1,18 ⁰ / ₀	1,09 ⁰ / ₀	1,20 ⁰ / ₀
Потери		0,51 ⁰ / ₀	

№ 2.	До закалки.	Закалена.	Отожжено.
Химич. соедин. углерода (колор. спос.)	0,80 ⁰ / ₀	0,66 ⁰ / ₀	0,79 ⁰ / ₀
Графита	0,34 ⁰ / ₀	0,07 ⁰ / ₀	0,44 ⁰ / ₀
Всего углерода	1,14 ⁰ / ₀	0,73 ⁰ / ₀	1,23 ⁰ / ₀

Тоже, по способу сжиганія	1,21 ⁰ / ₀	1,10 ⁰ / ₀	1,19 ⁰ / ₀
Потери		0,37 ⁰ / ₀	

№ 3.	До закалки.	Закалена.	Отожжено.
Химич. соедин. углерода (колор. спос.)	0,38 ⁰ / ₀	0,22 ⁰ / ₀	0,38 ⁰ / ₀
Графита	0,04 ⁰ / ₀	нѣтъ	слѣды
Всего углерода	0,42 ⁰ / ₀	0,22 ⁰ / ₀	0,38 ⁰ / ₀

Тоже, по способу сжиганія	0,39 ⁰ / ₀	0,34 ⁰ / ₀	0,38 ⁰ / ₀
Потери		0,12 ⁰ / ₀	

Способъ съ сѣрной кислотой для опредѣленія кремнія. —

Слѣдующій способъ даетъ хорошіе результаты при опредѣленіи содержанія кремнія. 10 гр. стали всыпаютъ въ стаканъ вмѣстимостью въ 400 с.с., растворяютъ въ 120 с.с. 5E H_2SO_4 , растворъ насколько возможно выпариваютъ на водяной банѣ, а затѣмъ на песчаной до полного удаленія паровъ сѣрной кислоты. Стаканъ охлаждають, на сухой остатокъ осторожно наливаютъ 120 с.с. дистиллированной воды, кипятятъ недолго, отфильтровываютъ нерастворимый кремнеземъ, промываютъ до удаленія слѣдовъ кислоты и опредѣляютъ, какъ указано ранѣе.

Опредѣленіе содержанія мѣди. — Навѣску въ 1 гр. всыпаютъ въ стаканъ емкостью въ 100 с.с., приливаютъ туда 12 с.с. 6E H_2SO_4 , нагреваютъ до растворенія всего желѣза, разбавляютъ водой до 50 с.с. и кипятятъ; затѣмъ постепенно прибавляютъ раствора 3E $Na_2S_2O_3$ до тѣхъ поръ, пока продолжаетъ образовываться черный осадокъ, для чего обыкновенно потребно отъ 1 до 2 с.с. сѣрноватистокислаго натра, даютъ осѣсть осадку, такъ что въ жидкости останется одна сѣра въ суспензированномъ видѣ, вся же мѣдь будетъ осаждена ввидѣ Cu_2S . Осадокъ отфильтровываютъ сквозь маленькій фильтръ и промываютъ дистиллированной водой до удаленія слѣдовъ желѣза, сушатъ на водяной банѣ, осторожно сжигаютъ фильтръ съ осадкомъ въ хорошемъ фарфоровомъ тиглѣ; остатокъ обрабатываютъ 2 с.с. 10E HCl + 1 с.с. 16E HNO_3 до растворенія, растворъ выпариваютъ почти до суха, прибавляютъ $\frac{1}{2}$ с.с. воды, дѣлаютъ растворъ слегка щелочнымъ, приливъ 5E $AmHO$, отфильтровываютъ желѣзо и пр., при чемъ фильтратъ спускаютъ въ трубку Эггерца (фиг. 5), также какъ и 2E $AmHO$, небольшими количествами котораго промываютъ фильтръ до тѣхъ поръ, пока полученный голубой растворъ не приметъ той же степени густоты, какъ и нормальный мѣдный растворъ, находящійся въ подобной же трубкѣ и приготовленный раствореніемъ 0,1 гр. чистой электролитной мѣди въ 1 с.с. 6E HNO_3 и 2 с.с. 10E HCl и разбавленіемъ раствора слабымъ 2E $AmHO$ до 500 с.с. при $15,5^\circ C$; тогда 1 с.с. нормального мѣднаго раствора будетъ содержать 0,0002 гр. мѣди. Положимъ, что объемъ испытуемаго раствора былъ 5 с.с. при совпадении интензивности

цвѣта обоихъ растворовъ; слѣдовательно, въ навѣскѣ содержаніе мѣди будетъ $5 \times 0,0002 \times 100 = 0,10^0/\text{о}$.

Вообще признается, что мѣдь дѣлаетъ сталь красноломкой, но г. Wasum доказалъ, что даже при содержаніи мѣди въ 0,86⁰/о катаная сталь получается весьма хорошаго качества. Далѣе слѣдуютъ анализы стали съ отмѣтками о вліяніи мѣди и мѣди вмѣстѣ съ сѣрой, на способность стали прокатываться, по даннымъ г. Wasum.

Вліяніе мѣди.

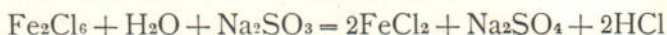
	Углеродъ.	Кремній.	Фосфоръ.	Марганецъ.	Сѣра.	Мѣдь.	Прокатывается.
№ 1.	0,276	0,144	0,064	0,778	0,059	0,452	Очень хорошо.
№ 2.	0,233	0,091	0,050	0,709	0,060	0,862	Хорошо.

Вліяніе мѣди и сѣры.

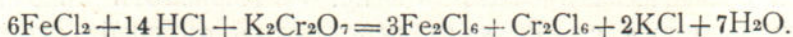
№ 1.	0,311	0,051	0,061	0,514	0,107	0,859	Хорошо.
№ 2.	0,281	0,169	0,059	0,594	0,170	0,429	Плохо.
№ 3.	0,235	0,164	0,045	0,468	0,173	0,573	Плохо.
№ 4.	0,262	0,131	0,052	0,655	0,189	0,406	Плохо.

Опредѣленіе желѣза. — Обыкновенно содержаніе желѣза въ стали и желѣзѣ опредѣляется изъ разности, зная содержаніе прочихъ элементовъ. Однако иногда требуется и непосредственное опредѣленіе желѣза, и въ такомъ случаѣ предпочтительнѣе употребить слѣдующій приѣмъ: Отвѣшиваютъ 0,56 гр. стали въ маленькую колбочку около 80 с.с. вмѣстимости, приливаютъ туда 10 с.с. 10Е НСІ и нагреваютъ до растворенія; затѣмъ, маленькими порціями за разъ, прибавляютъ около $\frac{1}{2}$ гр. КСІО₃ для окисленія органическихъ веществъ и пр. и выпариваютъ приблизительно до 4 с.с. Растворъ переливаютъ въ колбу около 500 с.с. вмѣстимости, снабженную гуттаперчевою пробкою,

сквозь которую пропущена трубка съ краномъ Бунзена, разбавляютъ водою до 200 с.с., приливаютъ 10 с.с. 2E Na₂SO₃ и эквивалентное количество HCl, т. е. 2 с.с. 5E, затыкаютъ колбу пробкой и кипятятъ до удаленія паровъ SO₂, на что обыкновенно употребляется 15—20 минутъ послѣ начала кипѣнія. Тогда кранъ быстро запираютъ и колбу ставятъ въ холодную воду для охлажденія. При этомъ желѣзо восстанавливается въ хлористое по слѣдующей реакціи:



Далѣе необходимо убѣдиться, какое количество окислителя потребно для превращенія FeCl₂ въ Fe₂Cl₆. Для этого наиболѣе подходящій реагентъ—двуххромокалиева соль K₂Cr₂O₇. По охлажденіи раствора, его переливаютъ въ стаканъ около 500 с.с. вмѣстимостью и испытываютъ на полноту восстановленія желѣза, взявъ стеклянной палочкой каплю даннаго раствора и смѣшавъ ее на крышкѣ фарфороваго тигля съ каплей раствора E роданистаго кали, причемъ, въ случаѣ присутствія слѣдовъ Fe₂Cl₆ получится красное окрашиваніе; если этого нѣтъ, то къ раствору желѣза приливаютъ 10 с.с. 10E HCl. Далѣе наполняютъ бюретку въ 100 с.с., раздѣленную на 0,1 с.с., *нормальнымъ* растворомъ $\frac{1}{10}$ E K₂Cr₂O₇, приготовленнаго раствореніемъ 4,917 гр. чистой, сухой, перекристаллизованной соли въ 500 с.с. дистиллированной воды и разбавленіемъ затѣмъ до 1000 с.с. при 15,5° C, (этотъ растворъ титруется описаннымъ здѣсь способомъ, беря 0,56 гр. чистой фортепианной проволоки, на что потребуется 99,7 с.с. раствора въ $\frac{1}{10}$ E, допустивъ 0,3 с.с. на неизбѣжныя примѣси въ желѣзѣ). Въ растворъ желѣза вливаютъ, при постоянномъ помѣшиваніи, $\frac{1}{10}$ E K₂Cr₂O₇ со скоростью $\frac{1}{10}$ с.с. въ секунду, беря время отъ времени стеклянной палочкой каплю раствора и смѣшивая ее съ каплей слабаго раствора K₆Fe₂Su₁₂ (5 гр. на 500 с.с. воды); при этомъ получается синее окрашиваніе до тѣхъ поръ, пока въ жидкости находится хлористое желѣзо. Въ томъ случаѣ, когда синее (или зеленое) окрашиваніе не появляется даже при дѣйствіи красной соли въ теченіи 4 минутъ, реакція можетъ считаться оконченной. Записываютъ число израсходованныхъ с.с. раствора.



Положимъ, израсходовано 98,7 с.с., и такъ какъ навѣска

взята въ 0,56 г. и 1 с.с. $\frac{1}{10}$ Е К₂Сг₂О₇ соотвѣтствуетъ 0,0056 г. желѣза, то все искомое количество желѣза будетъ 98,7%.

Въ дополненіе къ вышензложенному опредѣленію главныхъ элементовъ въ обыкновенномъ желѣзѣ и стали, опишемъ опредѣленіе вольфрама, хрома, алюминія и титана, встрѣчающихся въ специальныхъ сортахъ стали. Если составъ желѣза или стали неизвѣстенъ, то удобнѣе сдѣлать предварительно качественный анализъ: результатъ испытанія укажетъ, что слѣдуетъ опредѣлить и количественно. Ниже приводимъ методы опредѣленія вышеназванныхъ элементовъ.

Опредѣленіе алюминія. — Методъ, принятый Stead'омъ для опредѣленія небольшихъ количествъ алюминія въ желѣзѣ и стали слѣдующій: навѣску въ 11 г. всыпаютъ въ стаканъ вмѣстимостью въ 600 с.с., приливаютъ 44 с.с. 10Е НСІ, нагрѣваютъ до растворенія и выпариваютъ до суха. Остатокъ снова растворяютъ въ 60 с.с. Е НСІ, профильтровываютъ въ стаканъ емкостью въ 500 с.с. и промываютъ остатокъ на фильтрѣ до удаленія слѣдовъ желѣза. Фильтратъ разбавляютъ водой до 150 с.с., прибавляютъ 3 с.с. раствора Е фосфорнатровой соли и, постепенно, до нейтрализаціи свободной кислоты и образованія постоянной мути, приливаютъ 5Е AmHO. Затѣмъ по каплямъ прибавляютъ 40Е НСІ до освѣтленія раствора, нагрѣваютъ до кипѣнія, приливаютъ 50 с.с. насыщеннаго раствора сѣрноватистокислаго натра, продолжая кипятить въ теченіи часа. Осадокъ отфильтровываютъ, промываютъ, растворяютъ на фильтрѣ въ 10 с.с. горячей 5Е НСІ и промываютъ фильтръ. Фильтратъ собираютъ въ платиновую чашку, выпариваютъ до суха, прибавляютъ 2 г. ѣдкаго натра и 1 с.с. воды, даютъ раствориться, выпариваютъ до суха и плавятъ въ теченіи 10 минутъ на горѣлкѣ Бунзена. Сплавъ охлаждаютъ, обрабатываютъ 50 с.с. воды до растворенія, и растворъ разбавляютъ водой точно до 110 с.с.; нерастворимые окиси отфильтровываютъ и отмѣриваютъ 100 с.с. фильтрата (соотвѣтствующихъ 10 г. навѣски). Растворъ нейтрализуютъ 10Е НСІ, прибавляютъ 3 с.с. Е фосфорнатровой соли и 30 с.с. насыщеннаго раствора сѣрноватистонатровой соли и кипятятъ, затѣмъ приливаютъ 2 с.с. 5Е уксуснокислаго аммонія, кипятятъ еще 5 минутъ и филь-

трують; осадокъ промываютъ горячей водой, высушиваютъ, прокаливаютъ и взвѣшиваютъ $AlPO_4$. Вѣсъ $AlPO_4 \times 0,2236 \times 10$ = процентному содержанию алюминія въ навѣскѣ.

Опредѣленіе хрома. (Методъ Арнольда). — Берутъ навѣску въ 2 gr., кладутъ въ стаканъ вмѣстимостью въ 100 с.с., приливаютъ 20 с.с. 10E HCl и нагреваютъ до растворенія, выпариваютъ на водяной банѣ до-суха; высухшій остатокъ отдѣляютъ насколько возможно помощью стеклянной палочки и переводятъ на часовое стекло. Оставшіяся на стѣнкахъ стакана хлористыя соли растворяютъ нѣсколькими с.с. 5E HCl, переливаютъ въ глубокій платиновый тигель и выпариваютъ въ немъ до совершенной сухости. Главную часть хлористыхъ солей съ часоваго стекла сметають въ этотъ платиновый тигель и въ немъ тонко истирають помощью стеклянной палочки; затѣмъ туда вводятъ 5 gr. плавильной смѣси (1 часть Na_2CO_3 + 1 часть KNO_3) и тщательно смѣшиваютъ съ хлористыми солями. Смѣсь плавятъ около 15 минутъ на паяльной лампѣ. При этомъ желѣзо переводится въ нерастворимый окисель, а хромъ, кремній и марганецъ въ соответственныя щелочныя соли. Сплавъ даютъ остыть, кладутъ съ тиглемъ въ стаканъ, куда налито около 80 с.с. кипящей воды и нагреваютъ, пока все, что можно, не растворится. Тигель вынимають стеклянной палочкой и обмываютъ надъ стаканомъ горячей водой. Затѣмъ къ раствору прибавляютъ 1 с.с. алкоголя, чтобы разложить марганцовыя соли, хорошенько взбалтываютъ и даютъ отстояться и състь окисямъ марганца и желѣза. Послѣ того осторожно, не тревожа осадка, свѣтлую жидкость декантируютъ сквозь двойной фильтръ въ стаканъ, къ осадку прибавляютъ 30 с.с. горячей воды, взбалтываютъ, даютъ отстояться, свѣтлую жидкость, какъ раньше, процеживаютъ сквозь двойной фильтръ; фильтръ два раза промываютъ горячей водой, осадокъ вновь обрабатываютъ 30 с.с. горячей воды и фильтруютъ, какъ сказано выше. Этого можно считать достаточнымъ для промывки окисловъ. Растворъ, содержащій соли хромовой и кремневой кислотъ, подкисляется 20 с.с. 10E HCl и кипятится до тѣхъ поръ, пока не будутъ выдѣлены пары угольной и азотной кислотъ. Затѣмъ постепенно прибавляютъ 5E $AmHO$ до слабо щелочной реакціи, нагреваютъ почти до кипѣнія, полученный осадокъ отфиль-

тровывають на фільтръ, не оставляющій послѣ сжиганія золы, и промывають. На фільтръ же осадокъ растворяють 10 с.с. горячей 5Е НСІ, фільтръ промывають надъ растворомъ, который затѣмъ выпаривають до суха на водяной банѣ, чтобы перевести кремнеземъ въ нерастворимое состояніе; сухой остатокъ растворяють въ 100 с.с. Е НСІ, отцѣживаютъ кремнеземъ, приче́мъ фильтратъ собирають въ фарфоровую чашку, нейтрализуютъ 20Е AmHO, прибавляютъ послѣдняго 1/2 с.с. въ избытокъ и нагрѣваютъ до начала кипѣнія. Гидратъ хрома Cr₂(HO)₆ отфильтровываютъ на фільтръ, не оставляющій послѣ сжиганія золы, промывають горячей водой до удаленія растворимыхъ солей, высушиваютъ на водяной банѣ и осторожно прокалываютъ въ тарированномъ тиглѣ при хорошемъ краснокапильномъ жарѣ въ теченіи 10 минутъ. По охлажденіи и взвѣшиваніи получаютъ Cr₂O₃.

$$\frac{\text{Cr}_2\text{O}_3 \times 0,6862 \times 100}{2} = \text{процентное содержаніе хрома.}$$

Соотвѣтственное прибавленіе хрома къ стали возвышаетъ ея абсолютное сопротивленіе. Въ Бруклинѣ готовятъ хромистую сталь съ 1⁰/₀—2⁰/₀ хрома, возстановляя въ тигляхъ хромистый желѣзнякъ древеснымъ углемъ и смѣшивая полученный такимъ образомъ сырой хромъ съ извѣстнымъ количествомъ мягкаго желѣза.

Г. Арнольдъ дѣлалъ опыты надъ бандажами изъ хромистой стали, результаты которыхъ показываютъ, что хромъ замѣтно повышаетъ абсолютное сопротивленіе бандажей сравнительно съ обыкновенной Бессемеровской сталью. Вотъ полученные имъ результаты:

Составъ обыкновенной стали для бандажей былъ:

Углерода	0,280
Кремнія	0,070
Марганца	1,250
Сѣры	0,080
Фосфора	0,080

Механическія испытанія этой стали показали наибольшее абсолютное сопротивленіе въ 37 тоннъ на □", удлиненіе 26⁰/₀, сокращеніе площади — 47⁰/₀ и изломъ сѣрый, зернистый, съ шелковистыми краями, выпукло-вогнутой формы. Бандажъ такой стали внутренняго діаметра 2' 8" и площади сѣченія въ

11" даетъ слѣдующія цифры при ударѣ бабой вѣсомъ въ 22 центнера:

Высота паденія	} Не сло- манъ.
въ футахъ 2'—4'—6'—8'—10'—12'	
Прогибъ въ дюй- махъ $1/2$ — $3/4$ — $1^{3/4}$ — $3^{1/16}$ — $4^{1/16}$ — $6^{1/2}$	

При испытаніи бандажа изъ стали содержащей:

Углерода	0,25
Кремнія	0,03
Марганца	1,75
Сѣры	0,12
Фосфора	0,11

среднее абсолютное сопротивленіе получило въ 42,1 тонны на □", среднее удлиненіе — 18⁰/о, среднее сокращеніе площади сѣченія — 26,3⁰/о. Средніе результаты испытаній многихъ бандажей, практически одинаковыхъ по составу, 2' 8" внутренняго діаметра и 11" площади сѣченія, при вѣсѣ бабы въ 22 центнера, были таковы:

Паденіе въ футахъ 2'—4'—6'—8'—10'—12'—14'.

Прогибъ въ дюймахъ $1/8$ — $5/8$ — $1^{3/8}$ — $2^{3/16}$ — $3^{9/16}$ — $5^{1/8}$ — $6^{1/4}$.

Анализъ бандажной стали, долженствующей выдержать наименьшее напряженіе въ 48 тоннъ на □", былъ:

Углерода	0,28
Хрома	0,42
Марганца	1,54
Кремнія	0,08
Сѣры	0,10
Фосфора	0,09

Механическія испытанія дали наибольшее абсолютное сопротивленіе въ 49,8 тонн. на □", удлиненіе—15⁰/о; сокращеніе площади сѣченія—26⁰/о, изломъ плоскій и мелкокристаллическій. Бандажъ, діаметромъ 2' 8" и 11" площади сѣченія, подъ ударами бабы въ 22 центнера далъ:

Высота подъема въ футахъ:

2'—4'—6'—8'—10'—12'—14'—16'—18'—20'—25.

Прогибъ въ дюймахъ:

$1/8$ — $1/2$ — $1^{1/8}$ — $1^{15/16}$ — $3^{1/16}$ — $4^{3/8}$ — $5^{7/8}$ — $7^{5/8}$ — $9^{1/2}$ — $11^{3/16}$.—Сло- мался.

Пробный брусокъ, вырѣзанный изъ сломаннаго банджа, далъ слѣдующія цифры: наибольшее абсолютное сопротивленіе=47,7 тонн. на □", удлиненіе—3%; сокращеніе площади сѣченія—6,4%; въ изломѣ крупные кристаллы.

Такимъ образомъ ясно обнаружались молекулярныя измѣненія, вызванныя вибраціями молекулъ отъ ударовъ падающей бабы.

Опредѣленіе титана. (Методъ Riley). — Навѣску въ 10 гг. кладутъ въ стаканъ емкостью въ 500 с.с., наливаютъ на нее 60 с.с. 16E HNO₃ и нагреваютъ на песчаной банѣ почти до прекращенія реакціи на желѣзо. Затѣмъ осторожно прибавляютъ 20 с.с. 10E HCl, кипятятъ до растворенія всего, что растворимо, выпариваютъ до суха, остатокъ нагреваютъ на песчаной банѣ при температурѣ около 130° C. въ теченіи часа, охлаждаютъ, прибавляютъ 50 с.с. 10E HCl и кипятятъ, пока вся растворимая часть осадка не растворится. Растворъ, объемъ котораго долженъ быть около 40 с.с., разбавляется водой до 80 с.с. и графитъ, кремній съ частью титановой кислоты отфильтровываются и промываются горячей $\frac{1}{10}$ E HCl до удаленія слѣдовъ желѣза. Фильтратъ сохраняется. Осадокъ высушиваютъ и прокалываютъ въ платиновомъ тиглѣ, послѣ чего его сплавляютъ примѣрно съ 16 частями по вѣсу кислага сѣрнокислага кали, охлаждаютъ и обрабатываютъ горячей водой до полученія нерастворимаго остатка, который отфильтровываютъ; фильтратъ же присоединяютъ къ вышеупомянутому, содержащему желѣзо и пр. Смѣсь фильтратовъ вливаютъ въ колбу вмѣстимостью въ 800 с.с., снабженную пробкой съ краномъ Бунзена, разводятъ водой до 300 с.с., прибавляютъ 100 с.с. 2E Na₂SO₃ и 20 с.с. 10E HCl и кипятятъ, пока все желѣзо не возстановится и запахъ сѣрнистаго газа не будетъ замѣтенъ. Къ раствору по охлажденіи приливаютъ 1 с.с. E HNO₃, почти нейтрализуютъ амміакомъ, смѣшиваютъ съ 80 с.с. 5E уксуснокислага аммонія, кипятятъ нѣсколько минутъ, и быстро отфильтровываютъ осадокъ, содержащій, кромѣ окиси титана, окислы желѣза и фосфорнокислое желѣзо. Его промываютъ $\frac{1}{10}$ E уксусной кислотой, сушатъ, прокалываютъ въ платиновомъ тиглѣ и, смѣшавъ съ 16 частями по вѣсу кислага сѣрнокислага кали, плавятъ; сплавъ обрабатываютъ холодной водой и отфильтровываютъ

фосфорнокислѣе желѣзо и пр. Фильтратъ разбавляютъ водою до 500 с.с., приливаютъ 1 с.с. 16E HNO₃ и кипятятъ въ продолженіи приблизительно 6 часовъ, поддерживая первоначальный объемъ добавленіемъ кипящей воды. Окись титана осаждается послѣ того въ теченіи ночи, свѣтлая жидкость надъ ней декантируется, осадокъ отфильтровываютъ, промываютъ, высушиваютъ, прокаливаютъ въ платиновомъ тиглѣ, охлаждаютъ и взвѣшиваютъ. Полученный при этомъ вѣсъ TiO₂ × 0,6098 × 10 = процентному содержанию титана.

Определение вольфрама. — Берутъ 5 гр., растворяютъ въ 120 с.с. 6E HNO₃, растворъ выпариваютъ досуха на песчаной банѣ, охлаждаютъ, смѣшиваютъ съ 40 с.с. 10E HCl и кипятятъ, пока не перейдетъ въ растворъ вся растворимая часть остатка, приливаютъ 40 с.с. воды и снова кипятятъ; затѣмъ отфильтровываютъ осадокъ, который можетъ содержать окись вольфрама (WO₃), графитъ, Fe₂O₃, TiO₂ и пр., промываютъ горячей водою, высушиваютъ и прокаливаютъ въ платиновомъ тиглѣ; прибавляютъ 10 с.с. фтористоводородной кислоты (HF) и 2 с.с. 36E H₂SO₄, выпариваютъ подъ тягой и повторяютъ обработку HF и H₂SO₄ до полного удаленія SiO₂ въ видѣ SiF₄; къ остатку прибавляютъ въ 4 раза большее по вѣсу количество Na₂CO₃, плавятъ на горѣлкѣ Бунзена въ теченіи 10 минутъ, охлаждаютъ и обрабатываютъ сплавленную массу водою до полного растворенія всей растворимой части. Нерастворимыя окиси и пр. отфильтровываютъ и промываютъ растворомъ 1/5E Na₂CO₃. Растворъ теперь содержитъ весь вольфрамъ въ видѣ растворимой натровой соли. Его разбавляютъ водою до 100 с.с., нейтрализуютъ крѣпкой 16E HNO₃, удаляютъ кипяченіемъ CO₂, приливаютъ 2 капли 16E HNO₃ избытка, смѣшиваютъ съ 50 с.с. 1/5E Hg₂(NO₃)₂, нейтрализуютъ свободную кислоту прибавленіемъ достаточнаго количества свѣжеосажденной окиси ртути и хорошо взбалтываютъ. Даютъ осѣсть и отфильтровываютъ вольфрамовую соль ртути съ небольшимъ избыткомъ окиси ртути, промываютъ горячей водою до удаленія солей натра, сушатъ на водяной банѣ, переводятъ въ платиновый тигель, фильтръ сжигаютъ отдѣльно и золу кладутъ въ тотъ же тигель. Тигель постепенно нагреваютъ подъ вытяжнымъ колпакомъ до свѣтлокраснаго жара, пока не прекратится выдѣленіе паровъ.

Ртуть при этомъ совершенно улетучивается и оставляетъ вольфрамъ въ видѣ окиси (WO_3), которую охлаждають и взвѣшиваютъ.

$$\frac{WO_3 \times 0,7931 \times 100}{5} = \text{процентное содержаніе вольфрама.}$$

Результатъ анализа по вышеизложеннымъ способамъ образца плохой бессемеровской стали.

Опредѣленіе соединеннаго углерода.

(методъ Енерца).

Взята навѣска въ 0,1 gr.

Весь объемъ раствора навѣски, когда цвѣтъ его былъ одинаковъ съ цвѣтомъ нормального раствора (половинной крѣпости) былъ 8,6 с.с. А такъ какъ каждый с.с. разжиженнаго нормального раствора содержитъ 0,00005 gr. углерода, то

$$\frac{8,6 \times 0,00005 \times 100}{0,1} = 0,43\% \text{ хим. соед. углерода.}$$

Опредѣленіе кремнія.

(способъ съ стѣрной кислотой).

Взято 10 gr. навѣски.

Фарфоровый тигель съ мѣткой (6)	7,5183 gr.
Тоже + SiO_2 + зола фильтра	7,5842 "
Тоже + SiO_2 + зола фильтра послѣ 2-го прокаливанія	7,5840 "
	<hr/>
	0,0657 gr.
Зола	0,0005
	<hr/>
SiO_2	0,0652 gr.
SiO_2 въ Si	0,4667
	<hr/>
	0,03042884 gr.

$$\frac{0,0304 \times 100}{10} = 0,304\% \text{ кремнія.}$$

Опредѣленіе сѣры

Взята навѣска въ 5 gr.

Фарфоровый тигель съ мѣткой (7)	7,3390 gr.
Тоже + BaSO ₄ + зола фильтра + + BaSO ₄ изъ реагентовъ.	7,3633 „
Тоже + BaSO ₄ + зола фильтра + + BaSO ₄ послѣ 2-го прокалив.	7,3631 „
<hr/>	
BaSO ₄ +зола+S-reag.	0,0241 gr.
Зола + S-reag	0,0019 „
<hr/>	
BaSO ₄	0,0222 gr.
BaSO ₄ въ S	0,1373
<hr/>	
	0,00304806 gr.

$$\frac{0,003048 \times 100}{5} = 0,061\% \text{ сѣры.}$$

Опредѣленіе фосфора.

Взято 2 гр. навѣски.

Фарфоровый тигель отмѣченный(×).	3,7960 gr.
Тоже + осадокъ высушенный при 100° С.	3,8242 „
Тоже+осадокъ послѣ 2-го высушив.	3,8242 „
<hr/>	
	0,0282 gr.
Осадокъ въ Ph	0,0163
<hr/>	
	0,00045966 gr.

$$\frac{0,0004596 \times 100}{2} = 0,023\% \text{ фосфора.}$$

Опредѣленіе марганца.

(способъ съ бромомъ).

Взята навѣска въ 1 гр.

Фарфоровый тигель съ мѣткой (Q)	7,3386 gr.
Тоже + Mn ₂ O ₄ + зола фильтра	7,3535 „
” ” послѣ 2-го прокалив.	7,3534 „
<hr/>	
Mn ₂ O ₄ + зола	0,0148 gr.
Зола	0,0017 „
<hr/>	
Mn ₂ O ₄	0,0131 gr.
Mn ₂ O ₄ въ Mn	0,7205
<hr/>	
	0,00943855 gr.

$$0,009438 \times 100 = 0,944\% \text{ марганца.}$$

Опредѣленіе мѣди.
(колориметрической способъ).

Взято 1 гр. навѣски.

Объемъ голубаго раствора въ то время, когда цвѣтъ его былъ одинаковъ съ нормальнымъ = 3,75 с.с.

1 с.с. нормальнаго раствора = 0,0002 гр. Си

Поэтому

$$3,75 \times 0,0002 \times 100 = 0,075\% \text{ мѣди.}$$

Анализъ различныхъ сортовъ желѣза и стали.

Анализъ образца метеорического желѣза изъ Виргиніи (Mallet).

Желѣза	88,706
Никкеля	10,163
Кобальта	0,396
Мѣди	0,003
Олова	0,002
Марганца	слѣды
Фосфора	0,341
Сѣры	0,019
Хлора	0,003
Углерода	0,172
Кремнезема	0,067
	99,872

Анализы чугуновъ.

	I	II	III	IV
Графита	1,150	3,050	2,650	3,200
Соединеннаго углерода	0,554	0,710	—	—
Кремнія	1,900	2,012	1,350	1,275
Сѣры	0,414	0,010	0,055	0,081
Фосфора	1,807	0,052	0,650	1,750
Марганца	0,395	0,040	0,415	2,215
Желѣза (по разности)	93,780	94,126	94,880	91,479
	100,000	100,000	100,000	100,000

I—Northampton, на горячемъ дутьѣ; II—гематитовый бессемеровскій чугунъ № 1; III—West Hallum № 3, литейный и IV—Kirkless Hall № 3.

Анализы различныхъ чугуновъ.

	<i>G u r l t.</i>			<i>V o d e m a n n.</i>		<i>A b e l.</i>	
	Сѣрый, на древесномъ углѣ.	Половинчатый, на горячемъ дутьѣ.	Бѣлый Gartsheirie.	Сѣрый, горячее дутье.	Половинчатый, холодное дутье.	Сѣрый, французск. кам. уголь.	Бѣлый, Силезскій.
Плотность . .	7,21	7,21	7,41	7,166	7,43	7,000	7,531
Соед. углерода	1,021	1,793	2,457	1,44	2,78	—	4,94
Графита	2,641	1,110	0,871	2,71	1,99	3,40	—
Кремнія	3,061	2,165	1,124	3,21	0,71	0,80	0,75
Сѣры	1,139	1,480	2,516	слѣды	слѣды	0,05	слѣды
Фосфора . . .	0,928	1,171	0,913	1,22	1,23	0,45	0,12
Желѣза	90,236	89,314	89,863	91,42	93,29	95,18	88,57
Марганца . . .	0,834	1,596	2,715	слѣды	слѣды	—	5,38
Мѣди	—	—	—	—	—	—	0,24
Итого	99,860	98,629	100,459	100,00	100,00	99,88	100,00

Анализъ образца рельса дурной бессемеровской стали, сломавшагося подѣ тяжестью локомотива.

Соединеннаго углерода	0,275
Кремнія	0,235
Сѣры	0,037
Фосфора	0,065
Марганца	0,750
Желѣза (по разности)	98,638
	100,000

Высокое содержаніе кремнія въ этомъ рельсѣ было, безъ сомнѣнія, причиною его излома.

Анализъ рельса бессемеровской стали, сломавшагося при переносѣ изъ штабеля въ вагонъ.

Химич. соединеннаго углерода	0,350
Кремнiя	слѣды
Сѣры	0,080
Фосфора	0,230
Марганца	0,150
Желѣза (по разности)	99,190
	100,000

Причиной излома было, безъ сомнѣнiя, высокое содержанiе фосфора, дѣлающаго сталь хладноломкой. Часто химическiй анализъ не даетъ указанiй, почему рельсъ ломается. Въ такомъ случаѣ причиной является или трещина, или же недостатокъ физической однородности, часто происходящей отъ небрежной фабрикаци.

Авторъ находитъ, что идеальная сталь для рельсъ и бандажей должна имѣть слѣдующiй составъ, при условii полной однородности металла.

	Рельсовая.	Бандажная.
Химич. соедин. углерода	0,350—0,400	0,400—0,500
Кремнiя	0,056—0,070	0,080—0,100
Сѣры	0,040—0,060	0,040—0,060
Фосфора	0,040—0,060	0,040—0,060
Марганца	0,750—1,000	0,400—0,600

Анализъ групповскаго бандажа, сослужившаго хорошую службу.

Химич. соед. углерода	0,500
Кремнiя	0,275
Сѣры	0,035
Фосфора	0,060
Марганца	0,475
Желѣза (по разности)	98,655
	100,000

Можно усмотрѣть, что этотъ бандажъ содержитъ много кремнiя, и хотя онъ работалъ хорошо, тѣмъ не менѣе было бы вообще небезопасно рекомендовать сталь такого состава для указанной цѣли, въ особенности, если она готовится бес-

семерованіємъ. При 0,5⁰/о содержанія углерода въ бандажѣ, кремнія не должно быть болѣе 0,1⁰/о.

Слѣдующіе результаты показываютъ, на сколько неравно-мѣрно распредѣлены элементы въ отливой болванкѣ (по изслѣдованіямъ Snelus'a).

	Верхняя часть болванки.	Нижняя часть болванки.
Химич. соедин. углерода. .	0,760	0,350
Кремнія	слѣды	слѣды
Сѣры	0,187	0,044
Фосфора	0,191	0,044
Марганца	0,558	0,514

Изъ верхней и нижней частей болванки было взято по 6 пробъ, какъ показано на схемѣ и результаты анализа были таковы:



Фиг. 5.

Изъ верхняго сѣченія.			Изъ нижняго сѣченія.				
	Углеродъ.	Сѣра.	Фосф.	Углеродъ.	Сѣра.	Фосф.	
1	0,44	0,032	0,044	1	0,44	0,048	0,060
2	0,54	0,048	0,066	2	0,42	0,056	0,062
3	0,57	0,080	0,086	3	0,41	0,048	0,054
4	0,61	0,096	0,097	4	0,40	0,048	0,054
5	0,68	0,120	0,111	5	0,38	0,048	0,058
6	0,77	0,187	0,142	6	0,37	0,044	0,052

Анализъ стали, употребляемой на матрицы въ Королевскомъ монетномъ дворѣ.

	1	2	3	4
Химич. соедин. углерода . .	0,82	1,07	0,79	1,19
Марганца	0,10	0,12	0,24	0,45
Кремнія	0,05	0,06	0,18	0,29
Сѣры	слѣды	слѣды	0,01	слѣды
Фосфора	"	"	0,01	"

Анализъ шведской ствольной стали.

Углерода	0,450
Кремня	0,450
Марганца	0,400
Сѣры	0,040
Фосфора	0,085
Желѣза (по разности) . . .	98,575
	<hr/>
	100,000

Анализъ двухъ образцовъ Круповской пушечной стали хорошаго качества.

Химич. соедин. углерода .	0,42	0,69
Графита	0,04	0,02
Кремня	0,11	0,06
Марганца	0,13	0,15
Фосфора	нѣтъ	слѣды
Сѣры	—	—
Мѣди	0,30	0,26

Спесификація на сталь для судостроенія, доставляемую на заводъ Коккерилль въ Серенъ.

Углерода	0,08	до 0,15
Кремня	слѣды	„ 0,02
Сѣры	0,03	„ 0,05
Фосфора	0,03	„ 0,05
Марганца	0,30	„ 0,60

Зеркальный чугуны и ферромарганецъ.

Определение марганца.— Два метода обыкновенно въ употребленіи: 1) прямого и 2) непрямого опредѣленія.

Прямое опредѣленіе.— Навѣску тонкоизмельченнаго порошка въ 0,5 г. кладутъ въ колбочку 50 с.с. вмѣстимости, приливаютъ туда смѣсь 10 с.с. 10E HCl и 5 с.с. 22E HNO₃ (дымящейся) и кипятятъ до прекращенія реакціи. Затѣмъ бросаютъ въ жидкость нѣсколько кристалловъ KClO₃, чтобъ обезпечить совершенное окисленіе органическихъ веществъ, снова кипятятъ до тѣхъ поръ, пока свободный хлоръ не будетъ удаленъ, а объемъ жидкости не уменьшится до 8 с.с.;

тогда ее переливаютъ въ 1¹/₂ литровую колбу, смывая со стѣнокъ первой водою, разбавляютъ водою же до 250 с.с. и постепенно приливаютъ раствора 5Е углекислаго аммонія до полученія легкаго постоянного осадка, не исчезающаго при сильномъ взбалтываніи. Этотъ осадокъ растворяютъ въ 2—3 капляхъ 10Е НСІ и прибавляютъ послѣдней 2 с.с. излишка. Затѣмъ приливаютъ 20 с.с. 5Е уксуснокислаго аммонія, доводятъ объемъ жидкости водою до 800 с.с., кипятятъ 10 минутъ; быстро отфильтровываютъ полученную при этомъ основную уксуснокислую соль желѣза и промываютъ три раза горячей дистиллированной водою. Осадокъ на фильтрѣ растворяютъ въ 5 с.с. 10Е НСІ, спуская растворъ въ 1¹/₂ литровую колбу, разбавляютъ водою до 250 с.с. и повторяютъ по вышеизложенному осажденіе и отцѣживаніе желѣза. Оба филтраты смѣшиваются въ большомъ стаканѣ, выпариваются до 1 литра, затѣмъ, по охлажденіи, смѣшиваются съ 3 с.с. брома, взбалтывая, пока послѣдній не растворится. Далѣе анализъ ведется, какъ указано въ опредѣленіи марганца въ желѣзѣ (стр. 42).

Способъ непрямаго опредѣленія.—Опредѣляютъ содержаніе желѣза объемнымъ способомъ, какъ описано на стр. 53, прибавляютъ къ нему 5⁰/₁₀₀ на углеродъ и примѣси и разность между полученнымъ числомъ и 100 принимаютъ за процентное содержаніе марганца. Непрямое опредѣленіе весьма употребительно при выплавкѣ зеркальнаго чугуна и т. п., когда ежедневно требуется большее число опредѣленій. Оно можетъ считаться достаточно вѣрнымъ для всѣхъ практическихъ цѣлей. Въ случаѣ же разногласія между продавцомъ и покупателемъ, слѣдуетъ употреблять методъ прямаго опредѣленія. Фрезениусъ приводитъ слѣдующій анализъ зеркальнаго чугуна, выплавленнаго изъ шпатоваго желѣзняка Stahberg.

Желѣза	82,860
Марганца	10,707
Никкеля	0,016
Кобальта	слѣды
Мѣди	0,066
Алюминія	0,077
Титана	0,006
Магнія	0,045
Кальція	0,091

Калія	0,063
Мышьяка	0,007
Сурьмы	0,004
Фосфора	0,059
Сѣры	0,014
Азота	0,014
Кремнія	0,997
Углерода	4,323
Шлака	0,665
	<hr/>
	100,014

Въ чугуи марганецъ можетъ замѣстить до 85% желѣза. Если чугуи заключаетъ въ себѣ 5%—20% марганца, то онъ называется *зеркальнымъ*, а выше этого — *ферромарганцемъ*. Марганецъ играетъ важную роль въ фабрикаціи стали. Благодаря своему, больше чѣмъ у желѣза, сродству къ кислороду, онъ возстановляетъ закись FeO, образующуюся во время металлургическихъ операций; получающаяся при этомъ MnO образуетъ жидкій шлакъ съ примѣсами желѣза, и легко отдѣляется отъ расплавленнаго металла. Такимъ же образомъ марганецъ въ сильной степени нейтрализуетъ вредное вліяніе сѣры.

Бронза, латунь и пр.

Опредѣленіе олова, свинца, мѣди, желѣза и цинка.—Слѣдующій процессъ примѣнимъ къ анализу металла Aich, колокольной бронзы, латуни (всѣхъ цвѣтовъ), бронзы для подшипниковъ, пушечной, монетной и пр. Хотя въ этихъ сплавахъ не всегда присутствуютъ всѣ вышеозначенные металлы, однако всегда полезно продѣлать нижеизложенный процессъ. Если же, судя по количеству осадка, предполагается, что нѣкоторый элементъ находится въ количествѣ недостаточно большомъ, чтобы вліять на свойства сплава, то его можно отфильтровать и оставить безъ вниманія, а приступить къ опредѣленію болѣе важныхъ металловъ.

Навѣску въ 1 г. кладутъ въ широкой стаканъ вмѣстимостью въ 80 с.с., прибавляютъ 15 с.с. 6E HNO₃ и нагреваютъ до растворенія навѣски. Если въ сплавѣ имѣется олово, то получится бѣлый осадокъ гидрата олова, метаоловянная

кислота. Растворъ выпариваютъ на водяной банѣ почти до суха, разводятъ дистиллированной водой до 100 с.с., кипятятъ, отфильтровываютъ осадокъ, промываютъ слабой $\frac{1}{10}$ Е HNO_3 до тѣхъ поръ, пока болѣе не получится реакціи на мѣдь съ K_4FeCy_6 , а затѣмъ водой до удаленія кислоты.

Фильтръ съ содержимымъ разстилаютъ на часовомъ стеклѣ и ставятъ на водяную баню для просушки; въ то же время взвѣшиваютъ небольшой фарфоровый тигель, куда и сыпаютъ сухой осадокъ. Фильтръ сжигается отдѣльно, а зола его присоединяется къ главной массѣ осадка, затѣмъ тигель прокаливается 10 минутъ на паяльной лампѣ и взвѣшивается. Въсь окиси олова $\text{SnO}_2 \times 0,7867 \times 100 =$ процентному содержанию олова въ пробѣ.

Фильтратъ, могущій содержать въ себѣ свинецъ, мѣдь, желѣзо и цинкъ въ видѣ азотнокислыхъ солей, выпаривается насколько возможно на водяной банѣ съ прибавленіемъ 2 с.с. 36Е H_2SO_4 и окончательно—на песчаной банѣ, почти до полного удаленія паровъ H_2SO_4 . Остатокъ обрабатывается 50 с.с. $\frac{1}{2}$ Е H_2SO_4 до растворенія всей растворимой его части, нерастворимый PbSO_4 отфильтровываютъ, промываютъ $\frac{1}{2}$ Е H_2SO_4 до удаленія слѣдовъ мѣди, а затѣмъ водой до удаленія кислоты и сушатъ на водяной банѣ. Затѣмъ осадокъ переводятъ въ тарированный фарфоровый тигель, фильтръ сжигаютъ отдѣльно, золу прибавляютъ къ главной части осадка и нагреваютъ до темнокраснаго каленія въ теченіи 10 минутъ. По охлажденіи взвѣшиваютъ. Въсь $\text{PbSO}_4 \times 0,6832 \times 100 =$ процентному содержанию свинца.

Фильтратъ отъ свинца смѣшивается съ 23 с.с. 10Е HCl и разбавляется водой до 350 с.с.; затѣмъ, нагревъ его до 70°C , насыщаютъ сѣроводородомъ, даютъ осѣсть сѣрнистой мѣди, отфильтровываютъ ее и быстро промываютъ H_2S -ой водой. Чтобы обезпечить полное отдѣленіе цинка, осадокъ высушивается, осторожно прокаливается въ фарфоровомъ капсулѣ, растворяется въ 10 с.с. царской водки (3 с.с. 16Е $\text{HNO}_3 + 7$ с.с. 10Е HCl), растворъ выпаривается досуха, сухой остатокъ снова растворяется въ 52 с.с. 5Е HCl и разбавляется водой до 350 с.с.; послѣ сего, по вышеописанному, мѣдь отдѣляется въ видѣ сѣрнистаго соединенія. Оба фильтрата смѣшиваютъ и сохраняютъ для опредѣленія цинка и желѣза.

CuS растворяется на фильтрѣ 10 с.с. 8E HNO₃, обрабатывая малыми количествами заразѣ, при чемъ растворъ собирается въ фарфоровую чашку вмѣстимостью 300 с.с.; фильтрѣ дочиста промывается отъ мѣди, фильтратъ доводится водой до объема 200 с.с. и нагрѣвается почти до кипѣнія; затѣмъ приливаютъ раствора 2E NaHO до тѣхъ поръ, пока не образуется болѣе осадка гидрата мѣди и жидкость покажетъ слабощелочную реакцію. Кипяченіе продолжаютъ послѣ чего осадку даютъ отстояться и свѣтлую жидкость сливаютъ, на сколько возможно, черезъ фильтрѣ, на осадокъ наливаютъ 150 с.с. горячей воды, снова кипятятъ, отфильтровываютъ и промываютъ осадокъ горячей водой, до удаленія слѣдовъ щелочи. Фильтрѣ съ содержимымъ сушатъ на водяной банѣ, CuO переводятъ съ фильтра въ тарированный тигель, фильтрѣ сжигаютъ отдѣльно, золу кладутъ въ тотъ же тигель, который нагрѣвается въ теченіи 10 минутъ при темно-красномъ каленіи на горѣлкѣ Бунзена. Вѣсъ CuO, полученный такимъ образомъ $\times 0,7985 \times 100 =$ процентному содержанию мѣди.

Фильтратъ, содержащій въ себѣ желѣзо и цинкъ, выпаривается до 200 с.с. съ прибавленіемъ нѣсколькихъ кристалловъ KClO₃ для окисленія, переливается въ фарфоровую чашку вмѣстимостью въ 300 с.с. и нагрѣвается почти до кипѣнія; послѣ этого къ нему приливаютъ небольшими порціями, постоянно помѣшивая, 2E Na₂CO₃ до тѣхъ поръ, пока весь цинкъ и желѣзо не осядутъ въ видѣ основныхъ углекислыхъ солей и растворъ не покажетъ явственно щелочной реакціи. Затѣмъ растворъ кипятятъ, даютъ осѣсть осадку, фильтруютъ свѣтлую жидкость; осадокъ три раза промываютъ горячей водой помощью декантаци, соединенной съ фильтрованіемъ, а подъ конецъ — на фильтрѣ до удаленія щелочи, сушатъ на водяной банѣ и переводятъ въ тарированный платиновый тигель; фильтрѣ сжигается и зола его присоединяется къ осадку, какъ обыкновенно. Тигель съ содержимымъ нагрѣвается до свѣтлокраснаго каленія 10 минутъ, охлаждается и взвѣшивается. При этомъ получаемъ вѣсъ суммы окисловъ ZnO + Fe₂O₃. Смѣсь окисловъ растворяютъ въ 5 с.с. 10E HCl, смываютъ въ колбу емкостью въ 250 с.с., возстановляютъ растворомъ 2E Na₂SO₃ и опредѣляютъ количество $\frac{1}{10}E$ K₂Cr₂O₇, употребленного возстанов-

леннымъ желѣзомъ, при титрованіи по способу, указанному на стр. 53. Число израсходованныхъ с.с. $\times 0,0056 \times 100 =$ процентному содержанию въ пробѣ желѣза.

$$\begin{aligned} \text{Пусть } \text{ZnO} + \text{Fe}_2\text{O}_3 &= X \\ \text{Fe}_2\text{O}_3 &= Y \\ \text{ZnO} &= Z \\ Y &= \text{с.с. } \frac{1}{10} E \text{ K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \times 0,008 \\ Z &= X - Y \end{aligned}$$

и $Z \times 0,8026 \times 100 =$ процентное содержание цинка.

Далѣ слѣдуетъ примѣръ анализа образца плохой латуни по вышеизложеннымъ способамъ.

Опредѣленіе свинца.

Взята навѣска въ 1 гр.

Фарфоровый тигель съ мѣткой (W)	7,7159	гр.
Тоже + PbSO ₄	7,7336	”
” ” послѣ 2-го прокалив.	7,7336	”

$$\text{PbSO}_4 0,0177 \text{ гр.}$$

$$0,0177 \times 0,6832 = 0,01209264$$

$$0,01209264 \times 100 = 1,21\% \text{ Pb.}$$

Опредѣленіе мѣди.

Фарфоровый тигель съ мѣткой (V)	8,2226	гр.
Тоже + CuO + зола фильтра	8,8626	”
” ” ” ” послѣ 2-го прок.	8,8623	”
” ” ” ” ” 3-го ”	8,8623	”

$$0,6397 \text{ гр.}$$

$$\text{Зола 0,0029 ”}$$

$$0,6368 \text{ гр.}$$

$$0,6368 \times 0,7985 \times 100 = 50,85\% \text{ Cu.}$$

Опредѣленіе цинка.

Небольшой платиновый тигель	13,8316	гр.
Тоже + ZnO + Fe ₂ O ₃ + зола фильтра	14,4401	”
” ” ” ” ” послѣ 2-го прок.	14,4385	”
” ” ” ” ” ” 3-го ”	14,4385	”

$$0,6069 \text{ гр.}$$

		0,6069 gr.
	Зола	0,0029 „
(X)	ZnO + Fe ₂ O ₃	0,6040 gr.
(Y)	Fe ₂ O ₃ (см. ниже)	0,0496 „
(Z)	ZnO	0,5544 gr.

$$0,5544 \times 0,8026 \times 100 = 44,49\% \text{ Zn.}$$

Опредѣленіе желѣза.

0,6042 gr. ZnO + Fe₂O₃ было растворено въ 10E HCl и желѣзо опредѣлено нормальнымъ растворомъ $\frac{1}{10}E$ K₂Cr₂O₇ по извѣстному способу, причемъ потребовалось для полнаго окисленія — 6,2 с.с.

$$1 \text{ с.с. } \frac{1}{10}E \text{ K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 = 0,0056 \text{ gr. Fe}$$

$$1 \text{ с.с. } \frac{1}{10}E \text{ K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 = 0,008 \text{ gr. Fe}_2\text{O}_3$$

$$6,2 \times 0,008 = 0,0496 \text{ gr. Fe}_2\text{O}_3$$

$$6,2 \times 0,0056 \times 100 = 3,47\% \text{ Fe.}$$

Итого.

Свинца	1,21 ⁰ / ₀
Желѣза	3,47 ⁰ / ₀
Мѣди	50,84 ⁰ / ₀
Цинка	44,49 ⁰ / ₀
Олова	слѣды

100,01

Въ случаѣ, когда приходится анализировать сплавъ неизвѣстнаго состава, то всего удобнѣе сдѣлать предварительно тщательный качественный анализъ, результатъ котораго въ нѣкоторыхъ случаяхъ измѣняетъ *modus operandi* количественнаго анализа.

Слѣдующая таблица даетъ анализы различныхъ сплавовъ, могущихъ быть опредѣляемыми согласно только что приведенныхъ методовъ.

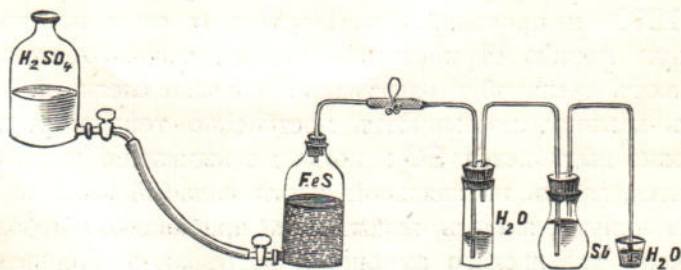
	Олово.	Мѣдь.	Же- лѣзо.	Цинкъ.
Бронза для штамповки	4	95	—	1
Краны и клапаны насосовъ	10	88	—	2
Томпакъ (dutch metal)	—	84,6	—	15,4
Бронза для подшипниковъ	16	82	—	2
Бронза для буксъ	18	80	—	2
Колокольный металлъ	22	78	—	—
Латунь лучшая	—	71,4	—	28,6
Латунь обыкновенная	—	66,6	—	33,4
Зеркальная бронза	33,4	66,6	—	—
Латунь для булавоочной проволоки	—	63	—	37
Латунь желтая	—	60	—	40
Металлъ Müntz	—	60	—	40
Металлъ Aich	—	60	1,8	38,2
Металлъ Sterro	1,5	58	3,0	37,5
Бронза для подшипниковъ	17	6	—	77

Бѣлые металлы.

Сплавы, содержащіе въ себѣ олово, сурьму, свинецъ, мѣдь, желѣзо или алюминій, какъ напримѣръ: британскій металлъ, баббитъ, припой, типографскій сплавъ и оловянные сплавы для посуды, могутъ быть анализируемы слѣдующимъ образомъ:

Берутъ навѣску въ 1 г. тонкихъ стружекъ въ низкій и широкій стаканъ емкостью въ 80 с.с., приливаютъ туда 14 с.с. 8E HNO₃, нагреваютъ почти до кипѣнія до тѣхъ поръ, пока все, что возможно не растворится; затѣмъ выпариваютъ на водяной банѣ досуха, къ остатку приливаютъ 50 с.с. дистиллированной воды, снова кипятятъ до растворенія всей рас-

творимой части остатка, осадку дают отстояться, прозрачную жидкость сливаютъ чрезъ фильтръ, къ осадку приливаютъ 20 с.с. горячей воды, кипятятъ и отфильтровываютъ, какъ сказано выше. Эту обработку повторяютъ три раза наконецъ отфильтровываютъ осадокъ, который можетъ содержать метаоловянную и сурьмяную кислоты, и промываютъ горячей водой, до тѣхъ поръ, пока капля стекающей промывной воды не перестанетъ замѣтно окрашивать лакмусовую бумажку. Фильтратъ (№ 1) сохраняютъ. Осадокъ сушатъ на водяной банѣ, ссыпаютъ въ серебрянный тигель емкостью въ 30 с.с.; фильтръ сжигаютъ отдѣльно и золу его прибавляютъ въ тотъ же тигель. Содержимое тигля смѣшивается съ 8 частями по объему чистаго ѣдкаго натра (замѣтить его количество по вѣсу) и плавится $\frac{1}{4}$ часа на горѣлкѣ Бунзена. Сплавленную массу обрабатываютъ водой, содержащей 33% по объему алкоголя, пока все, что можно, не растворится; переливаютъ въ стаканъ и разбавляютъ спиртовымъ растворомъ до получения крѣпости Е относительно взятаго NaHO . Затѣмъ оставляютъ стоять въ теченіи 12 часовъ при частомъ взбалтываніи, послѣ чего въ растворѣ будетъ оловяннокислый натръ и избытокъ ѣдкаго натра, а въ осадкѣ—сурьмянокислый натръ, который отфильтровываютъ и промываютъ сначала 30%-нымъ, а подъ конецъ крѣпкимъ, алкоголемъ. Фильтратъ (№ 2) сохраняютъ, а осадокъ растворяютъ на фильтрѣ 25 с.с. 2Н HCl , въ которой предварительно растворено 4 гр. винной кислоты и собираютъ растворъ сурьмы въ небольшую колбу. Здѣсь его разбавляютъ водой до 100 с.с., пригоняютъ къ колбочкѣ пробку съ двумя трубочками, изъ которыхъ одна согнута дважды подъ прямымъ угломъ и доходитъ до дна колбочки, а другая согнута также два раза



Фиг. 6.

и только что проходить сквозь пробку. Первую трубку соединяют съ водороднымъ аппаратомъ, а отводной конецъ другой погружаютъ въ маленький стаканчикъ съ дистиллированной водой. На фиг. 6 показанъ способъ соединенія аппаратовъ. Сѣроводородъ пропускаютъ въ колбу до насыщенія, причемъ въ началѣ нагреваютъ слегка, а подъ конецъ нагревъ доводятъ до кипѣнія. Когда можно быть увѣреннымъ въ полнотѣ осажденія, прекращаютъ притокъ сѣроводорода, оставляютъ колбочку на полчаса въ покоѣ, а затѣмъ пропускаютъ токъ CO_2 до удаленія запаха H_2S . Жидкость быстро фильтруютъ, осадокъ промываютъ сѣроводородной водой, сушатъ на водяной банѣ, переводятъ съ фильтра въ небольшой стаканъ, фильтръ сжигаютъ отдѣльно и золу его кладутъ туда же. Сѣрнистую сурьму смачиваютъ 16E HNO_3 постепенно прибавляютъ 5 с.с. 22E HNO_3 , нагреваютъ до полнаго окисленія, переливаютъ во взвѣшенный фарфоровый тигель, послѣднія капли споласкиваютъ туда дистиллированной водой, помощью промывалки, выпариваютъ досуха и постепенно нагреваютъ до ярко-краснаго каленія. Полученную Sb_2O_4 охлаждаютъ и взвѣшиваютъ; $\text{Sb}_2\text{O}_4 \times 0,7922 =$ процентному, содержанию Sb.

Фильтратъ (№ 2), содержащій олово, нагревается до удаленія алкоголя, нейтрализуется 10E HCl , послѣ чего прибавляютъ еще 5 с.с. 10E HCl ; водой доводятъ объемъ жидкости до 100 с.с., насыщаютъ H_2S , даютъ отстояться въ тепломъ мѣстѣ, пока почти весь H_2S не улетучится, фильтруютъ и осадокъ промываютъ водой, содержащей 5% 5E уксуснокислаго аммонія и 5% 5E уксусной кислоты до удаленія хлористыхъ солей. Фильтръ съ остаткомъ сушатъ на водяной банѣ, сухой осадокъ переводятъ на часовое стекло, фильтръ же сжигаютъ въ тарированномъ тиглѣ, золу окисляютъ каплей 22E HNO_3 и прокаливаютъ. Послѣ того сыпаютъ туда же главную порцію сѣрнистаго олова съ часоваго стекла, накрываютъ крышкой и нагреваютъ сначала слегка, а потомъ снявъ крышку, возвышаютъ постепенно температуру, пока свободно выдѣляется SO_2 ; когда же выдѣленіе паровъ прекратится, даютъ на паяльной лампѣ сильный жаръ въ теченіи 10 минутъ, затѣмъ охлаждаютъ, прибавляютъ небольшой кусочекъ углекислаго аммонія и нагреваютъ сперва на горѣлкѣ Бунзена, покрывъ тигель крышкой, до удаленія всего

Am_2CO_3 , и окончательно на паяльной лампѣ, какъ сказано выше. Операцию повторяютъ до тѣхъ поръ, пока не будетъ получаться одинъ и тотъ же вѣсъ осадка. Послѣ этого его охлаждаютъ и взвѣшиваютъ. $\text{SnO}_2 \times 0,7867 \times 100 =$ процентному содержанию олова въ пробѣ.

Къ фильтрату (№ 1), содержащему свинецъ, мѣдь и пр. приливаютъ 10 с.с. 10Е H_2SO_4 , выпариваютъ досуха, нагреваютъ на водяной банѣ до удаления всѣхъ паровъ H_2SO_4 , остатокъ обрабатываютъ 30 с.с. Е H_2SO_4 до растворения всей растворимой его части, отфильтровываютъ PbSO_4 , промываютъ его Е H_2SO_4 до удаления слѣдовъ мѣди, фильтратъ оставляютъ въ сторону, кислоту съ фильтра отмываютъ крѣпкимъ алкоголемъ, осадокъ высушиваютъ и поступаютъ съ нимъ далѣе, какъ указано въ опредѣленіи свинца въ бронзѣ, латуни (стр. 70). Фильтратъ выпариваютъ досуха, сухой остатокъ растворяютъ въ 50 с.с. Е HCl , насыщаютъ H_2S , даютъ отстояться, отфильтровываютъ CuS , быстро промываютъ ее сѣроводородной водой и поступаютъ далѣе, какъ указано на стр. 71. Растворъ, въ которомъ могутъ быть небольшія количества желѣза и алюминія, кипятятъ для удаления H_2S , выпариваютъ почти до 30 с.с. съ прибавленіемъ нѣсколькихъ кристалловъ KClO_3 для превращенія FeCl_2 въ Fe_2Cl_6 . Растворъ дѣлаютъ нѣсколько щелочнымъ прибавленіемъ 20Е AmHO , затѣмъ къ нему приливаютъ 5 с.с. 5Е AmCl и кипятятъ. Если при этомъ осядетъ замѣтное количество гидратовъ желѣза или алюминія, то ихъ слѣдуетъ отфильтровать и опредѣлить Fe и Al, какъ указано далѣе въ опредѣленіи глинозема, закиси марганца, извести и пр. въ желѣзныхъ рудахъ (стр. 90). Сѣроводородъ можно пропустить чрезъ амміакальный фильтратъ для осажденія Zn, Ni, Mn или Co, если таковыя имѣются и опредѣлить ихъ содержание по способамъ, изложеннымъ въ анализѣ мѣди.

Нижеслѣдующіе примѣры аналитическихъ данныхъ, полученныхъ по вышеуказаннымъ методамъ изъ образца металла Babbit.

Опредѣленіе олова.

Взята навѣска въ 1 гр.

Фарфоровый тигель съ мѣткой (Z)	7,1427 gr.
Тоже + SnO ₂ + зола фильтра	7,9275 "
" " " послѣ 2-го прокалив.	7,9274 "
	<hr/>
	0,7847 gr.
Зола	0,0029 "
	<hr/>
	0,7818 gr.

$$0,7818 \times 0,7867 \times 100 = 61,50\% \text{ олова.}$$

Опредѣленіе сурьмы.

Фарфоровый тигель съ мѣткой (C)	7,0916 gr.
Тоже + Sb ₂ O ₄ + зола фильтра	7,2267 "
" " " послѣ 2-го прокалив.	7,2264 "
	<hr/>
	0,1348 gr.
Зола	0,0017 "
	<hr/>
	0,1331 gr.

$$0,1331 \times 0,7922 \times 100 = 10,54\% \text{ сурьмы.}$$

Опредѣленіе свинца.

Фарфоровый тигель съ мѣткой (Y)	7,8115 gr.
Тоже PbSO ₄ + зола фильтра	8,2005 "
" " " послѣ 2-го прокалив.	8,2003 "
	<hr/>
PbSO ₄ + зола	0,3888 gr.
Зола	0,0010 "
	<hr/>
	0,3878 gr.

$$0,3878 \times 0,6832 \times 100 = 26,49\% \text{ свинца.}$$

Опредѣленіе мѣди.

Фарфоровый тигель съ мѣткой (F)	6,7891 gr.
Тоже + CuO + зола фильтра	6,8082 "
" " " " послѣ 2-го прокал.	6,8082 "
	<hr/>
CuO + зола	0,0191 gr.
Зола	0,0010 "
	<hr/>
CuO	0,0181 gr.

$$0,0181 \times 0,7985 \times 100 = 1,45\% \text{ мѣди.}$$

Итогъ.

Олова	61,50%
Свинца.	26,49
Сурьмы	10,54
Мѣди	1,45
Желѣза, цинка, алюминія и проч.	слѣды

99,98

Анализы нѣкоторыхъ бѣлыхъ сплавовъ.

	Сурь- ма.	Мѣдъ.	Олово.	Сви- нецъ.	Цинкъ.
Британскій металлъ	6,2	1,8	92	—	—
Сплавъ для полуды	15,0	—	79	6	—
Тоже	—	—	80	20	—
Припой оловянный	—	—	66,6	33,4	—
„ обыкновенный	—	—	50	50	—
„ грубый	—	—	33,4	66,6	—
„ мѣдный	—	50	—	—	50
Типограф. металлъ	25	—	—	75	—
„ „	25	—	25	50	—

Ж е с т ь .

Иногда случается надобность въ опредѣленіи толщины слоя олова на листѣ жести. Слѣдующій способъ даетъ хорошіе результаты: Навѣску въ 5 гр. мелкихъ обрѣзковъ кладутъ въ колбу емкостью въ 80 с.с., снабженную пробкой, сквозь которую проходитъ трубка съ краномъ Бунзена, приливаютъ 53 с.с. 5E HCl и растворяетъ навѣску безъ доступа воздуха, для того чтобы избѣжать полученія большого осадка сѣры при послѣдующей обработкѣ H₂S, въ случаѣ присутствія въ растворѣ хлорнаго желѣза. Растворъ переливаютъ въ стаканъ емкостью въ 300 с.с., разбавляютъ водой до 250 с.с., подкисляютъ 13 с.с. 10E HCl насыщаютъ H₂S, даютъ

отстояться полчаса въ тепломъ мѣстѣ, отфильтровываютъ SnS и промываютъ его сѣроводородной водой. SnS растворяютъ на фильтрѣ 12 с.с. горячаго раствора 2E Na₂S (въ которыхъ предварительно растворено 0,1 gr. сѣры), пропуская его нѣсколько разъ сквозь фильтръ и повторяютъ эту операцію съ прибавкой еще 12 с.с. Растворы затѣмъ перемѣшиваются, разбавляются водой до 100 с.с., нейтрализуются 10E HCl и обрабатываются 5 с.с. послѣдней въ избыткѣ. Давъ отстояться въ теченіи часа въ тепломъ мѣстѣ, сѣрнистое олово отфильтровываютъ и поступаютъ далѣе, какъ указано (стр. 30) въ опредѣленіи олова при полномъ анализѣ мѣди, съ цѣлью отдѣлить сѣрнистый мышьякъ, могущій при этомъ оказаться, въ то время какъ олово можетъ быть опредѣлено въ видѣ окиси. Образецъ жести, по разложеніи указаннымъ способомъ, далъ 2,5% содержанія олова.

Анализъ свинцовыхъ бѣлилъ.

Чистыя свинцовыя бѣлила, предполагается, представляютъ собою смѣсь углекислаго и гидрата свинца, но онѣ часто подмѣшиваются и даже цѣликомъ подмѣниваются такими веществами, какъ: мѣль, тяжелый шпатель, гипсъ, витеритъ (углекислый баріи) окись цинка, каолинъ и пр. Для масляной краски бѣлила предварительно смѣшиваются съ олифой и „сушкой“, веществами могущими содержать въ себѣ примѣси сомнительныхъ качествъ. Прежде, чѣмъ дѣлать количественный анализъ образца, слѣдуетъ произвести тщательный качественный и опредѣлить, имѣются ли и какого рода примѣси.

Качественный анализъ. — Отвѣшиваютъ приблизительно 1 gr. образца, приливаютъ 20 с.с. 8E HNO₃, нагреваютъ на песчаной банѣ до растворенія всего растворимаго, снимаютъ масло, плавающее на поверхности жидкости, помощью куска фильтровальной бумаги, разбавляютъ водой до 40 с.с., фильтруютъ и осадокъ промываютъ $\frac{1}{10}$ E HNO₃. Осадокъ можетъ содержать въ себѣ BaSO₄, PbSO₄, SiO₂ и пр.; его обрабатываютъ около 10 с.с. горячаго раствора 5E уксуснокислаго аммонія, перепуская послѣдній нѣсколько разъ. При этомъ PbSO₄ переходитъ въ растворъ, въ чемъ можно убѣдиться, приливъ раствора E K₂CrO₄, полученіемъ желтаго осадка

$PbCrO_4$. Нерастворенный остатокъ сплавляютъ съ 4 частями по вѣсу углекислаго кали и испытываютъ обычнымъ способомъ на кислоты и основанія. Первоначальный азотнокислый растворъ разбавляютъ водой до 150 с.с. и также испытываютъ, проводя чрезъ извѣстныя группы реагентовъ. Если при обработкѣ $8E HNO_3$, не получится нерастворимаго осадка, и если по выдѣленіи свинца сѣрвопроводомъ, часть филтратъ, выпаренная на платиновой пластинкѣ, не оставитъ остатка, то можно считать доказаннымъ отсутствіе обыкновенныхъ примѣсей.

Способъ количественнаго анализа. — Положимъ, что качественный анализъ указалъ на присутствіе: олифы, $BaSO_4$, $BaCO_3$, $CaCO_3$, $CaSO_4$, $PbCO_3$ и $Pb(OH)_2$. Навѣску въ 2 г. кладутъ въ двухъ унцевую колбу съ пробкой, наливаютъ 20 с.с. метилового эфира, привязываютъ пробку къ колбѣ, нагреваютъ послѣднюю до $40^\circ C$, хорошенько взбалтываютъ и даютъ отстояться осадку. По охлажденіи вынимаютъ пробку и сливаютъ прозрачный эфирный растворъ масла сквозь двойной фильтръ во взвѣшенную колбу. Обработку эфиромъ повторяютъ три раза, окончателно отфильтровываютъ осадокъ и промываютъ его эфиромъ для удаленія слѣдовъ масла.

Колбу соединяютъ съ конденсаторомъ Либиха и погружаютъ въ сосудъ съ горячей водой; эфиръ испаряется, а остающееся масло взвѣшивается. Остатокъ на фильтрѣ высушиваютъ, сметають кисточкой въ колбу и содержаніе въ немъ углекислоты опредѣляютъ по способу, указанному на стр. 88, употребляя только для разложенія вмѣсто HCl — $8E HNO_3$. Растворъ, полученный при этомъ, фильтруется и осадокъ, содержащій $BaSO_4$ и $CaSO_4$, промывается $1/10E HNO_3$. Филтратъ сохраняютъ. Остатокъ высушиваютъ, ссыпаютъ въ фарфоровую чашку емкостью въ 80 с.с., куда наливаютъ 20 с.с. $2E Na_2CO_3$ и кипятятъ около часа, поддерживая постоянный объемъ жидкости добавленіемъ горячей воды. При этомъ $CaSO_4$ совершенно разлагается, образуя нерастворимый углекислый кальцій и растворимую сѣрнокислую соль натра. Растворъ разбавляютъ водой до 50 с.с. и отфильтровываютъ $CaSO_4$ и $BaSO_4$. Такъ какъ $CaCO_3$ на фильтрѣ эквивалентенъ первоначальному количеству $CaSO_4$, то растворъ можетъ быть отброшенъ, а количество $CaSO_4$ опредѣлится изъ вѣса CaO ,

опредѣленнаго въ послѣдствіи. Черезъ осадокъ пропускаютъ нѣсколько разъ 20 с.с. горячей HCl , промываютъ остающійся на фильтрѣ BaSO_4 , высушиваютъ и опредѣляютъ, какъ обыкновенно. Остатокъ слѣдуетъ испытать на PbSO_4 . Растворъ разбавляютъ водой до 30 с.с., прибавляютъ 5 с.с. 5E AmCl , 5 с.с. 20E AmHO и 10 с.с. E щавелевокислаго аммонія, хорошо взбалтываютъ и даютъ щавелевокислomu кальцію осѣсть въ теченіи нѣсколькихъ часовъ въ тепломъ мѣстѣ, послѣ чего его отфильтровываютъ, промываютъ, сушатъ, постепенно нагреваютъ до свѣтлокраснаго каленія, охлаждаютъ и взвѣшиваютъ полученную CaO . Каждая 7 частей CaO эквивалентны 17 частямъ CaSO_4 .

Оставленный азотнокислый фильтратъ, содержащій свинецъ и пр. выпариваютъ почти до суха, затѣмъ къ нему прибавляютъ 2 с.с. 10E HCl и жидкость разбавляютъ до 150 с.с. горячей водой, насыщаютъ сѣроводородомъ, даютъ осѣсть PbS , отфильтровываютъ, осадокъ промываютъ сѣроводородной водой, растворяютъ на фильтрѣ въ 8E HNO_3 , осаждаютъ и опредѣляютъ въ видѣ сѣрнокислой соли, какъ указано на стран. 70. Фильтратъ дѣлаютъ щелочнымъ, приливъ 10 с.с. 20E AmHO , смѣшиваютъ съ 5 с.с. $5\text{E Am}_2\text{S}$ и на короткое время оставляютъ стоять въ тепломъ мѣстѣ. Въ случаѣ полученія осадка, онъ отфильтровывается и испытывается на цинкъ, желѣзо и пр. Фильтратъ содержитъ въ себѣ барій и кальцій, бывшіе ранѣе въ видѣ углекислыхъ солей. Къ нему приливаютъ 10 с.с. $5\text{E Am}_2\text{CO}_3$, оставляютъ стоять нѣкоторое время и отфильтровываютъ сквозь взвѣшенный фильтръ BaCO_3 и CaCO_3 . Фильтратъ можно попробовать на магnezію, прибавивъ къ нему раствора фосфорнонатровой соли и оставивъ въ покоѣ на 12 часовъ. Опредѣлить количества CaCO_3 и BaCO_3 въ осадкѣ можно не прямымъ путемъ, пользуясь большею разностью атомныхъ вѣсовъ Ba и Ca . Осадокъ высушиваютъ и взвѣшиваютъ, опредѣляютъ количество CO_2 способомъ, указаннымъ для опредѣленія всей CO_2 , а разность двухъ опредѣленій даетъ количество CO_2 , соединенной со свинцомъ.

Для опредѣленія же количествъ BaCO_3 и CaCO_3 изъ полученныхъ данныхъ предположимъ, что

$$\begin{aligned} \text{вѣсъ } \text{BaCO}_3 + \text{CaCO}_3 &= X, \\ \text{найденное количество } \text{CO}_2 &= Y, \\ \text{и } \text{CaCO}_3 \text{ въ смѣси} &= Z, \end{aligned}$$

Тогда:

$$\underbrace{\text{CO}_2}_{44} \quad \underbrace{\text{экв. BaCO}_3}_{197,2}$$

44 : 197,2 = Y : C (BaCO₃, если все въ этомъ видѣ).

C - X = D, которое пропорціоально количеству CaCO₃.

$$\underbrace{\text{BaCO}_3 - \text{CaCO}_3}_{97,2} \quad \underbrace{\text{CaCO}_3}_{100}$$

$$97,2 : 100 = D : Z \text{ (CaCO}_3\text{)}$$

$$\text{и } X - Z = \text{BaCO}_3.$$

ЧАСТЬ II.

РУДЫ, ИЗВЕСТНЯКИ и пр.

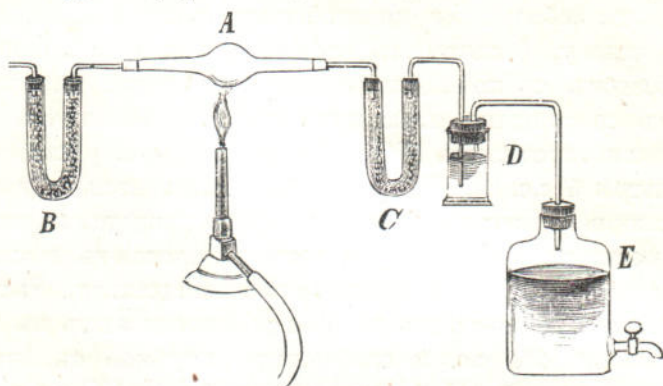
ЖЕЛѢЗНЫЯ РУДЫ.

Способъ полного анализа. — Проба руды, тщательно взятая для анализа, дробится и измельчается достаточно тонко, причемъ обращается вниманіе на то, чтобы послѣдняя порція цѣликомъ проходила сквозь самое частое сито. Проба хорошенько перемѣшивается и хранится въ банкѣ съ пробкою.

Опредѣленіе влажности въ рудахъ, не содержащихъ CO_2 или органическихъ веществъ. — Навѣску въ 2 г. кладутъ въ небольшую плоскую чашечку, которую ставятъ на водяную баню и нагрѣваютъ при $100^{\circ}C$ въ теченіи 2-хъ часовъ. Затѣмъ пробу помѣщаютъ подъ эксикаторъ, гдѣ она охлаждается, взвѣшиваютъ и замѣчаютъ потерю въ вѣсѣ. Снова помѣщаютъ на $\frac{1}{2}$ часа на водяную баню и взвѣшиваютъ. Если нѣтъ разницы съ предыдущимъ вѣсомъ, то значитъ, вся влажность удалена. Потеря $\times 50 = \%$ -му содержанію гигроскопической влажности.

Опредѣленіе воды (соединенной и свободной) въ рудахъ, содержащихъ CO_2 и органическія вещества. — Навѣску въ 3 г. кладутъ въ шариковую трубку (А) (фиг. 7), которую соединяютъ съ трубкой (С), содержащей въ себѣ $CaCl_2$; эта послѣдняя сообщается съ цилиндромъ (D), вмѣщающимъ 36E H_2SO_4 и служащимъ для опредѣленія скорости движенія воздуха черезъ приборъ, а также и для поглощенія влажности выдѣляющейся изъ аспиратора (E). (B) — есть трубка съ $CaCl_2$, высушивающимъ воздухъ предъ вступленіемъ его въ (A). Вначалѣ (A) слегка нагрѣваютъ и даютъ медленный токъ воздуха въ

аспираторъ, затѣмъ нагрѣвъ усиливаютъ до краснаго каленія. Послѣ того какъ вся влажность поглощена хлористымъ кальціемъ въ трубкѣ (С), послѣднюю отдѣляютъ и взвѣшиваютъ;



Фиг. 7.

прибыль въ вѣсѣ трубки даетъ содержаніе свободной и соединенной влажности въ 3 гр. пробы. Вычитая отсюда количество свободной влажности, полученное предъидущимъ способомъ, мы будемъ имѣть количество соединенной воды.

Опредѣленіе всего желѣза. — Навѣску въ 1 гр. кладутъ въ стаканъ, емкостью въ 80 с.с., приливаютъ туда 20 с.с. 10Н НСІ и слегка нагрѣваютъ въ теченіи 20 минутъ, или до тѣхъ поръ, пока реакція не прекратится; нѣкоторыя руды совершенно разлагаются 10Н НСІ, оставляя бѣлый нерастворимый остатокъ, тогда какъ другія очень трудно поддаются дѣйствию этой кислоты. Во всякомъ случаѣ, растворъ выпариваютъ до суха и нагрѣваютъ полчаса на водяной банѣ при температурѣ въ 130° С, чтобы перевести кремнеземъ въ нерастворимое состояніе, охлаждаютъ, кипятятъ съ 10 с.с. 10Н НСІ до растворенія всего растворимаго, разбавляютъ водой до 50 с.с., фильтруютъ и промываютъ нерастворимый остатокъ горячей 10Н НСІ до удаленія всего Fe₂Cl₆ (испытывать промывныя воды растворомъ КСус); фильтратъ сохраняютъ; осадокъ высушиваютъ на водяной банѣ, прокаливаютъ при ярко красномъ каленіи во взвѣшенномъ платиновомъ тиглѣ, даютъ охладиться и взвѣшиваютъ. Прибыль въ вѣсѣ $\times 100 =$ процентному содержанію *нерастворимаго остатка*. Этотъ послѣдній всегда содержитъ большее или меньшее количество желѣза, алюминія и пр.; для того, чтобы опредѣлить ихъ,

прибавляютъ къ остатку четверное по вѣсу количество флюса Фрезеніуса ($\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{K}_2\text{CO}_3$), плавятъ двадцать минутъ на паяльной лампѣ, сплавъ охлаждають, нѣсколько разъ обрабатываютъ небольшими количествами кипящей воды, даютъ осѣсть осадку, фильтруютъ прозрачную жидкость и переводятъ осадокъ съ помощью пера и промывалки на фильтръ, причемъ совершенно отмываютъ щелочи. Фильтратъ оставляется для опредѣленія SiO_2 . Основанія вновь растворяются на фильтрѣ 5 с.с. 8Е HCl , фильтръ промывается до удаленія всего хлорнаго желѣза и растворъ присоединяется къ главной части раствора желѣза, куда затѣмъ бросаютъ нѣсколько кристалловъ KClO_3 (для полного окисленія желѣза). Растворъ выпариваютъ кипяченіемъ до 50 с.с., переливаютъ въ колбу емкостью въ 250 с.с. и снабженную трубкой съ краномъ Бунзена, возстановляютъ растворомъ 2Е Na_2SO_3 и опредѣляютъ желѣзо объемнымъ путемъ, какъ указано въ опредѣленіи желѣза въ желѣзѣ и стали (стр. 54). Такимъ образомъ все желѣзо, находящееся въ пробѣ въ видѣ закиси и окиси, будетъ извѣстно.

Опредѣленіе кремнезема.— Растворъ, оставленный для опредѣленія кремнезема, нейтрализуется 10Е HCl , которой приливаютъ затѣмъ 10 с.с. излишка, выпариваютъ до суха на водяной банѣ и нагрѣваютъ на песчаной при 130°C , чтобы сдѣлать кремнеземъ нерастворимымъ; прибавляютъ 10 с.с. 5Е HCl , кипятятъ около 10 минутъ, разбавляютъ водой до 50 с.с., даютъ отстояться въ тепломъ мѣстѣ, прозрачную жидкость сливаютъ на фильтръ, осадокъ кипятятъ съ 50 с.с. воды и все фильтруютъ. Кремнеземъ, который долженъ быть вполне безцвѣтенъ, промывается для удаленія хлористыхъ солей кипящей водой (промывныя воды испытывать AgNO_3), сушится на водяной банѣ, сыпается въ тарированный тигель, прокаливается при свѣтлокрасномъ каленіи, охлаждается и взвѣшивается. Прибыль въ вѣсѣ $\times 100 =$ процентному содержанію кремнезема.

Чистота кремнезема можетъ быть испытана выпариваніемъ съ H_2SO_4 и HF и послѣдующимъ прокаливаніемъ; чистый кремнеземъ при этомъ не оставитъ остатка; если же послѣдній окажется, то его необходимо вычестъ изъ вышепо-

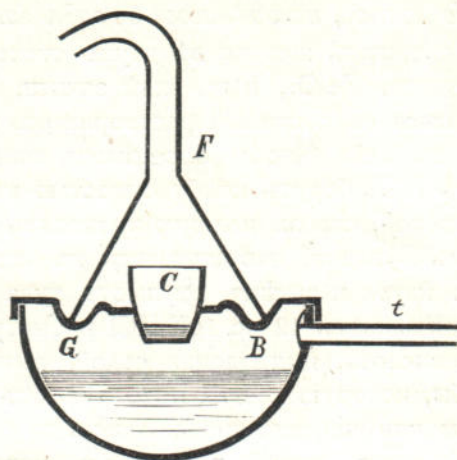
лученнаго вѣса. Этотъ остатокъ будетъ изслѣдованъ въ другой части анализа.

Определеіе желѣза, находящагося въ видѣ закиси (FeO). —

Многія руды содержатъ желѣзо въ двухъ степеняхъ окисленія: въ видѣ окиси, Fe_2O_3 , и въ видѣ закиси, FeO ; закись можетъ находиться въ состояніи растворимомъ въ HCl и нерастворимомъ въ ней. Чтобы опредѣлить количество FeO , растворимой въ HCl , берутъ колбу емкостью въ 100 с.с. съ каучуковой пробкой, сквозь которую проходитъ трубка, снабженная краномъ Бунзена, навѣшивають въ нее около 1 гр. двууглекислаго натра и затѣмъ сыпають туда же 1 гр. навѣски руды; приливають 12 с.с. 10Е HCl и быстро запирають пробкой. Углекислота, выдѣляемая содой, вытѣсняетъ воздухъ изъ колбы, которую слегка подогревають, доводя жидкость до начала кипѣнія, что продолжаютъ до конца реакціи. Растворъ разбавляютъ водой до 200 с.с., переливають въ стаканъ емкостью въ 250 с.с., прибавляютъ 10 с.с. 10Е HCl и титруютъ *нормальнымъ* растворомъ $\frac{1}{10}E$ $K_2Cr_2O_7$, какъ было указано ранѣе. Число с.с.-овъ израсходованныхъ при этомъ $\times 0,0056 \times 100 =$ процентному содержанію Fe въ видѣ закиси, растворимой въ HCl , а то же число с.с. $\times 0,0072 \times 100 =$ процентному содержанію растворимой закиси FeO . Количество остальной, нерастворимой, закиси желѣза опредѣляется такимъ образомъ: Нерастворимый остатокъ, полученный въ предъидущемъ случаѣ, отфильтровываютъ на асбестовомъ фильтрѣ, свободномъ отъ примѣси желѣза, и промывается горячей водой, затѣмъ высушивается и переносится вмѣстѣ съ асбестомъ въ платиновый тигель емкостью около 25 с.с. Теперь необходимо обработать остатокъ такимъ образомъ, чтобы перевести FeO въ состояніе растворимое въ HCl , но не допуская при этомъ ея окисленія. Здѣсь удобенъ способъ, предложенный Avery¹⁾. Тигель съ содержимымъ ставится на платиновый треугольникъ, укрѣпленный надъ отверстіемъ особенной бани (фиг. 8) и въ него наливають 10 с.с. 10Е HCl и 5 с.с. HFe . Необходимо замѣтить, что на крышкѣ бани есть кольцевое углубленіе (G), которое частью наполняется водой; въ это углубленіе ставятъ отводную трубку съ расширеніемъ внизу (F), отчего соединеніе получается герметичнымъ. Баня,

1) Chemical News XIX, 290.

на половину наполненная водой, нагревается горлком Бунзена, а сквозь трубку (t) приводится ток свѣтильнаго газа.



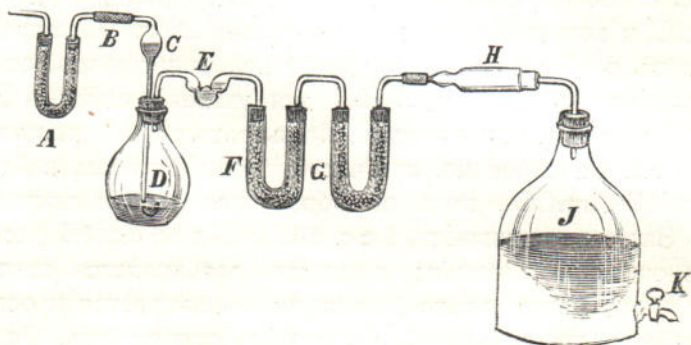
Фиг. 8.

Нагрѣваніе продолжается до тѣхъ поръ, пока содержимое тигля совершенно не растворится, послѣ чего его быстро переводятъ въ стаканъ, разбавляютъ водой до 200 с.с., приливаютъ 10 с.с. 10Н НСІ и титруютъ желѣзо въ видѣ закиси нормальнымъ растворомъ $K_2Cr_2O_7$, какъ сказано ранѣе.

Чтобъ получить количество окиси Fe_2O_3 , находящейся въ пробѣ, вычитаютъ изъ числа с.с. нормальнаго раствора $K_2Cr_2O_7$, употребленныхъ на опредѣленіе всего желѣза, то число ихъ, которое израсходовано на окисленіе закиснаго желѣза въ видахъ растворимомъ и нерастворимомъ; тогда разность $\times 0,008 \times 100 =$ процентному содержанию Fe_2O_3 въ пробѣ.

Опредѣленіе углекислоты. — Нѣкоторыя желѣзныя руды содержатъ довольно значительной процентъ соединенной CO_2 , какъ напр. шатоватый желѣзнякъ, blackband и др. Если предварительное испытаніе на CO_2 (нагрѣвая небольшое количество руды съ 8Н НСІ въ пробирномъ цилиндрѣ и замѣчая, появляется ли при этомъ вскипаніе) даетъ отрицательный результатъ, то, понятно, количественное опредѣленіе ея производить нѣтъ надобности. Въ случаѣ же ея присутствія рекомендуется слѣдующій способъ. Фигура 9 изображаетъ приборъ, употребляемый для этой цѣли. Въ колбу (D) помещаютъ навѣску руды въ 3 gr.; (A) есть трубка U-образной

формы, наполненная кусочками ждкого натра, служащего для поглощения CO_2 воздуха, который пропускается чрез приборъ помощью аспиратора (J); (C) — шариковая трубка, содержащая 30 с.с. 8Е HCl , не вытекающей изъ нея до тѣхъ поръ, пока запертъ зажимъ при (B); (E) — аппаратъ съ небольшимъ количествомъ 36Е H_2SO_4 для поглощения большей части влажности, выдѣляющейся изъ (D), (F) — U-образная трубка, содержащая въ первой своей половинѣ кусочки пемзы,



Фиг. 9.

насыщенные концентрированнымъ растворомъ ждкого купороса, высушенные и прокаленные; они служатъ для поглощения HCl , проходящей по трубкѣ; во второй же ея половинѣ находятся кусочки хлористаго кальція; (G) — тарированная U-образная трубка, наполненная въ первыхъ трехъ своихъ четвертяхъ небольшими кусочками ждкого кали, а въ остальной четверти CaCl_2 ; эта трубка поглощаетъ выдѣлившуюся CO_2 и должна быть взвѣшена до и послѣ опыта. (H) — трубка съ кусочками CaCl_2 для поглощения влажности воздуха, могущей попасть въ (G) изъ аспиратора (J). Когда все установлено, какъ слѣдуетъ, и (G) взвѣшена, открываютъ зажимъ (B) и кислота выливается на руду въ колбѣ (D); затѣмъ открываютъ кранъ (K), и даютъ водѣ постепенно вытекать изъ аспиратора; при этомъ токъ воздуха проходитъ сквозь аппаратъ и увлекаетъ изъ (D) CO_2 , которая поглощается въ трубкѣ (G). Воздухъ пропускаютъ на холоду до тѣхъ поръ, пока продолжается вскипаніе руды; затѣмъ колбу (D) понемногу подогреваютъ; нагрѣвъ доводятъ до начала кипѣнія жидкости. Когда вся CO_2 поглощена въ трубкѣ (G), послѣднюю

отдѣляютъ и взвѣшиваютъ. Прибыль въ ея вѣсѣ $\times 100 : 3 =$ процентному содержанию соединенной CO_2 въ рудѣ.

Определение глинозема, закиси марганца, извести, магнезій, кали и натра. — Берутъ навѣску руды въ 2 gr. и нагрѣваютъ со смѣсью 20 с.с. 10Е HCl и 6 с.с. 16Е HNO_3 до прекращенія реакціи, т. е. въ теченіи около $\frac{1}{2}$ часа. Растворъ выпариваютъ до суха и нагрѣваютъ на песчаной банѣ при 130°C около $\frac{1}{2}$ часа, даютъ охладиться, приливаютъ 10 с.с. 10Е HCl и подогрѣваютъ до растворенія всего растворимаго. Растворъ разбавляютъ водой до 50 с.с., фильтруютъ, осадокъ промываютъ горячей $\frac{1}{10}$ Е HCl для удаленія слѣдовъ Fe_2Cl_6 и пр. Осадокъ (1) сохраняютъ. Фильтратъ разбавляютъ водой до 200 с.с. и постепенно, при частомъ помѣшиваніи, нейтрализуютъ 5Е Am_2CO_3 , пока не образуется легкая постоянная муть. Затѣмъ приливаютъ 2 с.с. 10Е HCl и 25 с.с. 5Е раствора уксуснокислаго аммонія; жидкость разбавляется водой до 800 с.с., кипятится около 10 минутъ, фильтруется и осадокъ промывается горячей водой. Фильтратъ сохраняютъ. Осадокъ высушиваютъ на водяной банѣ, переводятъ въ тарированный платиновый тигель, прокалываютъ, даютъ охладиться и взвѣшиваютъ. Остатокъ можетъ содержать въ себѣ $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{P}_2\text{O}_5 + (\text{TiO}_2)$. Вычтя вѣсѣ Fe_2O_3 и P_2O_5 , заключающихся въ 2 gr. пробы и опредѣленныхъ по описаннымъ здѣсь способамъ, и умноживъ полученную разность на 50, будемъ имѣть процентное содержаніе глинозема въ растворимой части руды. Въ осадкѣ можетъ быть и TiO_2 ; на присутствіе ея должно быть сдѣлано особое испытаніе, и количество ея, найденное по способу, указанному въ опредѣленіи титана въ желѣзѣ и стали (стр. 59), вычестъ вмѣстѣ съ $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{P}_2\text{O}_5$ изъ ранѣе полученнаго вѣса осадка для опредѣленія количества Al_2O_3 въ растворимой части.

Фильтратъ теперь переливаютъ въ колбу емкостью $1\frac{1}{2}$ литра, разбавляютъ водой до 1000 с.с., приливаютъ 3 с.с. брома, взбалтываютъ до растворенія, смѣшиваютъ съ 20 с.с. 20Е AmHO , нагрѣваютъ до кипѣнія, отфильтровываютъ гидратъ марганца, промываютъ и опредѣляютъ, какъ указано на стр. 42. Растворъ выпариваютъ почти до 100 с.с. приливаютъ 5 с.с. 5Е AmCl , 5 с.с. 20Е AmHO и 10 с.с. Е

щавелевокислаго аммонія, хорошенько взбалтываютъ и даютъ стоять около 10 часовъ. Щавелевокислую известь отфильтровываютъ, промываютъ водой до удаленія слѣдовъ аммонія, высушиваютъ и постепенно накаливаютъ въ тарированномъ тиглѣ до самой высокой степени жара паяльной лампы, даютъ охладиться и взвѣшиваютъ остатокъ, представляющій собою известь: $\text{CaO} \times 50 =$ процентному содержанию извести въ пробѣ.

Растворъ, заключающій въ себѣ магnezію и щелочи, выпаривается въ платиновой чашкѣ до суха и остатокъ осторожно прокаливается, пока не прекратится выдѣленіе паровъ амміачныхъ солей. Остатокъ охлаждають, прибавляютъ 5 с.с. воды и около 1 гр. кристаллической щавелевой кислоты, выпариваютъ досуха, какъ ранѣе, и прокаливаетъ. Щелочи теперь остаются въ видѣ углесолей, а хлористый магній превращенъ въ магnezію (MgO). Остатокъ обрабатываютъ примѣрно 20 с.с. горячей воды, отфильтровываютъ магnezію, промываютъ водой, сушатъ, прокаливаетъ и взвѣшиваютъ: $\text{MgO} \times 50 =$ процентному содержанию магnezіи въ рудѣ.

Растворъ переливается въ взвѣшенную платиновую чашку, подкисляется 10Е HCl , выпаривается до суха (остерегаться разбрызгиванія) и остатокъ осторожно прокаливается при темнокрасномъ каленіи въ теченіи 10 минутъ. Охлаждаютъ подъ эксикаторомъ и взвѣшиваютъ $\text{NaCl} \times \text{KCl}$. Къ остатку приливаютъ 5 с.с. воды и затѣмъ достаточное количество Е PtCl_4 , чтобы превратить хлористыя соли К и Na въ двойныя соединенія съ PtCl_4 . Предположивъ, что весь остатокъ состоитъ изъ одного NaCl , можно подсчитать, какое количество PtCl_4 для этого потребуется. Такъ, каждая 117 частей NaCl требуютъ 336,38 частей PtCl_4 для образованія $\text{PtCl}_4 + 2\text{NaCl}$, а 1 с.с. раствора Е PtCl_4 заключаетъ въ себѣ 0,0841 гр. PtCl_4 . Смѣсь выпаривается при температурѣ около 90°C на водяной банѣ почти досуха; затѣмъ къ ней приливаютъ около 15 с.с. алкоголя уд. вѣса 0,86, покрываютъ чашку стеклянной пластинкой и оставляютъ въ покоѣ на три часа, изрѣдка взбалтывая содержимое вращательнымъ движеніемъ чашки; предъ фильтрованіемъ даютъ отстояться, декантируютъ свѣтлую

жидкость сквозь взвѣшенный фильтръ и, наконецъ, отфильтровываютъ двойную хлористую соль платины и натрія съ помощью филтрата и пера. Осадокъ промываютъ алкоголемъ до удаленія $PtCl_4 + 2 NaCl$, высушиваютъ при $130^\circ C$, охлаждаютъ съ обычными предосторожностями и взвѣшиваютъ.

Расчетъ количествъ K_2O и Na_2O , заключающихся въ пробѣ: $PtCl_4 + 2 KCl \times 0,3070 = KCl$ и $KCl \times 0,6317 \times 50 = \%$ -ому содержанию K_2O . Вычитаютъ полученный такимъ образомъ вѣсъ KCl изъ $KCl + NaCl$ и разность $\times 0,5302 \times 50 =$ процентному содержанию Na_2O .

Остатокъ (1) высушивается, переводится въ платиновый тигель, смѣшивается съ 8 с.с. $10E HCl$ и 4 с.с. HFl и выпаривается досуха; снова обрабатывается такими же количествами соляной и фтористой кислотъ и выпаривается досуха. Остатокъ растворяютъ приблизительно въ 8 с.с. $10E HCl$, давая слегка кипѣть, пока не растворится все растворимое. Разбавляютъ водой до 30 с.с. и, если необходимо, фильтруютъ. Осадокъ если получится, слѣдуетъ испытать на окись титана, сѣрноокислый барій и пр. Затѣмъ растворъ испытывается на Al_2O_3 , Fe_2O_3 (TiO_2), CaO , MnO и пр., которые опредѣляются, если находятся въ замѣтномъ количествѣ, по вышеприведеннымъ способамъ, заботясь, чтобы объемы растворовъ были пропорціональны предполагаемымъ въ нихъ количествамъ веществъ; и результаты прибавляются къ найденнымъ уже въ растворимой части.

Опредѣленіе окиси титана TiO_2 въ титанистыхъ желѣзнякахъ. — Слѣдующій способъ рекомендуется W. Wetzel'емъ („Crooke's select methodes“, p. 194). Въ платиновый тигель навѣшиваютъ 0,5 гр. измельченнаго въ тонкій порошокъ образца руды и смѣшиваютъ его съ 6 гр. порошка свѣжесплавленнаго кислаго сѣрноокислаго кали, расплавляютъ и держатъ въ расплавленномъ состояніи около 20 минутъ. Даютъ охладиться, обрабатываютъ въ теченіи 2 — 3-хъ часовъ 180 с.с. дистиллированной воды и отфильтровываютъ кремнеземъ. Растворъ разбавляютъ водой почти до 1200 с.с., приливаютъ $4E H_2SO_4$ до возстановленія всего желѣза, кипя-

тять около 6 часовъ, доливая воду по мѣрѣ ея испаренія. Осадку титановой кислоты даютъ осѣсть, свѣтлую жидкость декантируютъ на фильтръ и осадокъ промываютъ $\frac{1}{20}$ Е H_2SO_4 декантаціей, соединенной съ фильтрованіемъ; затѣмъ его высушиваютъ, прокаливаютъ, даютъ охладиться, смачиваютъ 5Е Am_2CO_3 , вновь прокаливаютъ, охлаждаютъ и взвѣшиваютъ. Если титановой кислоты очень немного, какъ въ нѣкоторыхъ желѣзныхъ рудахъ, то употребляютъ способъ, описанный при опредѣленіи титана въ желѣзѣ, стали и пр.

Опредѣленіе фосфорной (P_2O_5) и сѣрной кислотъ SO_3 . —

10 гр. руды кладутъ въ фарфоровую чашку вмѣстимостью въ 250 с.с., куда наливаютъ смѣсь 45 с.с. 10Е HCl и 25 с.с. HNO_3 , кипятятъ до совершеннаго прекращенія реакціи, выпариваютъ досуха, нагрѣваютъ на песчаной банѣ, охлаждаютъ, снова растворяютъ въ 50 с.с. 10Е HCl , разбавляютъ водой до 100 с.с. и фильтруютъ; нерастворимый остатокъ промываютъ $\frac{1}{10}$ Е HCl до удаленія слѣдовъ Fe_2Cl_6 , фильтратъ переливаютъ въ градуированный цилиндръ вмѣстимостью въ 250 с.с. и разбавляютъ водой до 200 с.с. Растворъ раздѣляютъ на двѣ части, вливая каждые 100 с.с. въ стаканъ емкостью въ 150 с.с. Къ одной части приливаютъ 20 с.с. 16Е HNO_3 , выпариваютъ на водяной банѣ до консистенціи сиропа, смѣшиваютъ съ 14 с.с. 16Е HNO_3 и разбавляютъ водой до 35 с.с., затѣмъ приливаютъ 40 с.с. амміачномолибденовой жидкости, хорошенько взбалтываютъ, даютъ отстояться при 40°C . въ теченіи 3 часовъ, фильтруютъ и опредѣляютъ, какъ указано въ анализѣ желѣза, стали и пр. (стр. 42). Другіе 100 с.с. почти нейтрализуютъ 5Е AmHO , нагрѣваютъ до кипѣнія, прибавляютъ 10 с.с. Е BaCl_2 , даютъ стоять 12 часовъ, и сѣра опредѣляется, какъ сказано въ анализѣ желѣза и стали (стр. 41).

Вышеизложенные методы примѣнимы только къ тѣмъ желѣзнымъ рудамъ, которыя главнѣйше проплавляются въ Англии. Относительно же анализовъ желѣзныхъ рудъ, содержащихъ мышьякъ, ванадій, мѣдь, колчеданы и пр. отсылаемъ къ специальнымъ сочиненіямъ. Далѣе приводимъ таблицу анализовъ различныхъ желѣзныхъ рудъ, употребляемыхъ на выплавку изъ нихъ металла и заимствованную изъ соч. Thorpe „Chemical analysis“ p. 216.

	Магнитный железнякъ Данемора.	Красный гематитъ Ulverstone.	Бурый гематитъ Dean Forest.	Шляховат. железнякъ Вестфали.	Blackband Шотланди.	Глинистый железнякъ Dudley.
Окись желѣза . .	70,23	94,23	90,05	2,75	2,72	0,40
Закись желѣза .	29,65	—	—	48,12	40,77	45,86
Закись марганца .	—	0,23	0,88	0,83	—	0,96
Глиноземъ	—	0,63	0,14	1,63	—	5,86
Известь	—	0,05	0,06	1,75	0,90	1,37
Магнезія	—	слѣды	0,20	2,29	0,72	1,85
Кремнеземъ . . .	—	4,90	0,92	1,62	10,10	10,88
Углекислота . . .	—	—	—	39,92	26,41	31,02
Фосфорн. кислота	—	слѣды	0,09	0,54	—	0,21
Сѣрная кислота .	—	0,09	слѣды	—	—	слѣды
Жел. колчеданъ .	—	0,03	слѣды	0,22	—	0,10
Вода	—	0,56	9,22	0,45	1,00	1,08
Орган. вещества .	—	—	—	0,39	17,38	0,90
	99,88	100,72	100,76	100,51	100,00	100,29

Марганцовистыя желѣзные руды.

Определение марганца. — Цѣнность этихъ рудъ, употребляемыхъ въ большомъ количествѣ на выплавку зеркальнаго чугуна, зависитъ отъ содержанія въ нихъ марганца. Определение марганца способомъ, пригоднымъ для обыкновенныхъ желѣзныхъ рудъ, здѣсь представляется затруднительнымъ, благодаря примѣсямъ барита, окиси цинка и др. Способъ, принятый Riley, слѣдующій: 1 гр. высушенной руды нагревается съ 20 с.с. 10E HCl до растворенія всей растворимой ея части. Растворъ разбавляютъ водой до 50 с.с., нерастворимый остатокъ отфильтровываютъ, промываютъ растворомъ

$\frac{1}{10}$ Е НСІ до удаленія растворимыхъ солей; фильтратъ разбавляютъ водой до 300 с.с., нагрѣваютъ до кипѣнія, приливаютъ 5 с.с. 5Е H_2SO_4 , хорошенько взбалтываютъ, даютъ отстояться въ теченіи 4 часовъ и отфильтровываютъ, если имѣется, BaSO_4 . Фильтратъ разбавляютъ водой до 1000 с.с., постепенно приливаютъ 5Е Am_2CO_3 до полученія легкой, но постоянной, мути, которую растворяютъ въ 3 с.с. 10Е НСІ; смѣшиваютъ съ 20 с.с. 5Е уксуснокислаго аммонія, кипятятъ 10 минутъ, фильтруютъ, непромытый осадокъ, могущій содержать въ себѣ марганецъ, растворяютъ въ 10 с.с. 10Е НСІ, снова осаждаютъ желѣзо въ видѣ основной уксусной соли помощью Am_2CO_3 и $\text{AmC}_2\text{H}_3\text{O}_2$ и отфильтровываютъ. Фильтраты смѣшиваютъ, выпариваютъ до 1200 с.с., прибавляютъ 3 с.с. брома, осаждаютъ марганецъ 20Е AmHO въ видѣ $\text{Mn}(\text{OH})_2$ и опредѣляютъ его, какъ сказано въ анализахъ желѣза, стали и пр. (стр. 42). Прокаленная Mn_3O_4 должна быть испытана на примѣси, какъ напр. окиси барія, цинка и кальція.

Анализы известняковъ, котловой накипи и кремнистыхъ веществъ.

Навѣску въ 1 гр. высушиваютъ при 100°C . въ платиновомъ тиглѣ емкостью въ 30 с.с. до постоянного вѣса. Потеря въ вѣсѣ = свободной влажности. Прибавляютъ 4 гр. бѣлаго флюса ($\text{K}_2\text{CO}_3 + \text{Na}_2\text{CO}_3$), плавятъ 10 минутъ на паяльной лампѣ, даютъ охладиться, кладутъ тигель съ содержимымъ въ стаканъ вместимостью въ 200 с.с., наливаютъ около 80 с.с. горячей дистиллированной воды, и мѣшаютъ стеклянной палочкой для отдѣленія сплавленной массы отъ стѣнокъ тигля; послѣ чего тигель вынимаютъ изъ жидкости помощью щипчиковъ съ костяными наконечниками и обмываютъ горячей водой. Растворъ кипятятъ, даютъ осѣсть осадку, свѣтлую жидкость сливаютъ на фильтръ, на осадокъ наливаютъ 50 с.с. горячей воды, кипятятъ и декантируютъ, какъ сказано. Эта операція повторяется до тѣхъ поръ, пока промывная вода не перестанетъ замѣтно окрашивать красную лакмусовую бумажку въ синій цвѣтъ. Тогда осадокъ отфильтровываютъ и окончательно промываютъ на фильтрѣ кипящей водой. Фильтратъ подкисляютъ 10Е НСІ, выпариваютъ досуха на песчаной банѣ и охлаждаютъ; на сухой

остатокъ наливають 50 с.с. E HCl и нагрѣвають до растворенія всего растворимаго. Затѣмъ фильтруютъ нерастворимый остатокъ, промываютъ до удаленія хлористыхъ солей, фильтратъ разбавляютъ водой до 100 с.с., нагрѣвають до кипѣнія и приливаютъ E BaCl_2 , пока не прекратится образование осадка, даютъ стоять 12 часовъ, послѣ чего BaSO_4 отфильтровываютъ и опредѣляютъ содержаніе сѣры.

Кремнеземъ на фильтрѣ высушивается, прокаливается въ тарированномъ платиновомъ тиглѣ, охлаждается и взвѣшивается. Его слѣдуетъ испытать на содержаніе примѣсей: TiO_2 , Al_2O_3 и пр. выпариваніемъ съ H_2SO_4 и HF , и если при этомъ получится остатокъ, то его принимаютъ въ расчетъ и изслѣдуютъ.

Основанія, оставшіяся на фильтрѣ и могуція содержать CaO , MgO , Fe_2O_3 , Al_2O_3 , растворяются въ 10 с.с. 10E HCl съ прибавкой нѣсколькихъ кристалловъ KClO_3 ; фильтръ промываютъ водой, въ фильтратъ приливаютъ 5 с.с. 5E AmCl и доводятъ объемъ его водой до 100 с.с. Затѣмъ приливаютъ 20E AmHO до полученія только что щелочной реакціи, кипятятъ, отфильтровываютъ Fe_2O_3 и Al_2O_3 и опредѣляютъ ихъ по способу, указанному на стр. 90. Къ фильтрату прибавляютъ E щавелевокислаго аммонія до прекращенія образования осадка, взбалтываютъ, даютъ осѣсть щавелевокислему кальцію, послѣ чего его отфильтровываютъ и CaO опредѣляютъ, какъ указано на стр. 91. Фильтратъ затѣмъ смѣшивается съ растворомъ E фосфорнокислаго натра до прекращенія появленія осадка (если немедленно осадка не образуется, то достаточно 10 с.с.), даютъ отстояться по меньшей мѣрѣ 12 часовъ, отфильтровываютъ фосфорно-амміачно-магнезіальную соль, причемъ часть фильтрата употребляютъ на то, чтобы съ его помощью перомъ перенести на фильтръ послѣднія частицы осадка, при ставшія къ стѣнкамъ стакана; это дѣлается для того, чтобы ограничить количество промывной воды, въ которой осадокъ нѣсколько растворимъ. Окончательно осадокъ промывается минимальнымъ количествомъ 10E AmHO . Объемъ фильтрата измѣряютъ и на каждые 50 с.с. его прибавляютъ къ вѣсу осадка 0,001 gr., растворенныхъ въ фильтратѣ. Осадокъ высушиваютъ, осторожно накаливаютъ до свѣтлокраснаго каленія въ тарированномъ фарфоровомъ или платиновомъ тиглѣ.

охлаждаютъ и взвѣшиваютъ полученную пиррофосфорнокислую магнезію ($Mg_2P_2O_7$). Прибавивъ сюда вѣсъ осадка, находящагося въ растворѣ амміакальнаго фильтрата и умноживъ на $0,2162 \times 100$ получимъ процентное содержаніе Mg въ навѣскѣ; CO_2 , кали и натръ опредѣляются въ фильтратѣ, какъ описано на стр. 80 и 90.

Составъ котловой накипи зависитъ отъ температуры, которой подвергалась та стѣнка котла, гдѣ образовалась накипь. Слой накипи, непосредственно прилегающій къ стѣнкѣ и въ мѣстѣ наивысшей температуры, будетъ содержать менѣе углекислоты, чѣмъ поверхностный слой, такъ какъ CO_2 будетъ изгнана нагреваніемъ изъ углекислыхъ соединений извести и магнезій, образующихъ осадокъ, и содержать въ большемъ количествѣ ѣдкую известь и магнезію, превращающихся въ гидраты по мѣрѣ охлажденія котла.

Для опредѣленія соединенной воды, прокаливаютъ на паяльной лампѣ около 1 гр. накипи до постояннаго вѣса; при этомъ выдѣляются: гидратная вода, углекислота и свободная влажность; вычтя изъ общей потери количество CO_2 и свободной влажности, опредѣленныхъ изъ другой навѣски, получимъ количество гидратной воды.

Ниже данъ анализъ накипи, произведенный по вышеписанному способу Stillman'омъ.

Песокъ	11,70%
$Fe_2O_3 + Al_2O_3$	2,81
$CaSO_4$	1,69
$CaCO_3$	5,45
$MgCO_3$	7,36
$Ca(OH)_2$	13,70
$Mg(OH)_2$	56,37
Влажность, выдѣленная при 100° —	0,69
Неопредѣлено	0,20
	99,97

Съ небольшими измѣненіями указаннымъ способомъ могутъ быть анализируемы многія другія вещества, какъ напр. глина, огнеупорные кирпичи, шлаки и пр.

Анализъ кварцевыхъ огнеупорныхъ кирпичей.

	Glenboig	Newcastle	Dowlais	Sheffield ganister
SiO ₂	62,10	58,00	97,5	89,04
Al ₂ O ₃	33,10	36,50	1,4	5,44
Fe ₂ O ₃	3,00	1,67	0,55	2,65
CaO	0,90	0,50	0,15	0,31
MgO	слѣды	0,90	0,10	0,17
K ₂ O	0,90	2,12	—	—
Na ₂ O	—	0,30	—	—
Потери отъ прокалики . .	—	—	—	2,30
	100,00	99,99	97,70	99,91

Анализъ различныхъ глинъ (Dr. Miller).

	Мытый каолинъ.			Огнеупорная глина Stourbrid. ге.	Гончарная глина.	Песчаная глина.	Синяя глина.	Кирпичная глина.
	Китайский.	St. Irieux.	Корнвалійскій.					
SiO ₂	50,5	48,37	46,32	64,10	53,66	66,68	46,38	49,44
Al ₂ O ₃	33,7	34,95	39,74	23,15	32,00	26,08	38,04	34,26
Fe ₂ O ₃	1,8	1,26	0,27	1,85	1,35	1,26	1,04	7,74
CaO	—	—	0,36	—	0,40	0,84	1,20	1,48
MgO	0,8	слѣды	0,44	0,95	слѣды	слѣды	слѣды	5,14
Na ₂ O + K ₂ O.	1,9	2,40	} 12,67	—	—	—	—	—
Воды	11,2	12,62		10,00	12,08	5,14	13,57	1,94
	99,9	99,60	99,80	100,05	99,49	100,00	100,23	100,00

Средній составъ доменныхъ шлаковъ (Thorpe).

Кремнезема	41,85
Глинозема	14,73
Закиси желѣза	2,63
„ марганца	1,24
Извести	30,99
Магнезій	4,76
Окиси калия	1,90
Кальція	1,15
Сѣры	0,92
Фосфорной кислоты	0,15
	<hr/>
	100,32

Хорошая смѣсь для основной набивки бессемеровскаго конвертора: —

Магнезій	37
Извести	51
Кремнезема	8
Глинозема и окиси желѣза	4
	<hr/>
	100

Анализъ сварочныхъ шлаковъ.

	Dowlais.	Wasseral- fingen.	Швеція.	—
	Riley.	Rammels- berg.	Dugent.	Noad.
Окиси желѣза	—	8,49	—	5,00
Закиси желѣза	66,01	55,36	65,83	52,50
„ марганца	0,19	—	0,74	—
Глинозема	2,47	—	—	9,60
Извести	0,81	0,36	—	—
Магнезій	0,27	слѣды	слѣды	—
Кремнезема	28,71	34,00	33,47	32,00
Сѣры	0,11	—	—	—
Сѣрнистаго желѣза	—	—	—	1,95
Фосфорной кислоты	1,22	—	—	0,25
Мѣди	слѣды	—	—	—
	<hr/>			
	99,79	98,21	100,04	101,30
Желѣза въ %	51,34	49,0	51,20	45,34

ЧАСТЬ III.

ГОРЮЧЕЕ: ТВЕРДОЕ, ЖИДКОЕ И ГАЗООБРАЗНОЕ.

Въ настоящее время, когда горючій матеріалъ имѣеть такое обширное распространеніе въ технику, разсмотрѣніе и опредѣленіе его качества, нагрѣвательной способности и экономической выгоды примѣненія дѣлается предметомъ большой важности для всѣхъ заводчиковъ и вообще потребителей паровой силы.

Цѣнность твердаго горючаго, какъ напр. угля, кокса и патентованныхъ горючихъ матеріаловъ, зависитъ отъ содержащагося въ нихъ количества влажности, летучихъ веществъ, кокса и его качества, сѣры, золы, остающейся послѣ сжиганія пробы, а также теплопроизводительной и испарительной способностей. Послѣднія могутъ быть опредѣлены или 1) *теоретически*, опредѣливъ (помощью элементарнаго органическаго анализа) процентное содержаніе водорода, углерода и кислорода въ данномъ образцѣ горючаго, или 2) *практически*, сжигая въ калориметрѣ струею кислорода извѣстное вѣсовое количество горючаго и опредѣляя количество растаивающаго при этомъ льда—или возвышеніе температуры даннаго вѣса воды, или-же, наконецъ, 3) *опредѣленіемъ количества свинца*, возстановленнаго изъ его окиси даннымъ вѣсомъ образца горючаго. Этотъ послѣдній методъ, однако, рѣдко примѣняется для опредѣленія теплопроизводительной способности, такъ какъ количество возстановленнаго свинца скорѣе можетъ служить мѣриломъ возстановляющей способности горючаго, нежели количества тепла, выдѣляемаго имъ при горѣніи.

Теплопроизводительная и испарительная способности горючаго, опредѣляемые по вышеуказаннымъ методамъ, должны быть принимаемы въ расчетъ лишь относительно. На практикѣ

тепловой эффектъ горючаго существенно зависитъ отъ рода печи и регулировки притокомъ воздуха, потребнаго для полнаго его сжиганія. Для полученія наиболѣе экономичныхъ результатовъ надо уменьшать до минимума количество теплоты, уносимой продуктами горѣнія въ дымоотводную трубу.

Въ настоящее время на первый планъ выступаетъ жидкое горючее, и, судя по недавнимъ опытамъ, произведеннымъ на локомотивахъ южной Россіи, гдѣ нефть въ избыткѣ и дешева, а каменный уголь сравнительно дорогъ, жидкое горючее, кажется, имѣетъ преимущество предъ твердымъ. Удельный вѣсъ, температура вспышки и теплопроизводительная способность, опредѣленная практически способомъ, подобнымъ употребляемому при каменныхъ угляхъ, или же теоретически—вычисленіемъ по процентному содержанію углерода и водорода, заключающихся въ жидкомъ горючемъ, представляютъ собою цѣнныя данныя для сужденія о его сравнительномъ достоинствѣ. Сѣра, говоря вообще, находится въ нефти въ такомъ небольшомъ количествѣ, что не заслуживаетъ разсмотрѣнія.

Что касается до газообразнаго горючаго, то главными теплотворными составными частями его являются обыкновенно: водородъ, газообразные углеводороды (болотный, маслородный газы и пр.) и окись углерода. Химическій анализъ и вычисленіе соотвѣтственной теплопроизводительной способности даетъ оцѣнку его пригодности для цѣлей нагрѣванія.

Твердое и жидкое горючее.

Опредѣленіе въ твердомъ горючемъ влажности и золы.—

Навѣшиваютъ 3 гг. хорошо смѣшанной пробы порошкообразнаго вещества въ мелкую платиновую чашку, нагрѣвають въ теченіи часа при температурѣ въ 105°С на воздушной банѣ, даютъ охладиться подъ эксикаторомъ и взвѣшиваютъ; потеря вѣса принимается за влажность.

Коксъ и каменный уголь не должно сушить дольше, чѣмъ въ теченіи часа времени; въ противномъ случаѣ потеря въ вѣсѣ (влажность) можетъ оказаться очень малой, вслѣдствіе окисленія кислородомъ воздуха колчедана, заключающагося въ нихъ.

Чашка съ высушенной навѣской, осторожно нагрѣвается до краснаго каленія въ муффелѣ до тѣхъ поръ, пока всѣ

углеродистыя вещества не выгорятъ, затѣмъ чашкѣ дають охладиться подѣ эксикаторомъ и взвѣшиваютъ. Для провѣрки повторяютъ нагрѣвъ въ муффелѣ въ теченіи 5 минутъ, снова дають охладиться и взвѣшиваютъ. Если предпоследній вѣсъ остается безъ переменъ, то излишекъ противъ вѣса чашки представляетъ собою вѣсъ золы, оставленный 3 gr. пробы, что легко выразить и въ процентахъ. Количество золы, оставляемой различными углями, весьма различно: нѣкоторыя дають всего 7% , тогда какъ другіе даже до 20% .

Определение кокса и летучихъ веществъ. — Тщательно навѣшиваютъ 1 gr. пробы въ маленькомъ фарфоровомъ тиглѣ съ крышкою, осторожно нагрѣваютъ до краснокалильнаго жара на большой бунзеновой горѣлкѣ въ теченіи 2 минутъ, а затѣмъ еще 2 минуты при высшей температурѣ на газовой паяльной лампѣ, дають охладиться подѣ эксикаторомъ и взвѣшиваютъ; потеря вѣса = влажность + летучія вещества; остатокъ = коксъ + зола.

Коксъ подвергаютъ испытанію перочиннымъ ножомъ, чтобы убѣдиться, насколько онъ плотенъ или рыхлъ. Небольшой кусочекъ кладется на платиновую пластинку и накаливается, причемъ наблюдаютъ, трудно или легко онъ сгораетъ.

Г-нъ G. E. Davis дѣлаетъ интересную классификацію каменныхъ углей, основанную на количествѣ кокса, которое они оставляютъ:

1) Растрескивающийся каменный уголь, сгорающій длиннымъ пламенемъ и оставляющій $50-60\%$ порошковатаго или слабо спекающагося кокса.

2) Газовый уголь, или уголь близкій къ смолистому, сгорающій длиннымъ пламенемъ и дающій $60-70\%$ сплавленнаго, но съ глубокими бороздами, кокса.

3) Кузнечный или настоящій смолистый уголь, сгорающій длиннымъ пламенемъ и дающій $68-75\%$ сплавленнаго плотнаго кокса.

4) Спекающійся уголь, сгорающій короткимъ пламенемъ и оставляющій $75-82\%$ сплавленнаго плотнаго кокса.

5) Антрацитъ или бездымный уголь для паровыхъ котловъ.

Определение сѣры. — Сѣра—весьма вредная примѣсь каменнаго угля и кокса, какъ топлива для паровыхъ котловъ, такъ и

для металлургическихъ процессовъ. Очень малыя ея количества, попадая въ чугуны, дѣлають послѣдній непригоднымъ для выдѣлки стали, а сѣрнистыя пары, образующіеся при сгораніи угля и кокса, раздѣдаютъ топки, трубы и пр. паровыхъ котловъ.

Неприятный запахъ воздуха подземныхъ желѣзнодорожныхъ туннелей зависитъ главнѣйшимъ образомъ отъ присутствія въ немъ соединений сѣры (сѣроводорода, сѣроуглерода и др.), происходящихъ отъ перегонки свѣженабрасываемаго угля на раскаленный коксъ въ топкахъ локомотивовъ.

Въ каменномъ углѣ и коксѣ сѣра существуетъ въ двухъ видахъ: 1) желѣзнаго колчедана (FeS_2) и 2) гипса (CaSO_4).

Повидимому, только сѣра колчедана можетъ считаться вредной примѣсью даннаго горючаго.

Опредѣленіе всего количества сѣры горючаго производится такъ: Навѣску въ 2 гр. тщательно смѣшиваютъ съ 5 гр. чистой селитры въ порошокъ. Смѣсь малыми порціями высыпается въ большой серебряный тигель, накаливаемый окислительнымъ пламенемъ бунзеновой горѣлки и содержащій въ себѣ, въ расплавленномъ видѣ, 8 гр. чистой безводной соды. Тигель слѣдуетъ осторожно встряхивать, но при этомъ держать отверстіемъ на сколько возможно дальше отъ пламени, чтобы сѣрнистыя соединения свѣтлительнаго газа не попали въ содержимое тигля; послѣ прибавленія послѣдней порціи, смѣси даютъ плавиться еще 10 минутъ и охлаждають. Затѣмъ тигель съ содержимымъ кладутъ въ стаканъ емкостью въ 200 с.с., наливають туда 100 с.с. 2N HCl, обрабатываютъ ею до растворенія всего растворимаго, тигель вынимають, ополаскивають водой, растворъ выпаривають до суха, нагрѣвають на песчаной банѣ до 130°C , чтобъ перевести кремнеземъ въ нерастворимое состояніе, остатокъ смачивають 5 с.с. 10N HCl, разбавляютъ водою до 100 с.с., фильтруютъ и промывають, фильтратъ разбавляютъ водою примѣрно до 300 с.с. и нагрѣвають почти до кипѣнія. Къ кипящему раствору прибавляютъ 10 с.с. раствора E хлористаго барія, хорошо взбалтываютъ и даютъ отстояться въ тепломъ мѣстѣ, если возможно, въ теченіи 12 часовъ. Свѣтлую жидкость сливають сифономъ, а осадокъ сѣрнокислаго барита тща-

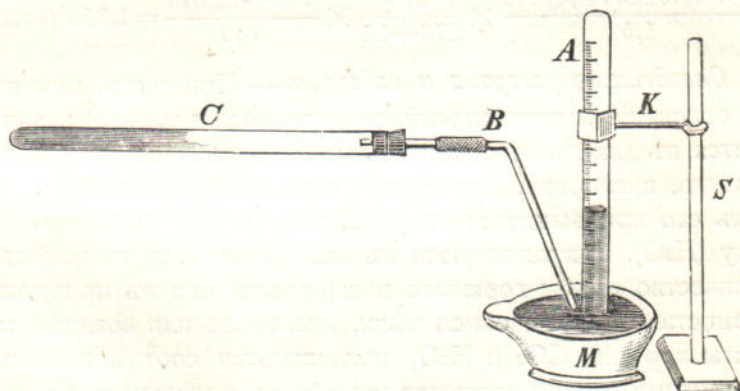
тельно фильтруютъ сквозь фильтръ изъ шведской бумаги № 2 и промываютъ горячей водой до удаленія растворимыхъ солей. Затѣмъ фильтръ разстилаютъ на часовомъ стеклѣ и сушатъ на водяной банѣ; въ то-же время точно взвѣшиваютъ небольшой фарфоровый тигель. Когда фильтръ высохъ, $BaSO_4$ ссыпаютъ въ тигель, фильтръ же сжигаютъ отдѣльно и золу его прибавляютъ къ главной части осадка. Тигель съ содержимымъ накалываютъ до темнокраснаго каленія въ окислительномъ пламени горѣлки Бунзена, даютъ охладиться и взвѣшиваютъ. Прибыль въ вѣсѣ $= BaSO_4 + \text{зола}$; вычтемъ вѣсѣ золы и умноживъ разность $= BaSO_4$ на $\frac{0,1373 \times 100}{2}$, получимъ процентное содержаніе всей сѣры.

Сѣру, находящуюся въ видѣ сѣрнокислаго кальція, опредѣляютъ кипяченіемъ 5 gr. пробы примѣрно съ 100 с.с. 2E углекислаго натра; сѣра при этомъ переходитъ въ растворъ въ видѣ сѣрнокислаго натра, жидкость разбавляютъ водой и фильтруютъ, затѣмъ подкисляютъ 10E HCl и далѣе опредѣляютъ сѣру, какъ сказано выше. Вычитая найденное этимъ путемъ количество сѣры изъ общаго ея содержанія, получимъ количество сѣры, заключающееся въ видѣ колчедановъ.

Опредѣленіе азота. — Такъ какъ азота въ горючемъ матеріалѣ обыкновенно заключается очень малое количество, то удобнѣе употреблять волюметрической способъ его опредѣленія. Вотъ методъ, изобрѣтенный Дюма. Берутъ трубку для сжиганія, длиною около 120 см., запаянную, подобно пробиркѣ, съ одного конца, вычищенную и высушенную. Сначала кладутъ въ нее слой чистаго двууглекислаго натра высотой 15 см., на него—слой окиси мѣди въ 20 см., затѣмъ тѣсную смѣсь окиси съ 1,5 gr. пробы на 30 см., далѣе 30 см. крупнозернистой окиси мѣди и 20 см. мелкихъ мѣдныхъ стружекъ. Трубка закупорена плотной пробкой, сквозь которую проходитъ газоотводная колѣнчатая трубка (B) (фиг. 10), и вставлена въ сожигательную печь. Конецъ ея, содержащій двууглекислый натръ, постепенно нагрѣвается на длину 6 см.; при этомъ выдѣляется углекислота, которая и вытѣсняетъ изъ трубки воздухъ. Оставивъ газъ въ теченіи нѣсколькихъ минутъ свободно выдѣляться, погружаютъ затѣмъ конецъ отводной

трубки подь поверхность ртути, налитой въ ванночку (М), и выдѣляющійся газъ испытываютъ на содержаніе воздуха, для чего на конецъ отводной трубки надвигаютъ пробирный цилиндръ, наполненный растворомъ 5Е ѣдкаго натра; если выдѣляющійся газъ поглощается вполнѣ, значитъ — воздуха въ немъ не заключается, въ противномъ же случаѣ — нагрѣваніе продолжаютъ до полного изгнанія воздуха. Когда это достигнуто, отводную трубку подводятъ подь градуированный, запаянный сверху, цилиндръ (А), наполненный на $\frac{2}{3}$ ртутью и на $\frac{1}{3}$ растворомъ 5Е ѣдкаго кали и удерживаемый въ вертикальномъ положеніи зажимомъ (К) штатива (S). Нагрѣвъ продолжаютъ.

Сначала осторожно нагрѣваютъ передній конецъ трубки, содержащей мѣдь, до краснаго каленія, затѣмъ нагрѣвъ по-



Фиг. 10.

степенно доводятъ до мѣста, гдѣ оканчивается слой съ пробой, т. е. на 35 см. отъ глухаго конца трубки. Когда выдѣленіе газа изъ пробы прекратилось, нагрѣваютъ другую половину слоя двууглекислаго натра, причѣмъ выдѣляющаяся CO_2 увлекаетъ въ (А) остатокъ азота, остающагося въ трубкѣ. Если объемъ газа въ трубкѣ (А) не уменьшается даже при встряхиваніяхъ (вслѣдствіе поглощенія CO_2 , которое можетъ еще тамъ находиться), то трубка (А) переносится, помощью небольшой чашки, наполненной ртутью, въ глубокой сосудъ съ водою. Тамъ ртуть замѣщается водою, трубка погружается въ воду до совпаденія уровней жидкостей и объемъ азота отмѣчается одновременно съ температурой и барометриче-

скимъ давлѣніемъ. Объемъ азота приводится къ 0° С. и давлѣнію въ 760 m/m., а такъ какъ газъ измѣряется надъ уровнемъ воды, то слѣдуетъ принять во вниманіе уменьшеніе его упругости, вслѣдствіе давлѣнія паровъ воды при температурѣ наблюденія.

Ниже приведенъ примѣръ дѣйствительнаго опредѣленія азота въ образцѣ каменнаго угля изъ Южнаго Стаффордъ.

Наблюденный объемъ азота . . . 25 с.с.
 Температура 15° С.
 Высота барометра 758 m/m.

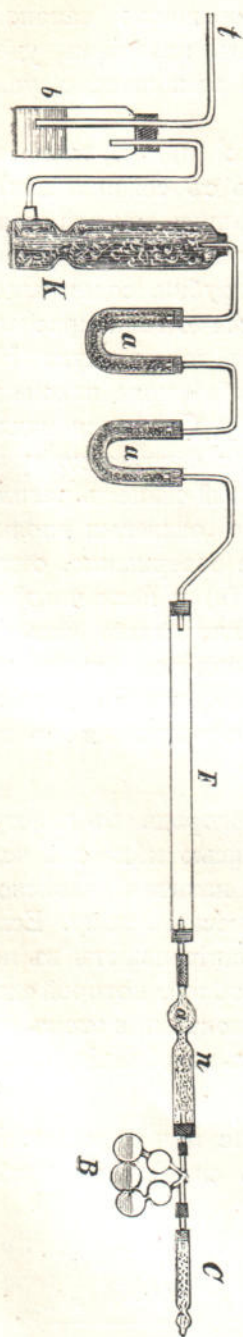
Упругость водяныхъ паровъ при 15° С. = 12,677 m/m. ртути.

Принявъ вѣсъ 1 с.с. азота при 0° С. и давлѣнія 760 m/m. въ 0,0012544 gr., процентное содержаніе по вѣсу азота въ пробѣ будетъ:

$$\frac{25 \times 0,0012544 \times 100}{1,5} \times \frac{273}{273+15} \times \frac{760-12,677}{760} = 1,943\% \text{ азота.}$$

Опредѣленіе углерода и водорода. — Принципъ, принятый въ основаніе метода опредѣленія углерода и водорода, заключается въ фактѣ, что при сжиганіи горючаго въ избыткѣ воздуха, кислорода, или другаго окисляющаго вещества, углеродъ его превращается въ углекислоту (СО₂), а водородъ въ воду (Н₂О), выдѣляющуюся въ видѣ пара. Берутъ извѣстное количество пробы горючаго и сжигаютъ его въ присутствіи хромистаго свинца, окиси мѣди, кислорода или воздуха; продукты горѣнія, СО₂ и Н₂О, поглощаются соотвѣтственными реагентами и взвѣшиваются каждая въ отдѣльности; изъ полученныхъ вѣсовъ простымъ вычисленіемъ находятъ количества углерода и водорода въ горючемъ. Modus operandi процесса таковъ:

Берутъ трубку мягкаго желѣза діаметромъ 20—22 m/m. и 115 см. длины; внутренняя поверхность ея окисляется нагрѣваніемъ до красна въ сожигательной печи и пропускаемъ сквозь нее струи пара. Въ средину этой трубки, на протяженіи 20 см., насыпаютъ слой свѣжепрокаленной, крупнозернистой окиси мѣди, удерживаемой съ концовъ пыжами изъ мѣдной сѣтки; челнокъ длиною 30 см. изъ листоваго желѣза наполняютъ почти до краевъ свѣжесплавленнымъ и измельченнымъ хромистымъ свинцомъ и вводятъ въ трубку, которая помѣщается въ сожигательной печи и нагрѣвается ниже тем-



Фиг. 11.

пературы плавления хромистаго свинца, причемъ сквозь нее пропускають токъ сухаго воздуха, чтобы освободить трубку отъ влажности. Затѣмъ нагрѣвъ прекращають, концы трубки затыкають и даютъ ей охладиться. Челнокъ вынимають и отъ 0,3 до 0,5 г. измельченной и высушенной пробы быстро и тщательно смѣшивается съ хромистымъ свинцомъ, послѣ чего челнокъ снова помѣщаютъ въ трубку. Такой же челнокъ, наполненный свѣже-возстановленной металлической мѣдью, вводится съ другаго конца трубки, которая опять вкладывается въ сожигательную печь и соединяется съ необходимыми поглотительными и осушающими аппаратами. Фигура 11 даетъ понятіе о приборѣ въ собранномъ видѣ: (b) есть цилиндръ, содержащій растворъ 5E КНО, поглощающій большую часть CO_2 кислорода или воздуха, употребляемыхъ при сжиганіи; этотъ цилиндръ соединяется съ одной стороны, съ газгольдеромъ трубкой (t) и съ другой—съ цилиндромъ (K), наполненнымъ кусочками натронкалька, окончательно поглощающими CO_2 . Далѣе слѣдуютъ U образныя трубки (a), (a), которыя заключаютъ въ себѣ высушенный хлористый кальцій въ зернахъ, удерживающій всю влажность воздуха, проходящаго по этимъ трубкамъ; за ними сожигательная трубка, соединяющаяся съ шариковою трубкой (n), наполненной сухимъ хлористымъ кальціемъ; послѣдній служитъ для поглощенія влажности, образуемой при сжиганіи водорода пробы; калиаппаратъ (B) содержитъ растворъ 5E КНО, поглощающій CO_2 ,

получающуюся при горѣннн углерода горючаго; наконецъ (С) — маленькая трубочка съ хлористымъ кальціемъ, удерживающимъ влажность, могущую быть механически увлеченной выдѣляющимся газомъ изъ (В).

Прежде чѣмъ приступить къ сожиганію, (п) и (В) точно, въ отдѣльности, взвѣшиваютъ и соединяютъ съ сожигательной трубкой, какъ показано на чертежѣ; убѣдившись, что всѣ соединенія трубокъ и аппаратовъ между собою вполне воздухопроницаемы, начинаютъ нагрѣвъ съ конца трубки, содержащей металлическую мѣдь, и когда онъ нагрѣется до темнокраснаго цвѣта, пускаютъ чрезъ аппаратъ медленный токъ воздуха. Нагрѣвъ постепенно распространяютъ по трубкѣ, пока наконецъ не дойдутъ до челнока, содержащаго пробу. Соблюдая надлежащую осторожность и постепенно доводя нагрѣвъ до яркокраснаго цвѣта, заставляютъ хромовокислый свинецъ расплавиться, послѣ чего проба горючаго скоро окажется вполне окисленной. Убѣдившись, что сожиганіе совершенно, отдѣляютъ трубку съ хлористымъ кальціемъ (п) и калиаппаратъ (В) и взвѣшиваютъ. Прибыль въ вѣсѣ хлористаго кальція, умноженная на 0,1111, даетъ количество водорода въ данной навѣскѣ, а увеличеніе вѣса калиаппарата (В), умноженное на 0,27273, даетъ количество углерода, заключающагося въ навѣскѣ.

Въ случаѣ опредѣленія углерода и водорода въ нелетучемъ жидкомъ горючемъ, наполняютъ окисью мѣди два челнока, изъ коихъ въ одномъ окись мѣди напитана навѣской горючаго; сожиганіе производится по вышесказанному. Если же горючее—летучій углеводородъ, его навѣшиваютъ въ небольшую тонкаго стекла трубочку съ пробкой, которой едва только затыкаютъ, когда кладутъ въ челнокъ; при этомъ необходимо быть осторожнымъ и не ускорять нагрѣванія, чтобы пары не улетали несгорѣвшими.

Ниже привожу результаты, полученные при опредѣленіи углерода и водорода въ шотландскомъ смолистомъ углѣ. Навѣска взята въ 0,5 г.

Вѣсъ трубки съ CaCl_2 до сожиганія . . .	30,4562	г.
” ” ” послѣ ” . . .	30,6884	”
Поглощено воды . . .	0,2322	г.

$$0,2322 \times 0,1111 \times 2 \times 100 = 5,159\% \text{ водорода.}$$

Вѣсъ калиаппарата до сожиганія . . .	52,0318 gr.
” ” послѣ ” . . .	53,4296 ”

$$\text{Углекислоты } 1,3978 \text{ gr.}$$

$$1,3978 \times 0,27273 \times 2 \times 100 = 76,244\% \text{ углерода.}$$

Определение кислорода.—Для прямого определения кислорода въ сложныхъ органическихъ соединеніяхъ нѣтъ удобнаго метода, и, по общему правилу, онъ опредѣляется изъ разности. Зная процентное содержаніе другихъ составныхъ частей горючаго, вычитаютъ сумму ихъ изъ 100 и получаютъ процентное содержаніе кислорода.

Удѣльный вѣсъ каменныхъ углей и пр.— Часто желательно знать объемъ, какой займетъ данный вѣсъ каменнаго угля; въ такомъ случаѣ необходимо опредѣлить удѣльный вѣсъ послѣдняго.

Для этого берутъ небольшой сосудъ, снабженный пробкой, сквозь которую проходитъ термометръ, и заключающій въ себѣ опредѣленный вѣсъ воды при извѣстной (обыкновенно 15° С.) температурѣ, что предварительно провѣряютъ опытомъ. Въ него навѣшиваютъ 2 или 3 gr. горючаго, приливаютъ воду и даютъ горючему вполнѣ ею пропитаться, такъ чтобы не оставалось въ его порахъ пузырьковъ воздуха. Затѣмъ сосудъ доливаютъ водой при нормальной температурѣ и взвѣшиваютъ.

Удѣльный вѣсъ высчитывается такимъ образомъ:

Пусть вѣсъ пробы горючаго въ воздухѣ = W,

вѣсъ сосуда + воды = R,

вѣсъ сосуда + воды + пробы горючаго = K,

$$\text{тогда удѣльный вѣсъ горючаго} = \frac{W}{W + R - K}$$

При опредѣленіи удѣльнаго вѣса каменныхъ углей и кокса весьма важно удостовѣриться, что весь воздухъ былъ удаленъ водою изъ поръ горючаго до вторичнаго прилитія воды и взвѣшивания. Вотъ, на примѣръ, какова можетъ быть ошибка, если эта предосторожность не будетъ принята. Г-нъ Круксъ, членъ Королевскаго Общества, немедленно по наполненіи сосуда водою, при навѣскѣ въ 2,76 gr. каменнаго угля опре-

дѣлили удѣльный вѣсъ въ 1,309 при 18° С.; послѣ же стоянія въ теченіи 12 часовъ та же навѣска при указанной температурѣ дала удѣльный вѣсъ 1,328. Такъ что по послѣднему опредѣленію кубическій футъ угля долженъ вѣсить 82,76 англ. фунта, а по первому — всего 81,58, т. е. на 1,18 англ. фунта менѣе.

Удѣльный вѣсъ жидкаго горючаго. — Быстрый и достаточно точный способъ опредѣленія удѣльнаго вѣса при обыкновенной температурѣ—это способъ гидрометра. Жидкость, приведенная къ требуемой температурѣ, 15° С., помѣщается въ стеклянномъ цилиндрѣ, куда опускается и гидрометръ. То число, черточка котораго на стержнѣ гидрометра касается вершины мениска, принимается за удѣльный вѣсъ жидкости. Удобнѣе имѣть три гидрометра, показывающіе удѣльные вѣса: одинъ отъ 0,7 до 0,8, другой отъ 0,8 до 0,9 и третій отъ 0,9 до 1,0.

Въ очень вязкихъ (густыхъ) жидкостяхъ трудно быть увѣреннымъ въ точности показаній гидрометра, въ такомъ случаѣ прибѣгаютъ къ пикнометру, вмѣстимостью около 50 с.с., въ пробкѣ котораго имѣется тонкое сквозное отверстіе. Взвѣсивъ предварительно пустой высушенный пикнометръ, его наполняютъ дистиллированной водой при 15° С. и вновь взвѣшиваютъ для опредѣленія вѣса заключающейся въ немъ воды. Воду затѣмъ выливаютъ, пикнометръ высушиваютъ, наполняютъ испытуемую жидкостью при температурѣ въ 15° С., затыкаютъ пробкой, обтираютъ снаружи, высушиваютъ и взвѣшиваютъ, причемъ получаютъ вѣсъ жидкости въ объемѣ пикнометра. Раздѣлив эту величину на прежде полученный вѣсъ воды, найдемъ удѣльный вѣсъ жидкости.

Бываютъ случаи, когда ни гидрометра, ни пикнометра нельзя непосредственно примѣнить для опредѣленія удѣльнаго вѣса даннаго образца горючаго. Возьмемъ, на примѣръ, кусокъ твердаго при обыкновенной температурѣ жира, удѣльный вѣсъ котораго заключается между удѣльными вѣсами спирта и воды. Небольшой кусочекъ его бросаютъ на поверхность дистиллированной воды, извѣстной температуры, въ сосудѣ, куда понемногу приливаютъ алкоголя, до тѣхъ поръ, пока брошенный кусочекъ при вращеніи его стеклянной палочкой

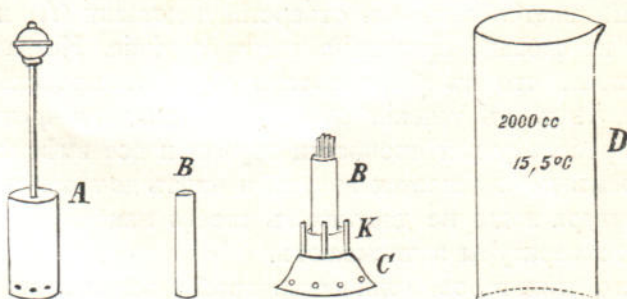
не будет останавливаться въ любой точкѣ внутри жидкости. Очевидно, что въ такомъ случаѣ его удѣльный вѣсъ равенъ удѣльному вѣсу самой жидкости, который и измѣряютъ обычнымъ способомъ, напр. гидрометромъ.

Температура вспышки.—Температура, при которой воспламеняются при соприкосновеніи съ пламенемъ пары, выдѣляющіеся на воздухѣ изъ жидкаго горючаго, имѣетъ важное значеніе. Чѣмъ ниже температура, при которой эти пары загораются, тѣмъ больше должна быть осторожность въ обращеніи, храненіи, перевозкѣ и пр. этого рода горючаго. Эта температура измѣряется помощью прибора, изобрѣтеннаго Fred. Abel'емъ.

Опредѣленіе теплопроизводительной способности твердаго и жидкаго горючаго калориметромъ Томпсона.—Способъ опредѣленія теплопроизводительной способности калориметромъ Томпсона, нынѣ весьма употребительный, заключается въ томъ, что навѣска испытуемаго горючаго сжигается съ окисляющимъ веществомъ въ мѣдномъ цилиндрѣ, причемъ наблюдается происходящее отъ того повышеніе температуры воды извѣстнаго вѣса, что и служитъ для опредѣленія сравнительной нагрѣвательной и испарительной способности даннаго горючаго.

Французская единица теплоты, калорія, представляетъ собою то ея количество, которое необходимо для повышенія температуры 1 гр. воды съ 0° до 1° С.

Для каменныхъ углей и кокса смѣшиваютъ на листѣ глазированной бумаги 2 гр. тонко измельченной и высушенной



Фиг. 12.

пробы съ 26 gr. тонко измельченной и высушенной смѣси 3-хъ частей $KClO_3$ + 1 часть $NaNO_3$. Гибкимъ стальнымъ шпателемъ смѣсь, малыми количествами заразъ, вводятъ въ мѣдный цилиндръ (B), причемъ каждый разъ одинаковымъ усиліемъ спрессовываютъ насыпку помощью закругленнаго конца пробирки, для того, чтобы быть увѣреннымъ въ однородности горѣнія смѣси. Когда вся смѣсь введена въ цилиндръ, туда вставляется короткая затравка (изъ ламповой свѣтильны, напитанной концентрированнымъ растворомъ селитры и высушенной) такъ, что около $\frac{1}{2}$ " ея выходитъ наружу. Снаряженный цилиндръ прикрѣпляется къ латунной подставкѣ (C) и закрывается конденсоромъ (A), соединяющимся съ (C) помощью пружинъ (K). Все это помѣщается въ стеклянный сосудъ (D), вмѣщающій въ себѣ 2000 с.с. воды, и двигается вверхъ и внизъ, пока не получится постоянная температура воды, которая измѣряется точнымъ термометромъ, раздѣленнымъ на $\frac{1}{20}^\circ C$.

Комнатная температура бываетъ обыкновенно выше, чѣмъ температура воды, такъ что необходимо бываетъ прибавить небольшое количество кипятку (или льда, смотря потому, что требуется) для того, чтобы разница между температурами комнаты и воды была слѣдующая:

Температура комнаты въ $^\circ C$.	27	23	20	16	13	10	6
„ воды должна быть:	21	18	15	12	10	8	5
Разница	6	5	5	4	3	2	1

Замѣтивъ температуру, приборъ вынимаютъ изъ воды, снимаютъ конденсоръ съ подставки, зажигаютъ затравку, быстро ставятъ конденсоръ на мѣсто и весь приборъ снова погружаютъ въ стеклянный цилиндръ (D); замѣчаютъ время, когда покажется газъ изъ отверстій подставки (A) и наблюдаютъ, на сколько правильно идетъ горѣніе. Когда горѣніе окончилось, что въ большинствѣ случаевъ происходитъ не скорѣе, чѣмъ въ теченіи 60 секундъ, вводятъ чрезъ кранъ у (A) проволоку для прочистки трубки и все вмѣстѣ съ термометромъ перемѣщается вверхъ и внизъ до тѣхъ поръ, пока температура воды не достигнетъ своего максимума, и повышение температуры записываютъ.

Часто нѣкоторое количество пробы остается не сгорѣвшимъ; чтобы опредѣлить его, воду подкисляютъ соляной кислотой и выпариваютъ до небольшого объема въ фарфо-

ровой чашкѣ, остатокъ отфильтровываютъ, промываютъ, высушиваютъ, переводятъ въ тарированный тигель, вновь сушатъ и взвѣшиваютъ, затѣмъ прокаливаютъ въ муффель, охлаждаютъ и опять взвѣшиваютъ; потеря въ вѣсѣ принимается за вѣсѣ не сгорѣвшихъ углерода и водорода навѣски.

Для того, чтобы опредѣлить, какую температуру имѣла бы вода, если бы навѣска сгорѣла совершенно, предположимъ, что въ 2 гг. пробы заключается горючихъ веществъ минусъ вода = V, что количество несгорѣвшихъ водорода и углерода = C, и повышеніе температуры калориметра послѣ сжиганія = T₁, то повышеніе температуры, соответствующее C, будетъ приблизительно $T_2 = \frac{T_1 \times C}{V}$.

Вотъ примѣръ опредѣленія теплопроизводительной способности образца Валлійскаго каменнаго угля для паровыхъ котловъ, произведеннаго по вышеизложенному способу:

Температура лабораторіи	17,25° С.
„ воды до сжиганія	13,20° С.
„ „ послѣ сжиганія	20,30° С.
Возвышеніе температуры 20,3—13,2	7,10° С.
На несгорѣвшіе С и Н	0,21° С.
	<hr/>
	7,31° С.
Поглощено калориметромъ (1/10)	0,73° С.
	<hr/>
	8,04° С.

8,04 × 1000 = 8040 калорій, т. е. фунтовъ воды, нагрѣтой на 1° С. каждымъ фунтомъ горючаго.

Такъ какъ скрытая теплота пара = 537 калорій, то испарительная способность горючаго (т. е. фунтовъ воды при 100 С., испаряемой каждымъ фунтомъ горючаго) выразится чрезъ $\frac{8040}{537} = 14,97$.

При опредѣленіи теплопроизводительной способности вещества, богатаго содержаніемъ водорода—какъ напримѣръ искусственныхъ и жидкихъ горючихъ—окисляющая смѣсь смѣшивается съ 0,5 до 3 гг. сухаго каолина. Иногда очень трудно зажечь массу; однако, во многихъ случаяхъ этому можно помочь, употребляя небольшую примѣсь пороха или каменнаго угля къ матеріалу затравки, испарительную спо-

способность которой слѣдуетъ опредѣлить предварительно и вычесть, соотвѣтственное количеству примѣси, повышение температуры изъ наблюденнаго.

Вычисленіе теоретической теплопроизводительной способности твердыхъ и жидкихъ горючихъ изъ ихъ химическаго состава.—Въ твердыхъ и жидкихъ горючихъ единственными элементами, служащими источникомъ образованія тепла служатъ углеродъ и водородъ. Поэтому можно предположить, что количество тепла, выдѣляемое при ихъ сгораніи, всецѣло зависитъ отъ соотвѣтственныхъ количествъ этихъ элементовъ, заключающихся въ горючемъ. Однако, надо принять во вниманіе также и содержаніе кислорода, который можетъ находиться въ эквивалентныхъ соединеніяхъ съ водородомъ и углеродомъ и такимъ образомъ въ извѣстной мѣрѣ парализовать ихъ теплопроизводительную способность.

Количество тепла, пропадающаго такимъ образомъ, зависитъ отъ того, находится ли кислородъ въ соединеніи съ водородомъ или углеродомъ. Одно и то-же количество кислорода дѣлаетъ инертнымъ въ отношеніи теплообразованія втрое большее количество углерода, чѣмъ водорода.

Количество теплоты, выдѣляемое при сжиганіи водорода, всегда одно и то же, тогда какъ при сжиганіи углерода, оно зависитъ отъ степени происходящаго при этомъ его окисленія, почему теплопроизводительная способность углерода выразится двумя цифрами въ зависимости отъ того, каковъ будетъ продуктъ горѣнія: CO_2 или CO .

На практикѣ происходитъ большая потеря теплоты, если углеродъ [не сгораетъ вполнѣ, т. е. въ CO_2 , что видно изъ слѣдующаго:

При сжиганіи 1 гр. углер. въ углекислоту выдѣл.	8080 калор.
” ” ” окись углерода ”	2473 ”
Потеря теплоты отъ образованія окиси углерода	5607 ”

Изъ точныхъ наблюденій Фавра и Зильбермана найдено, что количество теплоты, образующейся при горѣніи водорода, въ 4,265 разъ болѣе, чѣмъ при сжиганіи такого же вѣса углерода въ углекислоту.

Относительная теплопроизводительная способность горючихъ можетъ быть выведена изъ слѣдующей формулы:

- 1) горючее сод. только углеродъ . . . $p=C$
 2) " " углеродъ и водородъ . $p=C+4,265 H$
 3) " " углер., водор. и кислор. $p=C+4,265(H-\frac{1}{8}O)$
 гдѣ p = относительная теплопроизводительная способность,
 а C , H и O = количества углерода, водорода и кислорода,
 заключающіеся въ единицѣ горючаго.

Если требуется выразить теплопроизводительную способность горючаго въ калоріяхъ, то въ тѣхъ же случаяхъ получимъ:

- 1) $p = 8080 C$
 2) $p = 8080 C + 34462 H$
 3) $p = 8080 C + 34462 (H - \frac{1}{8} O)$.

Слѣдующая таблица даетъ величины теплопроизводительной способности различныхъ горючихъ, вычисленныя по предыдущимъ формуламъ и отнесенныя къ сухому и не содержащему золы веществу.

Горючее.	Составъ горючаго.				Относительная теплопроизводит. способность.	Абсолютная теплопроизводит. способность.	Вѣсъ воды нагреваемой отъ 0° до 100° С.	Вѣсъ воды при 100° С. превращаемой въ паръ.
	Углерода.	Водорода.	Кислорода.	Золы.				
Водородъ	—	1,00	—	—	4,265	34462	344,62	62,658
Болотный газъ . . .	0,75	0,25	—	—	1,816	14675	146,75	26,682
Маслородный газъ .	0,875	0,143	—	—	1,466	11849	118,49	21,543
Валлійск. кам. уголь	0,838	0,048	0,041	0,049	1,020	8241	82,41	14,983
Ньюкастл. кам. уголь	0,821	0,053	0,057	0,038	1,017	8220	82,20	14,945
Углеродъ	1,000	—	—	—	1,000	8080	80,80	14,691
Шотланд. кам. уголь	0,785	0,056	0,097	0,040	0,973	7861	78,61	14,292
Дербишайр. к. уголь	0,797	0,049	0,101	0,026	0,956	7733	77,33	14,060
Ланкаширск. к. уголь	0,779	0,053	0,095	0,049	0,955	7717	77,17	14,031
Торфъ суш. въ печ.	0,600	0,060	0,307	0,020	0,694	5640	56,40	10,254
Торфъ суш. на возд.	0,461	0,046	0,246	0,015	0,526	4250	42,50	7,727

При опредѣленіи теплого эффекта горючихъ матеріаловъ изъ ихъ химическаго состава, если горѣніе происходитъ въ воздухѣ, нужно принять во вниманіе поправку на скрытый теплородъ воды, образующейся изъ сгорающей части водорода горючаго, также какъ на теплоемкости углекислоты, паровъ воды, азота и воздуха. Въ этомъ случаѣ температура, развиваемая горючимъ при полномъ сжиганіи его въ воздухѣ, выразится формулой:

$$T = \frac{cC + c'H - lW}{S \times 3,67 C + 9H + S'W + S''N + S'''A}$$

гдѣ T = возвышеніе температуры вслѣдствіе горѣнія.

C и H = количество *сгорающихъ* углерода и водорода въ единицѣ горючаго.

W = количество воды, образуемой при горѣніи единицы горючаго.

l = скрытая теплота воды.

S, S', S'', S''' = теплоемкости углекислоты, водяныхъ паровъ, азота и воздуха.

N = количество азота въ объемѣ воздуха, необходимомъ для совершеннаго сжиганія горючаго.

A = излишнее количество воздуха, оставшееся неразложеннымъ въ продуктахъ горѣнія.

Формула эта выражаетъ наивысшую температуру, которая только можетъ получиться при сжиганіи углерода въ углекислоту при самыхъ благопріятныхъ условіяхъ. Въ дѣйствительности же она бываетъ меньше вычисленной, что зависитъ отъ различныхъ обстоятельствъ, напр. неполнаго горѣнія, потери горючаго въ видѣ дыма, мелочи въ золѣ и т. п.

Рэнкинъ принимаетъ за единицу испарительной способности вѣсъ горючаго, потребнаго для испаренія 1 англ. фунта воды при 100° С. и при давленіи въ 14,7 англ. фунта на квадратный дюймъ, что эквивалентно 966 англійскимъ или 537 метрическимъ калоріямъ. Въ этомъ случаѣ пусть

E = количество воды, испаряемой при нормальной температур.,

e = вѣсъ воды, превращенной въ паръ при температур. T_k .,

T_1 = нормальная температура кипѣнія (100° С.),

T_n = температура воды, питающей котель,

T_k = наблюдаемая температура кипѣнія, то

$$E = e \left\{ 1 + \frac{T_1 - T_n + 0,3 (T_k - T_1)}{537} \right\}$$

здѣсь E выражаетъ отвлеченное число, на которое слѣдуетъ умножить вѣсъ горючаго, чтобы получить вѣсъ испаренной имъ при нормальной температурѣ воды, если только нѣтъ потери теплоты. Но такъ какъ потеря теплоты всегда имѣется, то полезное дѣйствіе топки выразится отношеніемъ:

$$\frac{E' \text{ (утилизируемое)}}{E \text{ (полное)}} = K$$

которое тѣмъ ближе къ 1, чѣмъ меньше потеря теплоты.

Количество единицъ испарительной способности, теряющихся въ продуктахъ горѣнія, уносимыхъ въ дымовую трубу, получится изъ формулы:

$$\frac{1 + A'}{4000} T_c \text{ (F}^\circ\text{)}$$

гдѣ $1 + A'$ = вѣсъ продуктовъ горѣнія на единицу вѣса горючаго и T_c = разность температуръ (F^o) наружнаго воздуха и газовъ внутри дымовой трубы. Для обыкновенныхъ каменныхъ углей $1 + A'$ заключается между 13 и 25, а для жидкихъ горючихъ $1 + A' = 16,3$, если только не употребляютъ избытка воздуха.

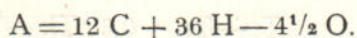
Вотъ нѣсколько примѣровъ потери испарительной способности при горѣніи каменнаго угля съ тягой помощью дымовой трубы.

$1 + A'$	13	19	25
T_c (F ^o)	600 ^o	600 ^o	600 ^o
Объемъ газовъ въ кубич. фут. .	325	475	625
Потеря испарительн. способн. .	1,95	2,85	3,75

Для опредѣленія испарительной способности горючихъ изъ ихъ химическаго состава Рэнкинъ предложилъ формулу:

$$E = 15 C + 64 H - 8 O$$

а для количества воздуха, потребнаго на сжиганіе:



Практическое достоинство горючаго однако нѣсколько ниже того, какое получается изъ этихъ формулъ.

Вотъ результаты Рэнкина: —

	Химическій составъ.			А	Е	Испарит. зависящ. отъ		
	С	Н	О			С	Н-1/8О	
Древесный уголь	0,93	0	0	11,5	14,0	14,0	0	
Коксъ	0,88	0	0	10,6	13,2	13,2	0	
Минеральн. масла	$\left\{ \begin{array}{l} C_{18}H_{20} \\ C_{26}H_{28} \end{array} \right.$	0,84	0,16	0	15,75	22,7	12,7	10,0
		0,85	0,15	0	15,65	22,5	12,66	9,84
Каменный уголь	0,87	0,05	0,04	12,1	15,9	13,05	2,85	
Каменный уголь	0,85	0,05	0,06	11,7	15,5	12,75	2,75	
Каменный уголь	0,75	0,05	0,05	10,6	14,1	11,25	2,85	
Этиленъ	0,75	0,25	0	18,0	27,3	11,25	16,05	
Ацетиленъ	0,85	0,14	0	15,43	22,1	12,9	9,2	
Торфъ сухой	0,56	0,06	0,31	7,7	10,0	8,5	1,5	
Дерево сухое	0,58	0,05	0,40	6,0	7,5	7,5	0	

D-г Paul опредѣляетъ испарительную способность углеводородовъ суммой испарительныхъ способностей водорода и углерода, принимая, что при сжиганіи въ теоретически необходимомъ количествѣ воздуха каждый фунтъ углерода превратитъ 11,359 фунтовъ воды при 15,5° С., а каждый фунтъ водорода — 41,895 фунт. воды той же температуры въ паръ при 100° С. Числа, полученные по этому расчету, приведены въ слѣдующей таблицѣ, гдѣ послѣдняя графа даетъ испарительную способность въ томъ случаѣ, когда сгорѣвшіе газы, выводимые дымовой трубой, имѣютъ температуру на 600° F выше, чѣмъ воздухъ, поступающій въ топку.

	Углеродъ.	Водородъ.	Кислородъ.	Испаритель- ная способ- ность въ фунт. воды при 100° С.	Испари- мость въ фунт. воды при 15,5° С.
Феноль	76,6	6,40	17,00	12,2437	10,5025
Крезоль	77,77	7,41	14,82	13,0096	11,1632
Нафталинъ	93,75	6,25	—	15,4350	13,0751
Антраценъ	94,38	5,62	—	15,2417	13,2675
Ксилоль	90,56	9,44	—	16,5866	14,2415
Кумоль	90,00	10,00	—	16,7838	14,4126
Цимоль	89,55	10,45	—	16,9422	14,5500

Вообще говоря, принимаютъ, что въ среднемъ 1 фунтъ жидкаго горючаго на практикѣ едва ли можетъ превратить въ паръ болѣе 16 фунтовъ воды.

Вотъ примѣръ расчетовъ по способу D-g Paul теплопроизводительной способности.

Сжиганіе 1 фунта углерода.

	Калорій.	Эквивалентная испаримость воды	
		при 212° F.	при 60° F.
Вся теплота горѣнія	14500	15	
Полезная теплота	14500		
Теряющ. теплота дыма при 600° F.	3480	3,6	
Дѣйствительная теплота	11020	11,4	9,8

Сжиганіе 1 фунта водорода.

Вся теплота горѣнія	62032	64,2	
Скрытая теплота водян. паровъ . .	8695		
Полезная теплота	53337		
Теряющ. тепл. газовъ дымов. трубы .	11520	11,9	
Дѣйствительная теплота	41817	42,3	38

Далѣ слѣдуютъ результаты, полученные на 1 фунтъ жидкихъ горючихъ А и В, изъ которыхъ

А содержитъ 86°/о углерода и 14°/о водорода и
 В „ 75°/о „ 25°/о „

Горючее А.

Углерода.	Водорода.	Вся теплота горѣнія.	Эквивалентная испарительн. воды	
			при 212° F.	при 60° F.
0,86		× 14500 = 12470		
	0,14	× 62032 = 6684		
		21154	21,9	18,8
Газы дымовой трубы.		Теряющаяся теплота въ калоріяхъ.		
	Углекислоты	3,16 фунт.	411	
	Водяныхъ паровъ	1,26 „	359	
	Азота	11,45 „	1683	
	Избытокъ воздуха	14,37 „	2124	2,2
		30,74 фунт.	4577	4,8
Вся теплота горѣнія		21154		
Скрытая теплота водяныхъ паровъ		1217	1,3	
Полезная теплота		19937		
Потеря теплоты въ дымовой трубѣ		4577	4,8	
Дѣйствительная теплота		15360	15,8	13,6
Теоретическая испарительная способность			21,9	

Горючее В.

Углерода.	Водорода.	Вся теплота горѣнія.	Эквивалентная испарительн. воды	
			при 212° F.	при 60° F.
0,75		× 14500 = 10775		
	0,25	× 62032 = 15508		
		<u>26283</u>	27,1	23,1
Газы дымовой трубы.			2,6	
		Теряющаяся теплота въ калоріяхъ.		
Углекислоты	2,75 фунт.	358		
Водяныхъ паровъ	2,25 „	641		
Азота	13,39 „	1968		
Избытокъ воздуха	17,39 „	<u>2483</u>		
	<u>35,78 фунт.</u>	<u>5450</u>		
Вся теплота горѣнія				
			2,2	
Скрытая теплота водяного пара				
			5,6	
Полезная теплота				
Потеря теплоты въ газахъ дыма			<u>19,3</u>	<u>16,6</u>
Дѣйствительная теплота			27,1	
Теоретическая испарительная способность				

Примѣчаніе. 212° F. соотвѣтствуетъ 100° C. и 60° F. = 15,5° C.

Газообразное горючее.

Большой прогрессъ, осуществленный нынѣ въ добычѣ и примѣненіи газа, пригоднаго въ качествѣ топлива для металлургическихъ цѣлей, домашняго обихода и пр., дѣлаетъ необходимымъ удобный методъ для достаточно точнаго опредѣленія химическаго состава и нагрѣвательной способности горючихъ газовъ.

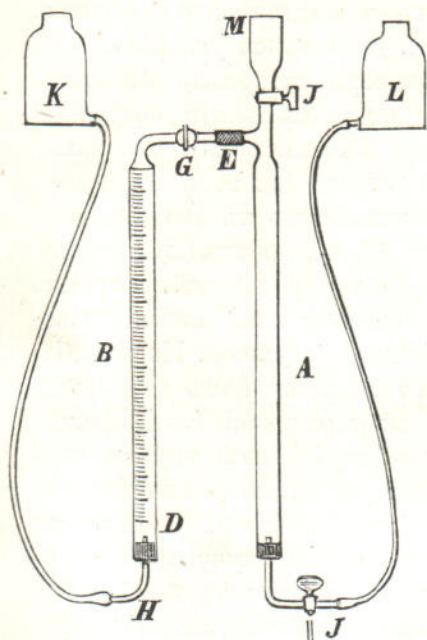
Въ случаѣ очень точныхъ научныхъ изслѣдованій сложныхъ смѣсей газовъ, слѣдуетъ обратиться къ такимъ деликатнымъ способамъ, какъ Frankland'a и Ward'a, но вмѣстѣ съ тѣмъ, вообще говоря, чрезчуръ и утомительнымъ и обстоятельнымъ для примѣненія въ заводской лабораторіи, гдѣ часто бываетъ необходимо въ одинъ день слѣлать нѣсколько полныхъ техническихъ анализовъ газа, чтобы судить о степени экономичности даннаго металлургическаго процесса и т. п.

Аппаратъ, отличающійся удобствомъ въ обращеніи для быстрой работы, при исполнѣи достаточной точности, изобрѣтенный г. Эллиотъ, изображается на прилагаемой чертежѣ (фиг. 13). (В) есть трубка емкостью въ 100 сс., раздѣленная на $\frac{1}{10}$ с.с., кранъ (J)—тройной и одинъ каналъ его открывается внизу стержня пробки; сосуды (K) и (L) вмѣщаютъ въ себѣ около $\frac{1}{2}$ литра; (M)—отъемная воронка емкостью на 60 с.с., (E)—соединительная каучуковая трубка.

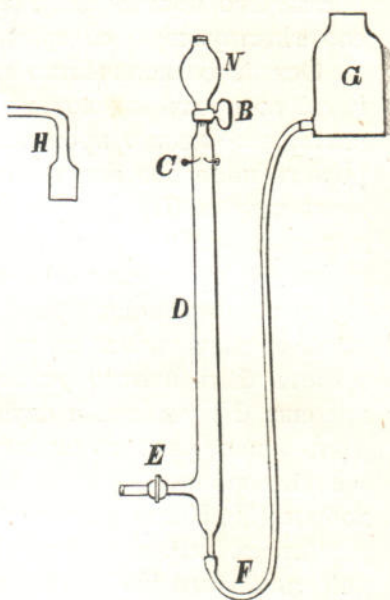
Прежде чѣмъ приступить къ анализу, трубки (A) и (B) наполняются водой изъ сосудовъ (K) и (L), манипулируя кранами (C), (F) и (J). Когда вода поднимется въ воронку (M) и весь воздухъ изъ трубокъ будетъ изгнанъ, краны (F) и (G) закрываются, воронка (M) снимается, а на ея мѣсто прикрѣпляется трубка, заключающая газъ для анализа. Затѣмъ сосудъ (L) медленно опускаютъ, пока (A) не наполнится газомъ, послѣ чего кранъ (F) закрываютъ. Трубку съ газомъ отнимаютъ отъ (F) и на ея мѣсто снова ставятъ воронку (M); поднимаютъ сосудъ (L), опускаютъ (K) и открываютъ кранъ (G). При этомъ газъ перегоняется въ градуированную трубку (B). Сосудъ (K) опускаютъ на столько, что уровень воды въ ней будетъ находиться на одной линіи съ нулевой чертой (D), при этомъ газъ приводится къ нулевой точкѣ (D) сосудомъ (L); кранъ (G) запираютъ и записываютъ температуру и давленіе.

Избытокъ газа изъ (A) удаляютъ, поднявъ сосудъ (L) и открывъ кранъ (F), послѣ чего газъ изъ (B), манипулируя сосудами и кранами, переводятъ въ трубку (A). Далѣе запираютъ краны, опускаютъ сосудъ (L) и, наполнивъ воронку (M) растворомъ 5E КНО, осторожно спускаютъ послѣдній въ трубку (A), оставивъ въ воронкѣ около 10 с.с. Подождавъ, пока объемъ газа, вслѣдствіе поглощенія CO_2 , не перестанетъ уменьшаться, остатокъ его переводятъ въ трубку (B)

и измѣряютъ, замѣтивъ температуру и давленіе. Потеря первоначальнаго объема = CO_2 . Далѣе опоражниваютъ трубку (A), промываютъ и вновь наполняютъ водой, какъ указано ранѣе. Въ нее переводятъ изъ (B) газъ и, наливъ воронку



Фиг. 13.



Фиг. 14.

(M) до половины водой, въ которую прибавлено нѣсколько капель брома, открываютъ кранъ (F), спускаютъ бромную воду до тѣхъ поръ, пока пары брома не начнутъ примѣшиваться къ газу. Давъ стоять, пока не окончится сокращеніе объема газа, зависящее отъ поглощенія этилена и др., свѣтящихся при горѣніи газовъ, прибавляютъ нѣсколько ѣдкаго кали, служившаго для поглощенія CO_2 , съ цѣлью извлечь избытокъ брома. Затѣмъ объемъ газа измѣряютъ, какъ сказано выше, и потерю принимаютъ за объемъ свѣтящихся газовъ. Снова промываютъ и наполняютъ водой трубку (A) и переводятъ въ нее по прежнему газъ изъ (B), а въ воронку (M) наливаютъ раствора 5E KNO_3 , къ которому предварительно было прибавлено приблизительно 3% пирогалловой кислоты; смѣсь вливается въ трубку и реагируетъ на газъ до полного поглощенія содержащагося въ немъ кислорода, послѣ чего объемъ газа измѣряютъ, и принимаютъ потерю = кислороду.

Затѣмъ, промывъ трубку (А) и переводя въ нее изъ (В) газъ, воронку наполняютъ 10Е НСІ, содержащей 25% полу-хлористой мѣди, Cu_2Cl_2 ; этотъ растворъ спускаютъ въ (А) и реагируютъ на газъ до окончанія сокращенія его объема, послѣ чего послѣдній измѣряютъ и высчитываютъ потерю, соотвѣтствующую содержанию въ газѣ окиси углерода.

Остальное количество газа можетъ содержать болотный газъ, водородъ и азотъ; чтобы опредѣлить эти составныя части, необходимо произвести взрывъ смѣси ихъ съ кислородомъ помощью электрической искры. Для этой цѣли служить трубка (D) фигуры 14, вмѣстимостью въ 100 с.с., раздѣленная на $\frac{1}{10}$ с.с. на длинѣ въ 2", считая отъ (Е), причемъ кранъ (В) принимается за нулевую точку дѣлений. Воронка (N) также отъемная; при (С) впаяны двѣ платиновыя проволоки, соединяющіяся съ индукціонной катушкой. Колѣно (H) можетъ быть плотно установлено надъ краномъ (В), когда воронка (N) удалена и служить для переливанія газа. Прежде чѣмъ приступить къ анализу, у абсорбціонной трубки снимаютъ воронку (M) и на ея мѣсто укрѣпляютъ колѣно, подобное (H). Когда газъ перевели въ (А), трубка (D) ставится рядомъ съ ней, а колѣно (H) соединяется каучуковой трубкой съ такимъ же колѣномъ на (D). Затѣмъ трубка (D) наполняется водой изъ сосуда (G) до конца колѣна (H) надъ краномъ (В). Кусокъ трубки наполняютъ водой и соединяютъ имъ концы колѣнъ (H); кранъ (J) поворачиваютъ такъ, чтобы закрыть дно трубки (А), краны (В) и (F) открываютъ, съ помощью сосуда (G) переливаютъ 20 с.с. газа въ трубку (D) и закрываютъ краны. Вводящую трубку (Е) сообщаютъ съ газгольдеромъ, содержащимъ кислородъ подъ давленіемъ, впускаютъ его 20 с.с. и перемѣшиваютъ съ газомъ; объемъ газовой смѣси приводятъ къ барометрическому давленію и измѣряютъ. Сосудъ (G) помѣщаютъ ниже (F), чтобы расширить газы, пускаютъ токъ и при взрывѣ происходитъ полное соединеніе. Выждавъ, когда смѣсь газовъ охладится, наблюдаютъ сокращеніе объема, поднявъ (G) до совпаденія урвней воды въ сосудѣ и трубкѣ.

Снявъ колѣно (H) и укрѣпивъ на его мѣсто воронку (N), количество полученной при сжиганіи углекислоты опредѣляютъ введеніемъ въ трубку раствора ѣдкаго кали и наблюдая происходящее при этомъ сокращеніе объема газа. Фор-

мула для вычисленія количествъ водорода, болотнаго газа и азота, находящихся въ 20 с.с. взятыхъ изъ остаточнаго объема газа (что впослѣдствіи пересчитывается на первоначальный объемъ), будетъ такова:

Пусть сокращеніе объема = C,
 объемъ образовавшейся углекислоты = D,
 H, CH₄ и N соотвѣтственно = X, Y и Z.

Въ такомъ случаѣ:

$$X = \frac{2C - 4D}{3}$$

$$Y = D$$

$$Z = \frac{3A - 2C + D}{3}$$

Работая съ этимъ аппаратомъ, анализъ слѣдуетъ производить въ помѣщеніи, гдѣ температура оставалась бы въ теченіи опыта постоянной и озаботиться, чтобы вода, реагенты и пр. были той же комнатной температурой.

А какъ полный анализъ по этому способу можетъ быть оконченъ въ теченіи одного часа, а температура и давление при надлежащихъ предосторожностяхъ, едва-ли могутъ измѣниться во время отчетовъ, и такъ какъ, кромѣ того, первоначальный газъ бываетъ обыкновенно насыщенъ влажностью, то нѣтъ необходимости принимать во вниманіе поправку на упругость водяныхъ паровъ ввиду того, что газъ измѣряется надъ водой.

Теплопроизводительная способность. — Нагрѣвательную силу газообразнаго горючаго, содержащаго углекислоту, водородъ, болотный газъ, маслородный газъ, азотъ, окись углерода и водяные пары, Бунзенъ опредѣляетъ такъ:

$$A = 3000 (0,57 \cdot 1,44 \cdot K + 1,5 \cdot h \cdot 8 + 1,1 \cdot m \cdot 4 + 1,17 \cdot a \cdot 3,43) \\ - 500 (9 \cdot h + 2,25 m + 1,29 \cdot a + w)$$

гдѣ K = содержаніе CO

h = " H

m = " CH₄

a = " C₂H₄

n = " N

w = " водяныхъ паровъ

k = " CO₂

Для опредѣленія температуры, развиваемой газообразнымъ горючимъ при сжиганіи его въ воздухѣ, употребляется формула:

$$T = \frac{A}{Q(k) S + Q(w) S' \pm Q(n) S''}$$

при чемъ

$$Q(k) = k + 1,57 K + 2,75 m + 3,14 . a$$

$$Q(w) = w + 9 . h + 2,25 m + 1,29 . a$$

$$Q(n) = n + 3,33 (0,57 K + 8 h + 4 m + 3,43 . a)$$

а S, S' и S'' соответственно теплоемкости CO₂, H₂O и N.
Гораздо высшая температура получается при сжиганіи газа въ чистомъ кислородѣ, какъ доказываютъ температуры, вычисленныя Бунзеномъ по вышеприведеннымъ формуламъ:

	Въ кислородѣ:	Въ воздухѣ:
Углеродъ	9873° C.	2458° C.
Окись углерода	7067 "	3042 "
Маслородный газъ	9187 "	5413 "
Болотный газъ	7857 "	5329 "
Водородъ	8061 "	3259 "

Сравненіе теплопроизводительныхъ способностей газа и каменнаго угля.

(Ford, Jour. I. and S. Inst.).

Подземный газъ въ Питтсбургскомъ округѣ имѣеть такой средній химическій составъ:

Углекислоты	0,60%
Окиси углерода	0,60 "
Кислорода	0,80 "
Маслороднаго газа	1,00 "
Этилена	5,00 "
Болотнаго газа	67,00 "
Водорода	22,00 "
Азота	3,00 "

Изъ удѣльныхъ вѣсовъ этихъ газовъ мы находимъ, что 100 литровъ будутъ вѣсить 64,8585 gr., такъ

Болотный газъ	67,0 литр.	вѣсиль	48,0256 gr.
Маслородный газъ	1,0 "	" "	1,2534 "
Этиленъ	5,0 "	" "	6,7200 "
Водородъ	22,0 "	" "	1,9712 "
Азотъ	3,0 "	" "	3,7632 "
Углекислота	0,6 "	" "	1,2257 "
Окись углерода	0,6 "	" "	0,7526 "
Кислорода	0,8 "	" "	1,1468 "

Всего 64,8585 gr.

Количество калорий, выделяющихся при сжигании ихъ, будетъ:

Болотный газъ	48,0256	гг.	даётъ	627358	калорій
Маслородный газъ	1,2534	”	”	14910	”
Этиленъ	6,7200	”	”	77679	”
Водородъ	1,9712	”	”	67921	”
Окись углерода	0,7526	”	”	1808	”
Азотъ	3,7630	”	”	—	”
Углекислота	1,2257	”	”	—	”
Кислородъ	1,1468	”	”	—	”

64,8585 гг. даётъ 789694 калорій.

64,8585 гг. или 100 литровъ газа даютъ 789694 калорій, но такъ какъ 64,8585 гг. углерода даютъ 524046 калорій, слѣдовательно 97,7220 гг. его дадутъ то-же количество калорій, какъ и 100 литровъ газа.

Если положимъ, что коксъ содержитъ круглымъ числомъ 90% углерода, то 107,7142 гг. его дадутъ также 789694 калорій, т. е. то-же количество калорій, какъ и 100 литровъ газа.

Зная цѣны кокса и газа можно высчитать, какое изъ этихъ горючихъ наиболѣе экономично.

Возьмемъ для сравненія также Питтсбургскій каменный уголь такого состава:

Углерода	82,75%
Водорода	5,31 ”
Азота	1,04 ”
Кислорода	4,64 ”
Золы	5,31 ”
Сѣры	0,95 ”

Вычисливъ по формулѣ:

$$p = 8080 C + 34462 (H - \frac{1}{8} O)$$

получимъ, что теплопроизводительная способность этого угля выразится для 100 гг. 831625 калоріями, т. е. 95 гг. его при сжиганіи даётъ такое же количество тепла, какъ и 100 литровъ естественнаго газа. Отсюда, зная, напр., продажную стоимость каменнаго угля, можно вычислить экономическую выгоду замѣны его газомъ и наоборотъ.

Средній составъ каменныхъ углей различныхъ мѣстностей.

Среднее изъ	Удѣл. вѣсъ.	Углеродъ.	Водородъ.	Азотъ.	Сѣра.	Кислородъ.	Зола.	Коксъ.
36 образц. Уэльск. кам. угля	1,315	83,78	4,79	0,98	1,43	4,15	4,91	72,60
18 „ Ньюкестльскаго	1,256	82,12	5,31	1,35	1,24	5,69	3,77	60,67
28 „ Ланкашаирск. .	1,273	77,90	5,32	1,30	1,44	9,53	4,88	60,22
8 „ Шотландскаго .	1,259	78,53	5,61	1,00	1,11	9,69	4,03	54,22
7 „ Дербишайрск. .	1,292	79,68	4,94	1,41	1,01	10,28	2,65	59,32

(Phillips).

Составъ различныхъ антрацитовъ.

Мѣстности.	Удѣлн. вѣсъ.	Углеродъ.	Водородъ.	Кислородъ, азотъ и сѣра.	Зола.	Аналитики
Пенсильванія.	1,462	89,21	2,43	3,69	4,67	} Regnault.
Swansea	1,348	91,29	2,33	4,80	1,58	
Mayenne	1,343	90,20	4,18	3,37	2,25	
Roldue (близъ Aix-la-Chapelle)	1,367	90,72	3,92	4,42	0,94	} Jacquelin.
Swansea	1,270	90,58	3,60	4,10	1,72	
Sablé.	1,750	87,22	2,49	3,39	6,90	
Vizille	1,730	94,09	1,85	2,85	1,90	
Isère.	1,650	94,00	1,49	3,58	4,00	

Таблица, показывающая постепенное уменьшение содержания водорода и кислорода отъ дерева до антрацита.

(Prof. Johnson).

	Углеродъ.	Водородъ.	Кислородъ.	Свободный водородъ.
Дерево (среднимъ числомъ)	100	12,18	83,07	1,80
Торфъ " "	100	9,85	55,67	2,89
Лигнитъ (среднее изъ 15 разновидностей) . .	100	8,37	42,42	3,07
Каменный уголь изъ Ю. Стаффордшайра . .	100	6,12	21,23	3,47
" " для паровыхъ котл. Newcastle.	100	5,91	18,32	3,62
" " изъ Ю. Валлиса	100	4,75	5,28	4,09
Пенсильванскій антрацитъ	100	2,84	1,74	2,63

Качества каменныхъ углей различныхъ мѣстностей.

Среднее изъ	1 фунт. к. угля испаряетъ фунтовъ воды при 100° С.	Въ часъ испаряется фунт. (англійскихъ) воды.	Вѣсъ въ ф. (англ.)	к. фут. угл. въ томъ видѣ въ какомъ идетъ въ топку.	Объемъ въ куб. футахъ занимаемый одной тонной.	Процентное содержание крупныхъ кусковъ.	Процентное содержание сѣры въ угляхъ.
37 образцовъ изъ Валлиса	9,05	448,2	53,1	42,71	60,9	1,42	
17 " " Ньюкестля	8,37	411,1	49,8	45,30	67,5	0,94	
28 " " Ланкашайра	7,94	447,6	49,7	45,15	73,5	1,42	
8 " " Шотландіи	7,70	431,4	50,0	49,99	73,4	1,45	
8 " " Дербишайра	7,58	432,7	47,2	47,45	80,9	1,01	

Теоретическая испарительная способность нефти и каменного угля.

Горючее.	Удельный вѣсъ при 0° С.	Химическій составъ.				Нагрѣват. способ- ность въ англій- скихъ единицахъ теплоты.	Теорет. испаритель- ная способность. Фунтовъ воды на фунтъ горючаго.	
		Углерода %.	Водорода %.	Кислорода %.	Сѣры %.		Отъ при 212° F (100° C).	При 8 ¹ / ₂ атмосф. дѣйств. давленія.
Пенсильванія -тя- желое сырое мине- ральное масло. . .	0,886	84,9	13,7	1,4	—	20,736	21,48	17,8
Кавказское лег- кое сырое мине- ральное масло. . .	0,884	86,3	13,6	0,1	—	22,027	22,79	18,9
Кавказское сы- рое тяжелое мине- ральное масло. . .	0,938	86,6	12,3	1,1	—	20,138	20,85	17,3
Нефтяные остат- ки	0,928	87,1	11,7	1,2	—	19,832	20,53	17,1
Хорошій англій- скій уголь, среднее изъ 98 опредѣлений	1,380	80,0	5,0	8,0	1,25	14,112	14,61	12,16

Примѣчаніе. Для перевода англійскихъ единицъ теплоты на метрическую систему слѣдуетъ раздѣлить приведенныя числа фунтовъ на 1,8.

Сравнивая нефтяные остатки (русскаго происхожденія) и антрацитъ Mr. Urguhard говоритъ, что теоретическая испарительная способность первыхъ = 16,2 фунта воды на 1 ф. горючаго, а послѣдняго — 12,2 фунта, при дѣйствительномъ давленіи въ 8 атмосферъ; отсюда испарительная способность нефтяныхъ остатковъ на 33% выше, чѣмъ антрацита.

Составъ доменныхъ газовъ (печь въ Alfreton).

	Газъ взятъ съ глубины отъ колошника.				
	8 фут.	14 фут.	20 фут.	24 фут.	34 фут.
Азота	54,77	50,95	60,46	56,75	58,05
Углекислоты	9,42	9,10	10,83	10,08	—
Окиси углерода	20,24	19,32	19,48	25,19	37,43
Болотнаго газа	8,23	6,64	4,40	2,33	—
Водорода	6,49	12,42	4,83	5,65	3,18
Маслороднаго газа	0,85	1,57	—	—	—
Циана	—	—	—	слѣды	1,34
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Составъ газовъ, выдѣляющихся изъ бессемеровской реторты.

(Snelus, I. and St. Inst.).

	Послѣ начала дутья, спустя						Послѣ приб. зерк. чугуна (Бохумъ).	
	2 мин.	4 мин.	6 мин.	10 м.	12 м.	14 м.		
Углекислоты	10,71	8,59	8,20	3,58	2,30	1,34	—	0,86
Окиси углер.	нѣтъ	3,95	4,52	19,59	29,30	31,11	82,6	78,55
Кислорода	0,92	—	—	—	—	—	—	1,32
Водорода	88,37	0,88	2,00	2,00	2,16	2,00	2,8	2,52
Азота								

Составъ газа, заключающагося въ раковинахъ стальныхъ болванокъ.

(Stead, Clev. Inst. Eng.).

	Химическій составъ стали болванокъ.		
	Углер. . 0,42% Кремнія. 1,00% Марган. . 1,08%	Углер. . 0,33% Кремнія. 0,10% Марган. . 0,69%	Углер. . 0,17% Кремнія. 0,09% Марган. . 0,89%
Водорода	67,10	86,62	87,21
Азота	30,30	13,29	11,15
Окиси углерода	2,60	0,32	1,64
Кислорода	—	0,37	—

Анализы различныхъ видовъ газообразнаго горючаго.

Составъ газовъ генераторовъ Сименса
(Trans. Amer. Inst. Min. Eng.)

	1	2	3	4	5
	в ъ п р о ц е н т а х ъ				
Углекислоты	3,9	8,6	9,3	1,5	6,1
Окиси углерода	27,3	20,0	16,5	23,6	22,3
Водорода	—	8,7	8,6	6,0	28,7
Болотнаго газа	1,4	1,2	2,7	3,0	1,0
Азота	67,4	61,4	62,9	65,9	41,9
Единиць тепла	93966	97184	99074	114939	164164

Составъ американскаго естественнаго газа
(Ford. Jour. I. and St. Inst.)

	1	2	3	4	5
	в ъ п р о ц е н т а х ъ				
Углекислоты	0,8	0,6	нѣтъ	0,4	нѣтъ
Окиси углерода	1,0	0,8	0,58	0,4	1,00
Кислорода	1,1	0,8	0,78	0,8	2,10
Маслороднаго газа	0,7	0,8	0,98	0,6	0,80
Этилена	3,6	5,5	7,92	12,3	5,20
Болотнаго газа	72,18	65,25	60,70	49,58	57,85
Водорода	20,02	26,16	29,03	35,92	9,64
Азота	нѣтъ	нѣтъ	нѣтъ	нѣтъ	23,41
Единиць тепла	728746	698852	627170	745813	592380

Составъ водянаго газа

	Концентри- рованный газъ (Dr. Moog).	Боксовый водяной газъ.		Газъ по про- цессу Beil- by.
		(Lang- lois).	(Frank- land).	
Углекислоты	2,05	12,000	13,80	21,32
Окиси углерода	35,88	31,860	29,30	10,72
Болотнаго газа	4,11	1,62	} 56,9	} нѣтъ
Водорода	52,76	54,52		
Кислорода	0,77	—	—	—
Азота	4,43	—	—	30,77
	100,00	100,00	100,00	100,00

Составъ различныхъ газовъ (вѣсовыя количества).

	N	H	CO ₂	CO	CH ₄	C ₂ H ₄	Анализи- ровалъ
Домен. печи, Шотл.	48,20	0,90	21,70	29,24	—	—	Bell.
Тоже Askam	52,59	0,14	13,47	33,80	—	—	Crossley.
Тоже Cleveland.	58,54	0,06	14,32	27,03	—	—	Stead.
Генератора Сименса.	64,50	—	6,95	24,92	0,89	2,73	Snelus.
Тоже	63,22	0,65	8,71	25,97	1,45	—	„
Генерат. Вильсона	61,70	0,90	6,91	29,58	0,91	—	Stead.
Тоже	62,84	1,11	8,29	26,33	1,43	—	„
Ретортн. свѣт. газъ	—	8,17	—	18,61	56,10	17,12	—

Средній составъ каменноугольнаго газа.

Водорода	45,58
Метана	34,90
Окиси углерода	6,64
Этана	4,08
Бутана	2,38
Сѣроводорода	0,29
Азота	2,46
Углекислоты	3,67

100,00

(Thorpe).

ЧАСТЬ IV.

В О Д А.

Воду можно разсматривать съ двухъ точекъ зрѣнія: 1) какъ матеріаль для питанія паровыхъ котловъ и 2) какъ вещество для питья.

I. Вода для паровыхъ котловъ.

Вода, содержащая въ значительномъ количествѣ угле- и сѣрно-кислыя соли кальція и магнія, весьма непригодна для питанія паровыхъ котловъ, потому что эти соли осаждаются въ видѣ твердаго осадка на стѣнки котла, трубокъ и пр., причиняя тѣмъ много неудобствъ и излишній расходъ горючаго; а содержаніе въ водѣ выше нормальнаго такихъ солей, какъ хлористый, сѣрно- и углекислый натръ и т. п., хотя и не служитъ причиной „жесткости“, тѣмъ не менѣе служитъ причиною кипѣнія „толчками“. „Жесткой“ называютъ воду, заключающую въ растворѣ сравнительно большое количество известковыхъ и магнезіальныхъ солей, а „мягкой“—воду съ малымъ ихъ содержаніемъ. Практически судятъ объ этомъ по количеству известковаго и магнезіальнаго мыла, образующагося при смѣшеніи единицы объема испытуемой воды съ растворомъ обыкновеннаго мыла.

Содержаніе минеральныхъ веществъ въ водѣ существенно зависитъ отъ геологическаго характера напластованій, по которымъ протекаетъ или просачивается вода. Слѣдующая таблица показываетъ качество воды, получающейся изъ различныхъ геологическихъ формаций Англій.

Ф о р м а ц і и.	Толщина въ футахъ.	Качество воды.
Известнякъ	645 до 1000	Жесткая.
Верхній зеленый песокъ . . .	100 — 400	Довольно жесткая
Нижній зеленый песокъ . . .	20 — 500	Мягкая и хорошая
Пурбекъ и Портландъ	0 — 60	Довольно жесткая
Коралловый известнякъ . . .	40	—
Большой и нижній оолитъ . . .	200 — 450	Жесткая.
Верхній лейасовый песокъ . .	20 — 200	Мягкая.
Марлстонъ или средній лейасъ .	30 — 250	Довольно жесткая
Пестрый песчаникъ	0 — 2150	Мягкая или разная
Нижній пермскій ярусъ	Различная	Мягкая.

Взятіе пробы.— Для этой цѣли наиболѣе пригодны стеклянныя съ пробками бутылки, вмѣстимостью въ 2¹/₂ литра и извѣстныя подъ названіемъ „винчестерскихъ“. Для обыкновеннаго анализа достаточно объема воды въ одну такую бутылку, а для самага подробнаго — по крайней мѣрѣ втрое большій.

Если проба берется насосомъ или изъ подъ крана, то первая порціи (15—50 литровъ) отбрасываются, бутылку наполняютъ до самага верха, опоражниваютъ, прополаскиваютъ разъ шесть тою же водою, наконецъ наполняютъ примѣрно на 1" ниже пробки и завязываютъ.

Если же приходится взять пробу изъ источника, бассейна или рѣки, то чистую бутылку погружаютъ съ горлышкомъ въ воду, остерегаясь однако, чтобы не поднять со дна илъ, и чтобы въ бутылку не попала пѣна, муть и постороннія вещества.

Образецъ воды, которую предполагается изслѣдовать, имѣя въ виду діетическія цѣли, слѣдуетъ сохранять до анализа въ холодномъ и темномъ мѣстѣ, а самый анализъ производить не позже, какъ черезъ 48 часовъ послѣ взятія пробы.

такъ какъ иначе органическія вещества въ водѣ могутъ подвергнуться ферментации.

Чтобы судить, насколько данная вода пригодна для питанія паровыхъ котловъ, нужно сдѣлать опредѣленія: 1) механическихъ примѣсей (вещества въ суспензированномъ состояніи); 2) общее количество твердыхъ веществъ въ растворѣ; 3) жесткости — общей, постоянной и временной; 4) содержанія хлора въ хлористыхъ соляхъ; 5) щелочности; и 6) содержанія сѣрно- и азотнокислыхъ соединений, кальція и магнезія. Все это, вмѣстѣ взятое, можетъ дать удовлетворительное понятіе о природѣ и степени пригодности воды для употребленія въ паровыхъ котлахъ, хотя иногда бываетъ желателенъ и полный минеральный анализъ.

Опредѣленіе механической примѣси (мути). — Если при взбалтываніи пробы замѣчается нѣкоторое количество мути, то профильтровавъ около 250 с.с. сквозь взвѣшенный фильтръ, осадокъ промываютъ дистиллированной водой, высушиваютъ при 130° С., даютъ охладиться и взвѣшиваютъ. Умноживъ полученный вѣсъ осадка на 4, будемъ имѣть содержаніе мути въ 1 литрѣ, а еще на 70—сколько англійскихъ грановъ мути приходится на 1 галлонъ испытуемой воды.

Опредѣленіе жесткости. — Степень жесткости воды опредѣляется количествомъ *нормальнаго* мыльнаго раствора, только что необходимымъ для полученія постоянной пѣны съ единицей объема пробы; чѣмъ жестче вода, тѣмъ болѣе потребуетъ она сказаннаго раствора, вслѣдствіе образованія нерастворимыхъ известковаго, магнезіальнаго и т. п. мылъ, получающихся чрезъ разложеніе приливаемого натроваго или калийнаго мыла солями щелочныхъ земель испытуемой пробы. Жесткость воды выражается обыкновенно количествомъ углекислой извести, или градусами Кларка (англ. граны на галлонъ), по имени изобрѣтателя процесса, и различается, какъ *временная* и *постоянная*. Временной жесткостью называютъ ту, которая уничтожается кипяченіемъ воды, причемъ, вслѣдствіи улетучиванія CO_2 , осаждаются углекислыя соли извести и магнезіи. Профильтровавъ эту кипяченую воду, мы опредѣлимъ, насколько уменьшится *общая* жесткость воды. Углекислая известь не вполне выдѣляется кипяченіемъ, такъ какъ

2,5 грана ея остается растворенной въ галлонѣ воды (т. е. 0,035 г. въ 1 литрѣ), свободной отъ углекислоты.

Для опредѣленія жесткости воды приготавливаются *нормальный* мыльный растворъ и *нормальная* жесткая вода.

Приготовленіе нормальной жесткой воды.—Растворяють 1,11 г. чистаго плавленнаго CaCl_2 въ небольшомъ количествѣ воды и разбавляютъ при 15°C . дистиллированной же водой до 1000 с.с., или растворяють 1 г. чистой углекислой извести въ 50 с.с. 5E HCl , выпаривають досуха, остатокъ растворяють 50 с.с.-ами H_2O и осторожно нейтрализуютъ слѣды свободной кислоты посредствомъ 5E AmHO . Въ томъ и другомъ случаяхъ каждый с.с. жидкости будетъ химически эквивалентенъ 0,001 г. углекислой извести.

Приготовленіе нормального мыльнаго раствора.—Для этой цѣли часто употребляется кастильское мыло, которое, какъ думаютъ, готовится изъ соды и оливковаго масла; но авторъ находитъ, что растворъ его довольно скоро портится при храненіи, особенно въ холодную погоду, что зависитъ отъ происходящаго при этомъ разложенія стеариноваго и пальметиноваго натра; если же, для полученія обратной реакціи, растворъ подогрѣть, то образуется осадокъ, и растворъ необходимо титровать вновь. Болѣе удобенъ въ этомъ отношеніи оленновокислый натръ, растворъ котораго очень мало измѣняется при храненіи, и потому вообще можетъ быть рекомендованъ для сказанной цѣли. Около 13 г. его растворяють въ смѣси 500 с.с. метиловаго спирта и 500 с.с. H_2O , и, если нужно, профильтровываютъ. Между тѣмъ въ винчестерскую бутылку наливаютъ 12 с.с. нормальной твердой воды и разбавляютъ дистиллированной H_2O -ой до 70 с.с. Мыльнымъ же растворомъ наполняютъ бюретку, изъ которой, по 1 с.с. сразу, и спускають въ бутылку, сильно встряхивая послѣднюю послѣ cadaго прибавленія, до тѣхъ поръ, пока не получится на поверхности воды пѣна, не исчезающая по крайней мѣрѣ въ теченіи 5 минутъ. Замѣчаютъ объемъ израсходованной жидкости. 12 с.с. нормальной твердой воды должны требовать для своего насыщенія 13 с.с. мыльнаго раствора (дистиллированная вода сама по себѣ требуетъ 1 с.с. для образованія пѣны); но у насъ получается

меньшее число, напр. 11,4 с.с.; слѣдовательно, мыльный растворъ крѣпокъ, и его необходимо разбавить смѣсью H_2O и спирта, количество которой легко высчитать: такъ какъ каждыя 11,4 с.с. изъ оставшагося раствора должны быть разбавлены $13 - 11,4 = 1,6$ с.с.-ами, то на 960 с.с. потребуется прилить $\frac{960}{11,4} \times 1,6 = 134,7$ с.с. смѣси спирта и воды. Повторивъ титрованіе, увидимъ, что 12 с.с. *нормальной* жесткой воды требуютъ для образованія постоянной пѣны ровно 13 с.с. мыльнаго раствора.

Опредѣленіе общей жесткости — 70 с.с. прозрачной пробы вливаютъ въ бутылку емкостью въ 250 с.с. и приливаютъ, какъ описано выше, нормальный мыльный растворъ до тѣхъ поръ, пока не получится пѣна, остающаяся на поверхности не менѣе 5 минутъ. Число употребленныхъ с.с.-овъ безъ одного даетъ жесткость воды въ гранахъ извести на галлонъ воды (градусы Кларка). Если проба требуетъ болѣе 16 с.с. нормальнаго мыльнаго раствора, то ее разбавляютъ еще 70 с.с.-ами H_2O для того, чтобы образованіе пѣны происходило при одинаковыхъ условіяхъ. Или же берутъ 35 с.с. пробы, разбавляютъ H_2O -ою до 70 с.с. и, по испытаніи, полученный результатъ удваиваютъ. Если проба содержитъ значительное количество магnezіальныхъ солей, то является нѣкоторая трудность въ точномъ опредѣленіи конца насыщенія, вслѣдствіе медленности, съ какой магnezіальныя соли разлагаютъ мыло, почему образовавшаяся, повидимому, постоянная пѣна чрезъ нѣкоторое время, при встряхиваніи исчезаетъ. Небольшая практика скоро ознакомитъ аналитика съ этой особенностью магnezіальной жесткой воды.

Постоянная жесткость.—Въ стаканъ емкостью въ 500 с.с. вливаютъ 250 с.с. прозрачной пробы воды и кипятятъ въ теченіи часа, при чемъ начальный объемъ поддерживается частыми прибавленіями кипящей дистиллированной воды, свободной отъ CO_2 . Затѣмъ стаканъ прикрывается часовымъ стекломъ и ставится на $\frac{1}{4}$ часа въ холодную воду для охлажденія. Послѣ этого пробу быстро переливаютъ въ литрованную колбу емкостью въ 250 с.с. и снабженную пробкой, разбавляютъ, если нужно, дистиллированной водой, свободной

отъ CO_2 , точно до 250 с.с. при 15°C ., тщательно перемѣшиваютъ и фильтруютъ.

Взявъ, далѣе, отсюда 70 с.с., опредѣляютъ по вышеизложенному постоянную жесткость.

Временная жесткость.—Временная жесткость, или жесткость, уничтожаемая кипяченіемъ, получается вычитаніемъ постоянной жесткости изъ общей.

Общее количество твердыхъ веществъ въ растворѣ. — Точно взвѣшиваютъ фарфоровую или платиновую чашку вмѣстимостью около 100 с.с. и отмѣриваютъ въ нее 70 с.с. профильтрованной пробы. Ставятъ на водяную баню, выпариваютъ до суха, переносятъ въ воздушную баню, гдѣ и нагреваютъ въ теченіи часа при 130°C .; охладивъ подъ эксикаторомъ, чашку съ содержимымъ быстро взвѣшиваютъ. Затѣмъ ее снова помѣщаютъ въ воздушную баню, нагреваютъ еще часъ при 130°C . и повторяютъ взвѣшивание. Если полученный вѣсъ остатка не меньше, чѣмъ при первомъ опредѣленіи, то умноживъ его на 1000, получимъ содержаніе твердыхъ веществъ въ гранахъ на галлонъ.

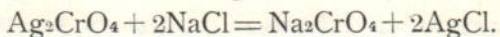
Опредѣленіе хлора въ хлористыхъ соляхъ. — Хлоръ присутствуетъ въ водѣ главнѣйше въ видѣ обыкновенной соли (NaCl), но иногда онъ является и въ видѣ хлористыхъ: кали (KCl), кальція (CaCl_2) и магнія (MgCl_2), такъ что содержаніе хлора выражается содержаніемъ хлористыхъ солей, а именно—эквивалентнымъ имъ количествомъ хлористаго натра. Опредѣленіе производится объемнымъ путемъ помощью нормальнаго раствора азотнокислаго серебра, при чемъ индикаторомъ конца реакціи служитъ хромовокалиева соль.

Приготовленіе нормальнаго раствора AgNO_3 .—Растворяютъ въ небольшомъ количествѣ дистиллированной воды 4,79 gr. чистаго азотнокислаго серебра, разбавляютъ точно до 1000 с.с. при 15°C . и тщательно перемѣшиваютъ жидкость. Каждый с.с. раствора осаждаетъ точно 0,001 gr. хлора въ видѣ хлористаго серебра



Методъ. — Отмѣриваютъ 70 с.с. пробы въ фарфоровую чашку, вмѣстимостью въ 100 с.с. и прибавляютъ двѣ капли

Е хромовокислаго кали. Наполнивъ бюретку нормальнымъ серебрянымъ растворомъ, постепенно, при постоянномъ помѣшиваніи, приливають изъ нея къ испытуемой пробѣ до тѣхъ поръ, пока послѣдняя прибавленная капля не превратитъ желтый цвѣтъ раствора въ желтовато-красный, вслѣдствіе образованія хромовокислаго серебра. До тѣхъ же поръ, пока хлоръ находится въ растворѣ, хромовокислое серебро не можетъ существовать по реакціи:



Число израсходованныхъ с.с. минусъ 0,1 с.с., употребленное на окрашиваніе воды, выразитъ содержаніе въ пробѣ хлора въ гранахъ на галлонъ, а умноживъ его на $\frac{117}{71}$, получимъ въ тѣхъ же мѣрахъ содержаніе хлористыхъ солей въ эквивалентахъ NaCl.

Опредленіе щелочности. — Щелочностью воды принято называть ея способность нейтрализовать кислоту, а степень щелочности опредѣляется количествомъ *нормальнаго* раствора кислоты извѣстной крѣпости, потребнымъ для нейтрализаціи объемной единицы пробы.

Приготовленіе нормальной $\frac{1}{10}E$ H_2SO_4 .—Въ литрованную колбу емкостью въ 500 с.с. приливають изъ бюретки 50 с.с. нормальной E H_2SO_4 , разбавляютъ дистиллированной водой до 500 с.с. при 15°C . и тщательно перемѣшиваютъ; 1 с.с. этого раствора нейтрализуетъ точно 0,005 gr углекислой извести или 0,0053 gr. углекислаго натра.

Приготовленіе кошенильнаго раствора.—Истираютъ въ ступкѣ около 5 gr. кошенили, ссыпаютъ ее въ стаканъ емкостью въ 300 с.с., наливають 200 с.с. воды и 50 с.с. метилового спирта, и при частомъ взбалтываніи нагревають до 60°C . въ теченіи нѣсколькихъ часовъ. Фильтруютъ и хранятъ въ закупоренномъ сосудѣ.

Методъ.—Отмѣриваютъ 250 с.с. пробы въ колбу емкостью въ 300 с.с., прибавляютъ 2 с.с. кошенильнаго раствора и перемѣшиваютъ; если въ водѣ присутствуютъ углекислыя соли, то получается розовая окраска.

Такимъ же способомъ обрабатываютъ 250 с.с. дистиллированной воды, при чемъ получается желтый растворъ, слу-

жацій, какъ увидимъ далѣе, для сравненія съ цвѣтомъ пробы въ концѣ реакціи съ $\frac{1}{10}E HNO_4$.

Испытаніе производится такимъ образомъ: изъ бюретки, наполненной нормальной $\frac{1}{10}E H_2SO_4$, постепенно, при помѣшиваніи, приливаютъ кислоту къ пробѣ до тѣхъ поръ, пока послѣдняя капля ея не превратитъ розовую окраску пробы въ желтый цвѣтъ упомянутаго раствора съ дистиллированной водой. Такъ какъ щелочность принято выражать въ гранахъ углекислой извести на галлонъ воды, то число с.с.-въ $\frac{1}{10}E H_2SO_4$, израсходованныхъ на 250 с.с. воды, умноженное на 0,005 и 280, дастъ искомое выраженіе щелочности пробы.

Методъ полного минеральнаго анализа воды.

Опредѣленіе SiO_2 , Fe_2O_3 , Al_2O_3 , CaO и MgO . — 1000 с.с. отфильтрованной пробы подкисляютъ растворомъ 10E HCl, выпариваютъ до суха въ платиновой или фарфоровой чашкѣ и нагрѣваютъ остатокъ около часа при $130^{\circ} C.$, чтобы превратить SiO_2 въ нерастворимое состояніе. Давъ охладиться остатокъ смачиваютъ 5 с.с. 5E HCl, обрабатываютъ 50 с.с.-ами воды до растворенія всей растворимой его части, отфильтровываютъ SiO_2 на маленькій, химически чистый, фильтръ; промываютъ его горячей водой для удаленія слѣдовъ хлористыхъ солей, сушатъ, прокаливаютъ въ тарированномъ тиглѣ, даютъ охладиться и взвѣшиваютъ. Чтобы получить содержаніе SiO_2 , выраженное въ гранахъ на галлонъ, слѣдуетъ найденный вѣсъ SiO_2 умножить на 70.

Растворъ дѣлаютъ затѣмъ слегка щелочнымъ прибавленіемъ 20E $AmHO$, осторожно кипятятъ до удаленія избытка амміака, отфильтровываютъ осадокъ окисей желѣза и алюминія на маленькій фильтръ изъ чистой клѣтчатки, промываютъ, сушатъ, сжигаютъ фильтръ, осадокъ прокаливаютъ и взвѣшиваютъ. Содержаніе Fe_2O_3 и Al_2O_3 въ водѣ обыкновенно столь мало, что ихъ опредѣляютъ суммой, часто даже присоединяя къ SiO_2 .

Фильтратъ отъ окисей желѣза и алюминія, объемъ котораго долженъ быть около 150 с.с., сильно ощелачиваютъ, напр. 5-ью с.с. 20E $AmHO$ и приливаютъ 5 с.с. 5E $AmCl$ для удержанія магnezіи въ растворѣ. Затѣмъ смѣшиваютъ съ

10 с.с. $\frac{1}{2}$ Е шавелевокислаго аммонія, жидкость сильно взбалтывают и даютъ осадку шавелевокислой извести отстояться въ теченіи нѣсколькихъ часовъ, послѣ чего отфильтровываютъ на химически-чистый фильтръ, промываютъ водою, сушатъ на водяной банѣ, кладутъ въ тарированный платиновый тигель, и нагрѣваютъ сначала слегка, а подѣ конецъ — въ теченіи 10 минутъ, при сильнѣйшемъ жарѣ паяльной лампы. При этомъ шавелевокислая известь превращается въ безводную окись, которую, охладивъ подѣ эксикаторомъ, и взвѣшиваютъ. Умноживъ полученный вѣсъ СаО на 70, найдемъ содержаніе ея въ гранахъ на галлонъ воды, а еще на 0,7143—содержаніе кальція въ тѣхъ же мѣрахъ.

Фильтратъ выпаривается примѣрно до 80 с.с., смѣшивается съ 5 с.с. 20Е AmHO и 6 с.с. Е фосфорнокислаго натра, хорошо взбалтывается и оставляется на холоду часовъ на 12. При этомъ магнезія осаждается въ видѣ фосфорноамміачно-магнезіальной соли. Ее отфильтровываютъ, причемъ послѣднія частицы осадка, приставшія къ стѣнкамъ стакана, переводятся на фильтръ помощью бородки пера и того же фильтра, что дѣлается для уменьшенія количества промывныхъ водъ, въ которыхъ осадокъ нѣсколько растворимъ; окончательно осадокъ промывается минимальнымъ количествомъ 10Е AmHO. Затѣмъ его высушиваютъ, осторожно накаливаютъ до свѣтлокраснаго каленія въ тарированномъ платиновомъ или фарфоровомъ тиглѣ, даютъ охладиться и взвѣшиваютъ пирофосфорнокислый магній ($Mg_2P_2O_7$). Прибавивъ сюда магній, оставшійся въ растворѣ (для чего послѣдній фильтратъ измѣряютъ, и на каждые 500 с.с. полагаютъ 0,01 gr. фосфорной соли), и умноживъ на 0,2162 и 70, получимъ содержаніе магнія въ гранахъ на галлонъ воды.

Опредѣленіе кали и натра. — Выпариваютъ 1000 с.с. пробы почти до 50 с.с., прибавляютъ къ ней около 0,15 gr. ѣдкаго барія, не долго кипятятъ и отфильтровываютъ осадокъ углеселей, водной окиси магнія и пр. Къ фильтрату постепенно прибавляютъ 5Е Am₂CO₃ до прекращенія образования осадковъ ВаСО₃ и СаСО₃; давъ имъ осѣсть, растворъ отфильтровываютъ въ тарированную платиновую чашку. Теперь въ растворѣ находятся хлористыя соли щелочей; его подкисляютъ 10Е HCl, выпариваютъ до-суха, и остатокъ

осторожно нагревают пламенем горелки Бунзена для удаления аммиачных солей, выделяющихся при этом в виде густых паров. Здесь нужно обратить внимание на то, чтобы нагрев никак не превышал очень темного красного каления, иначе может случиться потеря от улетучивания KCl и $NaCl$. После этого остаток охлаждают под эксикатором и взвешивают сумму KCl и $NaCl$.

Если требуется определить относительные количества K и Na , то поступают следующим образом: — Остаток растворяют в 10 с.с. H_2O , приливают 4 с.с. $E PtCl_4$, выпаривают на водяной бане до тьстообразного состояния; обрабатывают 10 с.с. метилового спирта, декантируют прозрачную жидкость на взвешенный фильтр, повторяют эту операцию 3—4 раза и наконец переводят осадок на фильтр помощью бородки пера и струи алкоголя из маленькой промывалки. Фильтр с содержимым высушивается на водяной бане и взвешивается между двумя тарированными часовыми стеклами. Весь $PtCl_4 + 2KCl$, полученный при этом, будучи умножен на 0,3070, даст содержание KCl , а вычтя последнее из ранее полученной суммы KCl и $NaCl$, найдем содержание $NaCl$ в литре воды. Или:

$$\begin{aligned} & \text{весь } KCl \times 0,5244 \times 70 = K \text{ в гранах на галлонъ} \\ \text{и } & \text{ } NaCl \times 0,3934 \times 70 = Na \text{ } \text{ } \text{ } \text{ } \end{aligned}$$

Определение сернокислых солей. — 1000 с.с. прозрачной пробы подкисляют 10 с.с. $10E HCl$, выпаривают до 250 с.с. в фарфоровой чашке, переливают в стакан емкостью 300 с.с., нагревают до кипения, смешивают с 10 с.с. $E BaCl_2$, хорошо взбалтывают и оставляют в покое на 12 часов. Полученный осадок $BaSO_4$ отфильтровывается, промывается, высушивается и переводится с фильтра в тарированный тигель; фильтр сжигается отдельно и зола его прибавляется к осадку в тигль, который затем нагревается до темно-красного каления в течении 10 минут, охлаждается и взвешивается. $BaSO_4 \times 0,412 \times 70 =$ содержанию SO_4 в гранах на галлонъ.

Определение азотнокислых солей. — Очень удобен способ определения содержания в воде азотных и азотистых солей, принадлежащей $Cum'u$, и заключающийся в том, что

концентрированная проба взбалтывается въ приборѣ, называемомъ *нитрометръ*, съ 36E H_2SO_4 и металлической ртутью, причемъ выдѣляется окись азота, объемъ которой и измѣняется. Нитрометръ представляетъ собою двѣ, вертикально утвержденныя на штативѣ, стеклянныя бюретки, нижніе концы которыхъ соединены гуттаперчевой трубкой; одна изъ бюретокъ градуирована и на верху имѣетъ воронкообразное расширение, отдѣленное отъ градуированной части стекляннымъ краномъ. Способъ работы таковъ:—500 с.с. или, если нужно, болѣе, пробы выпаривается до-суха въ фарфоровой чашкѣ; остатокъ нѣсколько разъ смачивается небольшими порціями горячей воды, причемъ растираніемъ его помогаютъ скорѣйшему растворенію азотнокислыхъ солей. Растворъ фильтруется въ маленькій стаканъ, а осадокъ промываютъ небольшимъ количествомъ горячей воды. Фильтратъ съ промывными водами выпаривается до объема не большаго 1,5 с.с. и переливается въ воронкообразное расширение нитрометра, предварительно наполненнаго ртутью. Открывъ кранъ и понижая другую бюретку, заставляютъ жидкость перейти изъ воронки въ градуированную часть, причемъ нужна осторожность, чтобы туда не попалъ воздухъ. Затѣмъ споласкиваютъ стаканчикъ сперва нѣсколько разъ водою (употребивъ на это 3 с.с. H_2O), далѣе 6 с.с. 36E H_2SO_4 (свободной отъ азотной кислоты), все это малыми порціями выливая въ градуированную часть нитрометра; если при этомъ будетъ выдѣляться воздухъ или CO_2 , то ихъ удаляютъ подниманіемъ неградуированной части и осторожно открывая кранъ. Послѣ этого градуированную бюретку отдѣляютъ отъ штатива, наклоняютъ подъ угломъ въ 40° и встряхиваютъ въ такомъ положеніи въ теченіи 5 минутъ, причемъ часть ртути мелко раздробляется и смѣшивается съ жидкостью. Оставивъ приборъ въ покоѣ на 5 минутъ, вновь повторяютъ, какъ указано, встряхиваніе до тѣхъ поръ, пока объемъ выдѣлившихся газовъ не перестанетъ увеличиваться. Затѣмъ обѣ бюретки нитрометра устанавливаютъ такъ, чтобы уровень ртути въ неградуированной приходился вышеуровня ртути въ градуированной на $\frac{1}{7}$ высоты столба жидкости въ послѣдней. Отсчитываютъ объемъ, занимаемый окисью азота (NO) и замѣчаютъ температуру и высоту барометра. А такъ какъ NO содержитъ на половину своего объема N, то найденный объ-

емъ газа представляет собою объемъ N, заключающагося въ 1000 с.с. пробы.

1000 с.с. азота при 0° и 760 m/m вѣсятъ 1,2544 гр., слѣдовательно, содержаніе азота въ литрѣ пробы выразится чрезъ

$$n = \frac{N \text{ с.с. (при } 0^\circ \text{ и } 760 \text{ m/m)} \times 1,254}{1000}$$

а въ гранахъ на галлонъ — $n \times 70$.

Умноживъ эти цифры на $\frac{62}{14}$, получимъ въ тѣхъ-же мѣрахъ содержаніе NO₃.

Опредѣленіе органическихъ веществъ. — Точное опредѣленіе всего количества органическихъ веществъ, находящихся въ данной пробѣ воды, сопряжено съ большими затрудненіями, благодаря разложенію угле- и азотнокислой солей, хлористаго магнія и пр. во время прокаливанія осадка. Тѣмъ не менѣе достаточно удовлетворительные результаты даетъ нижеслѣдующій методъ. Выпариваютъ до суха 500 с.с. пробы въ платиновой чашкѣ и нагрѣваютъ остатокъ до 130° С., пока не получится постоянный вѣсъ — вѣсъ всего твердаго остатка. Далѣе необходимо выжечь всѣ органическія вещества при возможно низкой температурѣ. Для этого, поставивъ чашку на глиняный треугольникъ, лежащій на кольцѣ стativa, и держа въ рукѣ горѣлку Бунзена, обводятъ ея пламенемъ кругомъ чашки, остерегаясь нагрѣть послѣднюю выше темнокраснаго каленія. Прокаливъ такимъ образомъ остатокъ въ теченіи 10 минутъ, чашку охлаждаютъ подъ эксикаторомъ и взвѣшиваютъ. Прокаливаніе повторяется до полученія постоянного вѣса. Но такъ какъ при этомъ углекислоты потеряли часть CO₂, то остатокъ необходимо обработать крѣпкимъ воднымъ ея растворомъ, для полученія котораго обливаютъ куски мрамора 2E HCl, и выдѣляющимся газомъ, предварительно промытымъ водою, насыщаютъ H₂O. Этимъ растворомъ наполняютъ чашку съ остаткомъ и выпариваютъ до суха. Повторивъ эту операцію 4 раза (чего, обыкновенно, бываетъ достаточно для замѣщенія всей CO₂, удаленной прокаливаніемъ), остатокъ высушиваютъ при 130° С. до постоянного вѣса. Вычтя этотъ вѣсъ изъ общаго вѣса твердыхъ веществъ, въ остаткѣ будемъ имѣть содержаніе органическихъ веществъ.

Превращеніе твердаго остатка въ сѣрнокислыя соединенія.—

Часто бываетъ достаточно точнымъ непрямое опредѣленіе содержанія натра (причемъ не обращаютъ вниманія на примѣсь К). Съ этою цѣлью остатокъ отъ опредѣленія органическихъ веществъ выпаривается до суха съ избыткомъ H_2SO_4 , слегка прокаливается съ Am_2CO_3 , охлаждается и взвѣшивается.

Нижеслѣдующія аналитическія данныя полного разложенія пробы воды изъ рѣки Wye у Ross въ Monmouthshire, полученныя авторомъ, иллюстрируютъ способъ соединенія оснований и кислотъ; содержаніе натра опредѣлено непрямымъ путемъ.

Вода рѣки Wye.

Опредѣленіе SiO_2 , Fe_2O_3 и Al_2O_3 .

Взято 1000 с.с.

Фарфоровый тигель съ мѣткой (4) . . .	8,2225
Тоже + SiO_2 + Fe_2O_3 + Al_2O_3	8,2262
	<hr/>
	0,0037

$0,0037 \times 70 = 0,259$ гранъ на галлонъ.

Опредѣленіе Са.

Взято 1000 с.с.

Фарфоровый тигель съ мѣткой (1) . . .	6,4129
Тоже + СаО + зола фильтра	6,4450
” ” ” ” послѣ 2-го прокал.	6,4449

СаО + зола фильтра	0,0320
Зола	0,0017

СаО 0,0303

$0,0303 \times 0,7143 \times 70 = 1,52$ гранъ Са на галлонъ.

Опредѣленіе Mg.

Взято 1000 с.с.

Фарфоровый тигель съ мѣткой (2) . . .	6,1902
Тоже + $\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7$	6,2052
” ” послѣ 2-го прокалыванія	6,2052

0,0150

Разность	0,0150
На растворимость осадка въ фильтратѣ	0,0026
	<hr/>
Mg ₂ P ₂ O ₇	0,0176
0,0176 × 0,2162 × 70 = 0,27 гранъ Mg на галлонъ.	

Опредѣленіе серноокислыхъ солей (SO₄).

Взято 1000 с.с.

Фарфоровый тигель съ мѣткой (В)	6,4129
Тоже + BaSO ₄ + зола фильтра	6,4412
” ” ” ” послѣ 2-го прокала	6,4412
	<hr/>
	0,0283
Зола	0,0009
	<hr/>
	0,0274

0,0274 × 0,412 × 70 = 0,79 гранъ SO₄ на галлонъ.

Опредѣленіе хлора хлористыхъ солей.

Взято 100 с.с.

1 с.с. нормального AgNO₃ = 0,001 gr. Cl

100 с.с. пробы потребовали 0,95 с.с. нормального AgNO₃

0,95 × 0,7 = 0,67 гранъ Cl на галлонъ

или $\frac{0,67 \times 117}{71} = 1,1$ гранъ поваренной соли (NaCl) на галлонъ.

Опредѣленіе всей жесткости.

70 с.с. пробы потребовали 6 с.с. нормального мыльного раствора для полученія постоянной (въ теченіи 5 минутъ) пѣны. 6—1 = 5° Кларка.

Опредѣленіе азотнокислыхъ солей.

Взято 500 с.с.

Выдѣлено NO 0,2 с.с.

Температура 19° С.

Давленіе воздуха 29,25"

$$V = \frac{0,2 \times 273 \times 29,25}{(273 + 19) 30} = 0,182 \text{ с.с. при } 0^\circ \text{ и } 760 \text{ m/m.}$$

А такъ какъ литръ N при 0° и 760 m/m. вѣситъ 1,2544 gr, то

$$\frac{0,182 \times 1,2544}{1000} = 0,000228 \text{ gr. N}$$

0,00023 × 70 = 0,0161 гранъ N на галлонъ

или $\frac{0,0161 \times 62}{14} = 0,0713$ гранъ NO₃ на галлонъ.

Щелочность.

1 с.с. нормальной $\frac{1}{10}E$ $H_2SO_4=0,005$ гр. $CaCO_3$,
250 с.с. пробы потребовали 2,7 с.с. $\frac{1}{10}E$ H_2SO_4 для ней-
трализации

$2,7 \times 0,005 \times 280 = 3,78$ гранъ $CaCO_3$ на галлонъ.

Определение органическихъ веществъ.

Взято 500 с.с.

Платиновая чашка	40,7432
Тоже + остатокъ высушенный 2 часа при $130^{\circ} C$. . .	40,7946
” ” ” 1 часъ ” ”	40,7944
” ” прокал. 10 мин. при темно-кр. кал.	40,7843
” ” ” второй разъ также 10 мин.	40,7818
” ” ” третій ” ” ”	40,7804
” ” ” четвертый ” ” ”	40,7800
Послѣ 4-хъ кратнаго выпариванія съ растворомъ CO_2 , высушенный при $130^{\circ} C$	40,7924
Еще разъ выпарено съ растворомъ CO_2 и высу- шено при $130^{\circ} C$	40,7925

Органическаго вещества 0,0019

$0,0019 \times 2 \times 70 = 0,27$ гранъ органическихъ веществъ на галлонъ.

Преращение твердаго остатка въ сѣрнокислыя соли.

Взято 500 с.с.

Платиновая чашка + сѣрнокислыя соли послѣ 1-го прокаливанія съ Am_2CO_3	40,8010
Платиновая чашка + сѣрнокислыя соли послѣ 2-го прокаливанія съ Am_2CO_3	40,8008
Платиновая чашка + сѣрнокислыя соли послѣ 3-го прокаливанія съ Am_2CO_3	40,8008
Платиновая чашка	40,7432

0,0576

$0,0576 \times 2 \times 70 = 8,06$ гранъ на галлонъ.

Сводъ результатовъ.

	Граны на галлонъ.
Органическихъ веществъ	0,27
Неорганическихъ веществъ	6,90
Всего превращено въ сѣрнокислыя соли	8,06

	Граны на галлонъ
Кальція	1,52
Магнія	0,27
Кремнезема и окисей желѣза и алюминія.	0,26
SO ₄	0,79
Хлора	0,67
Натрія (по вычисл., ниже приводимому) .	0,41
NO ₃	0,07
Углесолей (CO ₃)	2,41
	6,40

Эти данныя могутъ быть скомбинированы нижеслѣдующимъ образомъ:

$$\frac{1,52 \times 17}{5} = 5,17 \text{ CaSO}_4$$

$$0,27 \times 5 = 1,35 \text{ MgSO}_4$$

$$\text{CaSO}_4 + \text{MgSO}_4 + \text{SiO}_2 \text{ и пр.} = 6,78$$

$$8,06 - 6,78 = 1,28 \text{ Na}_2\text{SO}_4$$

$$71 : 23 :: 1,28 : x = 0,41 \text{ Na}$$

$$46 : 117 :: 0,41 : x = 1,04 \text{ NaCl}$$

$$1,04 - 0,41 = 0,63 \text{ соединеннаго Cl съ Na}$$

$$0,67 - 0,63 = 0,04 \text{ Cl въ остаткѣ}$$

$$71 : 111 :: 0,04 : x = 0,06 \text{ CaCl}_2$$

$$0,06 - 0,04 = 0,02 \text{ Ca въ CaCl}_2$$

$$1,52 - 0,02 = 1,50 \text{ Ca въ остаткѣ}$$

$$31 : 41 :: 0,07 : x = 0,09 \text{ Ca(NO}_3)_2$$

$$0,09 - 0,07 = 0,02 \text{ Ca въ Ca(NO}_3)_2$$

$$1,5 - 0,02 = 1,48 \text{ Ca въ остаткѣ}$$

$$12 : 17 :: 0,79 : x = 1,12 \text{ CaSO}_4$$

$$1,12 - 0,79 = 0,33 \text{ Ca въ CaSO}_4$$

$$1,48 - 0,33 = 1,15 \text{ Ca въ остаткѣ}$$

$$2 : 5 :: 1,15 : x = 2,88 \text{ CaCO}_3$$

$$2 : 7 :: 0,27 : x = 0,95 \text{ MgCO}_3.$$

Общій итогъ.

	Граны на галлонъ.
Хлористаго натрія	1,04
Хлористаго кальція	0,06
Азотнокислаго кальція	0,09
Сѣрнокислаго кальція	1,12
Углекислаго кальція	2,88
Углекислаго магнія	0,95
Кремнезема, окисей желѣза и алюминія	0,26
Органическихъ веществъ	0,27
	6,67

Примѣчаніе. При сжиганіи твердаго остатка слышенъ слабый смолистый запахъ. Мути очень мало. Реакція — очень слабая щелочная.

Вслѣдствіе малаго содержанія минеральныхъ солей, вода эта наилучшая для питанія паровыхъ котловъ.

Нижеслѣдующія данныя получены Stillmann'омъ, анализируя пробу воды по методу, приводимому на прилагаемой далѣе схемѣ.

	Гранъ на галлонъ (С.-А. С. Шт.).
Кремнія	0,4771
SO ₃	1,2012
Cl	0,3206
K ₂ O	0,0291
Na ₂ O	0,3615
MgO	0,4490
CaO	1,1313
Fe ₂ O ₃ Al ₂ O ₃	0,2973
Органическихъ веществъ	1,1254
CO ₂	0,7989
	6,1914
О въ избыткѣ отъ Cl	0,0932
	6,0982

Опредѣливъ составныя части водянаго остатка въ граняхъ на галлонъ пробы, необходимо представить ихъ по возможности въ тѣхъ же химическихъ соединеніяхъ, въ какихъ онѣ находятся въ дѣйствительности.

Схема для анализа воды по системѣ проф. Т. В. Stillmann въ Нью-Йоркѣ.

Выпарить 2 литра воды въ тарированной платиновой чашкѣ на водяной банѣ до суха; нагрѣвать 30 минутъ на воздушной банѣ при 105° С.; охладить и взвѣсить. Медленно нагрѣть до темнокраснаго каленія для удаленія углеродистыхъ веществъ; дать охладиться и взвѣсить. Потеря вѣса = органическимъ и летучимъ веществамъ. Нагрѣть содержимое чашки съ 10—15 с.с. 10Е НСІ, прилить 25 с.с. Н₂О, кипятить и профильтровать сквозь химически чистый фильтръ въ литрованную колбу, емкостью 100 с.с.; тщательно промыть остатокъ; колбу дополнить Н₂О до черты, хорошо перемѣшать.

<p>1. Остатокъ.—Состоитъ изъ нерастворимыхъ минеральныхъ веществъ: SiO₂ или SiO₂·Al₂O₃(CaSO₄). Его слѣдуетъ высушить, прокалить и взвѣсить, затѣмъ сплавить съ Na₂CO₃ въ платиновомъ тиглѣ, растворить въ Н₂О, подкислить НСІ, выпарить до суха съ НСІ, обработать Н₂О+НСІ и отфильтровать.</p>		<p>2. Растворъ (100 с.с.).—Раздѣлить на двѣ части: 75 с.с. на опредѣленіе оснований и 25 с.с. на SO₃.</p> <p>а) 75 с.с.: сдѣлать щелочнымъ NH₄HO, кипятить и профильтровать (всѣ полученные вѣса умножить на 4 и раздѣлить на 3).</p>		CO ₂ :	Cl:					
Остатокъ. SiO ₂ ; прокалить и взвѣсить, какъ SiO ₂ .	<p>3. Осадокъ. Состоитъ изъ Al₂O₃Fe₂O₃. Высушить, прокалить и взвѣсить.</p>		<p>4. Фильтратъ.—Прилить растворъ NH₄O, оставить въ покой на 3 часа, затѣмъ отфильтровать.</p>		Перечислить НСІ и Н ₂ SO ₄ на основанія, опредѣляютъ, сколько требуется CO ₂ для превращенія остатка CaO и MgO въ углекислыя соли, какъ показано въ нижеслѣдующемъ примѣрѣ.	Выпарить 250 с.с. пробы въ фарфор. чашкѣ примѣрно до 50 с.с.; прилить нѣсколько капель K ₂ CrO ₄ и титровать нормальнымъ растворомъ AgNO ₃ , каждый с.с. котораго соотвѣт. 0,0017 гр. хлора. Умноживъ результатъ на 4, получимъ число гр. Cl на литръ воды.				
	<p>Фильтратъ.—Сдѣлать щелочнымъ помощью NH₄HO, прокипятить и фильтровать.</p>	<p>5. Осадокъ. Состоитъ изъ CaO; высушить, прокалить и взвѣсить какъ CaO.</p>	<p>6. Фильтратъ.—Выпарить до суха въ платиновой чашкѣ; прокалить до удаленія амміачныхъ солей; дать охладиться, прибавить Н₂О, кипятить и фильтровать; тщательно промыть осадокъ.</p>	<p>7. Осадокъ. Состоитъ изъ Mg(OH)₂; высушить, прокалить и взвѣсить, какъ MgO.</p>	<p>8. Фильтратъ.—Перелить въ тарированную платиновую чашку, прибавить нѣсколько капель Н₂SO₄, выпарить до суха и прокалить до постоянного вѣса. Остатокъ состоитъ изъ Na₂SO₄ (K₂SO₄), MgSO₄; взвѣсивъ, растворить въ Н₂О, развести водой до 50 с.с., хорошо перемѣшать и раздѣлить на двѣ равныя части по 25 с.с.</p>	<p>б) 25 с.с. нагрѣть, прилить раств. BaCl₂ и дать отстояться въ теченіи 3 час.; осадокъ профильтр., промыть, высушить, прокалить и взвѣсить какъ BaSO₄. Перечислить на SO₃ и умножить результатъ на 4.</p>				
	<p>Остатокъ Al₂O₃Fe₂O₃ высушить, прокалить и взвѣсить</p>	<p>Фильтратъ. Прилить раствора NH₄O, оставить въ покой на 3 часа, отфильтровать, высушить, прокалить и взвѣсить, какъ CaO. Перечислить на CaSO₄.</p>	<p>1. (25 с.с.). Прибавить нѣсколько капель НСІ, сдѣлать щелочн. NH₄HO; прилить, при постоянномъ вбалтываніи Na₂HP0₄, оставить въ покой на 3 часа, профильтровать, высушить, прокалить и взвѣсить какъ Mg₂P₂O₇, переживъ на 2, вычестъ изъ общаго вѣса сѣрнокислыхъ солей въ (8), затѣмъ MgSO₄ перечислить въ MgO.</p>	<p>2. (25 с.с.). Прибавить нѣсколько капель НСІ и затѣмъ раствора PtCl₄, выпарить съ небольшимъ количествомъ алкоголя на водяной банѣ. Отфильтровать на маленькій взвѣшенный фильтръ K₂PtCl₆, высушить и взвѣсить, полученный вѣсъ переживъ на 2, вычестъ изъ общаго вѣса Na₂SO₄ и K₂SO₄, остатокъ будетъ вѣсъ Na₂SO₄. Далѣе K₂SO₄ и Na₂SO₄ перечисляются на K₂O и Na₂O.</p>						
SiO ₂	Al ₂ O ₃ Fe ₂ O ₃	(Нераствор.) CaSO ₄	(Раствор.) Al ₂ O ₃ Fe ₂ O ₃	CaO	MgO			SO ₃	CO ₂	Cl

Общее правило таково: хлоръ соединяется съ Na, избытокъ его—съ K, затѣмъ съ Mg и наконецъ съ Ca. SO₃ соединяется со щелочами, если не достаточно Cl для ихъ насыщенья, далѣе съ Ca и наконецъ съ Mg. CO₂ является соединенной съ Ca и Mg послѣ того, какъ другія химическія комбинаціи уже сдѣланы.

Существуютъ однако исключенія изъ этого правила, чему примѣрами могутъ служить минеральныя воды и воды многихъ артезианскихъ колодцевъ.

Прилагая сказанное правило къ анализу Stillmann'a, будемъ имѣть:

	Grms. на литръ.	Гранъ на галлонъ (С.-А. С. Ш.).
NaCl	0,0091	0,5306
Na ₂ SO ₄	0,0033	0,1923
K ₂ SO ₄	0,0009	0,0524
CaSO ₄	0,0311	1,8136
CaCO ₃	0,0118	0,6880
MgCO ₃	0,0162	0,9446
Fe ₂ O ₃ Al ₂ O ₃	0,0051	0,2973
SiO ₂	0,0082	0,4771
Органическ. веществъ и пр.	0,0193	1,1254
	<hr/>	<hr/>
Всего	0,1050	6,1213

Этотъ анализъ показываетъ, что главнымъ матеріаломъ для образованія накипи изъ этой воды служить CaSO₄, содержание котораго болѣе чѣмъ равно суммѣ углекислыхъ солей кальція и магнія.

Далѣе приводится анализъ воды, изъ котораго видно, что, несмотря на присутствіе H₂SO₄ и HCl, вслѣдствіе избытка щелочей, проба не содержитъ солей щелочныхъ земель отъ этихъ кислотъ.

	Grms. на литръ.	Гранъ на галлонъ (С.-А. С. Ш.).
SiO ₂	0,0038	0,2215
SO ₃	0,0110	0,6414
Cl	0,0062	0,3615
K ₂ O	0,0033	0,1923
Na ₂ O	0,0185	1,0788
MgO	0,0165	0,9388

	Grms на литръ.	Гранъ на галлонъ (С. А. Ш.).
CaO	0,0466	2,7175
Al ₂ O ₃ Fe ₂ O ₃	0,0020	0,1166
Органическаго вещества	0,0246	1,4345
CO ₂	0,0530	3,0908
	<hr/>	<hr/>
	0,1855	10,7937
О въ избыткѣ отъ Cl	0,0021	0,1224
	<hr/>	<hr/>
Всего	0,1834	10,6713

Въ такихъ соединеніяхъ:

NaCl	0,0154	0,8900
Na ₂ SO ₄	0,0141	0,8223
K ₂ SO ₄	0,0061	0,5557
CaCO ₃	0,0833	4,8577
MgCO ₃	0,0338	1,9710
Al ₂ O ₃ Fe ₂ O ₃	0,0020	0,1166
SiO ₂	0,0038	0,2215
Органическихъ веществъ	0,0246	1,4345
	<hr/>	<hr/>
Всего	0,1831	10,8693

Остатокъ хлора, за насыщеніемъ Na и K, является обыкновенно соединеннымъ съ Mg. Хлористый магній, хотя и не образуетъ накипи, дѣйствуетъ однако сильно разъѣдающимъ образомъ на стѣнки паровыхъ котловъ, вслѣдствіе того, какъ можно предполагать, что онъ при температурѣ въ 100° С. и выше, разлагается съ выдѣленіемъ HCl.

Ниже приводится анализъ воды изъ буроваго колодца въ Флоридѣ, обладающей не только сильно разъѣдающими свойствами, но и дающей накипь, что и объясняется ея химическимъ составомъ.

	Grms. на литръ.	Гранъ на галлонъ (С. А. Ш.).
Na Cl	0,323	18,87
K Cl	0,067	3,91
Mg Cl ₂	0,104	6,06
Ca SO ₄	0,197	11,52
Ca CO ₃	0,293	17,10
Mg CO ₃	0,144	8,40

	Grams. на литръ.	Гранъ на галлонъ. (С. А. Ш.).
SiO ₂	0,011	0,62
Al ₂ O ₃ Fe ₂ O ₃	0,007	0,46
Органичesk. веществъ	0,138	8,02
Всего	1,284	74,86

Анализы рѣчной воды.

Нижеприводимые анализы воды различныхъ рѣкъ даютъ содержаніе составныхъ частей на 100000 частей воды.

Темза у Twickenham: Общій вѣсъ твердаго остатка=32,01.

Ca CO ₃	18,23	K ₂ SO ₄	0,95
Mg CO ₃	1,47	Ca Cl ₂	2,50
Ca SO ₄	0,64	Si O ₂	0,39
Na ₂ SO ₄	2,86	Органич. вещ.	4,97

Сена выше Парижа. Общій вѣсъ твердаго остатка=17,90

Ca CO ₃	9,20	Na ₂ SO ₄ и MgSO ₄	1,00
Mg CO ₃	3,90	Ca Cl ₂	1,00
Ca SO ₄	2,00	SiO ₂ Al ₂ O ₃ Fe ₂ O ₃	0,80

Рейнъ у Страсбурга. Общій вѣсъ твердаго остатка=23,18

Ca CO ₃	13,56	KNO ₃	0,38
Mg CO ₃	0,51	Si O ₂	4,88
Ca SO ₄	1,47	Al ₂ O ₃	0,25
Na ₂ SO ₄	1,35	Fe ₂ O ₃	0,58
Na Cl	0,20		

Рона у Женевы. Общій вѣсъ твердаго остатка=18,20.

Ca CO ₃	7,89	Na Cl.	0,17
Mg CO ₃	0,49	Na NO ₃	0,85
Ca SO ₄	4,66	Si O ₂	2,38
Mg SO ₄	0,63	Al ₂ O ₃	0,39
Na ₂ SO ₄	0,74		

Дунай у Вьны. Общій вѣсъ твердаго остатка=12,62.

Ca CO ₃	8,37	Na ₂ SO ₄ и K ₂ SO ₄	0,20
Mg CO ₃	1,50	Si O ₂	0,49
Ca SO ₄	0,29	Fe ₂ O ₃	0,20
Mg SO ₄	1,57		

Шпрее у Берлина. Общій вѣсъ твердаго остатка=11,40.

Ca CO ₃	6,50	Na Cl	1,20
Mg CO ₃	0,90	Na NO ₃	0,30
Na ₂ SO ₄	0,60	Al ₂ O ₃ Fe ₂ O ₃	1,30
K ₂ SO ₄	0,60		

Анализы морской воды.

Изъ нижеслѣдующихъ анализовъ воды различныхъ морей видно, что содержаніе хлористаго натра доходитъ до 3⁰/₀, тогда какъ другихъ составныхъ частей сравнительно немного. Цифры представляютъ тысячныя доли.

	Британскій кап. (Schweitzer).	Ирландское море (Thorpe).	Средиземн. море (Usiglio).
H ₂ O	963,74372	966,14054	962,345
Na Cl	28,05948	26,43918	29,424
K Cl	0,76552	0,74619	0,505
Mg Cl ₂	3,66658	3,15083	3,219
Mg Br ₂	0,02929	0,07052	0,556
Mg SO ₄	2,29578	2,06608	2,477
Ca SO ₄	1,40662	1,33158	1,357
Ca CO ₃	0,03301	0,04754	0,114
J	слѣды	—	—
Am Cl	—	0,00044	—
Fe CO ₃	—	0,00503	0,003
Mg (NO ₃) ₂	—	0,00207	—
	1000,00000	1000,00000	1000,000
Удѣльный вѣсъ	{ 1027,4 при 16 ⁰	{ 1024, 84 при 15 ⁰	{ 1025,8 при 21 ⁰ .

По Диттмару твердый остатокъ, полученный изъ морской воды, имѣеть слѣдующій процентный составъ:

Na Cl	77,76
Mg Cl ₂	10, 88
Mg SO ₄	4,74
CaSO ₄	3,60
K ₂ SO ₄	2,46
Mg Br ₂	0,22
Ca CO ₃	0,34
	<hr/> 100,00

II. Вода для питья.

Нѣтъ никакого сомнѣнія въ томъ, что многія изъ болѣзней, которымъ подвержено человѣчество, обязаны своимъ распространѣнiемъ водѣ, зараженной микроскопическими существами, являющимися, какъ было неоднократно доказано, первопричиною этихъ болѣзней. Поэтому существенно важно, чтобы вода, употребляемая нами въ питье, была свободна отъ этого источника заразы, а также, насколько возможно, и вообще отъ примѣси разныхъ неорганизованныхъ органическихъ веществъ; содержанiе же минеральнаго остатка должно быть ограничено извѣстной нормой.

Чтобы судить о пригодности воды для домашняго употребленiя, достаточно имѣть слѣдующiя данныя: 1) *общее содержанiе твердыхъ веществъ*, 2) *хлора*, 3) *свободнаго и бѣлковаго амміака*, 4) *азотно и азотинокислыхъ солей*, 5) *жесткость*, 6) *содержанiе ядовитыхъ металловъ*, 7) *цвѣтъ пробы до и послѣ фильтрованiя*, 8) *мутъ* и 9) *запахъ воды при нагрѣванiи*.

Въ нѣкоторыхъ случаяхъ, какъ напр. въ вопросѣ о водоснабженiи городовъ, въ дополненiе требуется и полный минеральный анализъ воды.

Общее содержанiе твердыхъ тѣлъ. — Ихъ можно опредѣлить тѣмъ способомъ, какой указанъ на стр. 139. Ведя осторожно прокаливанiе и изслѣдуя отдѣляющiйся запахъ, можно вырѣшить принадлежность органической части остатка къ животному или растительному царствамъ. Что же касается до того, какое общее количество твердыхъ веществъ допустимо въ водѣ, годной для питья, то Dr. Wanklyn утверждаетъ, что, если оно не превосходитъ 30—40 гранъ на галлонъ, такую воду нельзя считать вредной для здоровья

Опредѣленiе хлора. — Содержанiе хлора опредѣляется, какъ указано на стр. 139. Количество его, заключающееся въ водѣ, предполагаемой къ употребленiю въ питье, представляетъ собою весьма важную цифру, указывая, въ извѣстныхъ предѣлахъ, на зараженiе воды стоками подземной канализаци, имѣя въ виду, что животные отбросы заключаютъ въ себѣ большое количество солей, главной составной частью кото-

рыхъ является, между другими, хлоръ. Натуральная же вода содержитъ въ себѣ лишь небольшой его процентъ, часто не болѣе одного грана на галлонъ; хотя, конечно, бываютъ случаи, что вода, свободная отъ животныхъ остатковъ, но проходящая по горнымъ породамъ, богатымъ хлористыми соединеніями, является съ значительнымъ содержаніемъ хлора. Отсутствіе или малый процентъ хлора, дѣйствительно, указываетъ на то, что вода свободна отъ водосточныхъ отбросовъ, но въ то же время она можетъ заключать въ себѣ въ недозволительномъ размѣрѣ разлагающіяся растительныя органическія вещества; поэтому сужденіе о присутствіи или отсутствіи органическихъ веществъ по содержанію хлора должно быть принимаемо съ извѣстными ограниченіями. Водосточные отбросы заключаютъ въ себѣ отъ 9 до 12 грановъ хлора на галлонъ.

Свободный и бѣлковый амміакъ. — Опредѣленіе этихъ веществъ по способу Dr. Wanklyn'a даетъ цѣнный критерій чистоты воды въ отношеніи органической матеріи. *Свободный амміакъ*—это тотъ, который можетъ быть удаленъ простою перегонкой; между тѣмъ, *бѣлковый амміакъ* не существуетъ, какъ таковой, въ водѣ, а получается изъ азота бѣлковыхъ или азотистыхъ органическихъ соединеній дѣйствіемъ раствора марганцовокислаго калия, сильно щелочнаго отъ примѣси КНО. Этимъ путемъ весь азотъ не можетъ быть выдѣленъ ввидѣ амміака изъ бѣлковыхъ соединеній, но количество послѣдняго будетъ всегда пропорціонально количеству бѣлковыхъ или азотистыхъ веществъ, заключающихся въ водѣ. Для работы по сказанному способу требуются слѣдующіе нормальные растворы:

Нормальный слабый растворъ амміака. — Вообще имѣютъ въ запасѣ два раствора: крѣпкій, содержащій 1 mgr. NH_3 въ каждомъ с.с., и слабый, приготовленный разжиженіемъ одного объема крѣпкаго въ 100 разъ, и содержащій такимъ образомъ въ каждомъ с.с. 0,01 mgr. NH_3 . Крѣпкій растворъ получается раствореніемъ 3,15 gr. чистаго сухаго NH_4Cl въ H_2O , разжиженіемъ до 1000 с.с. при 15°C и тщательнымъ перемѣшиваніемъ; а слабый — приливая изъ бюретки 10 с.с. крѣпкаго въ литровую колбу и разжижая водой до 1000 с.с. при 15°C .

Щелочной растворъ марганцовокаліевой соли. — Отвѣшиваютъ 8 gr. марганцовокаліевой соли и 200 gr. КНО въ палочкахъ въ $1\frac{1}{2}$ литровую чашку, приливаютъ 1000 с.с. дистиллированной воды, свободной отъ NH_3 , и при помѣшиваніи растворяютъ навѣску; далѣе растворъ выпариваютъ кипченіемъ до $\frac{1}{4}$ первоначальнаго объема, приливаютъ H_2O до 1000 с.с., снова выпариваютъ и разжижаютъ до 1000 с.с. какъ сказано, наконецъ переливаютъ въ колбу и закупориваютъ. Все это дѣлается для того, чтобы удалить изъ раствора могущій быть тамъ амміакъ. Простое выпариваніе при температурѣ низшей точки кипѣнія, какъ кажется, недостаточно для означенной цѣли. Такъ какъ для каждаго анализа требуется 50 с.с. этого раствора, то необходимо опредѣлить, способомъ ниже описаннымъ, остающееся въ этомъ объемѣ количество NH_3 . Если послѣднее окажется достаточно замѣтнымъ, то его слѣдуетъ исключать изъ количества бѣлковаго амміака, опредѣленнаго анализомъ.

Реагентъ Несслера. — Этотъ чрезвычайно точный реагентъ на NH_3 готовится такимъ образомъ. Отвѣсивъ 35 gr. іодистаго кали и 13 gr. сулемы въ $1\frac{1}{2}$ литровой стаканъ, растворяютъ ихъ примѣрно въ 800 с.с. горячей дистиллированной воды и даютъ охладиться; затѣмъ, при сильномъ помѣшиваніи, прибавляютъ насыщеннаго раствора сулемы до тѣхъ поръ, пока не получится незначительный, но постоянный осадокъ красной іодистой ртути. Далѣе навѣшиваютъ 160 gr. КНО или 120 gr. NaHO , прибавляютъ къ жидкости, которую хорошенько взбалтываютъ до полнаго растворенія ѣдкой щелочи, наконецъ разжижаютъ водой до 1000 с.с. Чтобы сдѣлать этотъ реактивъ чувствительнымъ, приливаютъ къ нему сначала 2 с.с. насыщеннаго раствора Hg_2Cl_4 , тщательно перемѣшиваютъ и даютъ отстояться осадку; 50 с.с. воды, содержащей 0,5 с.с. слабаго раствора амміака отъ прибавленія 2 с.с. реагента Несслера должны тотчасъ же окраситься въ желтовато-бурый цвѣтъ, вслѣдствіе образованія іодистаго димеркуръ-аммонія ($\text{NH}_2\text{Hg}_2\text{JO}$); если же этого нѣтъ, то къ реагенту прибавляютъ еще раствора сулемы, пока чувствительность его не будетъ достаточной.

Дистиллированная вода, свободная отъ амміака. — Очевидно, что вода, употребляемая для растворовъ и пр., въ

томъ анализѣ, гдѣ открываются ничтожныя примѣси амміака, вода эта должна быть свободна отъ всякихъ слѣдовъ его или, въ крайнемъ случаѣ, содержать не болѣе 0,005 mgr. въ 100 с.с. Авторъ приготовляетъ ее перегонкой хорошей рѣчной воды, причѣмъ первые 10⁰/о дестиллята отбрасываются, слѣдующіе 30⁰/о идутъ въ запасъ обыкновенной дестиллированной воды, далѣе 20⁰/о достаточно уже чисты отъ примѣси NH₃, и хранятся особо; наконецъ остальная часть перегнанной воды, содержащая слѣды NH₃, употребляется, какъ обыкновенная дестиллированная H₂O. Нечего говорить о томъ, что перегонный аппаратъ, служащій для этой цѣли, долженъ быть безусловно чистъ; что всѣ стеклянки и сосуды, содержащіе растворы, изъ которыхъ можетъ выдѣляться амміакъ, должны быть удалены изъ помѣщенія, гдѣ производится анализъ на NH₃, или же поставлены въ вытяжной шкафъ съ хорошей тягой.

Опредѣленіе свободнаго амміана. — Стеклянную литровую реторту, снабженную пробкой, обмываютъ внутри примѣрно 10 с.с. крѣпкой H₂SO₄ и прополаскиваютъ водой изъ крана водопровода до тѣхъ поръ, пока она не перестанетъ окрашивать синюю лакмусовую бумажку въ красный цвѣтъ. Затѣмъ реторту соединяютъ съ конденсаторомъ Либиха помощью прочной гуттаперчевой трубки, предварительно проваренной въ кипящемъ растворѣ $\frac{1}{2}$ E NaHO для удаленія слѣдовъ NH₃. Опустивъ, для равномѣрности кипѣнія, въ реторту съ полдюжины кусочковъ свѣжепрокаленной пемзы, величиною съ горошины, вливаютъ въ нее 500 с.с. воды, свободной отъ амміака, и нагрѣваютъ горѣлкой Бунзена до кипѣнія, предварительно выпустивъ изъ холодильника могущую быть тамъ воду и давъ тѣмъ возможность пару изгнать изъ него слѣды амміака. Прокипятивъ такимъ образомъ съ полчаса, пускаютъ въ дѣло холодильникъ, и подставляютъ вмѣсто пріемника трубку Несслера. Эта послѣдняя представляетъ собою безцвѣтнаго стекла цилиндръ съ дномъ, обыкновенно 6" высотой и 1¹/₂" діаметромъ; вся вмѣстимость его до черты = 50 с.с. Наполнивъ трубку до верхней черты, прибавляютъ 2 с.с. реагента Несслера и перемишиваютъ, переливая изъ этой въ другую Несслерову трубку и обратно. Поставивъ теперь ее на лоскутокъ бѣлой бумаги, наблюдаютъ, смотря сквозь

толщу жидкости сверху внизъ, не имѣетъ ли она желтоватой окраски, что укажетъ на присутствіе въ водѣ NH_3 . Перегонку прекращаютъ, убѣдившись въ чистотѣ дистиллята.

Если испытываемая проба воды довольно мутна, то лучше ее предварительно профильтровать сквозь фильтръ, промытый чистой H_2O до удаленія изъ него слѣдовъ NH_3 . Выпустивъ сифономъ остатки воды изъ реторты, вливаютъ въ нее 500 с.с. прозрачной пробы, и въ качествѣ приѣмника подставляютъ подъ конецъ холодильника чистую трубку Несслера. Начинаютъ перегонку, и въ первыхъ же 50 с.с. дистиллята опредѣляютъ содержаніе NH_3 , для чего тщательно смѣшиваютъ ихъ съ 2 с.с. реагента Несслера и, поставивъ трубку на листъ бѣлой бумаги, наблюдаютъ (сверху внизъ) цвѣтъ жидкости. Если этотъ цвѣтъ слабо желтый, то свободного амміака немного, если же онъ—густой краснобурый, то амміака уже значительное количество; наконецъ, въ водѣ, сильно загрязненной отбросами водосточныхъ трубъ, амміака такъ много, что получается буроватый осадокъ. Въ такихъ случаяхъ вмѣсто 500 с.с. пробы лучше брать меньшую часть и разбавлять до 500 с.с. чистой H_2O . Затѣмъ наполняютъ слабымъ нормальнымъ растворомъ амміака бюретку, раздѣленную на 0,1 с.с., и определенное количество его, напр. 3 с.с., вливаютъ въ чистую трубку Несслера, разбавляютъ водой до 50 с.с. и смѣшиваютъ съ 2 с.с. реактива Несслера. Для сравненія полученнаго цвѣта жидкости съ цвѣтомъ испытываемой пробы, ставятъ обѣ трубки на листъ бѣлой бумаги и смотрятъ сверху внизъ, сквозь толщу жидкости. Если отѣнки разной густоты, то приготавливаютъ другой растворъ съ большимъ или меньшимъ содержаніемъ амміака, смотря по надобности, повторяя это до тѣхъ поръ, пока не получимъ совершенно одинаковыхъ отѣнковъ въ обѣихъ жидкостяхъ; тогда и содержаніе NH_3 въ нихъ будетъ одинаково. Свободный амміакъ опредѣляется только въ первыхъ 50 с.с. дистиллята; найденное количество его увеличивается на $\frac{1}{3}$ — это и будетъ содержаніе его въ первыхъ 200 с.с., перегоняемыхъ до прибавленія къ пробѣ марганцовокалиевой соли. Пусть для первыхъ 50 с.с. дистиллята потребовалось 2,5 с.с. слабого нормального раствора амміака, что соответствуетъ $2,5 \times 0,01 = 0,025 \text{ mgr. NH}_3$, все же содержаніе свободного

амміака въ 1000 с.с. будетъ $2 \times 0,025 \times \frac{4}{3} = 0,0666$ mgr., или $0,0666 \times 0,07 = 0,00466$ гранъ на галлонъ.

Бѣлковый амміакъ. — Перегнавъ, какъ сказано, 200 с.с. пробы, и опредѣливъ количество свободнаго амміака, въ реторту приливаютьъ 50 с.с. щелочнаго раствора марганцово-каліевой соли и продолжаютъ перегонку, испытывая каждые 50 с.с. реактивомъ Несслера; обыкновенно бываетъ достаточно трехъ такихъ испытаній.

Ниже приводится примѣръ опредѣленія свободнаго и бѣлковаго амміака въ водѣ, слегка загрязненной стокомъ подземныхъ трубъ.

Свободный амміакъ.

Взято 500 с.с.

1 с.с. нормальнаго слабого раствора $\text{AmCl} = 0,01$ mgr. NH_3 .
Первые 50 с.с. дестиллята потребовали 6,3 с.с. $= 0,063$ mgr. NH_3 .
Общее содержаніе его въ 1000 с.с. $= 0,063 \times 2 \times \frac{4}{3} = 0,168$ миллиграмовъ или $0,168 \times 0,07 = 0,01176$ гранъ на галлонъ.

Бѣлковый амміакъ.

Первые 50 с.с. потребовали	5,0 с.с.	$= 0,050$ mgr.	NH_3 .
вторые 50 "	"	1,8 "	$= 0,018$ " NH_3
третьи 50 "	"	0.8 "	$= 0,008$ " NH_3

Всего . . 0,076

Вычитая NH_3 въ калиномъ растворѣ . 0,005

0,071

$0,071 \times 2 = 0,142$ миллионныхъ
или $0,142 \times 0,07 = 0,00994$ грана на галлонъ.

Примѣчаніе. Если содержаніе свободнаго амміака въ водѣ превосходитъ 0,08 миллионныхъ, то оно часто является слѣдствіемъ распада на углекислый аммоній и проч., мочевины, присутствующей въ водѣ въ видѣ мочи и т. п.; въ такомъ случаѣ и содержаніе хлора бываетъ велико. Но есть воды, заключающія въ себѣ сравнительно большой процентъ свободнаго амміака и малый — бѣлковаго и хлора; здѣсь основательнѣе предположить минеральное, а не органическое ихъ происхожденіе.

Большое содержаніе бѣлковаго амміака и малое — свободного и хлора есть признакъ присутствія въ испытуемой водѣ органическихъ веществъ растительнаго происхожденія; въ этомъ случаѣ, при осторожномъ прокаливаніи твердаго остатка выдѣляется смолистый или другой характеристичный для растительныхъ веществъ запахъ.

Относительно количества свободного и бѣлковаго амміака, допустимаго въ водѣ, годной для питья, проф. Wanklyn утверждаетъ слѣдующее:—

„Вода, содержащая 0,01 миллионныхъ бѣлковаго амміака, можетъ быть признана органически чистой, сколько-бы хлора и свободного амміака она не заключала въ себѣ. Если количество бѣлковаго амміака не превосходитъ 0,02 или меньше 0,05 миллионныхъ, то вода принадлежитъ къ разряду весьма чистыхъ; при содержаніи его въ 0,05 м., необходимо принять въ расчетъ и свободный амміакъ, и вода, заключающая въ себѣ значительное количество послѣдняго, должна считаться подозрительной, если бѣлковаго амміака больше 0,05 миллионныхъ. При отсутствіи или маломъ процентѣ свободного амміака вода не должна считаться вредной для здоровья, если только содержаніе бѣлковаго амміака не превосходитъ 0,10 миллионныхъ; выше этого предѣла оно является уже опаснымъ признакомъ, такъ что 0,15 миллионныхъ его дѣлаютъ воду совершенно негодной къ употребленію въ пищу. Содержаніе хлора меньшее 1 грана на галлонъ (14 миллионныхъ) указываетъ на вѣроятность растительнаго, а не животнаго, происхожденія органическихъ примѣсей воды; но было бы большой неосторожностью брать для домашняго употребленія воду, сильно загрязненную растительными веществами“.

Азотно и азотистокислыя соединенія. — Азотъ въ видѣ азотно и азотистокислыхъ соединеній можетъ быть определенъ, какъ указано на стр. 143. Присутствіе ихъ въ водѣ можетъ быть слѣдствіемъ выщелачиванія горныхъ породъ соответственнаго состава, или же — разложенія азотистыхъ органическихъ веществъ, при чемъ получаютъ азотная и азотистая кислоты, реагирующія на углекислыя соли, нахо-

дящихся въ водѣ, съ образованіемъ азотно и азотистокислыхъ соединеній.

D-г. Frankland приписываетъ большую важность присутствію въ водѣ азотнокислыхъ солей, какъ указателю бывшаго загрязненія ея органическими веществами, которыя хотя и разрушены частью, могутъ являться ввидѣ микроскопическихъ существъ, способныхъ распространить заразу. Съ другой стороны, D-г Wanklyn утверждаетъ, что присутствіе или избытокъ азотнокислыхъ солей не указываетъ на загрязненіе воды животными отбросами, а отсутствіе ихъ—на ея чистоту.

Качественное испытаніе на примѣсъ къ водѣ азотистокислыхъ соединеній можетъ быть интересно для рѣшенія вопроса: продолжается ли въ ней разложеніе азотистыхъ органическихъ веществъ, или нѣтъ. Оно очень скоро продѣлывается слѣдующимъ образомъ: 100 с.с. пробы подкисляютъ 1 с.с. 5Н H_2SO_4 и тщательно смѣшиваютъ съ 5 с.с. крахмального раствора іодистаго кали (1 gr. крахмала на 0,2 gr. КJ въ 100 с.с. H_2O). Если количество опредѣляемыхъ соединеній довольно значительно, то жидкость сразу окрашивается въ синій цвѣтъ, при ничтожномъ же ихъ содержаніи— оно появляется лишь спустя нѣкоторое время.

Жесткость.— Опредѣляется, какъ указано на стр. 138. Для туалета и прачешной желателно имѣть всегда мягкую воду, какъ болѣе экономичную и лучше отмывающую грязь, чѣмъ жесткая, требующая искусственныхъ мѣръ для своего превращенія въ мягкую, какъ напр. предварительнаго кипяченія или же употребленія избытка мыла или соды. Въ мѣстностяхъ, гдѣ обыкновенная вода очень жестка, гораздо выгоднѣе, если возможно, для указанной цѣли употреблять дождевую воду. Вообще жесткость возрастаетъ съ увеличеніемъ содержанія въ водѣ твердаго остатка. Говорятъ, что люди, предрасположенные къ такимъ болѣзнямъ, какъ колтунъ и зубъ, легко ими заболѣваютъ, если постоянно пьютъ очень жесткую воду.

Ядовитые металлы.—Питьевая вода (изъ водопровода) всегда должна быть испытана на содержаніе свинца, присутствіе котораго обусловливается растворяющимъ дѣйствіемъ мягкой или слегка подкисленной воды на свинецъ, часто употребляемый для водопроводныхъ трубъ. Слѣдуетъ также слѣ-

лать анализъ на мѣдь и желѣзо. Удобный методъ качественного испытанія на эти три металла будетъ такой: Въ фарфоровую чашку берутъ 100 с.с. пробы и хорошенько смѣшиваютъ съ каплей 5Е Am_2S . Если въ пробѣ имѣются Pb, Cu и Fe, то получается болѣе или менѣе темное окрашивание, вслѣдствіе образованія сѣрнистыхъ соединений этихъ металловъ. Если это окрашивание зависитъ только отъ желѣза, то капля 5Е HCl уничтожитъ его, но не будетъ дѣйствовать на сѣрнистые Pb и Cu.

Открывъ такимъ путемъ свинецъ, его опредѣляютъ колориметрическимъ способомъ D-r Miller'a. Для этого сначала растворяютъ 0,1831 gr. кристаллизованнаго уксуснокислаго свинца въ литрѣ дистиллированной воды; каждый с.с. этого *нормальнаго* раствора будетъ содержать 0,0001 gr. металлическаго свинца. Затѣмъ наливаютъ 70 с.с. пробы въ бѣлую фарфоровую чашку, прибавляютъ къ нимъ 2 капли 17Е уксусной кислоты и 5 с.с. насыщеннаго воднаго раствора H_2S и жидкость перемѣшиваютъ.

Далѣе необходимо приготовить подобную же смѣсь съ извѣстнымъ объемомъ нормальнаго свинцоваго раствора. Съ этою цѣлью смѣшиваютъ въ подобной же фарфоровой чашкѣ около 65 с.с. дистиллированной воды и 5 с.с. насыщеннаго воднаго раствора H_2S и приливаютъ изъ бюретки нормальнаго свинцоваго раствора до тѣхъ поръ, пока цвѣтъ жидкостей въ обѣихъ чашкахъ не будетъ совершенно одинаковъ. Каждый с.с. употребленнаго свинцоваго раствора соотвѣтствуетъ $\frac{1}{10}$ грана свинца, находящагося въ галлонѣ испытуемой воды.

Вслѣдствіе весьма вреднаго вліянія воды, содержащей малѣйшія количества свинца, на здоровье людей, всякая вода, содержащая 0,1 или болѣе грана свинца на галлонъ, непригодна для питья.

Мѣдь. — Этотъ металлъ опредѣляется способомъ, подобнымъ вышеописанному; для сравненія берутъ растворъ 0,3929 кристаллической CuSO_4 въ литрѣ воды, каждый с.с. котораго содержитъ 0,0001 gr. Cu.

Мышьякъ, барій, цинкъ, марганецъ и пр. попадаютъ иногда въ водѣ особенно тѣхъ горнозаводскихъ мѣстностей, гдѣ добываются и обрабатываются эти металлы.

Цвѣтъ воды. — Хорошая питьевая вода должна быть безцвѣтна. Чтобы правильно судить объ этомъ, слѣдуетъ наполнить два цилиндра изъ безцвѣтнаго стекла: одинъ — дистиллированной, а другой — испытуемой водой на высоту около 2-хъ футовъ и, поставивъ ихъ на листъ бѣлой бумаги, сравнивать, глядя сверху внизъ сквозь массу воды.

Муть. — Если муты достаточное количество, то ее опредѣляютъ, какъ указано на стр. 136. При этомъ, если возможно, бываетъ интересно сдѣлать микроскопическое изслѣдованіе низшихъ организмовъ, которые могутъ находиться въ пробѣ.

Классификація питьевой воды.—D-r. Frankland такъ классифицируетъ воду для домашняго употребленія:

Здоровая	{ 1. Ключевая вода 2. Вода глубокихъ колодцевъ 3. Вода горныхъ ручьевъ	} Очень вкусная.
Подозрительная		
Опасная	{ 6. Вода рѣкъ, въ которыя прох- дятъ городскія водостоки 7. Вода неглубокихъ колодцевъ	} Вкусная.

Далѣе приводится распредѣленіе водъ по степени ихъ мягкости.

1. Дождевая вода.
2. Вода горныхъ рѣчекъ.
3. Чистая рѣчная вода.
4. Загрязненная рѣчная вода.
5. Ключевая вода.
6. Вода глубокихъ колодцевъ.
7. Вода мелкихъ колодцевъ.

Загрязненіе рѣкъ и текучихъ водъ.

Положеніе о чистотѣ водъ по инструкціи рѣчной санитарной комиссіи. — Слѣдуетъ считать нижеслѣдующія жидкости, за извѣстными исключеніями по пунктамъ *d* и *e*, загрязняющими и недопустимыми въ текучія воды:—

a) Всякую мутную жидкость, не подвергавшуюся отстаиванію въ особыхъ резервуарахъ достаточной вмѣстимости,

въ теченіи по крайней мѣрѣ шести часовъ; или такую, которая послѣ отстаиванія содержитъ въ суспензированномъ состояніи болѣе, чѣмъ одну часть по вѣсу сухаго органическаго вещества на 100000 частей жидкости; или такую, которая, не будучи подвергнута отстаиванію, содержитъ въ суспензированномъ состояніи болѣе трехъ вѣсовыхъ частей сухаго минеральнаго вещества или одной части сухаго органическаго вещества на 100000 вѣсовыхъ частей жидкости.

b) Всякую жидкость, содержащую въ растворѣ болѣе двухъ вѣсовыхъ частей органическаго углерода или 0,3 части—органическаго азота на 100000 частей по вѣсу жидкости.

c) Всякую жидкость, оказывающуюся ясно окрашенной при дневномъ свѣтѣ, когда она налита слоемъ въ 1" толщины въ бѣлую фарфоровую или фаянсовую посуду.

d) Всякую жидкость, заключающую въ растворѣ болѣе двухъ вѣсовыхъ частей на 100000 какого бы то ни было металла, за исключеніемъ кальція, магнія, калия и натрія.

e) Всякую жидкость, содержащую въ 100000 вѣсовыхъ частяхъ, въ видѣ раствора или мути, въ качествѣ химическаго соединенія или иначе, болѣе чѣмъ 0,05 вѣсовой части металлическаго мышьяка.

f) Всякую жидкость, которая послѣ подкисленія сѣрной кислотой, содержитъ въ 100000 вѣсовыхъ частяхъ болѣе одной части по вѣсу свободного хлора.

g) Всякую жидкость, заключающую въ 100000 вѣсовыхъ частяхъ болѣе одной части по вѣсу сѣры, въ видѣ ли сѣрнистаго водорода или растворимыхъ сѣрнистыхъ соединеній.

h) Всякую жидкость, обладающую большею кислотностью, чѣмъ дистиллированная вода, подкисленная 0,2% по вѣсу крѣпкой HCl.

i) Всякую жидкость съ большимъ содержаніемъ щелочности, чѣмъ дистиллированная вода съ 0,1% по вѣсу сухаго ѣдкаго натра.

k) Всякую жидкость, на поверхности которой видна плена нефти или углеводороднаго масла, или же содержащая въ суспензированномъ состояніи болѣе 0,05 вѣсовыхъ частей на 100000 такого масла.

П Р И Л О Ж Е Н І Я.

I. Атомные вѣса элементовъ.

Элементы.	Символь.	Атомный вѣсъ.	Исслѣдователи.
1. Серебро . . .	Ag	107,67	Stas.
2. Алюминій . . .	Al	27,02	Mallet.
3. Мышьякъ . . .	As	75,15	Kessler.
4. Золото . . .	Au	196,71	Berzelius.
5. Боръ	B	11,04	Berzelius.
6. Барій	Ba	136,84	Maignac.
7. Висмутъ . . .	Bi	210,00	Dumas.
8. Бромъ	Br	79,76	Stas.
9. Углеродъ . . .	C	11,97	Dumas, Liebig.
10. Кальцій	Ca	39,90	Erdmann.
11. Кадмій	Cd	112,04	Lessen.
12. Церій	Ce	138,24	Rammelsberg.
13. Хлоръ	Cl	35,37	Stas.
14. Кобальтъ . . .	Co	58,74	Russel.
15. Хромъ	Cr	52,08	Stewart.
16. Цезій	Cs	133,00	Bunsen.
17. Мѣдь	Cu	63,12	Millon et Commaille.
18. Дидимъ	D	142,44	Hermann.
19. Эрбій	E	168,90	Bahr & Bunsen.
20. Фторъ	F	18,96	Luca, Louyet.
21. Желѣзо	Fe	56,00	Dumas.
22. Галлій	Ga	69,80	Lecoq de Boisbaudran.
23. Глициній . . .	Gl	9,30	Авдѣевъ, Klatzo.
24. Водородъ . . .	H	1,00	Dulong & Berzelius.
25. Ртуть	Hg	200,00	Erdmann.
26. Иодъ	I	126,54	Stas.
27. Индій	In	113,40	Winkler, Bunsen.

Элементы.	Символь.	Атомный вѣсъ.	Исслѣдователи.
28. Иридій	Ir	196,87	Berzelius.
29. Калий	K	39,04	Stas.
30. Лантаній	La	139,33	Hermann.
31. Литій	Li	7,00	Stas.
32. Магній	Mg	23,94	Dumas.
33. Марганецъ	Mn	54,04	Schneider.
34. Молибденъ	Mo	96,00	Dumas, Debray.
35. Азотъ	N	14,01	Stas.
36. Натрій	Na	22,99	Stas.
37. Ниобій	Nb	94,00	Marignac.
38. Никкель	Ni	58,74	Russel.
39. Кислородъ	O	15,96	
40. Осмій	Os	199,03	Berzelius.
41. Фосфоръ	P	30,96	Schrötter.
42. Свинецъ	Pb	206,40	Stas.
43. Палладій	Pd	106,57	Berzelius.
44. Платина	Pt	194,38	Seubert.
45. Рубидій	Rb	85,40	Bunsen, Piccard.
46. Родій	Rh	104,21	Berzelius.
47. Рутеній	Ru	104,40	Berzelius.
48. Сѣра	S	31,996	Stas.
49. Сурьма	Sb	120,00	Schneider, Cooke.
50. Селень	Se	79,46	Dumas.
51. Кремній	Si	28,10	Dumas.
52. Олово	Sn	118,10	Dumas.
53. Стронцій	Sr	87,54	Marignac.
54. Танталъ	Ta	182,300	Marignac.
55. Теллуръ	Te	128,06	V. Hauer.
56. Торій	Th	231,44	Delafontaine.
57. Титанъ	Ti	50,00	Pierre.
58. Талій	Tl	203,66	Crookes.
59. Ураній	U	237,60	Ebelman.
60. Ванадій	V	51,35	Roscoe.
61. Вольфрамъ	W	184,00	Schneider, Roscoe.
62. Иттрій	Y	92,55	Bahr & Bunsen.
63. Цинкъ	Zn	65,16	Oxel Erdmann.
64. Цирконій	Zr	89,60	Marignac.

II. Таблица атомныхъ вѣсовъ.

Редактирована F. W. Clarke'омъ, главнымъ химикомъ при Геологическомъ Обществѣ Американскихъ Соед. Штатовъ, для Комитета ревизіи и публикаціи фармакопей Соед. Штатовъ 6 декабря 1890 г. Таблица представляетъ самыя новѣйшіе и наиболѣе достовѣрные результаты изслѣдованій, причемъ базисомъ принять атомный вѣсъ кислорода $O = 16$. Десятичные знаки, представляющіеся сомнительными, опущены. Если же опредѣленія разнятся у наблюдателей, пользующихся одинаковымъ авторитетомъ, какъ въ случаѣ кадмія (111,8 и 112,2), то въ таблицѣ приводятся среднія числа.

Элементы.	Символы.	Атомный вѣсъ.
1. Серебро	Ag	107,92
2. Алюминій	Al	27,0
3. Мышьякъ	As	75,0
4. Золото	Au	197,3
5. Боръ	B	11,0
6. Барій	Ba	137,0
7. Висмутъ	Bi	208,9
8. Бромъ	Br	79,95
9. Углеродъ	C	12,0
10. Кальцій	Ca	40,0
11. Колумбій (ніобій)	Cb	94,0
12. Кадмій	Cd	112,0
13. Церій	Ce	140,2
14. Хлоръ	Cl	35,45
15. Кобальтъ	Co	59,0
16. Хромъ	Cr	52,1
17. Цезій	Cs	132,9
18. Мѣдь	Cu	63,4
19. Дидимъ (раздѣляется на нео- и фразео-дидимъ)	Di	142,3
20. Эрбій	Er	166,3
21. Фторъ	F	19,0
22. Желѣзо	Fe	56,0
23. Галлій	Ga	69,0
24. Германій	Ge	72,3
25. Глициній (бериллій)	Gl	9,0
26. Водородъ	H	1,007

Элементы.	Символь.	Атомный вѣсъ.
27. Ртуть	Hg	200,0
28. Иодъ	I	126,85
29. Индій	In	113,7
30. Иридій	Ir	193,1
31. Калий	K	39,11
32. Лантанъ	La	138,2
33. Литій	Li	7,02
34. Магній	Mg	24,3
35. Марганецъ	Mn	55,0
36. Молибденъ	Mo	96,0
37. Азотъ	N	14,03
38. Натрій	Na	23,05
39. Никкель	Ni	58,7
40. Кислородъ	O	16
41. Осмій	Os	191,7
42. Фосфоръ	P	31,0
43. Свинецъ	Pb	206,95
44. Палладій	Pd	106,6
45. Платина	Pt	195,0
46. Рубидій	Rb	85,5
47. Родій	Rh	103,5
48. Рутеній	Ru	101,6
49. Сѣра	S	32,06
50. Сурьма	Sb	120,0
51. Скандій	Sc	44,0
52. Селенъ	Se	79,0
53. Кремній	Si	28,4
54. Самарій	Sm	150,0
55. Олово	Sn	119,0
56. Стронцій	Sr	87,6
57. Танталъ	Ta	182,6
58. Тербій	Tb	159,5
59. Теллуръ	Te	125,0
60. Торій	Th	232,6
61. Титанъ	Ti	48,0
62. Таллій	Tl	204,18
63. Уранъ	U	239,6
64. Ванадій	V	51,4
65. Вольфрамя (тунгстенъ)	W	184,0

Элементы.	Символь.	Атомный вѣсъ.
66. Иттербій	Yb	173,0
67. Иттрій	Yt	89,1
68. Цинкъ	Zn	65,3
69. Цирконій	Zr	90,6

III. Множители для опредѣленія содержанія элемента изъ вѣса его соединенія.

Элементъ.	Его соединеніе.	Искомое.	Множитель
Серебро	AgCl	Ag	0,7528
”	AgCl	$\frac{1}{2}(\text{Ag}_2\text{O})$	0,8085
Алюминій	Al ₂ O ₃	Al ₂	0,5340
Мышьякъ	As ₂ O ₃	As ₂	0,7576
”	As ₂ O ₅	As ₂	0,6522
”	As ₂ O ₅	As ₂ O ₃	0,8609
”	As ₂ S ₃	As ₂ O ₃	0,8049
”	As ₂ S ₃	As ₂ O ₅	0,9350
”	(MgAmAsO ₄) ₂ H ₂ O	As ₂ O ₅	0,6053
”	”	As ₂ O ₃	0,5211
Боръ	B ₂ O ₃	B ₂	0,3143
Барій	BaO	Ba	0,8954
”	BaSO ₄	BaO	0,6567
”	BaCO ₃	BaO	0,7767
”	BaF ₂ SiF ₄	BaO	0,5484
Висмутъ	Bi ₂ O ₃	Bi ₂	0,8966
Бромъ	AgBr	Br	0,4256
Углеродъ	CO ₂	C	0,2727
”	CaCO ₃	CO ₂	0,4400
Кальцій	CaO	Ca	0,7143
”	CaSO ₄	CaO	0,4118
”	CaCO ₃	CaO	0,5600
Кадмій	CdO	Cd	0,8750
Хлоръ	AgCl	Cl	0,2472
”	AgCl	HCl	0,2542
Кобальтъ	Co	CoO	1,2712
”	Co ₁₂ O ₁₉	Co ₁₂	0,6999
”	Co ₃ O ₅	Co ₃	0,6887
”	CoSO ₄	CoO	0,4839
”	Co ₃ O ₄	Co ₃	0,7344

Элементъ.	Его соединеніе.	Искомое.	Множитель.
Кобальтъ	$\left\{ \begin{array}{l} \text{Co}_2\text{O}_3, 3\text{K}_2\text{O} \\ 5\text{N}_2\text{O}_3, 2\text{H}_2\text{O} \end{array} \right\}$	2CoO	0,1735
"	$2\text{CoSO}_4 + 3\text{K}_2\text{SO}_4$	2CoO	0,1802
"	"	Co_2	0,1417
Хромъ	Cr_2O_3	Cr_2	0,6862
"	Cr_2O_3	2CrO	1,3138
"	PbCrO_4	CrO_3	0,3106
Мѣдь	CuO	Cu	0,7985
"	Cu_2S	Cu_2	0,7985
Фторъ	CaF_2	F_2	0,4872
"	SiF_4	F_4	0,7308
Желѣзо	Fe_2O_3	Fe_2	0,7000
"	Fe_2O_3	2FeO	0,9000
"	FeS	Fe	0,6364
Водородъ	H_2O	H_2	0,1111
Ртуть	2Hg	Hg_2O	1,0400
"	Hg	HgO	1,0800
"	Hg_2Cl_2	2Hg	0,8494
"	HgS	Hg	0,8621
Іодъ	AgJ	J	0,5405
"	PdJ_2	J_2	0,7056
Калій	K_2O	K_2	0,8302
"	K_2SO_4	K_2O	0,5400
"	KNO_3	$1/2\text{K}_2\text{O}$	0,4659
"	KCl	K	0,5245
"	KCl	$1/2\text{K}_2\text{O}$	0,6317
"	$2\text{KCl}, \text{PtCl}_4$	K_2O	0,1927
"	"	2KCl	0,3070
Литій	Li_2CO_3	Li_2O	0,4054
"	Li_2SO_4	Li_2O	0,2727
"	Li_3PO_4	Li_2O	0,3879
Магній	MgO	Mg	0,6000
"	MgSO_4	MgO	0,3335
"	$\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7$	2MgO	0,3604
Марганецъ	MnO	Mn	0,7747
"	Mn_3O_4	Mn_3	0,7205
"	Mn_2O_3	Mn_2	0,6962
"	MnSO_4	MnO	0,4702
"	MnS	MnO	0,8161

Элементъ.	Его соединеніе.	Искомое.	Множитель.
Марганецъ	MnS	Mn	0,6322
Азотъ	2AmCl, PtCl ₄	N ₂	0,0627
”	Pt	N ₂	0,1416
”	BaSO ₄	N ₂ O ₅	0,4635
”	AgCN	CN	0,1941
”	AgCN	HCN	0,2016
Аммоній	NH ₄ Cl	NH ₃	0,3180
”	2NH ₄ Cl, PtCl ₄	2NH ₃	0,0761
Натрій	Na ₂ O	Na ₂	0,7419
”	Na ₂ SO ₄	Na ₂ O	0,4366
”	NaNO ₃	¹ / ₂ Na ₂ O	0,3647
”	NaCl	¹ / ₂ Na ₂ O	0,5302
”	NaCl	Na	0,3934
”	Na ₂ CO ₃	Na ₂ O	0,5849
Никкель	NiO	Ni	0,7867
Кислородъ	Al ₂ O ₃	O ₃	0,4660
”	Sb ₂ O ₃	O ₃	0,1644
”	As ₂ O ₃	O ₃	0,2424
”	As ₂ O ₅	O ₅	0,3478
”	BaO	O	0,1046
”	Bi ₂ O ₃	O ₃	0,1035
”	CdO	O	0,1250
”	Cr ₂ O ₃	O ₃	0,3138
”	CoO	O	0,2133
”	CuO	O	0,2015
”	FeO	O	0,2222
”	Fe ₂ O ₃	O ₃	0,3000
”	PbO	O	0,0718
”	CaO	O	0,2857
”	MgO	O	0,3997
”	MnO	O	0,2254
”	Mn ₃ O ₄	O ₄	0,2795
”	Mn ₂ O ₃	O ₃	0,3038
”	Hg ₂ O	O	0,0385
”	HgO	O	0,0741
”	NiO	O	0,2133
”	K ₂ O	O	0,1698
”	SiO ₂	O ₂	0,5333
”	Ag ₂ O	O	0,0690

Элементъ.	Его соединеніе.	Искомое.	Множитель.
Кислородъ . . .	Na ₂ O	O	0,2581
" . . .	SrO	O	0,1546
" . . .	SnO ₂	O	0,2133
" . . .	H ₂ O	O	0,8889
" . . .	ZnO	O	0,1974
Фосфоръ . . .	P ₂ O ₅	P ₂	0,4366
" . . .	Mg ₂ P ₂ O ₇	P ₂ O ₅	0,6396
" . . .	MgP ₂ O ₇	2PO ₄	0,8559
" . . .	Fe ₂ P ₂ O ₈	P ₂ O ₅	0,4702
" . . .	P ₂ O ₅	2PO ₄	1,3380
" . . .	Ag ₃ PO ₄	¹ / ₂ P ₂ O ₅	0,1695
" . . .	U ₄ P ₂ O ₁₁	P ₂ O ₅	0,1991
" . . .	Ag ₄ P ₂ O ₇	P ₂ O ₅	0,2344
Свинецъ . . .	PbO	Pb	0,9283
" . . .	PbSO ₄	PbO	0,7360
" . . .	PbSO ₄	Pb	0,6832
" . . .	PbCl ₂	Pb	0,7448
" . . .	PbCl ₂	PbO	0,8024
" . . .	PbS	PbO	0,9331
Сѣра	BaSO ₄	S	0,1373
"	As ₂ S ₃	S ₃	0,3902
"	BaSO ₄	SO ₃	0,3434
"	SO ₃	SO ₄	1,2000
Сурьма	Sb ₂ O ₃	Sb ₂	0,8356
"	Sb ₂ S ₃	Sb ₂	0,7177
"	Sb ₂ S ₃	Sb ₂ O ₃	0,8588
"	Sb ₂ O ₄	Sb ₂ O ₃	0,9481
Кремній	SiO ₂	Si	0,4667
Олово	SnO ₂	Sn	0,7867
"	SnO ₂	SnO	0,8933
Стронцій	SrO	Sr	0,8454
"	SrSO ₄	SrO	0,5640
"	SrCO ₃	SrO	0,7017
Цинкъ	ZnO	Zn	0,8026
"	ZnS	ZnO	0,8352
"	ZnS	Zn	0,6703

IV. Гидрометрическія таблицы.

Плотности и соотвѣтствующіе имъ градусы гидрометра
Бома для жидкостей, болѣе тяжелыхъ, чѣмъ вода.

° В	Плотность.	° В	Плотность.	° В	Плотность.	° В	Плотность.
0	1,000	19	1,152	38	1,357	57	1,652
1	1,007	20	1,161	39	1,370	58	1,671
2	1,014	21	1,171	40	1,383	59	1,691
3	1,022	22	1,180	41	1,397	60	1,711
4	1,029	23	1,190	42	1,410	61	1,732
5	1,036	24	1,199	43	1,424	62	1,753
6	1,044	25	1,210	44	1,438	63	1,774
7	1,052	26	1,221	45	1,453	64	1,796
8	1,060	27	1,231	46	1,468	65	1,819
9	1,067	28	1,242	47	1,483	66	1,846
10	1,075	29	1,253	48	1,498	67	1,872
11	1,083	30	1,264	49	1,514	68	1,897
12	1,091	31	1,275	50	1,530	69	1,921
13	1,100	32	1,286	51	1,546	70	1,946
14	1,108	33	1,297	52	1,563	71	1,974
15	1,116	34	1,309	53	1,580	72	2,000
16	1,125	35	1,320	54	1,597	73	2,031
17	1,134	36	1,332	55	1,615	74	2,059
18	1,143	37	1,345	56	1,634		

Плотности и соотвѣтствующіе имъ градусы Бо́ме для жидкостей, болѣе легкихъ, чѣмъ вода.

° В	Плотность.	° В	Плотность.	° В	Плотность.	° В	Плотность.
10	1,000	23	0,918	36	0,849	49	0,789
11	0,993	24	0,913	37	0,844	50	0,785
12	0,986	25	0,907	38	0,839	51	0,781
13	0,980	26	0,901	39	0,834	52	0,777
14	0,973	27	0,896	40	0,830	53	0,773
15	0,967	28	0,890	41	0,825	54	0,768
16	0,960	29	0,885	42	0,820	55	0,764
17	0,954	30	0,880	43	0,816	56	0,760
18	0,948	31	0,874	44	0,811	57	0,757
19	0,942	32	0,869	45	0,807	58	0,753
20	0,936	33	0,864	46	0,802	59	0,749
21	0,930	34	0,859	47	0,798	60	0,745
22	0,924	35	0,854	48	0,794		

Градусы гидрометра Twaddle'a и соотвѣтственные плотности.

° Tw	Плотность.	° Tw	Плотность.	° Tw	Плотность.	° Tw	Плотность.
1	1,005	8	1,040	15	1,075	22	1,110
2	1,010	9	1,045	16	1,080	23	1,115
3	1,015	10	1,050	17	1,085	24	1,120
4	1,020	11	1,055	18	1,090	25	1,215
5	1,025	12	1,060	19	1,095	26	1,130
6	1,030	13	1,065	20	1,100	27	1,135
7	1,035	14	1,070	21	1,105	28	1,140

Примѣчаніе. Градусы Twaddle пересчитываются на соотвѣтственные имъ плотности, умноженіемъ на 5 и прибавленіемъ къ результату 1000.

V. Удѣльные вѣса и % содержаніе реагентовъ въ раств.

Процентное содержаніе химически чистой сѣрной кислоты (H_2SO_4) въ водномъ растворѣ данного удѣльнаго вѣса.
Vineau, Otto. Темпер. $15^{\circ} C$.

Удѣльный вѣсъ.	% H_2SO_4	Удѣльный вѣсъ.	% H_2SO_4	Удѣльный вѣсъ.	% H_2SO_4	Удѣльный вѣсъ.	% H_2SO_4
1,8426	100	1,675	75	1,398	50	1,182	25
1,842	99	1,663	74	1,3886	49	1,174	24
1,8406	98	1,651	73	1,379	48	1,167	23
1,840	97	1,639	72	1,370	47	1,159	22
1,8384	96	1,627	71	1,361	46	1,1516	21
1,8376	95	1,615	70	1,351	45	1,144	20
1,8356	94	1,604	69	1,342	44	1,136	19
1,834	93	1,592	68	1,333	43	1,129	18
1,831	92	1,580	67	1,324	42	1,121	17
1,827	91	1,568	66	1,315	41	1,1136	16
1,822	90	1,557	65	1,306	40	1,106	15
1,816	89	1,545	64	1,2976	39	1,098	14
1,809	88	1,534	63	1,289	38	1,091	13
1,802	87	1,523	62	1,281	37	1,083	12
1,794	86	1,512	61	1,272	36	1,0756	11
1,786	85	1,501	60	1,264	35	1,068	10
1,777	84	1,490	59	1,256	34	1,061	9
1,767	83	1,480	58	1,2476	33	1,0536	8
1,756	82	1,469	57	1,239	32	1,0464	7
1,745	81	1,4586	56	1,231	31	1,039	6
1,734	80	1,448	55	1,223	30	1,032	5
1,722	79	1,438	54	1,215	29	1,0256	4
1,710	78	1,428	53	1,2066	28	1,019	3
1,698	77	1,418	52	1,198	27	1,013	2
1,686	76	1,408	51	1,190	26	1,0064	1

Таблица удельных вѣсовъ водныхъ растворовъ соляной кислоты, содержащихъ различный процентъ газообразной HCl
Ure. Температ. 15° С.

Удельн. вѣсь.	% HCl	Удельн. вѣсь.	% HCl	Удельн. вѣсь.	% HCl	Удельн. вѣсь.	% HCl
1,200	40,777	1,1515	30,582	1,1000	20,388	1,0497	10,194
1,1982	40,369	1,1494	30,174	1,0980	19,980	1,0477	9,786
1,1964	39,961	1,1473	29,767	1,0960	19,572	1,0457	9,379
1,1946	39,554	1,1452	29,359	1,0939	19,165	1,0437	8,971
1,1928	39,146	1,1431	28,951	1,0919	18,757	1,0417	8,563
1,1910	38,738	1,141	28,544	1,0899	18,349	1,0397	8,155
1,1893	38,330	1,1389	28,136	1,0879	17,941	1,0377	7,747
1,1875	37,923	1,1369	27,728	1,0859	17,534	1,0357	7,340
1,1857	37,516	1,1349	27,321	1,0838	17,126	1,0337	6,932
1,1846	37,108	1,1328	26,913	1,0818	16,718	1,0318	6,524
1,1822	36,700	1,1308	26,505	1,0798	16,310	1,0298	6,116
1,1802	36,292	1,1287	26,098	1,0778	15,902	1,0279	5,709
1,1782	35,884	1,1267	25,690	1,0758	15,494	1,0259	5,301
1,1762	35,476	1,1247	25,282	1,0738	15,087	1,0239	4,893
1,1741	35,068	1,1226	24,874	1,0718	14,679	1,0220	4,486
1,1721	34,660	1,1206	24,466	1,0697	14,271	1,0200	4,078
1,1701	34,252	1,1185	24,058	1,0677	13,863	1,0180	3,670
1,1681	33,845	1,1164	23,650	1,0657	13,456	1,0160	3,262
1,1661	33,437	1,1143	23,242	1,0637	13,049	1,0140	2,854
1,1641	33,029	1,1123	22,834	1,0617	12,641	1,0120	2,447
1,1620	32,621	1,1102	22,426	1,0597	12,233	1,0100	2,039
1,1599	32,213	1,1082	22,019	1,0577	11,825	1,0080	1,631
1,1578	31,805	1,1061	21,611	1,0557	11,418	1,0060	1,124
1,1557	31,398	1,1041	21,203	1,0537	11,010	1,0040	0,816
1,1536	30,990	1,1020	20,796	1,0517	10,602	1,0020	0,408

Таблица процентнаго содержанія азотной кислоты (HNO_3)
 въ водныхъ растворахъ различнаго удѣльнаго вѣса
Ann. Ch. Phys. (4) 136 Темпер. 15°C .

$\% \text{HNO}_3$	Удѣльн. вѣсъ.	$\% \text{HNO}_3$	Удѣльн. вѣсъ.	$\% \text{HNO}_3$	Удѣльн. вѣсъ.	$\% \text{HNO}_3$	Удѣльн. вѣсъ.
100,00	1,530	80,96	1,463	59,59	1,372	39,00	1,244
99,84	1,530	80,00	1,460	58,88	1,368	37,95	1,237
99,72	1,530	79,00	1,456	58,00	1,363	36,00	1,225
99,52	1,529	77,66	1,451	57,00	1,358	35,00	1,218
97,89	1,523	76,00	1,445	56,10	1,353	33,86	1,211
97,00	1,520	75,00	1,442	55,00	1,346	32,00	1,198
96,00	1,516	74,01	1,438	54,00	1,341	31,00	1,192
95,27	1,514	73,00	1,435	53,81	1,339	30,00	1,185
94,00	1,509	72,39	1,432	53,00	1,335	29,00	1,179
93,01	1,506	71,24	1,429	52,33	1,331	28,00	1,172
92,00	1,503	69,96	1,423	50,99	1,323	27,00	1,166
91,00	1,499	69,20	1,419	49,97	1,317	25,71	1,157
90,00	1,495	68,00	1,414	49,00	1,312	23,00	1,138
89,56	1,494	67,00	1,410	48,00	1,304	20,00	1,120
88,00	1,488	66,00	1,405	47,18	1,298	17,47	1,105
87,45	1,486	65,07	1,400	46,64	1,295	15,00	1,089
86,17	1,482	64,00	1,395	45,00	1,284	13,00	1,077
85,00	1,478	63,59	1,393	43,53	1,274	11,41	1,067
84,00	1,474	62,00	1,386	42,00	1,264	7,22	1,045
83,00	1,470	61,21	1,381	41,00	1,257	4,00	1,022
82,00	1,467	60,00	1,374	40,00	1,251	2,00	1,010

Таблица процентнаго содержанія окиси калия въ водныхъ растворахъ ѣдкаго кали (KHO) различнаго удѣльнаго вѣса
Tünnermann. Температ. 15° С.

Удѣльн. вѣсь.	% K ₂ O.	Удѣльн. вѣсь.	% K ₂ O.
1,3300	28,290	1,1437	14,145
1,3131	27,158	1,1308	13,013
1,2966	26,027	1,1182	11,882
1,2805	24,895	1,1059	10,750
1,2648	23,764	1,0938	9,619
1,2493	22,632	1,0819	8,487
1,2342	21,500	1,0703	7,355
1,2268	20,935	1,0589	6,224
1,2122	19,803	1,0478	5,002
1,1979	18,671	1,0369	3,961
1,1839	17,540	1,0260	2,829
1,1702	16,408	1,0153	1,697
1,1568	15,277	1,0050	0,5658

Таблица процентнаго содержанія окиси натрія въ водныхъ растворахъ ѣдкаго натра (NaHO) различнаго удѣльнаго вѣса
Tünnermann.

Удѣльн. вѣсь.	% NaHO	Удѣльн. вѣсь.	% NaHO	Удѣльн. вѣсь.	% NaHO	Удѣльн. вѣсь.	% NaHO
1,4285	30,220	1,3198	22,363	1,2392	15,110	1,1042	7,253
1,4193	29,616	1,3143	21,894	1,2280	14,500	1,0948	6,648
1,4101	29,011	1,3125	21,758	1,2178	13,901	1,0855	6,044
1,4011	28,407	1,3053	21,154	1,2058	13,297	1,0764	5,440
1,3923	27,802	1,2982	20,550	1,1948	12,692	1,0675	4,835
1,3836	27,200	1,2912	19,945	1,1841	12,088	1,0587	4,231
1,3751	26,594	1,2843	19,341	1,1734	11,484	1,0500	3,626
1,3668	25,989	1,2775	18,730	1,1630	10,879	1,0414	3,022
1,3586	25,385	1,2708	18,132	1,1528	10,275	1,0330	2,418
1,3505	24,780	1,2642	17,528	1,1428	9,670	1,0246	1,813
1,3426	24,176	1,2578	16,923	1,1330	9,066	1,0163	1,209
1,3349	23,572	1,2515	16,379	1,1233	8,462	1,0081	0,604
1,3273	22,967	1,2453	15,714	1,1137	7,857	1,0040	0,302

Таблица процентнаго содержанія амміака (NH_3) въ водныхъ растворахъ газа различнаго удѣльнаго вѣса.
Carius, Температ. 15°C .

Удѣльный вѣсъ.	% NH_3	Удѣльный вѣсъ.	% NH_3	Удѣльный вѣсъ.	% NH_3
0,8844	36	0,9133	24	0,9520	12
0,8864	35	0,9162	23	0,9556	11
0,8885	34	0,9191	22	0,9593	10
0,8907	33	0,9221	21	0,9631	9
0,8929	32	0,9251	20	0,9670	8
0,8953	31	0,9283	19	0,9709	7
0,8976	30	0,9314	18	0,9749	6
0,9001	29	0,9347	17	0,9790	5
0,9026	28	0,9380	16	0,9831	4
0,9052	27	0,9414	15	0,9873	3
0,9078	26	0,9449	14	0,9915	2
0,9106	25	0,9484	13	0,9959	1

VI. Точки плавленія нѣкоторыхъ метал. и металлоидовъ.

Алюминій	700°C .	Олово	235°C .
Висмутъ	270° "	Платина	2600° "
Желѣзмягкое 1500° - 1600° "	"	Ртуть	-40° "
Золото	1250° "	Свинець	330° "
Индій	176° "	Селенъ	217° "
Кадмій	320° "	Серебро	1000° "
Калій	$62,5^\circ$ "	Сталь	1300° — 1400° "
Кобальтъ	1050° — 1200° "	Сурьма	425° "
Литій	180° "	Сѣра	115° "
Магній	232° "	Таллій	290° "
Мѣдь	1050° "	Фосфоръ	44° "
Мышьякъ	415° "	Чугунъ	1050° — 1200° "
Натрій	96° "	Цинкъ	412° "
Никкель	1500° — 1600° "		

ЗАМѢЧЕННЫЯ ОПЕЧАТКИ.

<i>Стран.</i>	<i>Строка.</i>	<i>Напечатано.</i>	<i>Слѣдуетъ.</i>
II	8 св.	надлежащее	принадлежащее
XIV	12—13 св.	количество) изслѣдов. тѣла	количество паслѣдов. тѣла)
4	1 св.	графа его	графа—его
—	2 св.	$\frac{1}{10}$ E	$\frac{3}{2}$ E
6	24 св.	$\frac{1}{4}$ E	$\frac{1}{4}$ E—
—	11 св.	$\frac{1}{315}$ E	$\frac{1}{3,15}$ E
8	21 св.	$\frac{1}{2}$ или E	$\frac{1}{2}$ E или E
—	17 св.	$\frac{3}{5}$ E	$\frac{2}{3}$ E
—	7 св.	$\frac{1}{600}$ E	$\frac{1}{600}$ E
12	4 св.	$\frac{100}{2114}$	$\frac{100}{1114}$
13	1 св.	$\frac{42\text{MgCl}_2}{\text{эквив.}} + \frac{\text{HNa}_2\text{PO}_4}{6 \text{ экв.}}$	$\frac{2\text{MgCl}_2}{4 \text{ экв.}} + \frac{2\text{HNa}_2\text{PO}_4}{6 \text{ эквив.}}$
28	9 св.	BiO ₃ , а BiO ₂	Bi ₂ O ₃ , а Bi ₂ O ₃
34	14 св.	10	100
41	21 св.	обусловливается	обусловливаетъ
42	4 св.	E	16E
51	12 св.	отожжено	отожжена
57	11 св.	горячей	кипящей
81	3 св.	CaSO ₄	CaCO ₃
87	4 св.	HFe	HF
93	13 св.	HNO ₃	16E HNO ₃
97	6 св.	80 и 90	91
—	14 св.	шомъ	шемъ
—	15 св.	щихся	щіяся
106	15 св.	785	758
123	Фиг. 13	у верхняго крапа вмѣсто J	слѣдуетъ F.
178	3 св.	Ann. Ch.	Kolb. Ann. Ch.



1887
1888
1889
1890



3p. 50c.



350
Изданіе книжнаго магазина В. Эриксонъ

С.-Петербургъ, Вознесенскій пр., 28.

Готовится къ печати:

МЕТАЛЛУРГІЯ ЧУГУНА, ЖЕЛѢЗА И СТАЛИ.

Соч. А. Ледебура,

профессора Фрейбергской горной академіи.

Стъ 2-го исправленнаго нѣмецкаго изданія переведено подъ редакцію

Н. А. ЮССА.

Профессора Горнаго Института.



Въ настоящее время металлургія чугуна, желѣза и стали профессора Ледебура является безспорно самымъ полнымъ сочиненіемъ по этой части не только у насъ, въ Россіи, но и за границей. Правда, въ Германіи издается въ настоящее время металлургія Цереп, переработанная д-ромъ Веддингомъ, но сочиненіе это выходитъ очень медленно, съ большими остановками. Между тѣмъ время не терпитъ. Потребность въ полномъ руководствѣ по металлургіи чугуна, желѣза и стали растетъ непрерывно. Къ тому же сочиненіе д-ра Веддинга повидимому обѣщаетъ быть крайне обширнымъ и вслѣдствіе этого, недоступнымъ для настольнаго пользованія имъ.

Книга Ледебура, являясь, какъ сказано въ настоящее время, самымъ полнымъ руководствомъ по металлургіи чугуна, желѣза и стали, отличается въ то же время сжатостію, своего изложенія при весьма изящной вышнѣсти. Въ этомъ отношеніи, быть можетъ, она является единственною въ своемъ родѣ. Предпринимая переводъ сочиненія германскаго ученаго на русскій языкъ необходимо, однако, дополнить ее для русской публики тѣми данными, которыя выработала русская желѣзная промышленность и знать которыя необходимо каждому русскому технику. Самъ Ледебуръ сдѣлать этого не могъ, такъ какъ при написаніи своей книги имѣлъ въ виду главнѣйше западно-европейскую промышленность, процвѣтаніе которой основывается на нѣсколько иныхъ условіяхъ чѣмъ наблюдаемыя въ Россіи.

Цѣна полному изданію по подпискѣ, до выхода изъ печати 1-го тома.—12 р. с.; для г.г. студентовъ—10 р., по выходѣ изъ печати—15 р., а въ отдѣльности:

1-му тому	4 руб.
2-му »	5 »
3-му »	6 »

Подписка принимается въ книжномъ магазинѣ В. Эриксонъ,
С.-Петербургъ, Вознесенскій пр., 28.