



108
1425



ГОРНОЕ И ЗАВОДСКОЕ ДѢЛО.

ПЕРМСКІЙ СТАЛЕПУШЕЧНЫЙ ЗАВОДЪ.

П. И. Миклашевскаго.

(Продолженіе).



Сталелитейное производство.

Въ 1872 году заводъ располагалъ 212-ю сталеплавильными горнами; всѣ они 3-хъ мѣстныхъ, такъ что одновременно въ ходу можетъ быть 636 тиглей; такъ какъ каждый тигель вмѣщаетъ 64 фунта, слѣдовательно максимумъ вѣса отливаемыхъ болванокъ можетъ простираться до 1,000 пудовъ. Каждый горнъ снабженъ 8, или 9 соплами изъ тигельной массы и требуетъ, при нормальномъ дѣйствиіи, до 450 куб. фут. воздуха въ минуту при давленіи въ 6,5 линій; воздухъ доставляется двумя паровыми воздуходувными машинами и семью вентиляторами Американской системы.

Первая машина въ 160 силъ имѣетъ слѣдующіе размѣры:

Диаметръ паровыхъ цилиндровъ числомъ 2	36"
Ходъ поршня	6 фут.
Число оборотовъ въ 1 минуту	24.
Диаметръ воздуходувныхъ цилиндровъ, числомъ 4	6 »
Ходъ поршня	6 »
Число оборотовъ въ 1 минуту	24.

Машина эта доставляетъ 30,000 куб. фут. воздуха въ 1 минуту.

Вторая машина въ 80 силъ:

Диаметръ пароваго цилиндра	40"
Ходъ поршня	42"
Число оборотовъ	60.
Диаметръ воздуходувныхъ цилиндровъ, числомъ 2	7 фут.

Ходъ поршня	6 »
Число оборотовъ	26.

Машина эта доставляетъ 17,000 куб. фут. воздуха въ 1 минуту.

Вентиляторы приводятся въ движеніе паровой машиной въ 40 силъ.

Диаметръ цилиндра	21 $\frac{1}{2}$ "
Ходъ поршня	42"
Число оборотовъ	30.

При 200 оборотахъ каждый вентиляторъ даетъ до 1,800 куб. фут. воздуха, принимая полезное дѣйствіе въ 75%.

Въ составъ горновой набойки входятъ слѣдующіе матеріалы:

- 1) Огнепостоянная бѣлая глина № 1-й.
- 2) Кварць съ р. Чусовой.
- 3) Старая набойка.

1) Бѣлая глина № 1-й, та же, какая употребляется на тигли; предварительно она просушивается, измельчается подъ толчеей и идетъ въ набивку въ количествѣ 25% по объему; глина должна быть совершенно суха; изъ 4 пудовъ сырой глины обыкновенно выходитъ 3 пуда сухой.

2) Кварць съ р. Чусовой, добываемый на Каменной горѣ въ дачѣ Серебрянскаго завода, по анализамъ лабораторіи Пермскихъ пунечныхъ заводовъ состоитъ изъ:

Кремнезема	99,58	99,37.
Окиси желѣза	} 0,40	0,32.
Глинозема		
Химической воды	0,30	0,30.
	<u>100,28</u>	<u>99,99.</u>

Сперва онъ обжигается, потомъ измельчается подъ толчеей, просѣивается и уже въ видѣ порошка идетъ въ набойку, въ количествѣ 60% по объему.

3) Старая горновая набойка разбивается на куски, отъ которыхъ шлакъ тщательно отчищается; затѣмъ ее размельчаютъ, просѣиваютъ и уже въ этомъ видѣ употребляютъ въ дѣло въ пропорціи 15%. Прежде набойка приготовлялась изъ глины № 2-й и старой набойки и выдерживала только 12—15 плавокъ; что же касается до настоящей, то хотя матеріалы, входящіе въ составъ ея и дороже вдвое (глина 24 к. и кварць 25 к.), но зато горна выдерживаютъ отъ 28 до 34 плавокъ, разгараютъ сравнительно гораздо меньше, фурмы не затягиваются и слѣдовательно уменьшается процентъ получаемаго скордовника (такъ называется сталь, вылившаяся въ горнъ изъ теснушаго тигля, а также сталь не посѣвшая, оставшаяся въ горнахъ).

П. 172029

Въ составъ шихты литой стали входятъ слѣдующіе матеріалы:

- а) Пудлинговая сталь.
- б) Рафинированный чугуны.
- в) Магнитный желѣзнякъ.

а) Въ предыдущемъ отдѣлѣ мы описали приготовленіе пудлинговой стали и исчислили потребныя на то расходы.

На отливку пушечныхъ стволовъ идетъ пудлинговая сталь № 1-й, которая разбивается на куски, величиной около квадратнаго вершка и сортируется еще на три сорта: первый—крѣпкая, изломъ хорошей стали; второй—мягкая сталь, такой же изломъ, но съ желѣзистыми прожилками, третій—неломающійся подь молотами, разрѣзывается подь ножницами и идетъ въ шихту подь именемъ рѣзаной стали.

По анализамъ мѣстной лабораторіи, пудлинговая сталь, приготовленная изъ чугуна доставки 1871 года, имѣетъ слѣдующій составъ:

Мѣди	0,05%
Кремнія	0,08
Сѣры	нѣтъ
Химическаго углерода	0,80
Графита	0,31

б) Идущій на рафинированіе чугуны такой же, какъ и на дѣло пудлинговой стали, т. е. выплавленный изъ №№ 8 и 11-го руды горы Благодати; химическій его составъ слѣдующій:

Химическаго углерода	4,165%	3,68
Графита	0,695	1,15
Кремнія	0,189	0,116
Мѣди	0,010	0,022
Сѣры и фосфора	нѣтъ	нѣтъ

в) Употребляемый магнитный желѣзнякъ представляетъ тѣ же руды Горы благодатскаго округа №№ 8 и 11-й; предварительно онѣ обжигаются, измелчаются подь толчей, тщательно промываются, просушиваются и просѣваются.

Количественное отношеніе всѣхъ этихъ матеріаловъ, идущихъ въ шихту для литой стали, конечно, прежде всего находится въ зависимости отъ самаго сорта этой стали; уже по одной той тщательной сортировкѣ сырыхъ матеріаловъ, видно, какой нужно имѣть навыкъ, знаніе и привычку глаза, чтобы рассчитать именно на требуемый сортъ. Трудность этой задачи еще болѣе усложняется, если принять во вниманіе то обстоятельство, что пушечное про-

изводство, по самому существу своему, требуетъ чрезвычайной однородности и опредѣленности въ сортѣ стали. Такъ, на примѣръ, сталь пушечныхъ стволовъ должна имѣть прочное сопротивленіе 33,000 фунтовъ на квадратный дюймъ при удлиненіи 0,001" и абсолютное отъ 65,000 до 70,000 фунтовъ при удлиненіи 0,8"; кольца, скрѣпляющія стволъ, должны давать прочное сопротивленіе 50.000 фунтовъ и т. п. Такія рѣзко поставленныя границы требуютъ конечно строгой осмотрительности при составленіи шихтъ, усиленнаго вниманія, большой опытности, но тѣмъ не менѣе онѣ необходимы, такъ какъ по этимъ даннымъ рассчитывается прочность самаго орудія, а равно и постройка его,—какъ на примѣръ скрѣпленіе кольцами, сопротивленіе замочной части поперечному отрыву и проч. Продолжительный опытъ далъ указанія на слѣдующій составъ шихты: для кольцевой стали: крѣпкой пудлинговой стали 1 пуд. 23 ф., рафинированнаго чугуна 1 фунтъ и руды 1,5 фунта. Для ствольной: крѣпкой пудлинговой стали 1 пуд. 16 фунтовъ, мягкой 8 фунтовъ, руды 2,5 фунта. Для шпинтонной: крѣпкой пудлинговой стали 1 пудъ, мягкой 16 фун.; рѣзаной 8 фунтовъ и руды 2,5 фунта; при этомъ, конечно, надо большую опытность для выбора пудлинговой стали въ отношеніи ея крѣпости или мягкости, чтобы получить литую требуемаго качества. Навѣшанная шихта засыпается въ холодныя тигли, уже поставленныя въ горна, которые разогрѣваются древеснымъ углемъ, сперва безъ дутья; такой прогрѣвъ продолжается часа 4; затѣмъ пускается дутье, сперва слабое, для окончательнаго прогрѣва стали, а потомъ полное; по роду стали на полномъ дутьѣ ее держатъ отъ 4¹/₂ до 5 и даже до 5¹/₂ часовъ. Въ этомъ отношеніи огромное вліяніе и значеніе имѣетъ и самый уголь; бывали примѣры, что на сыромъ углѣ, какъ бы долго ни плавилъ сталь, она не поспѣвала;—сырой и слабый уголь не могъ развить той высокой температуры, каковая нужна для расплавленія стали. Приблизительно на заводѣ была опредѣлена температура стали въ тиглѣ калориметрическимъ способомъ, причемъ не принималось въ расчетъ испареніе воды, и найдена была въ 2,500°.

Когда по времени и числу сгорѣвшихъ завалокъ угля можно предполагать, что сталь поспѣла, ее пробуютъ, опуская въ расплавленную сталь желѣзный щупъ; по виду шлака, облегающаго щупъ, судятъ, насколько сталь поспѣла и должно ли продолжать расплавку или же можно приступать къ отливкѣ; при чемъ спѣлою сталью считается то отличіе ея, которое оставляетъ на желѣзномъ щупѣ тонкій слой шлака.

Привожу анализы шлаковъ, какъ спѣлаго, такъ и неспѣлаго:

	Спѣлый.	Неспѣлый.
Кремнезема	57,15	58,69
Глинозема	22,40	9,60
Закуси желѣза	6,81	17,53
» марганца	8,17	7,61

Извести	5,07	4,92
Сѣры	слѣды	слѣды.
	99,60	98,40

Такъ какъ самымъ лучшимъ и вѣрнымъ способомъ узнанія сорта и свойствъ стали служатъ механическія испытанія металла, которыя могутъ дать указаніе не только для отливки, но и для другихъ манипуляцій, какъ то: способаковки, отжиганія и проч., то на химическій анализъ литой стали нѣтъ надобности обращать исключительное вниманіе, тѣмъ болѣе, что при валовыхъ работахъ это было бы слишкомъ кропотливо и неудобно; изрѣдка такой анализъ производится съ цѣлію узнать, нѣтъ ли какихъ либо вредныхъ примѣсей и не увеличивается ли ихъ процентное содержаніе. Впрочемъ и это не болѣе какъ роскошь, такъ какъ новыя партіи сырыхъ матеріаловъ подвергаются всегда подробно химическому анализу. Замѣтимъ при этомъ, что стальные болванки отливаются всегда въ форму призматическую, ибо продолжительный опытъ доказалъ, что при таковой формѣ глубина усадочныхъ раковинъ составляетъ не многимъ больше $\frac{1}{4}$ длины всей болванки, между тѣмъ какъ у болванокъ коническихъ глубина усадочныхъ раковинъ гораздо болѣе, а у болванокъ, имѣющихъ нижнее сѣченіе въ два раза болѣе верхняго, эта глубина доходитъ даже до $\frac{3}{4}$ всей длины болванки.

Разулка стали.

Пермскій заводъ, по техническимъ своимъ средствамъ, можетъ приготовить 86,000 пудовъ стали. По выводамъ прошлыхъ лѣтъ потерю стали, вытекающей при плавкѣ ея изъ тиглей (скордовникъ) надо принять въ 10%, и угаръ составляетъ 1%; поэтому на все количество стали необходимо шихты 95,546 пуд., а такъ какъ каждый тигель вмѣщаетъ 1 пуд. 24 ф. шихты, слѣдовательно на все количество необходимо 59,717 тиглей и 19,906 горновъ, ибо каждый горнъ вмѣщаетъ 3 тигля.

Прежде чѣмъ приступить къ плавкѣ, готовятъ руду и сортируютъ пудлинговую сталь. Первую толкутъ и промываютъ, вторую раздѣляютъ на сорта по сыпи ея и цвѣту. На каждый тигель кладется 6 фунтовъ сырой руды; отъ протолчки ея и промывки теряется 50%; поэтому на 59,717 тиглей надо употребить 8,932 пуд. сырой руды и получится промытой и протолченной 4,479 пуд.; работа эта дается отрядно съ платой по 30 коп. съ пуда готовой руды, слѣдовательно: за 4,479 пуд. причитается платы 1343 р. 70 к. При сортировкѣ пудлинговой стали задолжаются 2 цупальщика круглый годъ съ платой по 70 коп. за поденщину; разбивать полагается одному человѣку 6 пудовъ въ день; нарѣзка стали отдается отрядно по 3 коп. съ пуда, такъ что сортировка требуемаго количества стали обходится ежегодно 9,107 руб., при чемъ задолжается 14.625 поденщинъ. Къ числу приготовительныхъ работъ

даетъ свои приказанія; изрѣдка въ важныхъ моментахъ раздается голосъ начальника; все суетится, бѣгаетъ и, не взирая на эту суету и бѣготню, заводоуправленіе сумѣло учредить порядокъ истинно образцовый; каждый рабочій знаетъ свое мѣсто и знаетъ, что и какъ надо ему дѣлать. Надзоръ цѣха составляется изъ 1 мастера, 1 подмастерья, 4 надсмотрщиковъ, 5 сторожей и 1 разсыльного; всѣмъ 12 человѣкамъ производится 3,192 руб. въ годъ.

Обыкновенно отливка 8" болванки продолжается отъ 30 до 35 минутъ; отливка 9" нѣсколько дольше, при чемъ задолжается въ теченіи года 4,850 поденщинъ съ платою по 50 коп. на 2,425 р.; подъемъ изъ изложницы обходится ежегодно 1,940 рублей.

Кромѣ этихъ работъ, на починку инструментовъ, поправку шаблоновъ, ящичковъ, тачекъ, шитье рукавовъ, починку горновъ и проч. задолжается ежегодно 5,110 поденщинъ съ платою 3,496 руб.

Уголь съ площади въ фабрику подвозится на лошадяхъ; одинъ вощикъ полагается на 3 горна и на 8 вощиковъ одинъ помогающій.

Ежегодно заводъ тратитъ:

На подвозку угля къ горнамъ . . .	7464 под. по 95 к., на 7090 р. 80 к.
» » разныхъ матеріаловъ . . .	1119 » » » » 1063 » 5 »
	Всего 8583 поденщ. на . . . 8153 р. 85 к

Такимъ образомъ рабочее время на отливку 86.000 пуд. стали выразится въ слѣдующихъ цифрахъ:

	Поденщины.	Платы
а) Сортировка руды.	отрядно	1343 р. 70 к.
б) Нарѣзка пудлинговой стали . . .	отрядно	282 »
в) Сортировка ея	14625	8825 »
г) Набивка горновъ	2388	1512 » 40 »
д) Очистка »	796	517 » 40 »
е) Плавка стали	24983	19757 » 65 »
вспомогательныхъ при плавеѣ . . .	4850	2425 »
ж) Подъемъ изъ изложницы пушечныхъ болванокъ отрядно за 97 болванокъ по 20 р.		1940 »
з) Вообще вспомогательныхъ рабочихъ.	5110 »	3496 »
	52752 р.	36533 р. 45 к.
	Отрядныхъ	3565 р. 70 к.
		40099 р. 15 к.

Отсюда выходитъ, что каждая поденщина обходится заводу 69,25 коп.; чтобы опредѣлить все число рабочихъ, потребныхъ цѣху въ продолженіи года, я обращаю отрядную плату въ поденщины, что составитъ на 3565 р. 70 к., при цѣнѣ въ 69,25 коп., 5149 поденщинъ, и получимъ, что всѣхъ пѣшихъ ра-

бочихъ потребно для сталелитейнаго производства 57901 поденщинъ, или принимая 250 рабочихъ дней въ году 231,6 человекъ, при уплатѣ которыми 36533 р. 45 коп. за 86000 пуд. упадетъ на 1 пудъ стали 46,6 коп. По числу конныхъ поденщинъ, показанныхъ выше, причитается ежедневно имѣть возчиковъ 35,5, всего рабочей силы пѣшей и конной 267,1 человекъ; отъ конныхъ поденщинъ упадетъ на 1 пудъ стали 9,48 коп., а всего отъ пѣшихъ и конныхъ 56,1 к. Прибавивъ сюда еще надзоръ изъ 12 человекъ съ платою 3192 р., получимъ, что вся рабочая сила сталелитейнаго цѣха должна составлять 279,1 и при расходѣ въ 51445 р. на 1 пудъ стали упадетъ 59,8 к.

Потребленіе припасовъ и матеріаловъ.

Хотя, по числу горновъ, заводъ для приготовленія 86000 пуд. стали задолжаетъ 59717 тиглей, но въ разцѣнку стали идутъ всѣ 60.000, ибо 283 тигля полагаются на утрату при переноскѣ ихъ отъ горновъ до изложницы. На 1 тигель кладется 1 п. 23 ф. пудлинговой стали и 1 фунтъ чугуна, но на утрату при разбивкѣ и сортировкѣ полагается 1,75% пудлинговой стали и до 2% чугуна; поэтому на 60.000 тиглей причтется первой 95700 и втораго 1523 пуда. Желѣзная руда обходится заводу по 20 коп. пудъ; ея полагаютъ 6 фунтовъ на тигель въ сыромъ видѣ. Угля полагается на одинъ пудъ стали 24 рѣшетки (на Пермскихъ заводахъ въ 1 коробѣ считается 26 рѣшетокъ). На каждый горнъ въ набивку употребляется 13 пуд. сухой глины и 26 пуд. толченаго кварца; изъ 4-хъ пудовъ сырой глины выходитъ 3 пуда сухой. Толченая глина обходится за перевозку 2 коп. и собственно толченіе 2 коп. за пудъ, да за добычу ея съ доставкой на заводъ 20 коп., всего глина № 1 обходится 24 коп.; такъ какъ каждая набойка должна выдерживать 25 плавокъ, а потому на всю сталь необходимо 797 набоекъ. Тигли ставятся въ горнъ на поддоны, приготовляемые изъ глины № 2, которая обходится заводу по 10 коп. пудъ; на одинъ поддонъ ея идетъ 9 фунтовъ. Согласно вышесказанному, для приготовленія 86.000 пуд. стали потребно:

Тиглей	60000	по 1 р. 52 ¹ / ₂	на 93300 р.
Стали пудлинговой	95700	» 1 » 81 ¹ / ₄	» 173456 » 25 к.
Чугуна рафинирован.	1523	» 1 » 26	» 1918 » 98 »
Руды желѣзной	8958	» » 20	» 1791 » 60 »
Угля	79384	кор. по 2 р. 50 к.	на 198460 р.
Глины № 2 на под.	13437	» » » 10 »	» 1343 » 70 к.
» № 1 на наб.	13797	» » » 24 »	» 3311 » 28 »
Кварцу толченаго	20696	» » » 25 »	» 5174 » »
Чугунныхъ припасовъ ежегодно	8100	» » 1 » 49,49	» 12108 » 89 ¹ / ₂

Расходъ отъ кузнечнаго цѣха.	3784 » »
» » котельнаго »	2500 » »
» » слесарнаго »	786 » »
Прочихъ мелочныхъ припасовъ, на	14846 р. 58 ¹ / ₂ к.
Всего	512781 р. 29 к.

и на 1 пудъ стали отъ припасовъ упадетъ 5 р. 96,3 коп., при чемъ замѣтимъ, что отъ одного угля на пудъ стали падаетъ 2 р. 30 к. Всего же съ рабочимъ временемъ на отливку 86.000 пуд. стали потребуется расходовъ 564226 р. 29 коп. и 1 пудъ стали обойдется 6 р. 56,1 к.—Мы сказали выше, что воздухъ въ горна доставляется 2-мя воздуходувными машинами и 7-ю вентиляторами, для приведенія въ движеніе которыхъ имѣются 2 паровыя машины: одна въ 160 и другая въ 40 силъ; объ эти машины имѣютъ 14 паровыхъ котловъ. Сверхъ того при заводѣ имѣется паровая машина въ 25 силъ, помощію которой снабжаются какъ сталепушечный, такъ и чугунопушечный заводы, водой изъ рѣки Камы, пужной для питанія паровыхъ котловъ, а равно и для всѣхъ другихъ надобностей. Расходы на содержаніе этихъ устройствъ показаны на прилагаемой при семь таблицѣ (№ 6), изъ которой видно:

а) Рабочаго времени на пудъ стали падаетъ 8,9 коп. и припасовъ на 38, 9 к., а всего отъ рабочаго времени и припасовъ 47,9 коп. Обращая 3867 пѣшихъ поденщинъ въ число людей и принимая въ годъ 250 рабочихъ дней, получимъ ежегодную потребность для этихъ цѣховъ въ пѣшихъ рабочихъ — 15,4; конныхъ поденщинъ потребно 1500, что составляетъ 6 въ годъ; кромѣ того обращается 24 человекъ, получающіе окладное жалованье, всего 45, 4 рабочихъ въ годъ, а присоединяя сюда 279,1 человекъ, исчисленные выше при плавкѣ, получимъ ежегодную потребность въ людяхъ для этого цѣха 324, 5 человекъ и при расходѣ въ 59146 руб. на 1 пудъ стали упадетъ 68,7 коп.

б) При расходѣ на припасы въ 33521 руб. 21 коп. на пудъ стали упадетъ 38,9 коп., а вмѣстѣ съ расходомъ на припасы при плавкѣ, исчисленномъ выше въ 512781 р. 29 к. на 1 пудъ стали упадетъ 6 руб. 35,2 коп.

Всего же сталелитейный цѣхъ вызываетъ расходовъ 605447 р. 50 коп. и 1 пудъ стали обходится заводу 7 р. 4 к. съ долями. Изъ этой суммы 59146 р. падаетъ отъ рабочаго времени, что составляетъ 9,76% и 546,302 р. 50 к. отъ припасовъ, что составляетъ 90,24%.

Разбирая эту послѣднюю сумму, находимъ, что независимо отъ весьма высокой цѣны пудлинговой стали въ 173456 р. 25 к., составляющей 31, 7% стоимости всего производства, цѣнность тиглей (93.300 рублей) составляетъ 17, 1% и уголь, въ количествѣ 79384 кор. на сумму 198460 р., входитъ въ цѣнѣ припасовъ 36, 3%, если же прибавить сюда расходъ 10074 квартирныхъ сажень дровъ на сумму 20072 р. 44¹/₂ к., то увидимъ, что горючій матеріалъ, входя въ сумму припасовъ съ цѣною въ 218532 р. 44¹/₂ к., со-

ставляетъ 426 $\%$, т. е. почти половину всей требуемой суммы. Отсюда видно все несовершенство тигельнаго способа для плавки стали и по возможности улучшеніе технического процесса или даже замѣненіе его другимъ, болѣе совершеннымъ, въ видахъ удешевленія окончательнаго продукта, становится существенно необходимымъ. Профессоръ Туннеръ въ отчетѣ о путешествіи своемъ по Уральскимъ заводамъ, представленномъ 1-цу Министру Финансовъ и напечатанномъ въ № 1 Горнаго Журнала за 1871 г., приводитъ, что въ Австріи, въ сталелитейныхъ печахъ, дѣйствующихъ на древесномъ углѣ съ горячимъ нижнимъ дутьемъ, употребляется среднимъ числомъ на 1 часть расплавляемой стали 2 — 2 $\frac{1}{4}$ частей угля, а при продолжительномъ дѣйствіи даже только 1 $\frac{1}{2}$ —1 $\frac{3}{4}$ части, между тѣмъ какъ при прежнихъ самодувныхъ печахъ расходовалось 4 $\frac{1}{2}$ —6 частей.

На Пермскомъ заводѣ потребленіе угля доходитъ на 1 пуд. стали до 14,7 п. по вѣсу, принимая коробъ въ 16 пуд., или 69,87 куб. фут., принимая коробъ равнымъ 6 куб. аршинамъ (76,22 куб. фут.). Жаль, что г. Туннеръ не объяснилъ, какой способъ употребляется въ Австріи для плавки стали, а равно какого сорта сталь и для какого употребленія она готовится, но во всякомъ случаѣ огромная разниця въ употребленіи древеснаго угля на Пермскомъ заводѣ, противу Австрійскихъ, казалось бы должна понудить къ испытанію примѣненія горячаго дутья, въ видахъ сбереженія горючаго матеріала, что весьма важно для Пермскаго завода, при крайнемъ истощеніи его лѣсовъ. Далѣе профессоръ Туннеръ говоритъ, что въ сталеплавленыхъ печахъ Сименса въ Капфенбергѣ и Эйбисвальдѣ, на 1 часть стали, по вѣсу, употребляется не болѣе 2 $\frac{1}{2}$ —3 частей штирійскаго бураго угля, и потому онъ увѣренъ, что двѣ части гораздо лучшаго каменнаго угля окажутся вполне достаточными. Печи Сименса, введенныя уже во многихъ казенныхъ и частныхъ заводахъ Россіи, при пудинговомъ и сварочномъ производствахъ принесли огромную пользу, сберегая болѣе 50 $\%$ горючаго матеріала; къ сожалѣнію и здѣсь г. Туннеръ умалчиваетъ, для какого употребленія готовится на вышеупомянутыхъ заводахъ сталь, и если это пушечная, то въ какой мѣрѣ она, по физическимъ свойствамъ своимъ, удовлетворяетъ требуемымъ условіямъ прочности, какъ артиллерійскаго металла. При потребленіи 2-хъ частей по вѣсу каменнаго угля на 1 часть стали пришлось бы на приготовленіе 86,000 пуд. стали употребить 172,000 пуд. каменнаго угля, и если бы изъ Луньевскаго мѣсторожденія, принадлежащаго гг. Всеволожскимъ, онъ могъ быть доставленъ по 10 коп. за пудъ, то это составило бы ежегоднаго сбереженія въ горючемъ матеріалѣ на 181,260 руб., сбереженіе громадное, удешевляющее пудъ стали болѣе чѣмъ на 2 рубля. Заводоуправленіе, сознавая все несовершенство настоящаго тигельнаго способа и всю важность сбереженія горючаго матеріала, входящаго такимъ крупнымъ факторомъ въ окончательное произведеніе, имѣетъ въ виду замѣнить настоящій способъ введеніемъ для плавки стали печей Мартена-Сименса съ конденса-

торомъ Лундина; такая печь выстроена уже въ Воткинскомъ заводѣ, и сталь, въ ней получаемая, обходится не болѣе 1 р. 30 коп. Въ 1872 году ассигновано было уже Пермскому заводу 3,000 р. для постройки таковой печи и для производства опытовъ; если они увѣчатся успѣхомъ, т. е. если пушечная сталь, полученная въ этихъ печахъ, удовлетворитъ всѣмъ строгимъ требованіямъ артиллерійскаго металла, то немедленно будетъ приступлено къ воловой операціи; этими опытами необходимо свѣдѣть, ибо при требованіи артиллеріей стальныхъ пушекъ 11 дюймоваго калибра, необходимо увеличить число горновъ и слѣдовательно расширить существующую сталелитейную фабрику Пермскаго завода, если продолжать фабрикацію стальныхъ болванокъ настоящимъ способомъ, что, безъ сомнѣнія, вызоветъ большіе расходы, и при томъ напрасные, въ случаѣ если можетъ быть измѣненъ самый процессъ введеніемъ печей Мартена-Сименса, которыя могутъ быть свободно установлены въ должномъ количествѣ въ существующей фабрикѣ и вызовутъ расходы лишь на постройку ихъ,—расходы временные, которые широко и при томъ весьма скоро покроются удешевленіемъ стали ¹⁾. Что же касается до замѣненія каменнымъ углемъ дровъ, употребляемыхъ для отопленія паровиковъ, то казалось бы, что къ такому замѣненію не можетъ быть препятствія и нынѣ, если цѣна Луньевскаго каменнаго угля, при извѣстной теплородной его способности, можетъ понизить настоящіе расходы на дрова.

Приготовленная сталь въ количествѣ 86,000 пудовъ на сумму 605,447 р. 50 к. распредѣляется заводомъ слѣдующимъ образомъ:

Въ молотовой цехъ.

На ковку 9" орудій, на стволы и кольца . . .	47,796 п. 20 ф.	по 7 р. 23 ¹ / ₂	на 345,807 р. 63 ³ / ₄ к.
» » 9" мортиръ, на стволы и кольца	18,150 »	»	» 131,315 » 25 »
» » шпигтоповъ къ 15 тонному молоту .	8,437 »	»	» 610,041 » 69 ¹ / ₂ »
» клиновые механизмы .	1,000 »	»	» 7,235 »
» заводскую потребность	1,000 »	»	» 7,235 »

Въ кузнечный цехъ.

» 15,000 ружейн. стволовъ .	7,500 »	по 5 р.	» 37,500 »
» клиновые механизмы .	1,056 »	20 ф. по 7 р. 23 ¹ / ₂ к. на	7,643 » 77 ³ / ₄ к.
» заводскую потребность (инструментальная) .	1,000 »	»	» 7,235 »

Въ котельный цехъ.

Для заводской потребности	60 »	»	» 434 » 10 »
Получится скордовника .	8,000 »	безъ цѣны ²⁾ .	

Всего. 86,000 п. на 605,447 р. 50 к.

¹⁾ Съ 1873 года Пермскій заводъ уже приступилъ къ устройству печей системы Сименса.

²⁾ Скордовникъ будетъ записываться на приходъ съ цѣною по 55 коп., но стоимость его исключится въ 1873 году, если врученные за него доходы поступятъ въ кредитъ.

№ 6.

	РАБОЧЕЕ ВРЕМЯ.						Приказы.	РАСХОДЫ ОТЪ ЦЕХОВЪ.																		Всего расходовъ.				
	Окладное или задѣльн.			Поденщины.				Конюшеннаго.		Углеру.		Дрованаго.		Тигельн.		Пудлинг.		Кузнечн.		Слесарно-токарнаго.		Котельн.		Чугунолитейн.				Рафинир. чугуна.		
	Число.	Р.	К.	Число.	Р.	К.		Р.	К.	Число.	Р.	К.	Р.	К.	Р.	К.	Р.	К.	Р.	К.	Р.	К.	Р.	К.	Р.			К.	Р.	К.
Надзоръ	12	3192	—																											
задѣльн о.																														
Приготовление рудъ . . .	—	1343	70																											
Нарѣзка пудлинговой стали	—	282	—																											
Подъемъ пушечныхъ болванокъ изъ изложницы .	—	1940	—																											
Плавка стали	—	6757	70	52752	36533	45	25829	56 ¹ / ₂	8583	8153	85	198460	637	60	93300	—	173456	25	3784	—	786	—	2500	—	12108	89 ¹ / ₂	1918	98	564225	29
Содержаніе двухъ воздушныхъ машинъ.																														
а) Содержаніе котловъ	11	1956	—	3560	1812	—	1539	15	1350	1282	50	—	3231	37 ¹ / ₂	—	—	—	—	800	—	2445	—	1600	—	2285	70	—	—	31951	72 ¹ / ₂
б) » мѣховъ	3	732	—	120	78	—	1991	90	—	—	—	—	119	55	—	—	—	—	50	—	—	—	—	155	5	—	—	3126	50	
Содержаніе вентилятровъ.	4	696	—	120	92	—	1066	24 ¹ / ₂	—	—	—	—	87	67	—	—	—	—	80	—	860	50	—	87	50	—	—	3048	33 ¹ / ₂	
» водокачки,	6	864	—	67	46	—	636	97 ¹ / ₂	150	142	50	—	996	25	—	—	—	—	79	—	90	—	100	—	140	92 ¹ / ₂	—	—	3095	65
Всего	36	11005	70	56619	38561	45	31063	83 ¹ / ₂	10083	9578	85	198460	0072	44 ¹ / ₂	93300	—	173457	25	4793	—	4181	—	4250	—	14778	7	1918	98	605447	50

41222 р. 21 в.

Ковка стальныхъ болванокъ подъ молотами.

Если правильное составленіе шихты и извѣстная температура при расплавленіи ея имѣютъ существенное вліяніе на достоинство стали, то не менѣе важное условіе для прочности орудія составляетъ раціональная ковка стальной болванки, процессъ при которомъ прочное сопротивленіе стали увеличивается въ $1\frac{1}{2}$, въ 2 и даже до $2\frac{1}{2}$ разъ. На полный успѣхъ этого процесса имѣютъ вліяніе два фактора: температура, при которой куется стволъ, и самый техническій пріемъ ковки. Такъ на примѣръ: по инструкціи стволъ пушки или мортиры признается годнымъ, если прочное сопротивленіе его равно 32,000 фунтамъ, абсолютное 64,000 ф. и абсолютное удлинненіе 0,08" на 1". Положимъ, прокованный стволъ далъ такія числа: прочное сопротивленіе 25,000, абсолютное 70.000, удлинненіе 0,14; сталь превосходная во всѣхъ отношеніяхъ, но стволъ бракуется, и причина малаго прочнаго сопротивленія — шичто иное, какъ температура ковки. Впрочемъ такой стволъ, негодный для 9" пушки, не бросается, но перековывается вновь надлежащимъ образомъ, дѣлая его разумѣется тоньше и всегда получается съ слѣдующими свойствами: прочное сопротивленіе 32—37 тыс. ф., — абсолютное отъ 70—75 тыс. ф.; удлинненіе остается тоже; изъ перекованнаго такимъ образомъ ствола получаютъ двѣ превосходныя мортиры. Вообще процессъ ковки орудійныхъ болванокъ составляетъ весьма узкую спеціальность въ фабрикаціи орудій; предметъ этотъ развитъ весьма подробно г. Воронцовымъ въ статьѣ его: «объ испытаніи физическихъ свойствъ стали въ отлитыхъ болванкахъ», помѣщенной въ Запискахъ Русскаго Техническаго Общества за 1869 годъ выпуски 7 и 8, куда и отсылаю читателя ¹⁾.

Для ковки стальныхъ болванокъ, Пермскій заводъ имѣетъ такъ называемую молотовую фабрику, въ которой помѣщаются слѣдующія устройства:

А. Шесть паровыхъ молотовъ:

а) 1 въ 1000 пуд (15 тоннъ); діаметръ цилиндра 46 дюйм.; подъемъ 7 фут., число ударовъ въ 1' до 30.

б) 1 въ 300 пуд.; діаметръ цилиндра 28 дюйм.; подъемъ 5 фут., въ 1' дѣлаетъ до 40 ударовъ.

в) 1 въ 200 пуд.; діаметръ цилиндра 20 дюйм., подъемъ 3 фут.; въ 1 минуту дѣлаетъ до 40 ударовъ.

г) 2 молота въ 20 пуд.; діаметръ цилиндра 11 дюйм.; подъемъ 20 дюйм.; въ 1' дѣлаютъ до 80 ударовъ.

Превосходныя изслѣдованія по этому предмету можно тоже найти въ статьяхъ гг. Лаврова и Колокулкаго, помѣщенныхъ въ Артиллерійскомъ Журналѣ 1866 и 1867 годовъ.

д) 1 молотъ въ 10 пудовъ; діаметръ цилиндра 9 дюйм.; подъемъ 18 дюйм.; въ 1 минуту дѣлаеть до 100 ударовъ.

е) Паровая колотушка; діаметръ цилиндра 4,5 дюйм.; подъемъ поршня 6 дюйм.; число ударовъ до 800 въ 1 минуту.

Паровые молота въ 20 и 10 пуд., а равно и колотушка, служатъ для проковки кузнечныхъ издѣлій; остальные молота—дляковки 9 и 8 дюймовыхъ болвановъ и колець.

Б. Прокатныхъ становъ.

1—для раскатки колець, приводимый въ движеніе паровой машиной въ 280 силъ.

1—для прокатки пудлинговой стали, приводимый въ движеніе паровой машиной въ 60 силъ; діаметръ цилиндра 26 дюйм.; ходъ поршня 3 фут.; число оборотовъ до 50.

В. Печи.

Пудлинговыхъ для стали.	4.
Сварочныхъ	2.
Калильныхъ	4.

Г) Сверхъ того въ этомъ же зданіи помѣщены 46 кузнечныхъ горновъ о двухъ огняхъ, для которыхъ воздухъ доставляется отъ вентилятора Шиле, приводимаго въ движеніе 12-ти сильною паровою машиной, имѣющей діаметръ цилиндра 12 дюймовъ; ходъ поршня 23 дюйма и дѣлающей 40 оборотовъ въ 1 минуту.

Д) Паръ для дѣйствія паровыхъ машинъ доставляется отъ 5 котловъ, каждый въ 50 силъ.

Такимъ образомъ зданіе это соединяетъ въ себѣ 3 цѣха: молотовый, пудлинговый и кузнечный.

Разлика прокованныхъ издѣлій.

По техническимъ средствамъ (1872 года) молотовой фабрики Пермскаго завода, она, въ теченіи года, можетъ приготовить откованныхъ издѣлій: 19 штукъ 9-ти дюймовыхъ стволовъ для пушекъ; къ нимъ:

- 364 колець.
- 17 цапфъ.
- 17 винтовъ.
- 17 абтюраторовъ и
- 20 штукъ 9 дюймовыхъ мортиръ;
- къ нимъ:
- 86 колець.

- 20 цапфъ.
20 винтовъ.
20 абтюраторовъ.

Въ 9'' стволахъ для пушекъ и мортиръ вѣса 54,740 пудовъ.

Для заводской потребности:

15 штукъ шпинтоновъ въ 15 тонному молоту вѣсомъ 7,500 пуд. и различныхъ валковъ, сверлъ, оправокъ и проч., вѣсомъ 2,000 пуд.; всего же молотовая фабрика Пермскаго завода можетъ отковать стальныхъ издѣлій 68,000 пуд., при слѣдующихъ условіяхъ: 9 дюймовыя болванки въ 875 пудовъ на стволъ проковываются подъ 15-ти тоннымъ молотомъ въ $2\frac{1}{2}$ —3 сутокъ; въ продолженіи этого времени болванка нагрѣвается въ сварочной печи 5 разъ: 1-й разъ она подвергается нагрѣву отъ 10—12 часовъ; во 2-й разъ—3 часа; въ 3-й разъ отъ 8—10 часовъ и въ остальные 2 раза 3 часа; по отковкѣ она получается вѣсомъ въ 720 пудовъ. Въ 30 смѣнъ полагается отковать подъ молотами въ 1,000, 300 и 250 пудовъ:

9'' стволовъ для пушекъ	1
Колецъ	20
Цапфъ	1
Винтовъ	1
Абтюраторовъ	1

При чемъ задолжается:

У ворота: старшихъ рабочихъ 10, младшихъ 5 и при ковкѣ первыхъ 45. вторыхъ 35, всего 95.

Въ 11 смѣнъ полагается отковать:

Стволовъ для 9'' мортиръ	1
Колецъ	4
Цапфъ	1
Винтовъ	1
Абтюраторовъ	1

У ворота: старшинъ рабочихъ 4, младшихъ 6 и при ковкѣ первыхъ 30, вторыхъ 20, а всего 60 человѣкъ.

Восьми дюймовыя болванки, вѣсомъ въ 720 пуд., на стволъ проковываются также подъ 15 тоннымъ молотомъ въ $2\frac{1}{2}$ —3 сутокъ; въ продолженіи этого времени онѣ нагрѣваются въ сварочной печи тоже 5 разъ: 1-й разъ отъ 11—12 часовъ; во 2-й разъ 2 часа; въ 3-й 8 часовъ и въ остальные два раза по 3 часа; болванка по отковкѣ получается вѣсомъ въ 530 пудовъ. Какъ при 9, такъ и при 8 дюймовыхъ болванкахъ, съ двухъ нагрѣвовъ вытяги-

еаютъ прибыль (держава), съ двухъ же — казенную часть орудія и съ одного дула. Восьми дюймовыя болванки для колець вѣсомъ 720 пуд. проковываются также подъ 15 тоннымъ молотомъ въ $1\frac{1}{2}$ —2 сутокъ и въ продолженіи этого времени нагрѣваются въ сварочной печи 3 раза: 1-й разъ отъ 10—12 часовъ; во 2-й разъ 8 часовъ и въ 3-й разъ 10 часовъ. Откованныя болванки передаются въ слесарно-токарный цѣхъ, гдѣ ихъ разрѣзываютъ на кольца; изъ каждой болванки получается 8 колець вѣсомъ отъ 60 до 80 пудовъ.

Въ 6 смѣнъ полагается отковать 1 шпигтонъ къ 15 тонному молоту, при чемъ задолжить:

Старшихъ рабочихъ 37 и младшихъ 28, всего 65 человекъ.

На ковку валковъ, сверлъ, клиновыхъ механизмовъ и проч. полагается въ смѣну 40 пуд. при артели:

У ворота: старшихъ рабочихъ 4, младшихъ 6 и при ковкѣ первыхъ 16, а вторыхъ 9; всего 35 человекъ.

Старшіе рабочіе получаютъ поденную плату 90 коп., младшіе 60 коп.

Кромѣ того, для отковки 68,000 пуд. издѣлій при цехѣ задолжаются особые люди на подноску воды для питья рабочимъ въ количествѣ 564 поденщинъ съ платою по 35 коп. за поденщину и 730 поденщинъ на подтаскиваніе болвапокъ изъ литейной въ молотовую фабрику съ платою по 45 коп. за поденщину. Надзоръ состоитъ изъ 2 мастеровъ, съ жалованьемъ по 450 руб. въ годъ, 6 подмастерьевъ, изъ коихъ 2 получаютъ по 150 руб. и 4 по 105 рублей и 1 надсмотрщикъ, съ жалованьемъ 240 руб.; кромѣ того 4 сторожа, съ платою каждому по 84 руб. въ годъ. Изъ таблицы № 7 видно, что молотовой цехъ задолжаетъ всего 76,124 пѣшихъ поденщинъ на сумму 58,338 р., слѣдовательно средняя цѣна поденщины 76,6; при 250 рабочихъ дняхъ въ году это количество поденщинъ отвѣчаетъ 233,3 человекамъ; присоединяя сюда 13 человекъ надзора, получимъ всю рабочую силу въ 246,3 человекъ; конныхъ поденщинъ задолжается 180, что соответствуетъ 0,72 въ годъ; всего, слѣдовательно, пѣшихъ и конныхъ 247 человекъ, и на 1 пудъ откованныхъ издѣлій упадетъ:

Отъ рабочаго времени:

- а) при ковкѣ стволовъ, колець, винтовъ, абтюраторовъ и проч. 98,09 к.
- б) при ковкѣ валковъ, сверлъ, оправокъ и проч. 74,8 коп.
- в) при ковкѣ шпигтоновъ 66,9 к.
- г) » » клиновыхъ механизмовъ 74,08 к.

Потребленіе матеріаловъ.

Главный расходъ матеріаловъ при молотовомъ цехѣ составляютъ дрова, которыхъ потребляется на приготовленіе 68,000 пуд. издѣлій—8,600 саж.;

при цѣнѣ 2 р. 95 коп. на 25,370 руб., что составляетъ 37,3 коп. на пудъ; кромѣ того изъ болѣе цѣнныхъ припасовъ:

сукна сѣраго	1,120 ¹ / ₂	ар.	по 1 р. на 1,120 р.	50 к.
руковиць	6,205	паръ	» 40 к. »	2,482 » —
державъ стальныхъ	560	»	» 8 р. »	4,480 » —
оправокъ стальныхъ	300	»	» 8 » »	2,400 » —
Всего, на.				10,482 р. 50 к.

Присоединяя сюда цѣнность дровъ въ 25,370 руб., получимъ главныхъ припасовъ на 35,852 р. 50 к.; мелочныхъ припасовъ, какъ то: тесь, гвозди, желѣзо и проч. расходуется на 2,563 р. 55 коп., а вся сумма на припасы и дрова будетъ 38,416 р. 5 коп. Кромѣ того отъ цеховъ падаетъ:

Отъ слесарно-токарнаго	4,706 р. 75 к.	
» кузнечнаго	15,000 » —	
» котельнаго	250 » —	
Всего отъ цеховъ		10,956 р. 75 к.

и въ итогѣ получимъ потребность на припасы въ 58,543 р. 80 к., распре-
дѣляемые слѣдующимъ образомъ:

а) На ковку стволовъ, цапфъ, абтюраторовъ и проч. (54,740 п.)	43,398 р. 75 к.	
на 1 пудъ падаетъ	79,2 к.	
б) На ковку клиновыхъ механизмовъ (3,760 п.).	3,436 » 20 »	
на 1 пудъ падаетъ	91,3 к.	
в) На ковку шпинтоновъ (7,500 п.)	10,116 » 60 »	
на 1 пудъ падаетъ	1 р. 34,8 к.	
г) На ковку валковъ, сверль, оправокъ и проч. (2,000 п.)	1,592 » 25 »	
на 1 пудъ падаетъ	79,6 к.	
Всего		58,543 р. 80 к.

Присовокупляя выше исчисленный расходъ отъ рабо- чаго времени	62,994 р. 70 к.	
Всего		121,538 р. 70 к.,

которые распредѣляются:

а) На ковку откованныхъ стволовъ, цапфъ, абтюраторовъ и проч.	97,087 р. 58 к. и 1 п.	обходится 1—77,3
б) На ковку откованныхъ клиновыхъ механизмовъ	6,221 » 75 » » »	» 1—65,5

в) На ковку откованныхъ шпинтоновъ	15,739	» 82	»	»	»	»	2—9,8
г) На ковку откованныхъ валковъ, сверль и проч.	3,089	» 55	»	»	»	»	1—54,4

Всего 68,000 пуд. на сумму 121,538 р. 70 к. и 1 пудъ откованныхъ стальныхъ издѣлій обойдется кругомъ 1 руб. 81,6 коп.

Содержаніе сварочныхъ печей.

На содержаніе 4-хъ сварочныхъ печей задолжается ежегодно каменщи-ковъ, подносчиковъ, слесарей, плотниковъ и рабочихъ 2,670 поденщинъ съ платою имъ отъ 30 до 60 к. за поденщину на сумму 1,410 р. 50 к. и 165 конныхъ поденщинъ на 156 р. 75 к. на 6,249 руб. 72¹/₂ коп.

Изъ припасовъ главнѣйшіе составляютъ:
чугунныхъ вещей 2,250 п. по 1 р. 49,49 к. на 3,228 р. 52¹/₂ к.; 320 сажень дровъ по 2 руб. 95 коп.—на 944 р.; бѣлаго кирпича 25,100 штукъ по 60 к. за тысячу на 1,506 руб., и на 571 р. 20 к. разныхъ мелочныхъ, какъ то: глина, песокъ, свѣчи, руковицы, тесъ и проч.; кромѣ того сносится въ цѣну содержаніе печей отъ цеховъ:

Слесарно-токарного	150	р.
Котельного	140	»
Кузнечного	2,500	»

Такимъ образомъ, по содержанію 4-хъ сварочныхъ печей расходуется, вмѣстѣ съ рабочимъ временемъ, 10,606 руб. 97¹/₂ коп., т. е. на каждую печь 2,651 р. 74¹/₂ коп.

Сумма эта распредѣляется слѣдующимъ образомъ:

а) Въ счетъковки стволовъ, цапфъ, абтюраторовъ и проч.	54,740	п. на 8,860	р. 75	к., а на 1 п.—17,72	к.	
б) Въ счетъковки клиновыхъ механизмовъ	3,760	»	» 480	» 80	» 12,79	к.
в) Въ счетъковки шпинтоновъ	7,500	»	» 999	»	» 13,32	к.
г) » » валковъ сверль, и проч.	2,000	»	» 266	» 40	» 13,32	к.

Всего на количество отко-
ванныхъ стальныхъ издѣлій. . 68,000 п. на 10,606 р. 97¹/₂ к.
и на 1 пудъ упадетъ 15,59 коп.

На содержаніе 7 паровыхъ котловъ, водокачки и пожарной машины задолжается 4 машиниста, изъ коихъ двое получаютъ 240 руб. и двое другихъ 276 р.; 16 кочегаровъ и столько же дровокатовъ, которымъ выдается по 144 рубля и затѣмъ слесарей, каменщиковъ плотниковъ и проч., всего 2,400 поденщинъ съ платой отъ 30 до 70 коп. за поденщину на сумму 1,415 руб.; кромѣ того задолжается 170 конныхъ поденщинъ на сумму 161 р. Припасовъ потребляется на 38,335 р. 56¹/₂ к., изъ коихъ главнѣйшіе:

Дровъ квартирныхъ . . .	14,400 саж.	по 1 р. 91 ¹ / ₄	на 28,692 р. —
« сушеныхъ . . .	1,400 «	« 2 р. 95	« 4,130 р. —
Чугунныхъ вещей . . .	1,350 п.	по 1 р. 49,49	на 2,018 р. 11 ¹ / ₂
и мѣдныхъ « . . .	12 п. 30 ф.	14 р. 40 к.	183 р. 60 к.

остальная сумма 3,311 р. 85 к. составляетъ припасы мелочные. Кромѣ того сносится расходъ отъ цеховъ:

Кузнечнаго	1,500
Слесарно-товарнаго . . .	3,200
Котельнаго	2,400.

Такимъ образомъ весь расходъ на припасы составляетъ 45,596 р. 56¹/₂ к., а вмѣстѣ съ рабочимъ временемъ содержаніе 7 паровыхъ котловъ, водокачки и пожарной машины обходится заводу въ 52,651 р. 56¹/₂ коп., изъ которыхъ 250 р. 55¹/₂ к. относятся на счетъ приготовленія ваграночнаго чугуна, 5,400 р. на счетъ кузнечнаго цеха и 6,000 р. на счетъ пудлинговаго; остальная затѣмъ сумма 41,001 р. 1к. распределяется слѣдующимъ образомъ

а) На ковку стволонъ, цапфъ, абтюраторовъ и проч. . . .	54,740 п. на 34,209 р. 76 к. и на 1 п. 68,41
б) На ковку клиновыхъ механизмовъ	3,760 п. » 1,869 р. 30 к. « 49,68
в) На ковку шпинтоновъ. . .	7,500 п. « 3,885 р. 75 к. « 51,81
г) « « валковъ, сверлъ оправокъ и проч.	2,000 п. « 1.036 р. 20 к. « 51,81
Всего, на откованную сталь .	68,000 п. « 41,001 р. 1 к.
и на 1 пудъ ея упадетъ	60,29 коп.

Содержаніе паровыхъ молотовъ въ 250, 300 и 1000 пудовъ.

Рабочее время. При трехъ молотахъ задолжается 6 машинистовъ, съ платою имъ 1,536 руб. въ годъ, и 6 учениковъ, съ платой по 144 р. каждому, всего 864 руб. и 5,070 поденщинъ: слесарей, плотниковъ и рабочихъ съ

платою отъ 45 до 70 коп. за подешчину, всего на 2,664 руб., всего же при молотахъ производится платы 5,064 рубля; кромѣ того задолжается 60 конныхъ подешчинъ съ платою имъ 57 рублей.

Потребленіе припасовъ составляетъ сумму въ 44,003 р. 80¹/₂ к., изъ коихъ главнѣйшіе:

Чугунныхъ вещей . . .	19,500 п.	по 1 р. 49,49 к.	на 29,287 р. 40 ¹ / ₂ к.
Мѣдныхъ	48 »	20 ф. » 14 »	40 » » 698 » 40 »
12 бойковъ стальныхъ .	720 »	» 8 » —	» » 5,760 » — »
4 поршневыхъ штангъ .	320 »	» 12 » 50	» » 4,000 » — «

Остальная сумма 4,348 руб. составляетъ расходъ на мелочные припасы, какъ-то: тесь, гвозди, резина, кожа, масло деревянное и постное, бумага пряденая, сукно, рукавицы и проч.

Кромѣ того въ цѣну содержанія молотовъ относится отъ цеховъ:

Кузнечнаго	1,740 р.
Слесарно-токарнаго . . .	1,500 »
Котельнаго	1,200 »

Такимъ образомъ весь расходъ на припасы составляетъ 48,533 р. 80¹/₂ к. а вмѣстѣ съ рабочимъ временемъ расходъ на содержаніе молотовъ составляетъ 53,654 р. 80¹/₂ коп., которые распредѣляются слѣдующимъ образомъ:

а) На ковку стволь, цапфъ, абтюраторовъ и проч. . .	54,740 п.	на 46,601 р. 30 ¹ / ₂ к.,	а на 1 пудъ 2 р. 62,67 к.
б) На ковку клиновыхъ механизмовъ. . .	3,760 » »	2,247 » — »	— — 54,79 »
в) На ковку шпинтоновъ	7,500 » »	3,671 » — »	— — 48,95 »
г) На ковку валковъ, сверль, оправовъ и проч.	2,000 » »	1,045 » 50 »	— — 52,28 »

Всего . . . 68,000 п. на 53,564 р. 80¹/₂ к.,

и на 1 пудъ упадетъ расходовъ 78,7 коп.

Группируя всѣ приведенныя выше цифры, приходимъ къ слѣдующимъ выводамъ:

	Стволы, капы и проч.		Клинонь мех-низмовъ.		Шпинтоны.		Валяты, сверля, оправы.	
	P.	K.	P.	K.	P.	K.	P.	K.
а) Собственно ковка.	97087	58	6221	75	15139	82	3089	55
б) Содержаніе печей	8360	77 1/2	480	80	999	—	266	40
в) Содержаніе 7-ми паровыхъ котловъ, водоначки и пожарной машины.	34902	76	1869	30	3885	75	1036	20
г) Содержаніе паровыхъ молотовъ .	46601	30 1/2	2247	—	3671	—	1045	50
	186759	42	10818	85	28695	57	5437	56

226711 P. 49 K.

Остается объяснить значеніе цифры въ 567,759 р. 62¹/₂ к. ¹⁾, составляющую расходъ на сталь, поступающую въ передѣлъ изъ сталелитейнаго цеха въ молотовой; но чтобы сдѣлать болѣе нагляднымъ всѣ переходы и угары стали въ молотовомъ цехѣ, слѣдуетъ припомнить здѣсь, что литейная выпускаетъ стали 86,000 пудовъ, изъ которой въ молотовой цѣхъ поступаетъ 76,383 пудовъ 20 фун., въ кузницу: на ружейные стволы 7,500 пудовъ, на клиновые механизмы 1,056¹/₂ п. и на инструменты 1,000 п., всего 9,556¹/₂ п. и въ котельный цѣхъ 60 пуд. Изъ 76,383 пуд. 20 ф. на 9" пушки и мортиры расходуется 65,946 пуд. 20 ф.; на валки, сверла, оправки и проч. 1,000 п., на шпинтоны 8,437 п. и на клиновые механизмы 1,000 пуд. Изъ 65,946 п. 20 ф. получается орудій вѣсомъ 54,740 пуд., прибылей и разныхъ остатковъ 4,364 п. и въ угаръ поступаетъ 6,842 п. 20 ф., слѣдовательно угаръ составляетъ при ковкѣ орудій 10,37%. Изъ 4,364 п. прибылей—3,025 пуд. даютъ матеріалъ въ кузницу на дѣло мелкихъ клиновыхъ механизмовъ и, вмѣстѣ съ 1,056¹/₂ пудами, отпущенными прямо изъ литейной, составляютъ 4,081¹/₂ пудовъ. 1,250 пуд. поступаютъ на вещи и инструменты собственно для дѣйствія молотоваго цеха и составляютъ вмѣстѣ съ 1,000 пуд., отпущенными прямо изъ литейной 2,250 пудовъ; остальные 89 пуд. идутъ въ запасъ. Изъ этихъ 2,250 пудовъ получается разныхъ издѣлій, какъ-то: валковъ, сверлъ, оправокъ и проч. 2,000 пуд. и 250 пуд. составляютъ угаръ; т. е. 11,1 %; въ теченіи года эти вещи даютъ ломъ.—Изъ 8,437 пуд. стали на дѣло шпинтоновъ получается годныхъ 7,500 п. и 937 п. составляютъ угаръ, т. е. 11,1 %; въ теченіи года эти шпинтоны обращаются также въ ломъ, такъ что всего поступаетъ въ ломъ вмѣстѣ съ 2,000 пуд., о которыхъ говорится выше, 9,500 пудовъ, но отъ годоваго употребленія и отъ стружки при обточкѣ шпинтоновъ теряется невозвратно 1,444 пуда и потому лому годной поступаетъ на приходъ только 8,065 пуд., изъ которой 4,836 пуд. идетъ въ запасъ, который вмѣстѣ съ 89 оставшимися отъ прибылей составитъ уже 4,925 пуд. и остальные 3,229 п. даютъ матеріалъ для дѣла крупныхъ клиновыхъ механизмовъ (клинья, доски и т. п.), что, вмѣстѣ съ 1,000 пудами, отпущенными изъ литейной, составитъ 4,229 пудовъ.

Исчисленная выше сумма 186,759 руб. 49 коп. на ковку орудійныхъ стволовъ распределяется слѣдующимъ образомъ:

На 9" пушки . . .	40,740 пуд.	по	3 р.	41,17 к.	138,995 р.	62 к.
» 9" мортиры. . .	14,000 »	»	»	»	47,763 »	80 »

На первыя потребно, при цѣнѣ стали въ 7 р. 23,5 к.—47,796 п. 20 ф. на сумму 345,807 р. 66¹/₄ к.; на вторыя на сумму 131,315 р. 26¹/₂ к., а всего 65,946 п. 20 ф. на сумму 477,122 р. 92³/₄ к.; присоединяя сюда рас-

¹⁾ См. таблицу № 7.

ходы отъ молотоваго цеха, составляющіе 186,759 р. 42 к., получимъ цѣнность орудіиныхъ стволовъ въ 663,882 руб. 34³/₄ к. Но такъ какъ приготовленіе шпинтоновъ имѣетъ цѣлью обезпечить всегда исправное дѣйствіе паровыхъ молотовъ, какъ орудіи, необходимыхъ дляковки стволовъ, а потому стоимость ихъ должна быть обращена въ цѣну этихъ же стволовъ. На 7,500 пуд. шпинтоновъ потребно стали 8,437 пуд., при цѣнѣ въ 7 р. 23¹/₂ к. на 61,041 р. 69 к.; причисляя къ этой суммѣ исчисленный выше расходъ въ 23,695 руб. 57 коп. на приготовленіе ихъ, получимъ полную стоимость шпинтоновъ въ 84,737 р. 26¹/₂ коп., а приложивъ эту сумму къ стоимости стволовъ, получимъ, что 54,740 пудовъ откованныхъ орудіи будутъ стоить 704,641 р. 61¹/₄ к., и 1 пудъ обойдется въ 12 р. 87¹/₄ коп.

На дѣло валковъ, сверль, оправокъ и проч. отпустится 1,000 п. стали по 7 р. 23¹/₂ к. на 7,235 руб. и 1,250 пуд. изъ прибылей по 5 рублей; всего на 13,485 р.; прибавивъ сюда исчисленную выше сумму на приготовленіе ихъ въ 5,437 р. 65 к., получимъ стоимость 2,000 пуд. этихъ издѣлій (за исключеніемъ угара 250 пуд.) въ 18,922 р. 65 к. и 1 пудъ ихъ будетъ стоить 9 р. 46,1 к.

На клиновые механизмы отпустится изъ литейной 1,000 пуд. стали по 7 р. 23¹/₂ к. на 7,235 р. и 3,229 р. изъ ломи по 7 р. на 22,603 р., всего на 29,838 руб. Изъ 4,229 пуд. послѣдуетъ угаръ 11% или 469 пуд. и получится издѣлій 3,760 пуд.; прибавивъ къ стоимости стали 10,818 руб. 85 коп., исчисленные выше на приготовленіе, получимъ полную стоимость 3,760 пуд. клиновыхъ механизмовъ въ 40,656 руб. 85 коп.

Приготовится:

Названіе.	Число.	Пуды	Цѣна.
Шайбъ или круглыя плитки:			
Къ 24 ф. пушкамъ.	13	9 20	} 11 р. 66 к., на 1,438 р. 52 ¹ / ₂ к.
« 12 « «	240	114 »	
	253	123 20	

Плитки квадратныя:

Къ 24 ф. пушкамъ.	250	250 »	} 10 р. 5 к., « 10,567 р. 57 ¹ / ₂ к.
« 9" пушкамъ	540	418 »	
« 4 ф. «	817	383 20	
	1,607	1,051 20.	

Сплошныя клинья:

Къ 24 ф. пушкамъ.	13	195 —	} 11 р. 35 к. 23,324 р. 25 к.
« 12 « «	240	1,860 —	
	253	3,053.	

По частному заказу подрядчикомъ Фриландомъ вмѣсто утраченныхъ въ пути:

Плитки квадратныя:

Къ 24 ф. пушкамъ	30	150	} 10 р. 5 к « 5,326 р. 50 к.
« 9" «	470	350	
« 12 ф. «	60	30	
	<hr/>		
	560	530.	

Всего 2,673 3,760 пуд., на 40,656 р. 85 к.

и 1 пудъ кругомъ обойдется въ 10 р. 80,23 коп.

Затѣмъ остатокъ стали въ 4,925 п. заприходуется по 1 р. 10 коп., т. е. по цѣнѣ, съ которой такія обрѣзки продавались въ 1871 году.

Изъ 779,346 руб. 11¹/₂ коп., относимыхъ въ цѣну молотового цеха, рабочее время составляетъ 9,96% и остальные 90,04%—расходъ на припасы и отъ цеховъ; въ этой цифрѣ заключается 8,4 %—расходъ собственно отъ горячаго матеріала, употребляемаго при цехѣ; но если принять въ соображеніе сумму на уголь и дрова, которая входитъ въ процессъ самой фабрикаціи стали, то увидимъ, что горючій матеріалъ входитъ весьма крупнымъ факторомъ, составляющимъ 39,5 % всѣхъ расходовъ, какъ на припасы, такъ и на содержаніе цеховъ; уменьшеніе этого фактора введеніемъ горячаго дутья и замѣненіемъ древеснаго горючаго матеріала—минеральнымъ, было бы весьма желательно и полезно въ видахъ удешевленія окончательныхъ произведеній.

Изъ таблицъ № 7 видно, что при молотовомъ цехѣ задолжается 86,264 пѣшихъ поденщинъ, отвѣчающія 345 рабочимъ въ годъ и 61 человекъ, получающіе окладное жалованье—всего молотовой цехъ требуетъ пѣшихъ рабочихъ 406 человекъ, кромѣ того задолжается конныхъ 575 поденщинъ, соотвѣтствующія 2, 3; и затѣмъ годовая рабочая сила молотового цеха составляетъ 408,3 человекъ.

№ 7.

	РАБОЧЕЕ ВРЕМЯ.						Припасы		РАСХОДЫ ОТЪ ЦЕХОВЪ.														Всего.	
	Окладное.			Поденщины,					Лепного.	Слесарно-токарного.	Кузнечного.	Котельного.	Дровяного.		Чугунолитейного.	Сталелитейного.								
	Число.	Р.	К.	Число.	Р.	К.			Р.	К.	Р.	К.	Р.	К.	Р.	К.	Р.	К.	Р.	К.	Р.	К.		
Ковка	13	4656	—	76124	58338	90	13046	5	71	—	4706	75	15000	—	250	—	8600 сажень. 25370	—	—	—	567759	62 ¹ / ₂	689298	32 ¹ / ₂
Содержаніе 4-хъ сварочныхъ печей.	—	—	—	2670	1410	50	2077	20	66	75	150	—	2500	—	140	—	320 сажень. 944	—	3228	52 ¹ / ₂	—	—	10606	97 ¹ / ₂
Содержаніе 7-ми паровыхъ котловъ, водокачки и пожарной машины.	36	5640	—	2400	1415	—	3311	85	61	—	3200	—	1500	—	2400	—	15800 сажень. 32822	—	2201	71 ¹ / ₂	—	—	52561	56 ¹ / ₂
Содержаніе паровыхъ молотовъ.	12	2400	—	5070	2664	—	14108	—	57	—	1500	—	1740	—	1200	—	—	—	29985	80 ¹ / ₂	—	—	53654	80 ¹ / ₂
Всего	61	12696	—	86264	63828	40	32543	10	345	75	9556	75	20740	—	3990	—	59136	—	35416	4 ¹ / ₂	567759	62 ¹ / ₂	806121	67
Изъ расхода 238272 руб. 4 ¹ / ₂ коп., составляющаго итогъ за исключеніемъ цѣны на сталь, относится на:																								
а) Приготовленіе ваграночнаго чугуна																								
Въ Пудлинговый цехъ																								
„ Кузнечный „																								
Въ Кузнечный стали 3025 пудовъ, на																								
Всего																								
Располагается на молотовоц цехъ																								

Полученіе ваграночнаго чугуна.

Въ молотовой фабрикѣ устроена вагранка, въ которой стальная стружка, получаемая при отдѣлкѣ, орудій съ прибавкой небольшого количества чугуна, переплавляется на штыковой чугуны, которымъ снабжается Воткинскій заводъ. При этой операціи задолжается на собираніе стальной стружки 360 поденщинъ по 45 коп. и собственно на расплавку ея 520 съ платою отъ 90 до 60 коп.; кромѣ того 100 поденщинъ каменьщиковъ и 40 поденщиковъ, изъ коихъ первые получаютъ по 60 коп., а вторые по 30 коп. за поденщину, задолжаются на содержаніе вагранки въ исправности. Такимъ образомъ рабочее время составляетъ 1,020 поденщинъ съ платою за нихъ 636 руб. Стальная стружка, въ количествѣ 18,750 пуд. поступаетъ въ передѣль съ цѣною 28 коп. на 5.250 руб.; на расплавку ея употребляется 900 кор. угля и получается 15,000 пуд. ваграночнаго чугуна, слѣдовательно на 1 пудъ его потребно 1,44 рѣшетки угля и угаръ составляетъ 10 фунтовъ или 25⁰/₁₀₀.

Всего при этомъ производствѣ расходуется, какъ видно изъ таблицы № 8, 9,000 руб., которые распределяются слѣдующимъ образомъ:

На рабоче время	954 р. 25 к.	7 ⁰ / ₁₀₀
« припасы и расходъ цѣха	8045 « 75 «	93 ⁰ / ₁₀₀

При задолженіи 1,020 поденщинъ, потребность въ годовыхъ пѣшихъ рабочихъ составляетъ 4,08 человекъ; кромѣ того задолжается 335 поденщинъ конныхъ, отвѣчающихъ 1,34 рабочимъ, а всего годовая потребность въ людяхъ составляетъ 5,42.

№ 8.

	РАБОЧЕЕ ВРЕМЯ.		РАСХОДЪ ОТЪ ЦЕХОВЪ.										Всего.					
	Поденнымъ.		Приваи.		Конюшеннаго.		Слесарно-токарянаго.		Чугунолитейи.		Молодоваго.		Углекуреннаго.		Р.	К.		
	Число.	Р.	К.	Р.	К.	Число.	Р.	К.	Р.	К.	Р.	К.	Р.	К.				
															Число.	Р.	К.	Р.
Собирание стальной стружки	360	162	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	162	—
Приготовленіе ваграночнаго чугуна	520	402	—	77	60	335	318	25	5250	—	89	69 ¹ / ₂	250	55 ¹ / ₂	2250	—	8638	10
Содержаніе вагранки.	140	72	—	127	90	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	199	90
Всего	1020	636	—	205	50	335	318	25	5250	—	89	69 ¹ / ₂	250	55 ¹ / ₂	2250	—	9000	—

О БУРЕНИИ АЛМАЗАМИ.

(П. М. Лохтина).

Въ № 3 Горнаго Журнала за 1873 (стр. 375) годъ была помѣщена короткая замѣтка о примѣненіи алмазнаго буроваго снаряда для развѣдокъ на минералы и для проведенія скважинъ въ породахъ. Вообще сверленіе алмазными бурами—дѣло новое, съ послѣдними успѣхами котораго познакомится тѣмъ болѣе интересно, что примѣненіе алмазовъ со сказанной цѣлью, повидимому, оказалось весьма удачнымъ и имѣющимъ блестящую будущность. Первоначально алмазные буры употреблялись лишь для небольшихъ работъ: для сверленія развѣдочныхъ скважинъ и т. п.,—въ настоящее же время ихъ примѣняютъ уже для углубленія рудничныхъ шахтъ, для проведенія туннелей, для взрыва скаль на днѣ рѣкъ и т. п. Настоящая статья имѣетъ цѣлью познакомить какъ съ ходомъ работы при буреніи и съ употребляющимися теперь для этого аппаратами, такъ и съ выгодами алмазныхъ буровыхъ снарядовъ сравнительно съ другими, на сколько вопросъ этотъ выяснился при заграничныхъ работахъ ¹⁾.

Первый опытъ буренія алмазами былъ сдѣланъ въ 1864 году гг. Мазеръ и Плэтъ (Mather and Platt) въ Манчестерѣ. Они употребляли трубчатый буръ, составленный изъ многихъ небольшихъ рѣзцовъ или домотъ и укрѣпленный на плоскомъ канатѣ. Уже этотъ первый опытъ былъ значительнымъ шагомъ впередъ въ дѣлѣ буренія, такъ какъ такимъ образомъ сберегалось время, нужное при обыкновенномъ способѣ буренія для подниманія бура и для выниманія измельченной породы, а также и для повертыванія бура, которое здѣсь производится само собой; кромѣ того, брать пробы проходимыхъ породъ, въ видѣ зеренъ или кусковъ, было гораздо легче, чѣмъ при другомъ способѣ работы.

Въ новѣйшее время майоромъ Beaumont'омъ въ Лондонѣ былъ примѣненъ новый способъ буренія, составляющій дальнѣйшій и весьма значительный шагъ впередъ въ этомъ дѣлѣ; по этому способу, вмѣсто неудобнаго ударяю-

¹⁾ Ueber die Anwendung des Diamantrohrenbohrers in England. von H. Broja in Zabrze. Notiz über ein Schachtabteufen mit maschinellm Diamantbohrbetrieb, von H. Blume in Bonn.—Zeitschrift für das Berg, Hütten-und Salinenwesen, im Preussen. Band XXI, Lief. 5.

цаго бура, употребляется буръ вертящійся около своей оси, при постоянномъ притоке воды. Результаты, полученные этимъ способомъ буренія при его примѣненіи въ различныхъ мѣстахъ Англїи и Америки, были такъ удачны, что способъ этотъ заслуживаетъ наибольшаго вниманія.

Въ послѣдующемъ опишемъ сначала аппаратъ, приспособленный для буренія глубокихъ скважинъ.

Рабочая часть бура или коронка состоитъ изъ короткой трубчатой части *А В* (фиг. 1 и 2, табл. I) изъ литой стали, на нижнемъ краѣ которой, по внѣшней и по внутренней окружностямъ, насажены въ два ряда черные алмазы *d, d'*. При наиболѣе часто употребляющейся величинѣ буроваго отверстія въ 2 дюйма (въ поперечникѣ), число алмазовъ равняется 8, причемъ, какъ показываетъ фиг. 2, они расположены по 4 на внутренней и на внѣшней окружностяхъ, наискось одинъ отъ другаго, а въ промежуткахъ между ними сдѣланы желобки *rr*, для пропуска притекающей къ буру воды. Коронка привинчена къ буровому стержню, который состоитъ изъ свинченныхъ одна съ другой желѣзныхъ трубъ, приводимыхъ особннымъ аппаратомъ въ быстрое вращательное движеніе. Работа производится такимъ образомъ, что буръ надавливается, смотря по твердости породы, грузомъ въ 400—800 фунтовъ и приводится во вращеніе со скоростью 200—250 оборотовъ въ минуту; въ тоже время во вращающуюся трубу пускаютъ непрерывную струю воды, которая постоянно удаляетъ буровую пыль, поднимаясь между желѣзной трубой и стѣнками буроваго отверстія.

При постепенномъ углубленіи бура въ породу, въ середину его, какъ показываетъ фиг. 1, входитъ высверленная часть породы, которая, удлиняясь мало по малу, наконецъ отламывается, принимаетъ косоое положеніе въ трубѣ, вслѣдствіе большаго діаметра послѣдней, и удерживается выступами на внутренней поверхности бура. При выниманіи буроваго стержня вынимаютъ и эти куски, служащіе образцами пройденной породы; ихъ поперечникъ, при двухдюймовомъ буровомъ отверстіи, равняется одному дюйму, а при шестидюймовыхъ отверстіяхъ—4 дюймамъ, и они достигаютъ, смотря по твердости породы, длины отъ нѣсколькихъ дюймовъ и до 2 футовъ.

Аппаратъ, приводящій во вращательное движеніе буровой стержень, смотря по надобности надавливающей или опускающей буръ, и производящій постоянный притокъ воды, изображенъ на фиг. 8 и 9, табл. I. Онъ состоитъ изъ станка, сдѣланнаго изъ двутавроваго желѣза (имѣющаго въ разрѣзѣ фигуру **Г**) 12 футовъ высотой, и въ основаніи 13½ футовъ шириной и 12 футовъ длиной. Для направленія и удерживанія буроваго стержня служатъ столбы *a, a*. Между ними можетъ двигаться перпендикулярно вверхъ и внизъ чугунная рама *g*, въ которой укрѣплена труба *f*, служащая для принятія буроваго стержня; труба эта можетъ вращаться около своей оси, но укрѣплена неподвижно на своемъ мѣстѣ. Труба *f* проходитъ черезъ отверстіе

конического зубчатого колеса e , которымъ и приводится во вращательное движеніе, такъ какъ по всей своей длинѣ имѣеть чеку, которая входитъ въ соотвѣтствующую выемку въ зубчатомъ колесѣ e . Закрѣпленіе буроваго стержня въ трубѣ f производится на обоихъ концахъ этой послѣдней нажимными винтами, по три съ каждаго конца.

Буровой трубчатый стержень, соединенный такимъ образомъ съ аппаратомъ, снабжается для проведенія въ него воды наставкой h' . Послѣдняя сдѣлана изъ бронзы и состоитъ, какъ показывается фиг. 3, изъ трубы p , снабженной двумя закраинами и многими продольными отверстіями. Между закраинами труба плотно пришлифована къ муфтѣ a , которая составляетъ расширенную часть трубы q , служащей для притока воды. Такимъ образомъ труба p , можетъ вращаться въ муфтѣ a , между тѣмъ какъ въ нее непрерывно притекаетъ вода черезъ продольныя отверстія s, s', s'' . Сверху труба p , завинчена крышкой t .

Нажиманіе буроваго снаряда производится грузомъ n , цѣпи отъ котораго идутъ черезъ блоки m, m и прикрѣпляются къ нижней поверхности рамы g . Для облегченія же буроваго снаряда служитъ грузъ n_1 , цѣпи отъ котораго идутъ черезъ блоки o, m и укрѣплены на верхней сторонѣ рамы g .

Для вращенія буроваго стержня и для накачиванія воды служитъ 20-сильный локомобиль, который, съ помощью ременнаго привода b', b' , вертитъ валъ b . На послѣднемъ посажено зубчатое колесо b^3 , которое передаетъ свое движеніе шестерней c' валу c и коническому колесу c^2 , отъ котораго движеніе сообщается далѣе черезъ колеса d^1, d^2 на валѣ d —колесу e , а вмѣстѣ съ тѣмъ и трубѣ f , въ которой укрѣпленъ буровой стержень. Число оборотовъ, какъ уже сказано выше, равняется 200—250 въ минуту.

На валу b находится кромѣ того эксцентрикъ, какъ показывается фиг. 9., или же, въ усовершенствованныхъ новѣйшихъ машинахъ, кругъ съ кривошипомъ, съ которымъ помощью патуна сообщается насосъ k , качающій чистую воду изъ особеннаго резервуара и нагнетающій ее въ регуляторъ w , изъ котораго она идетъ по трубамъ y, y' въ наставку h' и черезъ нее въ буровую трубу. Регуляторъ, какъ видно изъ фиг. 9, снабженъ предохранительнымъ клапаномъ, для того чтобы въ случаѣ засоренія буровой трубы или буроваго отверстія, вода могла найти себѣ выходъ, и чтобы не разорвало трубчатого стержня. Количество воды, накачиваемой такимъ образомъ въ буровое отверстіе, простирается отъ 1500 до 2000 галлоновъ (550—750 ведеръ) въ часъ.

Каждый изъ валовъ o и p , снабженъ сильнымъ тормазомъ, а валъ p имѣеть кромѣ того крѣпкій деревянный приводъ. Валъ o служитъ для подниманія и опусканія грузовъ, нажимающихъ и отпускающихъ буръ, а валъ p —для вытаскиванія буроваго стержня съ помощью цѣпи, которая наматывается на деревянный приводъ. Вращеніе обоихъ валовъ производится передачей движенія отъ вала b , посредствомъ отодвигающихся одно отъ другаго коническихъ зубчатыхъ колесъ. Для того, чтобы можно было поднимать части буроваго

стержня большой длины, надо всё буровым аппаратом построены деревянные подмости, около 30 футов вышиной, и сверху их укрѣпленъ блокъ, черезъ который перекинута цѣпь, наматывающаяся на приводъ вала *p*.

Что касается отдѣльныхъ подробностей, касающихся бура и буроваго стержня, то слѣдуетъ замѣтить, что желѣзные буровыя трубы имѣютъ толщину стѣнокъ въ $\frac{1}{32}$ дюйма и 6-футовую длину. Онѣ снабжены на верху винтовой нарѣзкой, а внизу имѣютъ муфту около 7 дюймовъ длиной, въ которой нарѣзана гайка. При подниманіи трубъ изъ буровой скважины, ихъ развинчиваютъ на части, имѣющія 24 фута длины.

Алмазы вдѣланы весьма прочно въ конически высверленные углубленія, находящіяся въ коронкѣ бура. Алмазы эти—черные и непрозрачные (carbonate diamond), величиной приблизительно въ $\frac{1}{64}$ кубическаго дюйма, при длинѣ сторонъ приблизительно въ $\frac{1}{4}$ дюйма. Они получались до сихъ поръ исключительно только изъ Бразиліи, и при указанной величинѣ цѣна ихъ равняется 26 или 28 шиллингамъ за каратъ. Если принять твердость кварца въ 10, а топаза въ 15, то твердость этихъ алмазовъ равна 20, и одного набора ихъ въ коронкѣ, по сдѣланнымъ наблюденіямъ, достаточно для того, чтобы пробурить въ плотномъ песчаникѣ около одной мили, прежде чѣмъ они сотрутся. Именно, при долгомъ буреніи отъ алмазовъ отваливаются маленькія частички, что ихъ и дѣлаетъ негодными для дальнѣйшаго употребленія.

Въ послѣднее время сдѣлано предложеніе о замѣнѣ дорогихъ алмазовъ нечистыми сортами сафира; опытъ предполагалось сдѣлать при буреніи на значительной глубинѣ, которое и производится въ настоящее время вблизи Дарлингтона (Darlington) въ Англіи; однако результаты относительно пригодности сафира для буренія—еще не извѣстны.

При буреніи, производившемся въ Гаммѣ (Hamm) обществомъ Diamond Rock-Boring Company, высверливалась и средняя часть породы, входящая по предыдущему описанію внутрь буровой трубы; такимъ образомъ не нужно частаго вытаскиванія буроваго стержня. Для этого середина коронки снабжена тремя перегородками, входящими конусообразно внутрь и въ которыя вставлены также алмазы. Устройство это показано на фиг. 5 и 6 (табл. I).

По словамъ инженера, руководящаго работами, такимъ образомъ, кромѣ значительнаго ускоренія работы, легче достигается вполне перпендикулярное опусканіе буровой скважины. Само собой разумѣется, что по достиженіи слоевъ каменнаго угля, или вообще если понадобятся на пробу цѣлые куски, то буръ съ поперечинами долженъ быть замѣненъ трубчатымъ, который описанъ выше.

Судя по сдѣланнымъ до сихъ поръ наблюденіямъ, скорость прониканія двухдюмоваго алмазнаго бура въ породу равняется *въ минуту*: для гранита 2—3 дюймовъ, кварца—1 дюйму и песчаника—4 дюймамъ. На выставкѣ въ Лондонѣ, въ Южномъ Кензингтонѣ, можно было видѣть, какъ двух-

дюймовый алмазный буръ просверливалъ *въ две минуты* кусокъ плотнаго мелкозернистаго песчаника въ 9 дюймовъ толщиной.

Результаты, полученные въ Англии съ алмазными бурами при опусканіи нѣсколькихъ глубокихъ буровыхъ скважинъ, были слѣдующіе.

Въ окрестностяхъ Дарлингтона работали 6 машинъ различнаго устройства, снабженныя алмазными бурами, и вычисленъ средній результатъ изъ ихъ работы. При 8 рабочихъ часахъ въ день, при глубинѣ въ 200—836 футовъ, при діаметрѣ буроваго отверстія въ $4\frac{1}{2}$ дюйма, и при буреніи известняка (limestone) и краснаго песчаника (red sandstone), каждую недѣлю проходили среднимъ числомъ *тридцать шесть футовъ*, причемъ въ томъ же числѣ со- считаны и всѣ иногда долгія остановки вслѣдствіе различныхъ препятствій, поломокъ и т. п.

Вблизи Вайтхавена (Whitehaven), въ породахъ каменноугольной формациі, съ помощью алмазнаго бура опустили *въ теченіи двухъ мѣсяцевъ* буровое отверстие на глубину *600 футовъ*. Изъ отчетовъ о буреніи при Гаммѣ (Hamm) видно, что ежедневно проходили отъ 14 до 17 футовъ и въ *три недѣли* прошли *360 футовъ*.

Описанныя выше машины для буренія алмазами дѣлаются на машинной фабрикѣ Ормерода, Грирсона и К^о (Ormerod, Grierson & Co) въ Манчестерѣ и Лондонѣ, но могутъ быть получаемы лишь черезъ Diamond Rock-Boring Company въ Лондонѣ, такъ какъ буреніе алмазами привилегировано въ Англии, и этой компаніи принадлежитъ право пользоваться привилегіей.

Машина, подобная описанной, вмѣстѣ съ готовымъ буровымъ стержнемъ и всѣмъ нужнымъ для буроваго отверстія въ 1000 футовъ глубиной, и вмѣстѣ съ опускаемыми въ отверстие трубами, стоитъ 1460 фунтовъ стерлинговъ (около 10500 руб.), а именно:

Локобель	280	фунт. стерл.
Буровая машина	380	» »
Инструменты (surface tools)	45	» »
Прочія принадлежности (other tools)	26	» »
1000 футовъ стального буроваго стержня.	500	» »
Коронка съ 8 алмазами	19	» »
Опускныя трубы.	210	» »
Итого	1460	фунт. стерл.

Цѣна коронки въ 5 дюймовъ діаметромъ съ 24—30 алмазами равняется 50 фунт. стерл. (около 360 руб.).

Въ настоящее время въ Англии почти всѣ буровыя работы производятся упомянутой компаніей, и буреніе $2\frac{1}{2}$ дюймаго отверстія обходится по слѣдующимъ цѣнамъ ¹⁾:

¹⁾ Фунтъ стерлинговъ по существующему курсу равенъ приблизительно 7 руб. 20 коп., шиллингъ—36 коп., а пенсъ—3 коп.

За первые	100 футовъ — фунт. стерл.	9 шиллинг. — пенсо
» вторые	» » — » »	13 » 6 »
» третьи	» » — » »	18 » — »
» четвертые	» » 1 » »	2 » 6 »
» пятые	» » 1 » »	7 » — »
» шестые	» » 1 » »	11 » 6 »
» седьмые	» » 1 » »	17 » 6 »
» восьмые	» » 2 » »	3 » 6 »
» девятые	» » 2 » »	9 » 6 »
» десятые	» » 2 » »	15 » 6 »
» одиннадцатые	» » 3 » »	3 » — »
» двѣнадцатые	» » 3 » »	10 » 6 »
» тринадцатые	» » 3 » »	18 » — »
» четырнадцатые	» » 4 » »	5 » 6 »
» пятнадцатые	» » 4 » »	13 » — »

По описанному способу до сихъ поръ еще не приходилось бурить глубже 1500 футовъ.

При производствѣ буровыхъ работъ въ Англии, къ означеннымъ цѣнамъ присоединяются расходы на доставку и обратную отправку буровыхъ снарядовъ и на проѣздъ инженера съ двумя помощниками для производства работы.

Такимъ образомъ, буровое отверстіе въ 2¹/₂ дюйма діаметромъ и глубиною въ 1500 футовъ (214 сажень) обходится въ Англии приблизительно въ 250 руб. Если вспомнить, какъ дорого и продолжительно буреніе по обыкновенному способу, то сдѣлается понятнымъ, почему буреніе алмазами распространяется такъ быстро.

Кромѣ описаннаго употребленія алмазнаго бура для проведенія глубокихъ буровыхъ скважинъ, въ Англии предполагается употреблять его съ другой, весьма важной и замѣчательной цѣлью,—именно для углубленія рудничныхъ шахтъ. Для этого придуманъ слѣдующій способъ работы.

Въ стѣны шахты, горизонтально надъ ея поломъ, упираются съ помощью винтовъ два желѣзныхъ бруса, на которыхъ укрѣплено 6 алмазныхъ буровъ такимъ образомъ, что каждый изъ нихъ можетъ быть высунуть на какую угодно длину въ горизонтальномъ направленіи, и затѣмъ съ помощью нажимнаго винта укрѣпленъ подъ какимъ угодно угломъ къ горизонту. Эти буры, какъ видно изъ прилагаемыхъ рисунковъ фиг. 10—19 (табл. I), соединены помощью приводовъ и зубчатыхъ колесъ съ машиной, которая помѣщена надъ ними на цѣпяхъ и приводится въ дѣйствіе сжатымъ воздухомъ. Такимъ образомъ буры приводятся въ быстрое вращательное движеніе, причемъ каждый изъ нихъ можетъ, по произволу, работать одинъ или въ одно время съ другими, или же можетъ стоять, когда другіе работаютъ. Съ помощью такого устройства

предполагается высверливать въ углубляемой поверхности шахты большое число буровыхъ шпуровъ, каждый въ 50 футовъ глубиной и съ различными разстояніями одинъ отъ другаго, смотря по крѣпости горной породы. Эти шпуръ должны засыпаться пескомъ во всю глубину, кромѣ верхнихъ 40—50 дюймовъ, заряжаться, и затѣмъ взрываться всѣ вдругъ. Можно ожидать, что при этомъ будетъ удаваться отдѣленіе цѣлыхъ пластовъ, какъ на примѣрѣ *a b* въ фиг. 7 (табл. I). По удаленіи разрушенной породы, буровые шпуръ очищаются отъ песка на новые 50 дюймовъ, снова заряжаются, взрываются, и такимъ образомъ продолжаютъ работу до тѣхъ поръ, пока не достигнутъ конца шпуровъ. Послѣ этого буреніе начинается снова и работа продолжается описаннымъ порядкомъ далѣе.

Едва ли можно сомнѣваться, что попытка эта увѣнчается успѣхомъ, послѣ того какъ на практикѣ будетъ найдено выгоднѣйшее разстояніе, въ которомъ должно сверлить шпуръ одинъ отъ другаго. Подобная же попытка, какъ описано ниже, вполнѣ — удалась въ Америкѣ. Въ теченіи этого года предполагалось начать по описанному способу работу въ южномъ Валлисѣ для Harris Navigation Company; намѣрены опустить двѣ шахты до 700 ярдовъ глубиной (300 сажень).

Подробности устроеннаго для этого буроваго аппарата можно видѣть на фиг. 10 — 14, табл. I¹⁾. Фиг. 11 есть разрѣзъ по линіи *c d* на фиг. 10, а фиг. 10 есть разрѣзъ по линіи *a b* на фиг. 11. — Фиг. 12 есть передній видъ; фиг. 13 и 14 — разрѣзы по линіямъ *e f g h* и *i j k l* на фиг. 11; фиг. 15 есть разрѣзъ одной части по линіи *m n* на фиг. 11; и наконецъ фиг. 15 представляетъ коническій кругъ съ катушками, которому передаются толчки отъ гайки *N*.

Чугунный станокъ *O* аппарата укрѣпленъ на поверхности рамы *XX*, на которой помѣщены подшипники вала, приводящаго въ движеніе коническое колесо *A*. Послѣднее захватываетъ такое же колесо *A'*, укрѣпленное на валу *B*. Муфта съ лапами *C* снабжена выемкой, сдѣланной для чеки на валѣ *B* и можетъ быть съ помощью особеннаго рычага отодвинута. При надвиганіи муфты *C* дѣлается неподвижнымъ на валу *B* колесо *D* и приводится такимъ образомъ также во вращеніе. Отодвигая муфту *C* можно сдѣлать колесо *D* снова свободнымъ.

Рядъ трущихся одинъ объ другой кружковъ *EE'*, сдѣланныхъ попеременно изъ желѣза и мѣди, упирается въ колесо *D*. Кружки помѣщены въ облекающемъ ихъ цилиндрѣ, который несётъ на себѣ второе зубчатое колесо *F*, также свободно надѣтое на валъ. Кружки *E* имѣютъ вырѣзку для чеки въ валу *B*, что заставляетъ ихъ вертѣться вмѣстѣ съ этимъ валомъ, а кружки *E'* подобнымъ же образомъ соединяются черезъ окружающій ихъ цилиндръ

¹⁾ Послѣдующее описаніе буроваго аппарата и машины, сдѣланныхъ на фабрикѣ Ормера, Гриссона и Ко въ Манчестерѣ и Лондонѣ, взято изъ журнала Iron, 1873, № 40 стр. 498.

съ колесомъ *F*. Колесо *G*, приводимое въ движеніе безконечнымъ винтомъ, служить для прижиманія кружковъ *EE'* другъ къ другу, вслѣдствіе чего вертятся и колесо *F* вмѣстѣ съ кружками, исключая лишь тотъ случай, когда сопротивленіе при буреніи будетъ больше, чѣмъ сопротивленіе отъ тренія кружковъ одинъ объ другой. Сила сопротивленія отъ тренія кружковъ регулируется особеннымъ винтовымъ колесомъ.

Стальные кружки *HH* вставлены для уменьшенія тренія между частями *G*, которыя остаются неподвижными, и тѣми частями, которыя вращаются вмѣстѣ съ валомъ *B*.

Колеса *D* и *F* служатъ для передачи движенія буровому стержню. Они вращаются съ различной скоростью. Колесо *D*, которое вертитъ буръ, имѣетъ 34 зуба, а колесо *F*, которое подвигаетъ буръ впередъ, имѣетъ 35 зубцовъ.

Трубчатый буровой стержень *I* снабженъ винтовой нарѣзкой и съ наружной стороны выемкой для чеки, идущей во всю его длину отъ одного конца до другого. Онъ окруженъ другой трубой, имѣющей шейку, которая лежитъ въ подшипникѣ на станкѣ *O*. На этой виѣшней трубѣ укрѣплено колесо *J*, которое имѣетъ 40 зубцовъ и приводится въ движеніе приводомъ *D*. Такъ какъ эта труба снабжена чекой, которая входитъ въ вырѣзку на буровомъ стержнѣ, то послѣдній такимъ образомъ и приводится въ вращательное движеніе, если надвигаютъ муфту *C* на колесо *D*, во время вращенія колеса *A*. Труба *J* окружена еще одной трубой, на которой помѣщено колесо *K* и колесо *L*, имѣющее палецъ, вертящееся вмѣстѣ съ трубой и увлекающее за собой нажимъ *M*. Нажимъ *M* укрѣпленъ на гайкѣ *N*, которая обнимаетъ буровой стержень.

Колесо *K* имѣетъ 39 зубцовъ и вращается зубчатымъ колесомъ *F*. Гайка *N* вертится въ подшипникѣ на станкѣ *O*. Между этой гайкой и подшипникомъ помѣщенъ кружокъ (фиг. 11 и 16) съ 4 коническими катками для уменьшенія тренія между подвижной и неподвижной частями и для принятія ударовъ или толчковъ отъ бура. Ручные винтовые нажимы *P* и *R* служатъ для того, чтобы тормазить колеса *D* и *F*. Нажимъ *P* задерживаетъ колесо *D*, когда отъ него отодвинута муфта *C*, а нажимъ *R* тормозитъ колесо *F*, когда муфта *C* вращаетъ колесо *D*. Въ послѣднемъ случаѣ поступательное движеніе буроваго стержня измѣняется въ быстрое движеніе назадъ, если буровой стержень уже не долженъ болѣе работать.

Вслѣдствіе такого устройства, буровой стержень *I* и окружающая его гайка *N* вращаются въ одномъ направленіи, но съ различною скоростью. Такимъ образомъ, буровой стержень, на концѣ котораго укрѣпленъ алмазный буръ, вращается и въ тоже время подвигается медленно впередъ, до тѣхъ поръ, пока движеніе гайки *N* можетъ превозмочь сопротивленіе отъ сверленія горной породы. Если же сопротивленіе при работѣ усиливается до извѣстной степени, то нажимъ *M*, обтягивающій головку гайки *N*, начинаетъ скользить по послѣдней и движеніе буроваго стержня впередъ вслѣдствіе

этого прекращается. Сдавливающая сила нажима M регулируется винтомъ и пружинами (фиг. 14) и винтъ этотъ завертываютъ лишь на столько, что возможно освобожденіе гайки N , когда сопротивленіе при работѣ грозитъ поломкой аппарату или вредить алмазамъ. При началѣ буренія уменьшаютъ давленіе кружковъ E E' другъ на друга съ помощью винтоваго колеса G на столько, что они могутъ скользить одинъ подлѣ другаго.

Буровая машина, изображенная на рис. 17, 18 и 19 (таблица I), употребляется при проведеніи тунелей. Станокъ и рама a a поставлены на колеса b , движущіяся по рельсамъ c ; d —тормаза у колесъ; e e —связи, съ помощью которыхъ закрѣпляютъ при работѣ за рельсы буровой аппаратъ, чтобы придать ему большую устойчивость; f —цилиндръ, g —кривошипъ, снабженный маховыми колесами и коническимъ колесомъ g' . Послѣднее вращаетъ колесо h' , которое насажено на наклонную ось h . Ось h соединена съ частями для направленія аппарата h^2 h^2 и съ муфтой h^3 , которая облегчаютъ установку и укрѣпленіе буровыхъ стоекъ и нижняго станка съ приводами. Коническое колесо h^4 вращаетъ такія же колеса i' i' , сидящія на горизонтальныхъ осяхъ, которыя лежатъ въ нижнемъ станкѣ k . Коническія колеса i^2 укрѣплены съ помощью чеки на валу i такимъ образомъ, что они могутъ скользить по оси i и вращать колеса на вертикальныхъ осяхъ l , укрѣпленныхъ въ стойкахъ m . Эти стойки прикрѣплены связями къ подложеннымъ плитамъ n , которыя могутъ съ помощью винта o передвигаться взадъ и впередъ. Въ стойкахъ могутъ двигаться по вертикальному направленію рамы p p , на которыхъ (соотвѣтственно рамамъ x x на фиг. 10) помѣщаются буровые станки. Каждый изъ неподвижно стоящихъ винтовъ q q , снабженныхъ гайками, держитъ одну раму, такъ что высоту буроваго снаряда легко устанавливать съ помощью рукоятки, придѣланной къ гайкѣ.

Въ соединеніи съ каждой рамой находятся два коническихъ зубчатыхъ колеса, изъ которыхъ одно снабжено чекой, такъ что его можно передвигать на вертикальной оси l . Другое колесо, дѣйствующее за одно съ первымъ, надѣто свободно и, съ помощью лапчатой муфты, можетъ быть неподвижно укрѣплено на своей оси. Ось эта соотвѣтствуетъ оси колеса A на фиг. 10. r есть рукоятка, съ помощью которой надвигается муфта. Ось и колеса s s соединены съ нижнимъ станкомъ связями s' s' , которыхъ точка вращенія s^2 — помѣщена такимъ образомъ, что возможна лишь извѣстная мѣра свободного перемѣщенія станка, такъ какъ при вращеніи край станка встрѣчаетъ упоръ x на связи.

Связи t соединяютъ верхъ стоекъ съ вагономъ и съ гайками t' , которыя перемѣщаются съ помощью вращающихся винтовъ t^2 взадъ и впередъ по длинѣ вагона. Длина связей можетъ быть регулируема съ помощью винтовъ, нарѣзки которыхъ идутъ и вправо и влѣво. Если повертывать эти винты такимъ образомъ, что гайки будутъ отодвигаться къ концу вагона, то стойки и нижній станокъ склоняются нѣсколько надъ точкой вращенія s^2 ; но благо-

даря упору l отклонение прекращается и связи s s дѣлаются твердыми колѣнчатыми рычагами, вращающими стойки и станокъ около оси s . Если верхняя часть стоекъ оттягивается винтовой связью t еще болѣе назадъ, то нижній станокъ приподнимается, и вся тяжесть лежитъ теперь на оси и на колесахъ s s , такъ что весь аппаратъ дѣлается передвижнымъ и можетъ быть отодвинуть назадъ вмѣстѣ съ вагономъ. Стойки укрѣпляются въ туннелѣ винтами съ острыми оконечностями, которыя проникають въ стѣны туннеля.

Зубчатое колесо h^5 на наклонной оси h захватываетъ въ другое колесо v на оси v ; послѣдняя идетъ во всю длину вагоннаго станка и можетъ быть вращаема машинистомъ. Другое колесо v^2 на той же оси вращаетъ колеса w^1 w^2 на оси w . Каждое изъ этихъ колесъ надѣто свободно, но можетъ быть сдѣлано неподвижнымъ на оси надвиганіемъ лапчатой муфты. Такимъ образомъ можно по произволу заставить ось w вращаться въ ту или другую сторону. На ней укрѣплены коническія колеса w^3 , которыя захватываютъ въ колеса на винтахъ t^2 .

Вода проводится въ трубчатый буровой стержень посредствомъ подвижныхъ трубъ изъ ящика нагнетающаго наноса. Послѣдній отлитъ въ одномъ кускѣ съ цилиндромъ машины. Весь аппаратъ приводится въ движеніе и управляется правиломъ y .

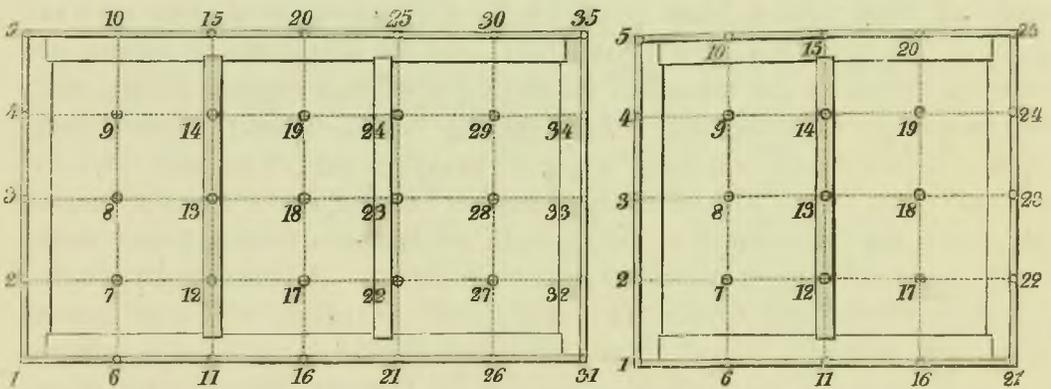
Кромѣ опусканія буровыхъ скважинъ и проведенія шахтъ и туннелей, алмазный буръ можетъ быть съ большими выгодами употребляемъ для удаленія со дна рѣкъ камней и скалъ. Такъ онъ былъ примѣненъ съ чрезвычайнымъ успѣхомъ для взрыванія скалъ въ руслѣ рѣки Адижъ (Tees), препятствовавшихъ судоходству, и при удаленіи скалы Dainty вблизи Cork Harbour'a. Въ этихъ случаяхъ буровой аппаратъ вмѣстѣ съ локобилемъ помѣщался на баркѣ или на плоту, которые, для удержанія ихъ въ одномъ положеніи при измѣненіяхъ горизонта воды, укрѣплялись сваями, расположенными соотвѣтственно неровностямъ рѣчнаго русла. Направление бура производилось желѣзными трубами, которыя плотно упирались въ скалу, подлежащую разрушенію, и въ такомъ положеніи закрѣплялись по возможности крѣпко. Черезъ эти же трубы владывались въ буровыя отверстія и динамитовые патроны, употреблявшіеся для взрыванія; удаленіе оторванныхъ частей производилось землечерпательными машинами. Такимъ образомъ всѣ операціи дѣлались безъ помощи водолазовъ и, судя по сдѣланнымъ отзывамъ, примѣненіе алмазнаго бура со сказанной цѣлью значительно выгоднѣе и удобнѣе всѣхъ другихъ употребительныхъ способовъ.

Въ прошломъ году, въ «Обществѣ Американскихъ Горныхъ Инженеровъ» (American institute of mining engineers) инженеръ Eckley B. Coxe сдѣлалъ сообщеніе объ новомъ способѣ углубленія шахтъ, который, по его словамъ,

способенъ произвести переворотъ въ этой отрасли горной техники. Извлеченія изъ его сообщенія помѣщены въ Ньюйоркскомъ «Engineering and Mining Journal» за сентябрь и октябрь 1873 г., и ихъ стоитъ передать, хотя бы и въ сокращенномъ видѣ, для того чтобы еще болѣе обратить вниманіе на предметъ чрезвычайно интересный и важный, который, какъ мы видѣли выше, уже сильно заинтересовалъ англійскихъ инженеровъ.

Новый способъ углубленія шахтъ алмазными бурами былъ примѣненъ при работахъ въ копяхъ, лежащихъ въ штатѣ Пенсильванія, въ округѣ Schuylkill, близъ города Поттсвилль (Pottsville), въ богатой области нахожденія американскаго антрацита.

Здѣсь извѣстенъ на значительной глубинѣ главный пластъ или «Маммутовъ пластъ» (Mammoth flötz) въ 23 фута толщиной, а отъ 4 до 30 футовъ надъ нимъ лежитъ другой пластъ 7 футовъ толщиной. Для разработки этихъ пластовъ обществомъ для выработки желѣза и добычи каменнаго угля Philadelphia and Reading Company углубляются двѣ шахты, удаленныя одна отъ другой на 700 футовъ и глубина которыхъ до Маммутова пласта предполагается въ 1500 футовъ. Пласты каменнаго угля выходятъ здѣсь наружу съ сильнымъ паденіемъ въ 70°, но съ глубиной дѣлаются положе, принимая котловинообразное положеніе.



Обѣ шахты—съ прямоугольнымъ развѣзомъ; восточная рабочая шахта—15 футовъ длиной и 13 ф. 10 дюймовъ шириной; западная шахта, чрезъ которую откачиваютъ и воду, 25 футовъ 8 дюймовъ длиной на 13 футовъ 10 дюймовъ ширины.

По проекту руководящаго работами инженера Henry Pleasants'a, при этихъ работахъ углубленіе шахтъ производится не съ помощью обыкновенныхъ ручныхъ буровъ, а алмазными бурами при машинной работѣ, и именно слѣдующимъ образомъ:

По дну восточной шахты было сдѣлано 25 буровыхъ скважинъ, по дну западной, болѣе обширной шахты, — 35 отверстій, всѣ въ одинаковомъ разстояніи одно отъ другаго и начиная вплоть отъ самыхъ стѣенокъ шахты, какъ это показано на прилагаемомъ чертежѣ. Эти буровыя скважины были сначала просверлены съ поверхности земли въ одной шахтѣ, всѣ до одинаковой глубины въ 250—300 футовъ. Затѣмъ въ этой шахтѣ началось взрываніе буровъ между тѣмъ какъ буровыя аппараты сверлили отверстія въ другой шахтѣ. Буровыя скважины дѣлаются въ $1\frac{3}{4}$ дюйма діаметромъ. Для взрыванія породы, сначала скважины совершенно засыпаются мелкимъ пескомъ; затѣмъ онѣ очищаются каждый разъ отъ песку на 3—4 фута, на песокъ набивается крѣпкая глиняная пробка, приблизительно въ 6 дюймовъ длиной, на нее опускаютъ патронъ съ дуалиномъ или динамитомъ, и задѣлываютъ отверстіе какъ обыкновенно. Взрываніе производится гальваническимъ токомъ.

Прежде всего, для образованія впадины, взрываютъ среднія буровыя скважины, напр. въ меньшей шахтѣ № 7, 8, 9, 12, 13, 14, 17, 18, 19; затѣмъ взрываютъ и остальные отверстія, но при этомъ каждую сторону шахты отдѣльно. При этомъ углы и выступы породы съ боковъ шахты отдѣляются такъ хорошо, что бываетъ почти ненужна ручная буровая работа для уничтоженія выступовъ. Взрываніе продолжается такимъ же образомъ далѣе, пока не будетъ очищена вся порода до конца просверленныхъ скважинъ; въ тоже время шахта выкладывается срубомъ, какъ и при обыкновенномъ способѣ работы. Послѣ этого начинаютъ снова бурить отверстія до дальнѣйшей глубины въ 200—250 футовъ, для чего буровыя машины помѣщаются уже въ самой шахтѣ.

По послѣднимъ извѣстіямъ за апрѣль 1873 г., восточная шахта была окончена до глубины 530 футовъ и буровыя скважины, кромѣ того, просверлены еще на 200 футовъ. Западная шахта была опущена на глубину 400 футовъ и начато сверленіе новыхъ буровыхъ скважинъ.

При буреніи каждая буровая машина высверливала ежедневно въ среднемъ выводѣ 34 фута. Въ шахтѣ работали каждый разъ отъ 3 до 6 машинъ, такъ что все буреніе оканчивалось обыкновенно въ 4—6 недѣль. Взрываніе шпуровъ и устройство сруба въ шахтѣ шло такимъ образомъ, что въ среднемъ выводѣ оканчивали въ мѣсяць 60 футовъ, а въ нѣкоторые мѣсяца даже 80 футовъ.

Буровыя скважины при этомъ сверленіи алмазными бурами сохраняли очень хорошо вертикальное направленіе, несмотря на крутое паденіе слоевъ; только когда отдѣльныя скважины попадали въ тонкіе прослойки каменнаго угля, онѣ отклонялись вверхъ градуса на 2. Это объясняется тѣмъ, что когда буръ достигаетъ пластовъ каменноугольной породы, которые имѣютъ паденіе приблизительно въ 60° , онъ уклоняется въ болѣе мягкомъ каменномъ углѣ, такъ что отклоненіе происходитъ по направленію паденія. Но вообще и въ особенности въ углахъ, отверстія шли вполнѣ вертикально,

такъ что взрываніе угловъ происходило самымъ удовлетворительнымъ образомъ.

Хорошіе результаты этого новаго способа зависятъ, конечно, отъ устройства и работы самыхъ буровыхъ машинъ. Здѣсь было бы неумѣстно приводить подробнѣе описаніе и этихъ машинъ; но несомнѣнно, что этотъ способъ опусканія шахтъ и глубокихъ буровыхъ скважинъ имѣетъ важное практическое значеніе. Объ этомъ свидѣлствуютъ многіе опыты, сдѣланные, какъ сообщено выше, въ Америкѣ и Англій (см. годовой отчетъ Diamond Rock-Boring Company въ Mining Journal отъ 19 іюля 1873 г., и сообщеніе майора Beaumont'a на конгрессѣ Общества Iron and Steel Institute въ Люттихѣ 1873 г.), и новѣйшія буровыя работы въ Вестфалии, въ Гаммѣ и Реклингаузенѣ (Recklinghausen). Здѣсь нужно лишь замѣтить, что для того, чтобы придать этимъ машинамъ практическую и сжатую форму, которая необходима для успѣшной работы въ узкихъ шахтахъ, уже принуждены были покинуть первоначальное устройство съ двумя качающимися цилиндрами, и именно въ этомъ отношеніи инженеромъ Pleasants'омъ сдѣланы весьма важныя усовершенствованія, сдѣлавшія возможнымъ первое удачное примѣненіе буровыхъ машинъ въ рудничныхъ шахтахъ. Его машины такъ малы и всѣ части ихъ сдѣланы такъ сжато, что въ восточной шахтѣ могли въ одно время работать 6 машинъ, а въ западной шахтѣ 8—10 машинъ; размѣры этихъ машинъ были: 25 дюймовъ длины, 20 ширины и 30 вышины. Онѣ устанавливаются на чугунномъ основаніи, которое имѣетъ форму башмака и на которомъ ихъ можно передвигать туда и сюда. Конечно, въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ стоятъ машины, шахта должна быть нѣсколько расширена, для того чтобы удобнѣе было сверленіе скважинъ въ углахъ и около самыхъ стѣнъ. Для установки всѣхъ машинъ въ шахтѣ, нужно лишь три деревянныхъ продольныхъ бруса, на которыхъ—въ меньшей шахтѣ—укрѣплялись три чугунныя поперечины; затѣмъ всѣ 25 отверстій высверливались безъ перемѣщенія этихъ подставокъ. Аппараты сдѣланы въ машинной фабрикѣ Allison'a и Ваннау въ Schuylkill'ѣ и состоятъ изъ прямо вращающей паровой машины системы Root'a, на оси которой непосредственно насажено коническое колесо, захватывающее другое коническое колесо, укрѣпленное на трубѣ, которая служитъ для вращанія и подвиганія впередъ бура. Движеніе этой трубы впередъ или назадъ, при углубленіи буроваго отверстія или при выгаскиваніи буроваго стержня, производилось сначала посредствомъ небольшой побочной оси и трехъ зубчатыхъ колесъ; теперь же оно производится двумя небольшими гидравлическими поршнями, давленіе которыхъ на коробку, находящуюся въ связи съ буровымъ стержнемъ, сообщаетъ послѣднему поступательное или обратное движеніе, съ большею или меньшею скоростью и подъ большимъ или меньшимъ давленіемъ.

Буровой стержень состоитъ изъ газовыхъ трубъ въ $1\frac{1}{2}$ дюйма внѣшнимъ діаметромъ, которыя очень хорошо выдерживаютъ работу и потому рѣдко вы-

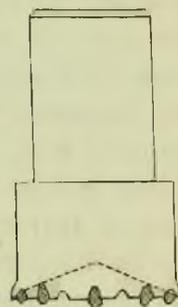
нимаются, такъ какъ онѣ не подвержены ни сильнымъ ударамъ, ни сотрясеніямъ. Алмазный буръ уже болѣе не трубчатый, какъ прежде, а вся его нижняя поверхность усажена въ извѣстномъ порядкѣ алмазами, такъ что буръ, при вращеніи, стираетъ все дно скважины. Между алмазами есть три отверстія, черезъ которыя стремится вода, вымывающая и уносящая мелкоистертый песокъ или буровой илъ. Количество нужной для этого воды, конечно, не значительно, и необходимо давленіе съ высоты 200—300 футовъ надъ уровнемъ вытекания воды изъ отверстія. Два небольшихъ насоса (Camegon (Tangye)—Pumph) служатъ, одинъ для того, чтобы надавливать воду въ буровую скважину, другой для удаленія выходящей назадъ воды, или для подниманія ея снова на необходимую высоту.

Въ восточной шахтѣ можно было сначала выпускать отработавшую воду черезъ буровое отверстіе въ углубленіе, лежащее въ одномъ изъ верхнихъ пластовъ подъ шахтой, на глубинѣ около 400 футовъ. Впослѣдствіи намѣревались устроить въ шахтѣ бассейнъ съ двумя отдѣленіями для отстаиванія воды. Чрезвычайно важно, чтобы въ буровыя скважины входила совершенно чистая вода, и въ особенности безъ жирныхъ или масляныхъ веществъ, потому что эти послѣднія весьма легко твердѣютъ и засоряютъ нижнія выпускныя отверстія въ бурѣ.

Первоначально машины и насосы стояли на поверхности земли и приводились въ движеніе паромъ; когда же ихъ перенесли на низъ шахты, то работа стала производиться сжатымъ воздухомъ, для чего поставленъ аппаратъ, нагнетающій воздухъ и могущій приводить въ движеніе 4 буровыхъ машины и насосы. Какъ вслѣдствіе необходимости вентиляціи шахты, такъ и вслѣдствіе опасности, которую представляетъ проведеніе въ шахту паровыхъ трубъ, всегда должно предпочесть работу сгущеннымъ воздухомъ.

Относительно стоимости этого новаго способа углубленія шахты свѣдѣній еще не имѣется. Впрочемъ, эти свѣдѣнія и не могли бы служить для сравненія стараго способа съ новымъ, такъ какъ первые опыты съ машинами, испытанія послѣднихъ и различныя новыя приспособленія потребовали, конечно, чрезвычайныхъ расходовъ. Вѣрно то, что прекрасный практическій успѣхъ описаннаго нами предпріятія, выигрышь во времени и возможность употреблять для углубленія шахты непривычныхъ къ горному дѣлу рабочихъ,—повели къ тому, что не только въ упомянутой мѣстности и вообще въ Америкѣ стали во многихъ рудникахъ примѣнять новый способъ работы, но что, какъ мы видѣли, и въ Южномъ Валлисѣ, въ Англій, хотятъ заложить двѣ шахты по тому же способу.

Описанный способъ будетъ въ особенности выгоденъ при не очень глу-



бокнхъ шахтахъ, для которыхъ всѣ нужныя буровыя скважины можно сверлить во всю глубину поверхности. При этомъ не только работа пойдетъ быстрѣе, но и не потребуется столько издержекъ на откачиваніе воды и т. п.

Описавъ различные способы примѣненія алмазнаго бура, перечислимъ теперь главнѣйшія выгоды отъ его употребленія, въ особенности въ сравненіи съ принятымъ способомъ буренія помощью ударнаго бура.

Преимущества алмазнаго бура проистекають главнѣйшимъ образомъ отъ примѣненія новаго способа работы, именно отъ замѣны сложнаго движенія ударнаго бура, которое для каждаго удара требуетъ трехъ различныхъ движеній: поднятія, повертыванія и удареція, — простымъ вращательнымъ движеніемъ подъ постояннымъ давленіемъ. Послѣдній способъ представляется, поэтому, въ механическомъ смыслѣ болѣе совершеннымъ, такъ какъ при немъ употребляется непосредственно на полезную работу та сила, которая въ прежнемъ способѣ производитъ побочную работу: подниманіе, повертываніе и т. п. Вслѣдствіе этого, и машины, нужныя для новаго способа, гораздо проще, чѣмъ для ударнаго бура, если сравнивать машинную работу того и другаго.

Затѣмъ, при работѣ алмазнымъ буромъ, не происходитъ потери времени на подниманіе, повертываніе и удары бура, напротивъ, его дѣйствіе на породу непрерывное; по этой причинѣ и работа алмазнымъ буромъ подвигается значительно быстрѣе, чѣмъ работа обыкновеннымъ буромъ, какъ это показала практика, и это не только при работѣ машинами, но и при ручной. Далѣе, преимущество алмазнаго бура заключается въ томъ, что работающая часть, вмѣсто стали, сдѣлана изъ значительно болѣе твердаго и удобнаго матеріала, изъ алмазовъ, которые, съ одной стороны, легче проникають въ породу, съ другой же — не требуютъ частыхъ вытаскиваній, перемѣнъ или оттачиваній бура. Затѣмъ, заставляя воду притекать непрерывно къ буру и уносить буровой илъ, избѣгаютъ частаго выниманія измельченной породы ложками, чѣмъ выигрывается во времени не только сравнительно съ работой ударнымъ буромъ, но и съ буреніемъ по способу Матера и Плэтта (Mather and Platt), о которомъ упомянуто въ началѣ. Этотъ выигрышъ во времени увеличивается еще болѣе, если алмазный буръ работаетъ во всю поверхность буровой скважины, не оставляя высверленной середины, которая вынимается (по замѣнѣ сплошнаго бура трубчатымъ) лишь въ томъ случаѣ, когда хотятъ имѣть образцы проходимой породы или каменнаго угля, въ видѣ большихъ кусковъ. Полученіе такихъ хорошихъ образцовъ проходимыхъ слоевъ возможно лишь при сверленіи алмазнымъ буромъ, что составляетъ также немаловажное преимущество сравнительно съ другими способами.

Принимая въ соображеніе всѣ эти выгоды, можно съ увѣренностью утверждать, что описанный новый способъ буренія замѣнитъ всѣ другіе и, кро-

мѣ того, при его примѣненіи въ горномъ дѣлѣ, послужить къ болѣе быстрому и значительному развитію горной промышленности.

По этимъ причинамъ желательно, чтобы и русскіе горные инженеры обратили вниманіе на буреніе алмазами, которое представляетъ важное усовершенствованіе въ дѣлѣ углубленія шахтъ и при буровыхъ работахъ. Извѣстно, какая въ настоящее время трудная и долгая работа—опусканіе буровыхъ скважинъ или углубленіе шахтъ; несомнѣнно, что алмазный буръ сдѣлаетъ эти работы болѣе скорыми, легкими и доступными, а вмѣстѣ съ тѣмъ, вѣроятно, и болѣе дешевыми.

ГЕОЛОГІЯ, ГЕОГНОЗІЯ И ПАЛЕОНТОЛОГІЯ.

ЗАКОНЫ СОВМѢСТНАГО НАХОЖДЕНІЯ ПОЛЕВЫХЪ ШПАТОВЪ.

А. КАРПИНСКАГО.

Нѣкоторыми учеными, главнѣйше Науманомъ и Ротомъ, изучившими случаи совмѣстнаго находенія въ горныхъ породахъ минераловъ, было предложено нѣсколько положеній, опредѣляющихъ такое сонахожденіе. Факты, добытые въ послѣднее время, показали, что выводы этихъ ученыхъ были преждевременны и что ни одинъ изъ числа петрографическихъ «законовъ ассоціаціи», какъ ихъ называетъ Ротъ, не можетъ почитаться въ настоящее время безусловно вѣрнымъ. Обстоятельство это было съ достаточною подробностью разобрано Ласпейромъ ¹⁾.

Однако нѣтъ никакого сомнѣнія, что подобныя законы могутъ быть найдены. На это указываетъ уже тотъ фактъ, что сложныя горныя породы обладаютъ въ извѣстной степени индивидуальностью, обуславливающеюся, конечно, нѣкоторою законностью въ сонахожденіи составляющихъ ихъ минеральныхъ элементовъ.

Не касаясь законовъ ассоціаціи минераловъ вообще, я разберу въ настоящей статьѣ лишь положенія, относящіяся до сонахожденія полевыхъ шпатовъ,—положенія, можетъ быть, наиболѣе важныя изъ числа всѣхъ подобныхъ.

Въ извѣстной статьѣ Рота «Ueber die mineralogische und chemische Beschaffenheit der Gebirgsarten» ²⁾, этимъ ученымъ предложено пять законовъ,

¹⁾ Ueber d. Zusammenvorkommen v. Magnet u. Titaneisen in Eruptivgest. u. üb. d. sog. petrograph. Gesetze. N. Jahrbuch f. Min., u. s. w., 1869, S. 513. См. также мою передѣлку этой статьи (Горн. Журн. 1870, № 4, стр. 63), гдѣ можно найти данныя, противорѣчащія нѣкоторымъ положеніямъ, считаемымъ Ласпейромъ хотя и невѣрными, но еще не опровергнутыми.

²⁾ Zeitschrift d. d. geolog. Gesellschaft. 1864, XVI, 675.

изъ которыхъ до сонахожденія полевыхъ шпатовъ относится четвертый законъ (Gesetz der Feldspathe), представляющій лишь частный случай положенія пятого (Gesetz der Association). По этому закону такъ называемые щелочные полевые шпаты (ортоклазъ, олигоклазъ, альбитъ) не могутъ встрѣчаться вмѣстѣ съ известковыми полевыми шпатами (лабрадоромъ, анортитомъ) ¹⁾. Это положеніе отчасти сходно съ первымъ закономъ Наумана ²⁾, изъ котораго между прочимъ слѣдуетъ, что лабрадоръ никогда не входитъ въ составъ горныхъ породъ, содержащихъ ортоклазъ, альбитъ или олигоклазъ.

Сущность приведенныхъ положеній достаточно опровергается фактами.

Обратимся покуда только къ соотношеніямъ ортоклаза и известковыхъ клинокластическихъ полевыхъ шпатовъ.

Анортитъ встрѣчается съ ортоклазомъ въ авгитовомъ андезитѣ изъ Ober-Fernezely, близъ Nagy-Bánya въ Венгріи, въ которомъ присутствіе перваго минерала было доказано анализомъ Гауера ³⁾, тогда какъ ортоклазъ (собственно санидинъ) былъ открытъ въ немъ микроскопическими изслѣдованіями Крейца ⁴⁾.

Случаи совмѣстнаго нахожденія битовнита и ортоклаза еще неизвѣстны ⁵⁾.

Лабрадоръ съ ортоклазомъ встрѣчается напримѣръ въ порфирѣ изъ Laupakörkia на островѣ Гохландѣ, что доказано изслѣдованіями Лемберга ⁶⁾.

Плагиоклазъ, занимающій въ химическомъ отношеніи середину между лабрадоромъ и андезиномъ, находится напр. въ такъ называемомъ тоналитѣ, въ которомъ ортоклазъ встрѣчается въ видѣ посторонней примѣси ⁷⁾. Подобный же плагиоклазъ, въ видѣ существенной составной части породы, былъ открытъ путемъ химическаго анализа Ласпейромъ въ базальтовой лавѣ Майена и Нидермендига (близъ Лаахорскаго озера) ⁸⁾, въ которой уже раньше наблюдался ортоклазъ (санидинъ) ⁹⁾.

Нѣсколько болѣе кислотнымъ, по отношенію къ только что упомянутому

¹⁾ Очевидно, что раздѣленіе полевыхъ шпатовъ на двѣ группы: щелочныхъ или кислотныхъ и известковыхъ или основныхъ п. шпатовъ, совершенно искусственно.

²⁾ Lehrbuch. d. Geognosie, 2 Aufl., 1858, I. 402.

³⁾ Verhandl. d. k. k. geol. Reichsanst., № 1, 1869.

⁴⁾ Ib. № 3, S. 47.

⁵⁾ Битовнитъ встрѣчается весьма рѣдко. Хотя изслѣдованіями Циркеля (Tschermak's Mineral. Mittheil., 1871, H. 2., 61), доказано, что такъ назыв. битовнитъ изъ Битоуна не представляетъ однородное минеральное вещество, но наблюденія эти еще не могутъ подать поводъ къ отрицанію существованія плагиоклазовъ битовнитоваго состава, за которыми, въ силу привычки, можно удержатъ названіе битовнита.

⁶⁾ Die Gebirgsarten d. Ins. Hochland. Archiv. f. d. Naturkunde Liv-, Ebst- u. Kurlands erst. Serie, IV, 340. О другихъ указаніяхъ на подобное сонахожденіе см. Горн. Журн., 1870, II, 67—68.

⁷⁾ Zeitschrift d. d. geol. Ges., 1864, 249.

⁸⁾ Laspeyres. Beiträge zur Kenntniss d. vulcanisch. Gesteine des Niederrheins. Zeitschr. d. d. geol. Ges., 1866, 328.

⁹⁾ Rothin Mitscherlich's Vulcan. Erschein. d. Eifel, 1865., Vom. Roth. in Dechen's geognost. Führer in d. Eifel S. 79.

плагиоклазу, является андезинъ, который уже относится къ группѣ щелочныхъ полевыхъ шпатовъ. Случаи совмѣстнаго нахожденія его и ортоклаза нерѣдки; примѣромъ могутъ служить сіенито-граниты Вогезскихъ горъ, изслѣдованные Делесомъ ¹⁾.

Такимъ образомъ, вопреки вышеприведеннымъ законамъ, возможность совмѣстнаго нахожденія всѣхъ известковыхъ полевыхъ шпатовъ (за исключеніемъ весьма рѣдкаго битовнита) съ ортоклазомъ доказано фактически. Но изучая всѣ извѣстные до сихъ поръ случаи сонахожденія полевыхъ шпатовъ, нельзя не замѣтить, что оно всегдѣ находится въ нѣкоторой зависимости отъ самыхъ свойствъ этихъ минераловъ. Такимъ образомъ *различные виды клинокластическихъ полевыхъ шпатовъ встрѣчаются съ ортоклазомъ тѣмъ рѣже, чѣмъ они меньше кислотны* ²⁾.

Причину этого обстоятельства, какъ мнѣ кажется, должно искать въ слѣдующемъ.

Ортоклазъ, какъ минералъ съ высокимъ содержаніемъ кремнезема, выкристаллизовывается преимущественно въ породахъ, богатыхъ этимъ веществомъ. Поэтому, если въ такой породѣ находится матеріалъ, могущій служить для образованія какого нибудь основнаго триклиническаго полевого шпата, то избытокъ кремнезема, въ свою очередь, способствуетъ къ выкристаллизованію этого матеріала въ видѣ плагиоклаза болѣе кислотнаго. Правда, можно было бы думать, что образованіе того или другого полевого шпата зависитъ не отъ находящагося въ веществѣ породы избытка кремнезема, но отъ присутствія въ немъ полу и однокислородныхъ основаній въ извѣстныхъ количественныхъ отношеніяхъ, такъ какъ чѣмъ основнѣе плагиоклазъ, тѣмъ болѣе содержитъ онъ извести и меньше натра. Отношенія эти, наблюдаемыя нами обыкновенно (при нѣкоторыхъ колебаніяхъ впрочемъ) не представляютъ однако необходимаго условія состава полевыхъ шпатовъ, такъ какъ въ последнемъ можетъ происходить изоморфное замѣщеніе между Са и Na₂.

Дѣйствительно, намъ извѣстны напр. олигоклазы съ высокимъ содержаніемъ извести, какъ олигоклазъ, описанный фонъ Ратомъ изъ діорита Piz Rosag ³⁾ и такъ называемый гафнарфіордитъ Форхгаммера, находящійся въ одномъ исландскомъ авгитовомъ андезитѣ ⁴⁾. Соотношенія между натріемъ и кальціемъ, содержащимися въ этихъ минералахъ, представляются такими, какія обыкновенно замѣчаются въ лабрадорѣ, такъ что все отличіе отъ послѣд-

¹⁾ Ann. d. mines, 1853, 367.

²⁾ Случаи нахожденія ортоклаза съ олигоклазомъ являются самыми обыкновенными; андезинъ встрѣчается съ ортоклазомъ довольно часто; случаевъ сонахожденія ортоклаза и лабрадора можно насчитать до десяти; примѣръ же сонахожденія ортоклаза съ авортитомъ извѣстенъ только одинъ. Правда, ортоклазъ встрѣчается съ альбитомъ рѣже, чѣмъ съ олигоклазомъ, но обстоятельство это зависитъ отъ относительной рѣдкости самого альбита

³⁾ Zeitschr. d. d. geol. Ges., IX, 259.

⁴⁾ Journ. f. prakt. Chemie, XXX, 489.

няго приведенныхъ олигоклазовъ заключается лишь въ большемъ содержаніи SiO_2 . Въ этомъ случаѣ, мнѣ кажется, можно положительно допустить, что выкристаллизованіе вещества въ формѣ олигоклаза произошло исключительно отъ избытка кремнезема въ породѣ.

Здѣсь можно также напомнить, что существуютъ известковые лабрадоры, въ которыхъ отношенія однокислородныхъ и полукислородныхъ основаній приближаетъ ихъ къ битовниту. Наконецъ къ этому послѣднему виду, по всей вѣроятности, принадлежитъ барзовитъ, въ составѣ котораго наблюдается полное замѣщеніе натрія кальціемъ ¹⁾.

Совмѣстное находеніе основнаго триклиническаго полеваго шпата и ортоклаза можетъ произойти на примѣръ въ томъ случаѣ, когда въ матеріалѣ, изъ котораго образуется порода, заключается опредѣленное количество кремнезема, находящееся въ извѣстномъ, такъ сказать исключительномъ, отношеніи къ основанію, т. е., когда за вычетомъ количества кремнезема, необходимаго на образованіе ортоклаза (и обусловливающагося содержаніемъ калия), остается такое количество этого вещества, которое можетъ способствовать образованію лишь малоокислотнаго полеваго шпата. Очевидно, исключительность подобнаго степенія обстоятельствъ и обусловливаетъ рѣдкость самого явленія.

Разъясняя такимъ образомъ причину рѣдкости сонахожденія ортоклаза съ основными клинокластическими полевыми шпатами, мы уясняемъ себѣ также и причину подобныхъ же соотношеній между послѣдними и кварцемъ.

Вышеприведенный законъ Рота, исключаяющій возможность совмѣстнаго находенія полевыхъ шпатовъ щелочной и известковой группъ, допускаетъ въ то же время сонахожденіе минераловъ, относящихся къ одной и той же изъ этихъ группъ. Такимъ образомъ Ротъ, а за нимъ и Ласпейръ, находятъ неизвѣстные до сихъ поръ случаи ассоціаціи лабрадора и анортита возможными и даже вѣроятными.

Что касается собственно до совмѣстнаго находенія ортоклаза и другихъ полевыхъ шпатовъ одной съ нимъ группы, то это обстоятельство, по своей обыкновенности, не можетъ быть предметомъ какихъ либо споровъ. Но нельзя сказать того же относительно сонахожденія остальныхъ, т. е. всѣхъ клинокластическихъ, полевыхъ шпатовъ не только различныхъ, но даже одной и той же группы.

Чтобы рассмотреть этотъ вопросъ съ теоретической стороны, необходимо напомнить читателю о томъ взглядѣ на триклиническіе полевые шпаты, ко-

¹⁾ Въ статьѣ Раммельсберга „Ueb. d. gegenw. Stand uns. Kenntn. v. d. chem. Natur d. Kalknatronfeldspathe“ приведены почти всѣ извѣстные плагиоклазы, въ составѣ которыхъ отношенія количества Na и Ca не падаютъ въ соотвѣтствіи съ отношеніемъ Al: Si и въ которыхъ слѣдовательно можно предполагать замѣщеніе натрія кальціемъ, или на оборотъ. Zeitschr. d. D. geol. Gesellschaft, 1872, 145.

торый былъ выработанъ въ послѣдніе годы. По этому взгляду между ними различаютъ только два самостоятельные минералогическіе вида: альбитъ и анортитъ; всѣ же остальные представляютъ лишь продуктъ изоморфнаго смѣшенія обоихъ этихъ видовъ, смотря по относительному количеству которыхъ образуется цѣлый рядъ плагиоклазовъ, связующихъ альбитъ и анортитъ постепенными переходными формами. Такіе плагиоклазы представляются намъ въ видѣ олигоклаза, андезина, лабрадора, битовнита и другихъ промежуточныхъ разновидностей, не носящихъ особаго названія.

Мысль о подобномъ взглядѣ была высказана еще Сарторіусомъ ф. Вальтерсгаузенемъ ¹⁾; но въ послѣдствіи она была остроумно разработана съ самостоятельной точки зрѣнія Чермакомъ ²⁾. Теорія этого ученаго, если не касаться нѣкоторыхъ частныхъ, согласуется со всѣми данными, добытыми какъ до ея появленія такъ и послѣ нея. Поэтому неудивительно, что, приобрѣтая съ каждымъ днемъ все большую и большую вѣроятность, она считаетъ въ числѣ своихъ послѣдователей такихъ ученыхъ, какъ Раммельсбергъ, Штрентъ, Фомъ Ратъ, Ласпейръ и др., принимающіе ее или цѣликомъ, или въ нѣсколько измѣненномъ видѣ ³⁾.

¹⁾ Ueb. d. vulcan. Gest. in Sicilien u. Island. Gottingen 1853, 39, 105.

²⁾ Sitzungsbericht d. Wiener Acad. d. Wiss. 1865, L. I Abth., 566.

³⁾ Для принятія разсматриваемой теоріи нѣтъ надобности, какъ это дѣлаетъ Чермакъ, прибѣгать къ какимъ либо натяжкамъ для установленія изоморфизма альбита и анортита, въ связи съ ихъ химическимъ составомъ.

По видимому различаются два рода изоморфизма; одинъ изъ нихъ можно назвать случайнымъ, такъ какъ мы не въ состояніи уловить никакой вызвавшей его причины; въ другихъ же случаяхъ изоморфизмъ веществъ обусловливается аналогичностью ихъ химическаго строенія. Сюда относится, напримѣръ, изоморфизмъ NaCl (каменной соли) и KCl (сильвина). Случайный же изоморфизмъ наблюдается, напримѣръ, въ известковомъ шпатѣ и красной серебряной рудѣ. Особенно поразителенъ примѣръ случайнаго изоморфизма въ углекисломъ кальціѣ (или еще рѣзче въ доломитѣ) и азотно-кисломъ натріѣ *). Положенный въ растворъ послѣдняго вещества кристаллъ известковаго шпата съ обломанными углами и краями, такъ сказать, исправляется или додѣлывается наращиваніемъ осаждающагося азотно-кислаго натрія. Мы имѣемъ полное основаніе ожидать, что, при знаніи условій, при которыхъ было бы возможно одновременное образованіе приведенныхъ веществъ, мы могли бы получать недѣлимыя, состоящія изъ смѣшенія всевозможныхъ количествъ углекислаго кальція и азотно-кислаго натрія.

Подобнымъ образомъ и вещества альбита и анортита могутъ образовывать изоморфное смѣшеніе только потому, что, кристаллизуясь въ одной формѣ, они образуются одновременно. Такую одновременность, въ виду теоріи Чермака, во всякомъ случаѣ необходимо допустить находится ли ихъ изоморфныя свойства въ связи съ химическимъ составомъ или нѣтъ.

Явленіе случайнаго изоморфизма обусловливаетъ, вѣроятно, существованіе нѣкоторыхъ минераловъ, которые, обладая опредѣленною кристаллическою формою, считаются за само-

*) Весьма замѣчательно, что KNO_3 , противъ вѣроятнаго ожиданія, не изоморфенъ съ $NaNO_3$; но, кристаллизуясь въ формахъ ромбической системы, онъ является, подобно $NaNO_3$, также изоморфнымъ съ $CaCO_3$, но только не съ ромбоэдрическимъ видомъ этого вещества, т. е. не съ известковымъ шпатомъ, а съ аррагонитомъ. Уже одно это обстоятельство показываетъ, что случайный, какъ мы назвали, изоморфизмъ известковаго шпата и $NaNO_3$ въ сущности вовсе не случаенъ.

Исходя изъ теоріи Чермака, необходимо допустить, что альбитъ и анортитъ могутъ образоваться при одинаковыхъ условіяхъ, какъ бы ни были различны эти условія въ каждомъ частномъ случаѣ. Иначе частицы упомянутыхъ минераловъ не могли бы выдѣляться одновременно и образовать изоморфное смѣшеніе. Но такія смѣшенія выкристаллизовываются въ горныхъ породахъ постоянно, несмотря на то, происходятъ ли послѣднія вулканическимъ, такъ называемымъ плутоническимъ, метаморфическимъ или метазоматическимъ путемъ. Это постоянство при самыхъ крайнихъ условіяхъ образованія, какія мы только можемъ представить себѣ въ настоящее время, даетъ намъ право заключить, что происхожденіе того или другого изоморфнаго смѣшенія (т. е. той или другой разности плагиоклаза) обусловливается не физическими причинами, но зависитъ отъ относительнаго количества альбитоваго и анортитоваго вещества, содержащихся въ томъ матеріалѣ, изъ котораго образуется порода, и что оба эти вещества, находясь вмѣстѣ, не могутъ выкристаллизоваться въ видѣ отдѣльныхъ самостоятельныхъ недѣлимыхъ, альбита или анортита, но всегда образуютъ пропорціональную ихъ количествамъ изоморфную смѣсь.

Отсюда мнѣ кажется, что, вопреки мнѣнію Рота о возможности совмѣстнаго находженія нѣкоторыхъ триклиническихъ полевыхъ шпатовъ, можно постановить слѣдующее положеніе.

Клинокластическіе полевые шпаты, являясь какъ одновременныя образованія, не могутъ находиться вмѣстѣ.

Предлагая это положеніе, какъ новый петрографическій законъ, я долженъ привести здѣсь упоминаемыя нѣкоторыми учеными данныя, могущія по видимому служить къ его опроверженію.

Такъ Чермакъ указываетъ на совмѣстное находженіе олигоклаза и лабрадора въ роговообманковомъ андезитѣ изъ Банова въ Моравіи ¹⁾.

Оба эти плагиоклаза находятся, по словамъ Блюмеля, въ долеритѣ, обнаруживающемся близъ с. Исачки ²⁾, Полтавской губ., и, по изслѣдованіямъ пр. Еремѣева, въ нѣкоторыхъ крымскихъ діабазахъ ³⁾.

стоятельные виды. Доказать это при настоящихъ способахъ изслѣдованія весьма трудно, если не невозможно; но, мнѣ кажется, не понапрасну ли мы иногда трудимся надъ химическимъ строеніемъ минерала, распредѣляя составляющіе его элементы въ формулу, занимающую цѣлую страницу, работая такимъ образомъ надъ составомъ случайной смѣси. Впрочемъ, запутанность химическаго состава, зависитъ иногда также и отъ другихъ причинъ, напримѣръ, отъ многочисленныхъ включеній постороннихъ минераловъ въ массѣ анализируемаго вещества. Рѣзкій примѣръ подобнаго явленія обнаруживаетъ составъ заключенныхъ въ массу такъ наз. ромбическаго порфира кристалловъ ортоклаза, какъ это можно видѣть изъ сопоставленія изслѣдованій Черульфа (Kjerulf), Сванберга, Делеса и Керна.

¹⁾ Jahrb. d. geol. R. Anst., 1858, 62.

²⁾ О долеритѣ Полтавской и трипѣ Волинской губ. Университетскія извѣстія, Кіевъ, 1867, № 5, 8.

³⁾ Романовскій. Крымъ, Горн. Журн., 1867, III, 306. Діабазы ок. рр. Альмы и Солгира и на Ю. берегу Крыма къ З. отъ Адупки. О развитыхъ близъ этихъ мѣстностей кристаллическихъ образованіяхъ см. Геол. очеркъ Крыма, Штукенберга. Спб. 1873, 91—99.

Сопровождение анортита и другого плагиоклаза (микротина) определено фонъ Крейцомъ въ авгитовомъ андезитѣ изъ Ober-Fernezely, близъ Nagy-Bánya ¹⁾).

Зенфъ, въ своемъ превосходномъ сочиненіи «Die krystallinischen Felsgemengtheile» указываетъ на находженіе олигоклаза и анортита въ одномъ діоритѣ изъ Тюрингскаго Лѣса ²⁾).

Такъ называемый сѣрый трахитъ (рогообманковый андезитъ) изъ Fagcsi Vrch содержитъ, по описанію Гауера, повидимому двѣ рѣзко отличающіяся разновидности плагиоклаза, изъ которыхъ одна является въ видѣ совершенно свѣжихъ кристалловъ, тогда какъ другая представляетъ нѣсколько разрушенныя недѣлимья ³⁾).

Точно также и въ другой венгерской трахитовой породѣ, дацитѣ или дацитѣ изъ Reesk, по наблюденіямъ Гауера, заключаются два, по наружному виду различные, плагиоклаза, желтый и бѣлый ⁴⁾).

По мнѣнію пр. Либе, два клинобластическіе полевые шпаты входятъ въ составъ диабазовъ изъ Reinsdorf'a, Landesfreude, Höllethal'я и еще нѣкоторыхъ другихъ диабазовъ (Titaneisendibase) Фохтланда и Франкенвальда ⁵⁾).

Въ одномъ изъ такъ называемыхъ мелафировъ Тюрингскаго Лѣса, близъ Ильменау, по предположенію Зѣхтинга, заключаются по крайней мѣрѣ три вида клинобластическихъ полевыхъ шпатовъ, главнѣйше альбитъ съ нѣкоторымъ количествомъ лабрадора и олигоклаза ⁶⁾).

Наконецъ, въ «Геологическомъ описаніи части Нахичеванскаго уѣзда» упоминается о «фельзитовомъ» порфирѣ, изъ основной массы котораго выдѣляются недѣлимья лабрадора и олигоклаза ⁷⁾).

Вышеприведенныя данныя, конечно, могли бы служить къ опроверженію предлагаемаго положенія, еслибъ сами они представлялись вполне доказанными. Но различеніе клинобластическихъ полевыхъ шпатовъ во всѣхъ рассмотрѣнныхъ случаяхъ, всегда основывалось на такихъ признакахъ, которые не могутъ почитаться существенными. Такъ напр. различеніе это основывалось на цвѣтѣ плагиоклазовъ, зависящемъ отъ примѣси постороннихъ веществъ, присутствіе которыхъ иногда обуславливаетъ также и другой случайный признакъ—относительную легкоплавкость минерала. Болѣе основательнымъ представляется способъ различенія плагиоклазовъ по степени ихъ вывѣтрѣлости,

¹⁾ Verhandl. d. k. k. geol. R. Anst., 1869, № 3, 47.

²⁾ Kryst. Felsgem., S. 606.

³⁾ Verh. d. k. k. R. Anst., 1867, № 7, 50.

⁴⁾ Ib. № 1, 14.

⁵⁾ Liebe. Die Diabase des Voigtlands und Frankenwalds. Neues Jahrbuch, 1870, 4, 6, 7 и 16.

⁶⁾ Zeitschr. f. d. ges. Naturwissensch., 1854, 199.

⁷⁾ Геол. опис. части Нахичеванскаго уѣзда, Эриванской губ. Тифлисъ, 1869, 22.

такъ какъ способность къ разрушенію находится обыкновенно въ извѣстной зависимости отъ химическаго состава минерала.

Но что опредѣленія, основанныя на различіи подобныхъ признаковъ, должны всегда считаться сомнительными, показываютъ слѣдующіе примѣры.

Заключающіеся въ упомянутой трахитовой породѣ изъ Fargesi Vrch, изслѣдованной Гауеромъ, два клинокластическіе полевые шпата разнятся по способности къ разрушенію на столько рѣзко, что могли быть удобно раздѣлены для анализа, по которому составъ ихъ оказался почти тождественнымъ ¹⁾. Колебанія послѣдняго въ обоихъ отличіяхъ, относящихся къ лабрадору, на столько ничтожны, на сколько это обыкновенно обнаруживается при анализахъ одного и того же минерала, изъ одного и того же мѣсторожденія и могутъ быть вполне пояснены нѣкоторою вывѣтрѣлостью одного отличія или присутствіемъ въ нихъ различнаго, но въ обоихъ случаяхъ ничтожнаго, количества постороннихъ включеній.

Тоже самое должно сказать и относительно полевыхъ шпатовъ дакита изъ Kecsск, которые, по анализу Гауера, относятся къ одной разновидности плагіоклаза—къ андезину, довольно близкому къ лабрадору ²⁾.

Къ сожалѣнію составъ полевыхъ шпатовъ изъ остальныхъ вышеупомянутыхъ породъ не могъ быть провѣренъ подобнымъ же образомъ. Впрочемъ повѣрка эта становится излишнею относительно порфира изъ Эриванской губ., единственной породы, которую мнѣ удалось видѣть изъ числа тѣхъ, въ которыхъ предполагается нахожденіе двухъ плагіоклазовъ. Порфиръ этотъ не заключаетъ вовсе выдѣляющихся кристалловъ олигоклаза и лабрадора; недѣлимая, разсѣянная въ его массѣ, относятся къ ортоклазу и кварцу, такъ что порода представляетъ нормальный кварцевый порфиръ.

Относительно случая сонахожденія лабрадора и олигоклаза, указаннаго Чермакомъ, должно замѣтить, что этотъ ученый въ послѣдствіи самъ призналъ такое сонахожденіе сомнительнымъ ³⁾.

Подобный же взглядъ на свое опредѣленіе имѣетъ въ настоящее время и проф. Еремѣевъ.

Такимъ образомъ число извѣстныхъ примѣровъ совмѣстнаго нахожденія въ горныхъ породахъ плагіоклазовъ должно быть сокращено на половину.

Для насъ особенно важно обстоятельство, что въ тѣхъ случаяхъ, когда составъ находящихся вмѣстѣ, повидимому различныхъ, плагіоклазовъ былъ опредѣленъ путемъ химическаго анализа (единственнымъ путемъ, на который при различеніи клинокластическихъ полевыхъ шпатовъ можно вполне положиться), плагіоклазы эти оказывались тождественными. А такъ какъ во всѣхъ остальныхъ случаяхъ наружные признаки, по которымъ различались совмѣст-

¹⁾ Verh. d. R.-Anst., 1867, № 3, 50.

²⁾ Ib., № 1, 14.

³⁾ Die Porphyrgest. Oesterreichs, Wien. 1869, 141.

но находящіеся клинокластическіе полевые шпаты, были не болѣе рѣзки, чѣмъ въ плагіоклазахъ, тождественность которыхъ доказана Гауеромъ, то мы въ правѣ сомнѣваться въ существенности этого различія ¹⁾.

Говоря о нахожденіи клинокластическихъ полевыхъ шпатовъ въ горныхъ породахъ, нельзя не обратить вниманія на рѣдкость двухъ крайнихъ представителей ихъ, альбита и анортита. Послѣдній минералъ повидимому болѣе обыкновененъ. Онъ встрѣчается въ діоритахъ (Корсика, Уралъ, Ротенбургъ и пр.), въ эвкритяхъ (Ирландія, Уралъ), въ базальтѣ (Исландія), въ авгитовомъ и роговообманковомъ андезитахъ (Венгрія), въ различнаго состава лавахъ (Исландія, Санторинъ, Азорскіе острова), въ такъ называемомъ оливиновомъ габбро, въ энстатитовой породѣ и проч. Но должно замѣтить, что во многихъ случаяхъ, приведенные сейчасъ полевые шпаты, считаемыя за анортитъ, представляются въ сущности только близкими къ послѣднему плагіоклазами. Такъ напр. клинокластическій полевой шпатъ корсиканскаго шароваго діорита, по анализу Делеса, болѣе близко къ битовниту чѣмъ къ анортиту ²⁾.

Гораздо меньшее распространеніе въ горныхъ породахъ приписывается альбиту.

Въ прежнее время полагали, что минералъ этотъ есть самый обыкновенный изъ всѣхъ клинокластическихъ полевыхъ шпатовъ: плагіоклазы гранитовъ и діоритовъ почти всегда принимались за альбитъ. Но когда въ послѣдствіи химическія изслѣдованія стали обнаруживать принадлежность этихъ полевыхъ шпатовъ не къ упомянутому виду, а къ другимъ плагіоклазамъ, главнѣйше къ олигоклазу, Густавъ Розе высказалъ даже положеніе, что альбитъ не встрѣ-

¹⁾ Изъ числа приведенныхъ выше еще не опровергнутыхъ случаевъ сонахожденія клинокластическихъ полевыхъ шпатовъ, особенное вѣроятіе, повидимому, должны бы имѣть случаи, указанные пр. Либе, такъ какъ наблюденія его производились уже во время полного развитія способовъ микроскопическаго изслѣдованія. Но въ статьѣ этого ученаго, при парадоксальности выводовъ, совершенно отсутствуетъ изложеніе тѣхъ данныхъ, по которымъ можно было бы судить о степени вѣрности его наблюденій. Либе говоритъ (N. Jahrb. 1871, 395), „dass gewöhnlich zwei verschiedene Feldspathe, öfter auch drei die Hauptmasse der Diabase ausmachen und dass ganz entschieden Albit die oligoklasische Grundmasse häufig porphyrisch macht, seltener Labrador.“ Этотъ выводъ противорѣчитъ наблюденіямъ всѣхъ ученыхъ, занимавшихся изслѣдованіемъ діабазовъ, кромѣ наблюденій самого Либе.

По моему мнѣнію, самымъ вѣроятнымъ случаемъ сонахожденія плагіоклазовъ представляется нахожденіе анортита и олигоклаза въ діоритѣ, указанное Зенфтомъ. Но еще болѣе вѣроятно, что анортитъ является въ этомъ случаѣ образованіемъ вторичнымъ.

²⁾ Bull. geol. de France, 2 Ser., VII, 540. Минералъ этотъ приравнивается къ анортиту при помощи нѣкоторыхъ натяжекъ. Такъ предполагають, что относительно высокое содержаніе въ немъ SiO₂ обусловливается включенными зернами кварца, (который въ Корсиканскомъ діоритѣ былъ однажды наблюдаемъ Фогельзангомъ), чему нѣсколько противорѣчатъ содержащіеся въ минералѣ 2,55% Na₂O.

чается въ видѣ интегральной части горныхъ породъ, образуя лишь недѣлимыя, выкристаллизовывающіяся въ ихъ пустотахъ и трещинахъ ¹⁾).

Однако изслѣдованія Лоссена ²⁾ подтвердили прежнія наблюденія Зандбергера и Листа ³⁾, указавшихъ на нахожденіе альбита въ серицитовыхъ породахъ Таунуса.

Такъ называемый кремнистый сланецъ (иногда извѣстный также подъ именемъ фельзитоваго сланца) изъ окрестностей Андреасберга на Гарцѣ, судя по анализу Шнедермана ⁴⁾, представляетъ смѣшеніе альбита и кварца.

Клинокластическій полевой шпатъ, содержащійся въ гранитѣ изъ Radauthal'я на Гарцѣ и анализированный Фуксомъ ⁵⁾, по мнѣнію Штрэнга долженъ быть отнесенъ къ альбиту ⁶⁾.

Въ такъ называемомъ зеленомъ гранитѣ Ильменскихъ горъ альбитъ играетъ роль существенной составной части, что я постараюсь доказать въ послѣдствіи.

Вотъ всѣ случаи интегральнаго нахожденія альбита въ горныхъ породахъ. Другія указанія, какъ напр. относительно содержанія этого минерала въ гранитахъ Ирландіи, въ красныхъ гнейсахъ Саксоніи, даже въ нѣкоторыхъ діабазлахъ и пр. недостаточно доказательны ⁷⁾.

Постараемся теперь выяснитъ причину такого рѣдкаго нахожденія альбита и анорита по сравненію съ громаднымъ распространеніемъ другихъ клинокластическихъ полевыхъ шпатовъ и ортоклаза.

Ортоклазъ и альбитъ, различающіеся въ химическомъ отношеніи только содержаніемъ калия или натрія, могутъ образоваться при одинаковыхъ условіяхъ, что доказывается случаями ихъ совмѣстнаго или одновременнаго образованія. Въ виду этого казалось бы, что мы должны встрѣчать въ составѣ горныхъ породъ также часто альбитъ, какъ и ортоклазъ, потому что содержаніе натрія въ нихъ столько же обыкновенно сколько и содержаніе калия. Но въ составѣ вещества, изъ котораго образуются полевошпатовыя горныя породы, кромѣ элементовъ, необходимыхъ для образованія ортоклаза и альбита, находятся еще другіе, изъ которыхъ кальцій имѣетъ особенное значеніе по отношенію къ полевымъ шпатамъ. Этотъ элементъ, находясь при образованіи ортоклаза, не оказываетъ замѣтнаго вліянія на процессъ, такъ какъ онъ не входитъ существеннымъ образомъ въ составъ этого минерала; но, находясь въ веществѣ,

¹⁾ Pogg. Ann., LVI, 109.

²⁾ Zeitschr. d. d. geol. Ges., 1867, 559.

³⁾ Jahrb. d. Ver. F. Naturk. in Nassau, 1852, 128.

⁴⁾ Hausmann's Ueb. d. Bild. d. Harzgeb., 1842, 105.

⁵⁾ N. Jahrb., 1862, 789.

⁶⁾ N. Jahrb., 1871, 725.

⁷⁾ Нѣкоторыя изъ этихъ указаній были сдѣланы еще тогда, когда признаки различныхъ клинокластическихъ полевыхъ шпатовъ считались болѣе рѣзкими, чѣмъ это замѣчается въ дѣйствительности. Весьма вѣроятно нахожденіе альбита въ такъ называемомъ спилозитѣ. Lössen, Zeitschr. d. L. g. Ges., XXIV, 751.

изъ котораго могъ бы образоваться чисто натристый полевои шпатъ или альбитъ, кальцій способствуетъ выкристаллизованію не этого послѣдняго минерала, а известковонатристаго полеваго шпата. Короче сказать (принимая теорію Чермака), альбитъ встрѣчается столь же часто, сколько и ортоклазъ, но минералъ этотъ обыкновенно является неразличимымъ, потому что почти всегда вмѣстѣ съ нимъ образуется и анортитъ, дающій съ альбитомъ изоморфное смѣшеніе, представляющееся намъ въ видѣ олигоклаза, лабрадора или какого нибудь другого плагіоклаза.

Подобнымъ же образомъ поясняется и сравнительно рѣдкое нахожденіе въ породахъ анортита.

Вообще можно сказать, что на сколько рѣдки полевошпатовыя породы безъ содержанія (или съ ничтожнымъ содержаніемъ) столь распространенныхъ элементовъ, какъ натрій или кальцій, на столько рѣдко въ составѣ ихъ принимаютъ участіе анортитъ или альбитъ ¹⁾.

Въ заключеніе я приведу одно положеніе, до сихъ поръ еще недоказанное непосредственными наблюденіями, но вытекающее какъ логическое слѣдствіе изъ другихъ извѣстныхъ положеній, степень вѣрности которыхъ слѣдовательно и обусловливаетъ справедливость предлагаемаго положенія.

Слѣдую теоріи Чермака, плагіоклазовыя горныя породы можно разсматривать какъ содержація два самостоятельные вида полевого шпата. Такъ напр. обыкновенный или олигоклазовый діоритъ, состоящій изъ олигоклаза и роговой обманки, представляетъ въ сущности смѣшеніе этого послѣдняго минерала съ альбитомъ и анортитомъ, которые не являются здѣсь въ видѣ отдѣльныхъ недѣлимыхъ, но образуютъ изоморфное смѣшеніе. Другой видъ діорита—діоритъ лабрадоровый—можно разсматривать какъ агрегатъ тѣхъ же минеральныхъ видовъ, но только съ тѣмъ различіемъ, что анортитъ и альбитъ входятъ въ составъ породы въ иныхъ количественныхъ отношеніяхъ.

Извѣстно, что составныя части сложныхъ горныхъ породъ находятся въ этихъ послѣднихъ въ весьма измѣнчивыхъ относительныхъ количествахъ, колеблющихся безъ опредѣленныхъ предѣловъ. Обстоятельство это наблюдается постоянно, вслѣдствіе чего оно и было даже облечено Ротомъ въ форму петрографическаго закона.

Въ силу этого явленія мы должны допустить количественное колебаніе составныхъ частей въ только что упомянутыхъ діоритахъ и притомъ не только

¹⁾ Возможны конечно уклоненія отъ этого общаго правила, но при стеченіи исключительныхъ условій.

относительно роговой обманки и полевошпатовой ихъ части, но также и относительно составляющихъ послѣднюю минеральныхъ видовъ. А такъ какъ подобное измѣненіе количествъ анортита и альбита влечетъ за собою видоизмѣненіе составляемаго ими изоморфнаго смѣшенія, то мнѣ кажется, что обстоятельство это можетъ послужить къ слѣдующему общему выводу.

Входящiе въ составъ горныхъ породъ клинокластическіе полевые шпаты могутъ представлять переходы изъ одной разности въ другую въ одномъ и томъ же мѣсторожденіи породы.

Подтвердить это положеніе неопровержимыми фактами въ настоящее время врядъ ли возможно. Причина этого заключается въ томъ обстоятельстве, что полевые шпаты, заключающіеся въ какой нибудь горной породѣ, анализировались обыкновенно лишь изъ одного ея пункта. Въ тѣхъ же немногихъ случаяхъ, когда обыкновеніе это не соблюдалось, нерѣдко было замѣчаемо нѣкоторое различіе въ составѣ полевыхъ шпатовъ.

Я думаю, что слѣдующіе примѣры могутъ фактически подтвердить вышеприведенный выводъ, хотя и допускаю также, что примѣрамъ этимъ не трудно придать совершенно иное толкованіе.

Въ порфиритѣ (діоритовомъ порфирѣ) Мармато въ Новой Гренадѣ заключаются кристаллы плагіоклаза, которые были анализированы Абихомъ, Якобсономъ, Раммельсбергомъ и въ послѣдствіи Девиллемъ. Въ видахъ удобства сравненія, я привожу результаты анализовъ этихъ ученыхъ, въ формѣ отношеній количества кислорода, заключающагося въ основаніяхъ и въ кремнеземѣ плагіоклаза.

	$R_2O + RO$:	R_2O_3	:	SiO_2
Abich	0,97	:	3	:	7,9 ¹⁾ или 1,00 : 3,09 : 8,01
Rammelsberg	1,06	:	3	:	8,0 ²⁾
Deville	0,80	:	3	:	8,9 ³⁾ или 0,90 : 3,37 : 10,01.

Очевидно, что плагіоклазъ, анализированный Девиллемъ, должно считать за олигоклазъ, тогда какъ плагіоклазы, изслѣдованные другими упомянутыми учеными, относятся къ андезину ⁴⁾. Такимъ образомъ въ одномъ и томъ же мѣсторожденіи породы, но только въ различныхъ ея пунктахъ заключаются различные плагіоклазы.

¹⁾ Pogg. Ann., LI, 523.

²⁾ Mineral chemie, 1860, 607.

³⁾ Ann. Ch Phys. III, XL, 283.

⁴⁾ Девиллемъ сдѣлавъ еще одинъ, неприведенный здѣсь анализъ плагіоклаза уже, нѣсколько псевдоморфизованнаго.

Въ Кукурузалѣ, мѣстности сосѣдней съ Мармато, находятся порфиритъ, отличающійся по наружнымъ признакамъ отъ марматскаго только отсутствіемъ кварцевыхъ зеренъ. Плагіоклазъ этой породы имѣетъ по Девиллю составъ, выражающійся отношеніями кислорода 0,80 : 3 : 6,2.

Я уже говорилъ, что такое видимое различіе ихъ можетъ быть истолковано иначе, но всѣ необходимыя для этого предположенія будутъ менѣе вѣроятны, чѣмъ принятіе за анализами ихъ прямого значенія.

Тоже самое можно замѣтить и относительно слѣдующаго примѣра, въ которомъ различіе плагіоклазовъ выступаетъ менѣе рѣзко.

Въ такъ называемомъ тоналитѣ, образующемъ главную массу горы Адамелло въ Тиролѣ заключаются плагіоклазы, составъ которыхъ, по двумъ анализамъ фомъ Рага, можетъ быть выраженъ слѣдующими отношеніями кислорода.

$$\begin{array}{l} R_2O + RO : R_2O_3 : SiO_2 \\ 0,916 : 3 : 6,815 \\ 0,994 : 3 : 7,503 \text{ } ^1), \end{array}$$

Соображенія, вытекающія изъ теоріи строенія плагіоклазовъ и изъ количественныхъ отношеній составныхъ частей горныхъ породъ, позволяютъ также предполагать, что существованіе породы съ извѣстною разновидностью триклиническаго полеваго шпата указываетъ и на вѣроятность нахождения въ природѣ аналогичной породы съ другою разновидностью этого минерала.

Такимъ образомъ и до изслѣдованія Петерсена можно было думать о существованіи, теперь уже доказанномъ, олигоклазовыхъ діабазовъ, подобно тому какъ въ настоящее время можно предполагать нахождение лабрадорovýchъ базальтовъ, хотя полевои шпаты базальтовыхъ породъ, вслѣдствіе изслѣдованій Циркеля ²⁾, принято считать за олигоклазъ или андезинъ. Для подтвержденія этого предположенія можно даже было бы привести нѣкоторыя данныя, во всякомъ случаѣ не менѣе существенныя чѣмъ тѣ, на основаніи которыхъ Циркель сдѣлалъ свои опредѣленія плагіоклазовъ.

Вообще, изслѣдованія послѣднихъ лѣтъ, обнаруживая содержаніе самыхъ разнообразныхъ плагіоклазовъ въ однородныхъ горныхъ породахъ, повидимому болѣе и болѣе подтверждаютъ высказанное здѣсь предположеніе. Можно указать напр. на изслѣдованія Гауера надъ трахитовыми породами, Сцабо—надъ андезитами и пр. ³⁾.

¹⁾ Zeitschr. d. d. geol. Ges., 1864, 250 и 251.

Лембергъ, въ своей превосходной статьѣ о Предаццо (Zeitsch. d. d. g. G., XXIV, 2 Н. 187), приводитъ анализы полевого шпата изъ монцонита. Минераль этотъ является то олигоклазомъ, то лабрадоромъ или битовнитомъ, близкимъ къ анориту. Къ сожалѣнію изъ статьи не видно, заключаются ли такіе плагіоклазы въ различныхъ мѣстахъ одного и того же мѣсторожденія породы, или же должно считать, что подъ именемъ монцонита въ настоящее время извѣстно нѣсколько самостоятелно развитыхъ горныхъ породъ, представляющихъ различныя петрографическіе виды.

²⁾ Untersuch. über die mikroskop. Zusammensetzung und Structur der Basaltgesteine. 1870, 35.

³⁾ Въ настоящей статьѣ не лишне упомянуть о такъ называемомъ соссюритѣ, играющемъ

Приведенныя въ этой статьѣ положенія отличаются отъ прежде установленныхъ петрографическихъ законовъ между прочимъ тѣмъ, что имѣютъ теоретическія основанія, тогда какъ положенія Рота и Наумана представляли лишь простое выраженіе замѣченнаго факта: они указывали на невозможность совмѣстнаго находенія извѣстныхъ полевыхъ шпатовъ, оставляя причину этого явленія въ сторонѣ.

Приводя прилагаемыя положенія, я не сомнѣваюсь въ ихъ полезности, хотя и допускаю, что они могутъ оказаться невѣрными. Для опроверженія ихъ не представится затрудненій, такъ какъ первый противорѣчащій фактъ покажетъ ихъ несостоятельность. Но вмѣстѣ съ тѣмъ обстоятельство это поведетъ къ ближайшему разслѣдованію другихъ выводовъ, находящихся съ ними въ логической связи. Въ случаѣ же, если упомянутыя положенія окажутся

въ горныхъ породахъ роль полевошпатовой составной части. Минераль этотъ наиболѣе обстоятельно былъ изслѣдованъ только въ габбро, гдѣ онъ встрѣчается наичаще.

Обыкновенно различаютъ два вида сосюрита. Одинъ, сохраняющій иногда въ нѣкоторой степени структуру триклиническихъ полевыхъ шпатовъ, въ химическомъ отношеніи также болѣе или менѣе приближается къ одному изъ нихъ, именно къ лабрадору. Другой имѣетъ составъ, тождественный съ составомъ цоизита.

Сосюрить всегда представляется состоящимъ изъ тонкозернистаго или крипнокристаллическаго агрегата. При такомъ строеніи составной части горной породы, мы всегда имѣемъ основаніе предполагать ея вторичное происхожденіе. т. е. предполагать, что такіе агрегаты образовались чрезъ псевдоморфизацію недѣлимыхъ минерала, являвшагося составною частью еще неизмѣненной породы. Въ этомъ случаѣ уже простое сопоставленіе минералогическаго состава обыкновеннаго и сосюритоваго габбро даетъ указаніе на происхожденіе сосюрита изъ плагіоклаза. И что подобный процессъ дѣйствительно имѣетъ мѣсто въ горныхъ породахъ, показываютъ наблюденія Nagge, замѣтившаго непосредственныя постепенныя переходы между плагіоклазомъ и сосюритомъ.

Извѣстно, какъ часто въ горныхъ породахъ плагіоклазъ обращается въ эпидотъ. Явленіе это рѣзко обнаруживается вслѣдствіе перемѣны бѣлаго цвѣта плагіоклаза въ зеленый или зелено-желтый. Но нельзя предполагать, чтобы плагіоклазъ всегда обращался въ желѣзистую разновидность эпидота; по всей вѣроятности онъ переходитъ также въ известковый эпидотъ, но явленіе псевдоморфизаціи въ этомъ случаѣ остается незамѣченнымъ или сомнительнымъ, потому что при сохраненіи первоначальнаго цвѣта минерала, существованіе процесса можетъ быть доказано лишь химическимъ путемъ, который почти никогда не предпринимался. Но еслибъ анализъ и былъ произведенъ, минераль по всей вѣроятности былъ бы принятъ за сосюрить.

Въ прежнее время, до изслѣдованія Деклуазо, когда цоизитъ считался за известковую разновидность эпидота, мы имѣли основаніе принимать сосюрить за плотный цоизитъ; но въ настоящее время, какъ мнѣ кажется, справедливѣе считать сосюрить за скрытозернистое отличіе известковаго эпидота, во первыхъ потому, что обращеніе въ этотъ минераль плагіоклаза является доказаннымъ и во вторыхъ потому, что довольно хорошо образованные кристаллы сосюрита, которые подъ микроскопомъ мѣстами замѣчаются между его кристаллическими зернами, имѣютъ одноосиномѣрный характеръ. Последнее обстоятельство удалось наблюдать Nagge при его микроскопическихъ изслѣдованіяхъ габбро.

Кромѣ того, весьма вѣроятно, что тѣ сосюриты, которые по кристаллографическимъ и химическимъ признакамъ болѣе или менѣе приближаются къ плагіоклазу, представляютъ переходные продукты измѣненія послѣдняго въ известковистый эпидотъ.

вѣрными, они, мнѣ кажется, могутъ оказать существенную услугу при петрографическихъ изслѣдованіяхъ.

Укажу на слѣдующіе примѣры:

Прейеръ и Циркель, въ своемъ «Путешествіи въ Исландію» описываютъ между прочимъ, весьма развитую по сѣверному берегу острова базальтовидную породу, отличительнымъ признакомъ которой являются недѣлимые анортита придающія ей порфировую наружность ¹⁾. Въ силу положенія, недопускающаго совмѣстнаго находенія клинокластическихъ полевыхъ шпатовъ, я полагаю, что эта базальтовая порода содержитъ изъ числа ихъ только одинъ анортитъ и что слѣдовательно самую породу можно считать настоящимъ *анортитовымъ базальтомъ*.

Изъ факта существованія лабрадороваго габбро, мы имѣемъ основаніе ожидать открытія породы, отличающейся отъ него содержаніемъ другого плагиоклаза. Дѣйствительно, хотя ни въ одномъ литологическомъ учебникѣ не упоминается о подобной породѣ, но на находеніе ея есть положительное указаніе. Въ Изерскомъ департаментѣ, близъ Ламюра, встрѣчается порода, собственно состоящая изъ діаллагона и олигоклаза; — *олигоклазовый габбро*, — изслѣдованная Лори ²⁾, сдѣлавшимъ анализъ ея полевошпатовой части.

¹⁾ Preyer und Zirkel, Reise nach Island, 1862, 295.

²⁾ Ann. d. mines, 4 ser., XVI, 328.

ХИМІЯ, ФИЗИКА И МИНЕРАЛОГІЯ.

ИЗСЛѢДОВАНІЯ НАДЪ МЕТАЛЛИЧЕСКОЙ МѢДЬЮ СЪ ЦѢЛЮ ПРИМѢНЕНІЯ ИХЪ ВЪ МЕТАЛЛУРГІИ ¹⁾.

Д-РА. В. ГАММЕ.

1. ВВЕДЕНІЕ.

Встрѣчающаяся въ продажѣ мѣдь никогда не бываетъ чиста, а содержитъ всегда большія или меньшія количества постороннихъ веществъ, которыя имѣютъ такое существенное вліяніе на ея качества, какъ ни на одинъ изъ всѣхъ другихъ металловъ, исключая, можетъ быть, лишь желѣзо. Очевидно, поэтому, что опредѣлить вліяніе этихъ примѣсей — весьма важно съ практической стороны, и въ тоже время весьма интересно и въ теоретическомъ отношеніи. Если бы точно знать, какимъ образомъ дѣйствуетъ каждая изъ примѣсей, то имѣлось бы необходимое основаніе или путеводная нить при стараніяхъ—устранить вредное вліяніе этихъ примѣсей. Техникъ, стремящійся къ усовершенствованію чего бы то ни было, только тогда можетъ разсчитывать на успѣхъ, когда ему понятны причины и дѣйствіе каждаго отдѣльнаго факта, принадлежащаго къ его технической отрасли; если же онъ бродитъ въ потьмахъ относительно важныхъ вопросовъ и руководствуется единственно своими, хотя бы и многочисленными, эмпирическими наблюденіями, то онъ легко можетъ попасть на ложный путь или обратиться къ ложнымъ средствамъ, которыя не приведутъ его къ желаемой цѣли. Поэтому въ технику часто приноситъ значительно больше пользы одно отдѣльное изслѣдованіе, основанное на научныхъ началахъ, съ хорошо обдуманномъ планомъ и рациональнымъ выполненіемъ, чѣмъ цѣлые ряды опытовъ, которымъ недоставало такихъ научныхъ руководящихъ основаній. Но самое худшее, если при производствѣ такихъ эмпирическихъ опытовъ руководствуются

¹⁾ Zeitschrift für das Berg-Hütten-und Salinenwesen in dem Preussischen Staate. Band XXI und XXII, 1873 и 1874 г.

данными или теоріями, которыя подъ видомъ научности пользуются всеобщимъ довѣріемъ, на самомъ же дѣлѣ ошибочны. Это именно съ полною справедливостью можно сказать объ общераспространенныхъ воззрѣніяхъ относительно вліянія постороннихъ примѣсей на качества мѣди, а также относительно нѣкоторыхъ процессовъ при рафинированіи мѣди.

Вся литература по этому предмету ограничивается почти исключительно указаніями Карстена въ его металлургіи, появившейся въ 1832 году. Съ тѣхъ поръ сдѣлано мало новыхъ сообщеній, и, если относительно нѣкоторыхъ вопросовъ и извѣстны многочисленныя изслѣдованія, то результаты ихъ очень часто противорѣчатъ одинъ другому; напомню лишь о разногласіи мнѣній, касающихся вліянія на мѣдь примѣсей мышьяка, кремнезема, сѣры, углерода и т. д. Подобное разногласіе мнѣній объясняется, по моему, двумя причинами. Во первыхъ, всѣ прежнія наблюденія дѣлались при опытахъ не съ химически чистыми веществами и при такихъ обстоятельствахъ, которыя не исключали возможности примѣшиванія къ мѣди какого нибудь другаго вещества, кромѣ того, чье вліяніе испытывалось; и во вторыхъ, аналитическая химія была еще тогда не на столько разработана, чтобы возможны были достаточно точныя опредѣленія каждой изъ примѣсей, встрѣчающихся въ мѣди. Многіе методы опредѣленій, которые придуманы Карстеномъ и употреблялись имъ при работахъ, оказались даже совершенно ошибочными, какъ напримѣръ, его способы опредѣленія въ мѣди мѣдной закиси и углерода.

Но кромѣ того, опредѣленіе формы соединеній, въ видѣ которыхъ различныя вещества присутствуютъ въ мѣди, лежало совершенно внѣ намѣреній Карстена и его современниковъ. Полагали, что вопросъ вполне разрѣшенъ предположеніемъ, что каждый изъ постороннихъ металловъ заключается въ мѣди въ металлическомъ видѣ, а что кислородъ присутствуетъ единственно въ формѣ закиси мѣди; въ этомъ никто нисколько не сомнѣвался. Когда въ послѣдствіи раздались отдѣльные голоса, которые находили возможнымъ, что посторонніе металлы заключаются въ мѣди отчасти въ видѣ окисей, то для подтвержденія этихъ предположеній на опытѣ оказались относительно болѣе части металловъ такія непреодолимыя трудности, что опыты или не дѣлались совершенно, или же производились не убѣдительною образомъ. Между тѣмъ, при старательномъ изученіи вопроса, казалось возможнымъ разрѣшеніе этой аналитической проблемы, и такъ какъ только аналитическимъ путемъ можно найти ключъ къ опредѣленію химическаго сложения продажной мѣди, а также и къ объясненію замѣчательныхъ переменъ съ мѣдью при излишнемъ продолженномъ ея рафинированіи, то и нужно было во всякомъ случаѣ, и прежде всего, рѣшить эту аналитическую проблему. На сколько это удалось автору, будетъ видно изъ послѣдующихъ сообщеній.

Для подтвержденія заключеній, которыя сдѣлапы изъ результатовъ аналитическихъ изслѣдованій, а также и для большаго разъясненія вопроса, было приготовлено большое количество различныхъ сплавовъ изъ химически

чистыхъ веществъ и испытаны ихъ качества. Такимъ образомъ удалось получить вѣрный взглядъ относительно вліянія опредѣленныхъ количествъ каждаго отдѣльнаго вещества. Конечно, этихъ сплавовъ нельзя было готовить такія количества, чтобы были возможны испытанія ихъ тягучести въ большомъ видѣ; въ замѣнъ этого, при испытаніяхъ всегда соблюдались одни и тѣ же условія, которыя описаны ниже, и при тѣхъ же условіяхъ испытывалась для сравненія и продажная мѣдь.

2. МЕТОДЪ АНАЛИЗА.

При анализѣ продажной мѣди имѣлось въ виду главнѣйшимъ образомъ опредѣленіе конституціи этой мѣди, т. е.—изъ какихъ соединеній она состоитъ.

Какой пользы можно ожидать отъ подобныхъ изслѣдованій, даже если удастся разрѣшить задачу только отчасти, это всего лучше можетъ показать производство желѣза. Это производство, безъ сомнѣнія, обязано значительной частью своего высокаго развитія точнымъ свѣдѣніямъ, которыя имѣются относительно вліянія различныхъ количествъ углерода на желѣзо и относительно формы соединенія углерода съ желѣзомъ. Не слѣдуетъ думать, что условія производства мѣди совершенно другія и что здѣсь свѣдѣнія объ химическомъ сложеніи продажной мѣди имѣютъ гораздо меньше значенія чѣмъ подобныя же свѣдѣнія въ производствѣ желѣза. Подобно тому, какъ превращеніе графита въ химически соединенный углеродъ сообщаетъ желѣзу совершенно другія качества, точно также и переходъ въ металлическій видъ немногихъ сотыхъ процента сурьянокислой окиси висмута дѣлаетъ совершенно негодной рафинированную мѣдь, имѣвшую до того превосходныя качества. Пусть этотъ примѣръ возбудитъ вниманіе техниковъ къ занимающему насъ вопросу, въ которомъ, не смотря на его новостъ, можно бы легко привести и другіе подобныя примѣры, и пусть это послужитъ побужденіемъ къ дальнѣйшимъ изслѣдованіямъ этого вопроса!

Конечно, нельзя отрицать, что опредѣленіе химическаго сложенія продажной мѣди принадлежитъ къ числу самыхъ утомительныхъ аналитическихъ работъ. Если уже незначительность количествъ опредѣляемыхъ веществъ (въ хорошей рафинированной мѣди сумма постороннихъ примѣсей рѣдко превышаетъ 0,4 — 0,7 процента) дѣлаетъ необходимыми особенные способы аналитическихъ опредѣленій, то это въ еще болѣе значительной степени необходимо для опредѣленія, въ видѣ какихъ соединеній присутствуютъ означенныя примѣси. Подыскиваніе годныхъ для этой цѣли методовъ потребовало обширной работы, такъ какъ въ научной литературѣ по этой части можно найти лишь скудную помощь, и притомъ многіе изъ рекомендованныхъ способовъ, при ближайшемъ изслѣдованіи, оказались ошибочными, какъ на примѣръ,

способъ опредѣленія закиси мѣди. Каждый изъ выбранныхъ способовъ примѣнялся къ дѣлу только тогда, когда старательнѣйшія повѣрочныя испытанія показывали, что на этотъ способъ можно вполне положиться и что онъ обладаетъ необходимой точностью. Въ послѣдующемъ я предаю эти способы гласности для того, чтобы каждый могъ испытать ихъ точность и вмѣстѣ съ тѣмъ могъ бы составить себѣ сужденіе и о томъ, на сколько достовѣрны результаты, добытые съ помощью этихъ способовъ; вмѣстѣ съ тѣмъ я надѣюсь, что, описывая подробно эти способы, я могу оказать услугу тѣмъ, которыхъ призваніе или склонность побудятъ отнестись къ начатымъ изслѣдованіямъ съ особеннымъ интересомъ или продолжать ихъ съ цѣлью дальнѣйшей разработки вопроса.

а) Опредѣленіе металлическихъ примѣсей, независимо отъ формы ихъ соединеній.

Количество содержащихся въ рафинированной мѣди металловъ такъ ничтожно, что для ихъ опредѣленія необходимо брать очень большія навѣски; вслѣдствіе этого, при осажденіи мѣди общепринятыми способами, получаютъ слишкомъ объемистые осадки, и дѣлается невозможнымъ получение удовлетворительныхъ результатовъ. Если для осажденія мѣди употреблять сѣрководородъ, то неудобство это уже замѣтно и для небольшихъ навѣсокъ въ нѣсколько граммовъ; осажденіе въ видѣ роданистой мѣди болѣе соотвѣтствуетъ цѣли, такъ какъ это соединеніе, вслѣдствіе своего зернистаго сложенія, вымывается гораздо легче; но тѣмъ не менѣе, и при этомъ способѣ нельзя брать для анализа болѣе 10 граммовъ. Десяти же граммовъ во многихъ случаяхъ далеко не достаточно для того, чтобы получить вѣсомыя количества постороннихъ примѣсей. Если осаждаютъ нѣсколько навѣсокъ, по 10 граммовъ каждая, и соединять фильтраты или декантированные жидкости, то это еще болѣе затруднило бы и безъ того уже продолжительную и трудную работу.

Съ другой стороны, нѣтъ средствъ осаждать лишь постороннія примѣси и оставлять въ растворѣ одну мѣдь, въ томъ случаѣ, если нужно дѣлать полный анализъ всѣхъ составныхъ частей. Въ тѣхъ же случаяхъ, когда достаточно одного приблизительнаго опредѣленія мышьяка, сурьмы, свинца и висмута, можно еще употреблять способъ, предложенный Абедемъ и Фіельдомъ ¹⁾, и состоящій въ томъ, что растворъ мѣди, по предварительной прибавкѣ азотнокислаго свинца, пересыщается амміакомъ, и поименованные металлы опредѣляются въ осадкѣ. Но вполне точнымъ способъ этотъ, конечно, названъ быть не можетъ.

¹⁾ Dingler's polytechnisches Journal B. 170, S. 450.

Также и опредѣленіе количества чистой мѣди въ рафинированной мѣди не удастся съ достаточной точностью ни по одному изъ употребительныхъ старыхъ вѣсовыхъ или титровальныхъ способовъ, хотя такое точное опредѣленіе и было бы весьма желательно для провѣрки результатовъ анализа. Въ этомъ отношеніи способъ опредѣленія мѣди электролитическимъ путемъ оказываетъ неоцѣненную услугу и даетъ прекрасные результаты ¹⁾ Чрезвычайная точность и удобства этого способа привели меня скоро къ мысли брать навѣску не въ 2 грамма, какъ говорится въ описаніи этого способа, а значительно большую, именно въ 25 граммовъ, и по раствореніи подвергать ее сразу электролизу. Успѣхъ былъ полный. Такимъ способомъ возможно столь точное опредѣленіе, что онъ можетъ употребляться для опредѣленія атомнаго вѣса мѣди, и дѣйствительно успѣшно примѣнялся мною для этой цѣли. Но кромѣ того, по этому способу возможно перерабатывать заразъ большія количества продажной мѣди, и отдѣленіе при этомъ мѣди удастся вполне и безъ всякихъ затрудненій, постороннія же примѣси остаются безъ малѣйшей потери въ растворѣ. Выгоды, вслѣдствіе такой возможности перерабатывать много мѣди заразъ, вполне очевидны безъ дальнѣйшихъ поясненій. Достаточно упомянуть уже о томъ, что по старымъ способамъ до сихъ поръ не удавалось найти въ мансфельдскихъ сланцахъ или въ тамошней мѣди — сурьмы, между тѣмъ какъ электролитическимъ путемъ удается опредѣлить даже и ея количество ²⁾.

Прежде чѣмъ перейти къ описанію самого способа, слѣдуетъ сказать, что для анализа не годится употребленіе мѣди въ видѣ опилокъ. Во первыхъ, опилки заключаютъ всегда отколовшіяся при работѣ частички стали, хотя бы и употреблялся лучшій англійскій подпилкокъ; количество стали достигаетъ часто до 0,4 процента. Затѣмъ, эти опилки всегда заключаютъ нѣсколько сотыхъ процентовъ жирныхъ веществъ, которые отчасти стерты съ подпилка, отчасти же остаются на подпилкѣ и на мѣди вслѣдствіе хватанія руками; при нагрѣваніи опилокъ, если не соблюдать особенныхъ предосторожностей при опилованіи, всегда замѣтенъ пригорѣлый запахъ, который происходитъ отъ разложенія такихъ жирныхъ веществъ. Частички стали можно еще удалить довольно легко съ помощью магнита; но удаленіе жирныхъ веществъ затруднительнѣе. Объ этомъ обстоятельствѣ мы будемъ еще говорить, описывая способъ опредѣленія закиси мѣди. Это обстоятельство въ началѣ опытовъ было причиною того, что многіе старательно выполненные анализы давали въ результатѣ значительную потерю вещества и должны были повторяться для того, чтобы указать гдѣ лежала ошибка. Упомянутый источникъ ошибокъ былъ найденъ лишь послѣ многихъ испытаній.

¹⁾ Zeitschrift für Berg-Hütten-und Salinen-wesen im preussischen Staate, Bd VII—Fresenius, Zeitschrift für analytische Chemie, 1872, S. 1. На русскомъ языкѣ способъ этотъ описанъ П. Лохтинымъ въ № 8 Горн. Журн. за 1873 годъ.

²⁾ Fresenius, Zeitschrift für analytische Chemie, 1872, S. 9.

По изложеннымъ причинамъ гораздо цѣлесообразнѣе отвѣшивать для анализа мѣдь въ видѣ отрубленныхъ зубиломъ чистыхъ кусочковъ. Для каждаго анализа употребляются двѣ навѣски приблизительно въ 25 граммовъ каждая. Каждая изъ навѣсокъ нагревается отдѣльно при умеренной температурѣ въ стаканѣ, содержащемъ смѣсь изъ 200 куб. сантиметровъ воды и 175—180 куб. сант. азотной кислоты въ 1,2 удѣльнаго вѣса; нагреваніе продолжается до тѣхъ поръ, пока уже не замѣтно ни малѣйшей металлической частички. Полученный растворъ, не смотря на то, чистъ ли онъ или содержитъ, какъ при многихъ сортахъ мѣди, тонко раздѣленными частички сурьмянокислыхъ солей и т. д.,—смѣшивается съ 25 куб. сант., химически чистой концентрированной сѣрной кислоты, которая предварительно нѣсколько разбавляется водой, для того, чтобы предотвратить разбрызгиваніе. Количество сѣрной кислоты превышаетъ приблизительно на 5 куб. сант. то, которое необходимо по теоріи для превращенія 25 граммовъ мѣди изъ азотнокислой соли въ сѣрнокислую. Жидкость, вмѣстѣ съ осадкомъ, если онъ только образовался, переливается въ большую фарфоровую чашку и выпаривается до суха въ водяной банѣ; когда это достигнуто, чашка переносится на сухую баню и нагревается на ней до тѣхъ поръ, пока не выдѣлится весь небольшой избытокъ свободной сѣрной кислоты. Когда уже не выдѣляется болѣе кислыхъ паровъ, и по охлажденіи чашки, ее покрываютъ стеклянной плоской чашкой и прибавляютъ около 20 куб. сант. азотной кислоты въ 1,2 удѣльнымъ вѣсомъ; затѣмъ начинаютъ осторожно и постепенно приливать воды, причемъ покрывающее стекло слѣдуетъ поднимать лишь немного съ одного бока, чтобы не произошло потери черезъ разбрызгиваніе. Всего слѣдуетъ прибавить около 350 куб. сант. воды. Послѣ того, какъ мѣдный купоросъ, при нагреваніи и помѣшиваніи, растворился, прибавляютъ ровно столько куб. сант.—титрованной соляной кислоты (1 куб. сант. которой соотвѣтствуетъ 0,001 гр. серебра), сколько требуется для осажденія серебра, находящагося во взятой навѣскѣ мѣди. Съ этою цѣлью опредѣляютъ уже заранѣе вполнѣ точно содержаніе въ мѣди серебра. Затѣмъ, жидкость оставляютъ 24 часа въ покоѣ и потомъ отфильтровываютъ осадокъ, состоящій изъ хлористаго серебра, сѣрнокислаго свинца, сурьмяной кислоты или сурьмянокислыхъ солей, и вымываютъ хорошенько чашку и осадокъ; фильтръ должно брать возможно меньшей величины и изъ шведской бумаги. Здѣсь должно замѣтить, что чашку во всякомъ случаѣ слѣдуетъ вымыть горячей концентрированной соляной кислотой, потому что часто къ ней пристаеъ такъ крѣпко небольшое количество сурьмяной кислоты, что механическимъ способомъ отдѣлить ее невозможно. Полученную при этомъ жидкость разбавляютъ водой и затѣмъ насыщаютъ сѣрководородомъ. Если образуется осадокъ, то его присоединяютъ впоследствии къ главному количеству сѣрнистой сурьмы.

Растворъ мѣди, вмѣстѣ съ промывной водой собираютъ въ стаканъ, размеры котораго соотвѣтствуютъ употребляемому при электролизѣ платиновому

конусу и въ тоже время даютъ для жидкости достаточно мѣста. Его объемъ равенъ 400—450 куб. сант. Я употребляю стаканы въ 9,2 сант. діаметромъ и 15 сант. высотой. Электролитическое осажденіе мѣди производится извѣстнымъ образомъ, при употребленіи постоянного гальваническаго тока такой силы, что онъ въ 30 минутъ развиваетъ изъ разбавленной сѣрной кислоты (1 : 12) 130 куб. сант. гремучаго газа. Не слѣдуетъ однако заботиться о томъ, чтобы сила тока оставалась совершенно постоянной. При моихъ осажденіяхъ она колебалась между 180 и 90 куб. сант. Мѣдь осаждается безъ всякихъ затрудненій въ плотномъ металлическомъ видѣ на платиновомъ конусѣ, къ которому пристаётъ весьма крѣпко. При упомянутой сначала силѣ тока, осажденіе оканчивается приблизительно въ 3 сутокъ. Когда растворъ сдѣлается безцвѣтнымъ, и, при разбавленіи водой, вновь погружившаяся часть платинового конуса послѣ нѣкотораго времени покрывается лишь очень слабымъ налетомъ мѣди, — осажденіе можно считать оконченнымъ и при дальнѣйшемъ дѣйствіи гальваническаго тока стали бы осаждаться только мышьякъ и сурьма. Однако, въ этомъ отношеніи не слѣдуетъ быть преувеличенно боязливымъ, такъ какъ осажденіе упомянутыхъ металловъ, вслѣдствіе незначительности количествъ, въ которыхъ они присутствуютъ, изъ сильно кислаго раствора происходитъ лишь очень медленно. Если умышленно продолжить дѣйствіе тока, то нерѣдко мало и 1—2 часовъ для того, чтобы на розово-красной поверхности осажденной мѣди появились тусклыя полосы и пятна; это служить вѣрнѣйшимъ признакомъ того, что еще не осадилось ни слѣда мышьяка или сурьмы. Такъ какъ въ растворѣ всегда остается очень небольшое количество мѣди, и для хода анализа совершенно безразлично, будетъ ли это количество нѣсколько больше или меньше, то для того, кто еще не научился вѣрно опредѣлять конецъ осажденія, возможно прекращеніе тока даже и тогда, когда жидкость еще имѣетъ слабый синій оттѣнокъ. При такихъ обстоятельствахъ невозможно, конечно, осажденіе мышьяка и сурьмы.

Когда осажденіе мѣди кончилось, въ стаканъ опускаютъ сифонъ, наполненный водой и болѣе длинный конецъ котораго опущенъ въ большую колбу, приведя сифонъ въ дѣйствіе, начинаютъ въ тоже время приливать въ стаканъ воды изъ заранѣе приготовленной промывалки, такъ что уровень жидкости въ стаканѣ не перемѣняется; это продолжаютъ до тѣхъ поръ, пока еще происходитъ отдѣленіе пузырьковъ газа на положительномъ полюсѣ. Когда пузырьки уже не отдѣляются, это есть знакъ того, что жидкость въ стаканѣ не содержитъ уже болѣе кислоты. Только послѣ этого прерываютъ токъ, споласкиваютъ еще разъ мѣдь надъ стаканомъ, сначала водой, а потомъ надъ другимъ стаканомъ—абсолютнымъ алкоголемъ, и затѣмъ немедленно сушатъ. Простѣйшимъ образомъ это дѣлается такъ, что конусъ съ мѣдью держатъ въ горячемъ воздухѣ, который поднимается надъ большой платиновой или серебряной чашкой, нагрѣваемой снизу лампой. Послѣ того какъ платиновый конусъ

съ мѣдью высохнетъ и охладится, его взвѣшиваютъ. Прекрасный красно-розовый цвѣтъ мѣди служитъ ручательствомъ и доказательствомъ ея чистоты.

Затѣмъ вынимаютъ изъ стакана платиновую спираль, которая служитъ положительнымъ полюсомъ, и споласкиваютъ въ колбу какъ эту спираль, такъ и сифонъ, и наконецъ самый стаканъ. Въ колбѣ содержится теперь около 4 литровъ жидкости. На платиновой спирали почти всегда остается бурый налетъ перекиси свинца, потому что хотя большая часть свинца и осталась въ осадкѣ послѣ выпариванія съ сѣрной кислотой, въ видѣ нерастворимой сѣрнокислой соли, тѣмъ не менѣе не слѣдуетъ забывать, что небольшое количество этого соединенія могло раствориться при послѣдующемъ прибавленіи азотной кислоты. Изъ азотнокислаго раствора и осаждается перекись свинца. Спираль обмываютъ надъ маленькой фарфоровой чашкой концентрированной соляной кислотой, съ которой происходитъ немедленно образованіе хлористаго свинца; къ послѣднему присоединяется небольшое количество хлористой платины, образующейся на счетъ хлора изъ перекиси свинца и соляной кислоты. Растворъ свинца выпариваютъ до суха съ нѣсколькими каплями сѣрной кислоты, выдѣляютъ свободную кислоту нагрѣваніемъ, и прокалываютъ осадокъ. Онъ состоитъ теперь изъ смѣси сѣрнокислаго свинца и небольшого количества металлической платины; соляная кислота легко извлекаетъ первый и его растворъ оставляютъ пока въ сторонѣ.

По описанному способу обрабатываютъ и вторую навѣску въ 25 граммовъ мѣди, и, для дальнѣйшаго выполненія анализа, соединяютъ вмѣстѣ соотвѣтствующіе другъ другу осадки и растворы, полученные отъ двухъ навѣсокъ.

Начнемъ съ обработки жидкости, которая слита сифономъ съ осажденной мѣди. Прежде всего, ее сильно выпариваютъ въ колбѣ, затѣмъ переливаютъ въ фарфоровую чашку, выпариваютъ сначала на водяной, а потомъ на песчаной банѣ, нагрѣваемой паромъ, такъ что большая часть свободной сѣрной кислоты испарится и ея останется лишь нѣсколько капель. Я опасался первоначально, что при этомъ можетъ улетучиться и мышьякъ, но полное согласіе два раза одинъ за другимъ произведенныхъ анализовъ показываетъ, что это невозможно. Мышьякъ присутствуетъ въ видѣ мышьяковой кислоты и точка кипѣнія сѣрной кислоты не достаточно высока для того, чтобы произвести раздѣленіе мышьяковой кислоты на кислородъ и легко летучую мышьяковистую кислоту. Остающійся въ чашкѣ осадокъ нагрѣваютъ съ концентрированной соляной кислотой, разбавляютъ нѣсколько водой и фильтруютъ. На фильтрѣ остается обыкновенно небольшое количество кремнезема, который попадаетъ въ растворъ изъ употреблявшейся посуды. Фильтратъ насыщаютъ сѣрководороднымъ газомъ, оставляютъ стоять сутки при 75° Ц., затѣмъ повторяютъ насыщеніе сѣрководородомъ снова и выдѣляютъ избытокъ сѣрводорода умѣреннымъ нагрѣваніемъ, чтобы произвести такимъ образомъ полное выдѣленіе мышьяка. Прежде чѣмъ отфильтровать осадокъ, вышеупомянутый растворъ хлористаго свинца, получившійся изъ перекиси свинца

на платиновой спирали, перерабатываютъ такимъ образомъ, что сѣрнистый свинецъ можетъ быть отфильтрованъ вмѣстѣ съ главнымъ осадкомъ. Для этого растворъ этотъ пересыщаютъ амміакомъ, подкисляютъ за тѣмъ азотной кислотой и осаждаютъ сѣрководородомъ. Такимъ образомъ легко удается полное осажденіе свинца, котораго трудно достигнуть, если вводить сѣрководородъ прямо въ растворъ хлористаго свинца. Прежде всего отфильтровываютъ одинъ сѣрнистый свинецъ, потомъ на томъ же фильтрѣ собираютъ и сѣрнистую сурьму, если она только получилась послѣ обработки соляной кислотой чашки, въ которой происходило выпариваніе съ сѣрной кислотой, и по осажденіи раствора сѣрководородомъ. Фильтраты отъ обоихъ осадковъ выливаютъ вонъ и затѣмъ уже собираютъ на томъ же фильтрѣ и осадокъ отъ обработки сѣрководородомъ получившейся послѣ электролиза жидкости. Отцѣженная жидкость служить для опредѣленія желѣза, никкеля и т. д.

Между тѣмъ перерабатываютъ нижеописываемымъ способомъ и смѣсь хлористаго серебра, сѣрнокислаго свинца, сурьянокислыхъ солей и т. д., которая получилась изъ первоначальнаго мѣднаго раствора, выпареннаго съ сѣрной кислотой и смѣшаннаго потомъ съ соляной кислотой. Послѣ того какъ осадки отдѣлены возможно лучшимъ образомъ отъ обоихъ фильтровъ ¹⁾ ихъ оставляютъ пока въ сторонѣ, фильтры же нагрѣваютъ съ дымящейся азотной кислотой въ фарфоровомъ тиглѣ, выпариваютъ кислоту и остатокъ осторожно накаливаютъ съ нѣсколькими зернышками азотнокислаго амміака; такимъ образомъ достигаютъ полнаго разрушенія фильтровальной бумаги. Затѣмъ осадки стряхиваютъ въ тотъ же тигель и сплавляютъ въ немъ съ тройнымъ количествомъ углекислаго натра и сѣры. Этимъ путемъ достигается полное разложеніе сурьянокислыхъ солей, вслучаѣ ихъ присутствія. Сплавленную массу обрабатываютъ горячей водой, пока она вполнѣ не разойдется, и жидкость отфильтровываютъ черезъ тотъ фильтръ, который содержитъ сѣрнистые осадки изъ всѣхъ другихъ жидкостей. Въ фильтратѣ находятся вполнѣ: мышьякъ, сурьма и олово, какъ сульфо-соли, осадокъ же на фильтрѣ заключаетъ вполнѣ: свинецъ, серебро, висмутъ и мѣдь, какъ сѣрнистые металлы. Промываніе осадка производится сначала разбавленнымъ растворомъ сѣрнистаго калия, затѣмъ водой, содержащей сѣрководородъ. Промывная жидкости присоединяются, конечно, къ фильтрату.

Осадокъ на фильтрѣ обливаютъ нѣсколько разъ нагрѣтой азотной кислотой средней крѣпости, причемъ воронка должна быть покрыта часовымъ стекломъ, чтобы избѣжать разбрызгиванія. Промытый и высушенный фильтръ сжигается, зола его присоединяется къ азотнокислому раствору, который нагрѣвается до кипѣнія и фильтруется. Если висмутъ присутствуетъ лишь въ небольшомъ количествѣ, то серебро изъ раствора осаждаютъ соляной кис-

¹⁾ Осадковъ два потому, что взяты двѣ навѣски.

лотой, выпариваютъ фильтратъ съ сѣрной кислотой почти до суха, кипятятъ съ разбавленной сѣрной кислотой, оставляютъ стоять 12 часовъ и отфильтровываютъ сѣрнокислый свинецъ; наконецъ мѣдь и висмутъ раздѣляютъ углекислымъ амміакомъ. При бѣльшемъ количествѣ висмута нейтрализуютъ азотнокислый растворъ углекислымъ натромъ, прибавляютъ ціанистаго калия въ избыткѣ, отфильтровываютъ окись свинца и окись висмута, и изъ фильтра осаждаютъ серебро осторожнымъ прибавленіемъ азотной кислоты, какъ ціанистое соединеніе. Фильтратъ ціанистаго серебра выпариваютъ до суха съ сѣрной кислотой, чтобы разложить ціанистыя соединенія, остатокъ растворяютъ въ водѣ съ прибавленіемъ соляной кислоты, фильтруютъ и изъ раствора осаждаютъ мѣдь сѣроводородомъ. Смѣсь окисей свинца и висмута растворяютъ въ горячей соляной кислотѣ, выпариваютъ въ водяной банѣ до небольшого объема и переливаютъ затѣмъ это небольшое количество раствора въ большое количество воды. Послѣ того какъ растворъ простоитъ сутки въ покой, осадокъ, заключающій весь висмутъ, отфильтровываютъ, растворяютъ въ азотной кислотѣ, осаждаютъ углекислымъ амміакомъ, кипятятъ жидкость и передъ отцѣживаніемъ ждутъ снова сутки. Растворъ хлористаго свинца осаждаютъ сѣрнистымъ аммоніемъ и превращаютъ сѣрнистый свинецъ въ сѣрнокислый, въ видѣ котораго онъ и взвѣшивается.

Если вышеупомянутый растворъ сульфо-солей не содержитъ олова, какъ это было при изслѣдованныхъ мною сортахъ мѣди, и если дѣло идетъ такимъ образомъ только объ отдѣленіи мышьяка отъ сурьмы, то это производится всего лучше осажденіемъ сульфо-солей разбавленной сѣрной кислотой, фильтрованіемъ, раствореніемъ осадка въ свѣжеприготовленномъ сѣрнистомъ аммоніѣ, выпариваніемъ полученнаго раствора, окисленіемъ остатка соляной кислотой и хлорнокислымъ кали, прибавленіемъ винпокаменной кислоты, потомъ амміака въ избыткѣ, фильтрованіемъ и осажденіемъ мышьяковой кислоты въ видѣ двойной магnezіальной соли. Отфильтрованный осадокъ всегда долженъ быть растворенъ еще разъ въ соляной кислотѣ, снова осажденъ амміакомъ, и затѣмъ взвѣшенъ послѣ сушенія при 100° какъ $2 \text{ MgO} \cdot \text{AmO} \cdot \text{AsO}_5 + 1 \text{ aq.}$; или же изъ его солянокислаго раствора осаждаютъ весь мышьякъ сѣроводородомъ, а въ фильтратѣ опредѣляютъ количество магnezіи, послѣ превращенія ея въ фосфорнокислую соль; количество мышьяка высчитываютъ изъ количества магnezіи. Этотъ способъ оказывается въ особенности удобнымъ при большихъ количествахъ мышьяка, такъ какъ устраняется затруднительное сушеніе большихъ количествъ двойной мышьяковокислой соли амміака и магnezіи, высушить которую до постояннаго вѣса, какъ извѣстно, удается не легко. Изъ подкисленнаго фильтра двойной мышьяковокислой соли осаждаютъ сѣроводородомъ сурьму, и при малыхъ ея количествахъ взвѣшиваютъ какъ SbS_4 , при бѣльшихъ-же — какъ SbS_3 . Въ послѣднемъ случаѣ осадокъ собираютъ, по совѣту Фрезеніуса, на азбестовомъ или стеклянномъ фильтрѣ, который помѣщаютъ въ трубку съ вытянутымъ концемъ, и взвѣшиваютъ вмѣстѣ съ фильтромъ и

трубкой, такъ что и нагрѣваніе его въ струѣ углекислоты можетъ быть немедленно произведено въ той же трубкѣ.

Наконецъ, что касается до опредѣленія желѣза, никкеля, кобальта и т. д., то фильтратъ, послѣ осажденія сѣроводородомъ, содержащій эти металлы какъ хлористыя или сѣрнокислыя соединенія, выпаривается до тѣхъ поръ, пока не выдѣлится весь сѣроводородъ, кипятится съ небольшимъ количествомъ азотной кислоты и затѣмъ смѣшивается съ амміакомъ въ избыткѣ. Окись желѣза осаждается, между тѣмъ какъ никкель и кобальтъ остаются въ амміакальномъ растворѣ. Небольшое количество никкеля осаждается вмѣстѣ съ желѣзомъ и должно быть отдѣлено повтореніемъ растворенія и осажденія соляной кислотой п амміакомъ. Окись желѣза взвѣшивается, и послѣ этого желѣзо, для повѣрки, опредѣляется еще титровальнымъ способомъ.

Полученный амміачный растворъ никкеля и кобальта какъ нельзя болѣе пригоденъ для электролитическаго осажденія этихъ металловъ. Я долженъ подтвердить вполне высказанное уже раньше мнѣніе, что этотъ способъ превосходить точностью всѣ прежніе способы опредѣленія никкеля и кобальта ¹⁾. Въ самомъ дѣлѣ, электролитическій способъ заслуживаетъ наибольшаго вниманія. Для раздѣленія металловъ одинъ отъ другаго, ихъ растворяютъ, послѣ взвѣшиванія, въ соляной кислотѣ, выпариваютъ растворъ почти до суха и прибавляютъ азотистокислаго кали. Выдѣлившуюся кобальтовую соль отцѣживаютъ, растворяютъ снова въ соляной кислотѣ, пересыщаютъ амміакомъ и снова осаждаютъ кобальтъ гальваническимъ токомъ, въ видѣ твердаго металлическаго налета на платиновомъ цилиндрѣ. Никкель опредѣляется изъ разности полученныхъ чиселъ; но онъ можетъ быть опредѣленъ и прямо, именно чрезъ осажденіе ѣдкимъ кали въ видѣ окиси, которая и взвѣшивается; или же чрезъ осажденіе электролитическимъ путемъ, изъ солянокислаго и пересыщенного амміакомъ раствора.

Въ заключеніе должно еще обратить особенное вниманіе на одно обстоятельство. Въ предыдущемъ описаніи анализа, при раздѣленіи свинца, серебра и т. д., обращено вниманіе и на висмутъ. Это можетъ показаться удивительнымъ, такъ какъ висмутъ осаждается гальваническимъ токомъ въ одно время съ мѣдью и не долженъ бы находиться въ подвергнутой электролизу жидкости. И въ самомъ дѣлѣ, это вполне справедливо относительно того висмута, который вмѣстѣ съ мѣдью растворяется въ азотной кислотѣ. Но многіе сорта мѣди заключаютъ этотъ металлъ въ видѣ нерастворимаго соединенія, о которомъ говорится ниже. Этотъ висмутъ, послѣ растворенія осадка и вообще при описанномъ ходѣ работы, присоединяется въ заключеніе къ сѣрнатымъ соединеніямъ свинца, серебра и мѣди.

¹⁾ Сообщение Правленія Мансфельдскаго Горнаго округа объ этомъ предметѣ, *Zeitschrift für Berg—Hütten und Salinen—Wesen im preuss. Staate*. 1872, Bd. 20. S. 41.

Способность висмута осаждаться вмѣстѣ съ мѣдью гальваническимъ токомъ, дѣлаетъ необходимымъ испытаніе на этотъ металлъ осажденной мѣди. Количество висмута должно быть опредѣлено какъ для того, чтобы можно было высчитать содержаніе чистой мѣди, такъ и для того еще болѣе, чтобы знать точно количество самого висмута, что чрезвычайно важно, вслѣдствіе его необыкновенно сильнаго и вреднаго вліянія на качества мѣди. Послѣ многихъ тщетныхъ опытовъ съ цѣлю отдѣленія незначительныхъ количествъ висмута отъ очень большихъ количествъ мѣди и точнаго опредѣленія этихъ количествъ, — слѣдующій способъ оказался наиболѣе удовлетворительнымъ. Мѣдь, содержащую висмутъ, растворяютъ въ возможно меньшемъ количествѣ азотной кислоты: на 50 гр. мѣди довольно приблизительно 350 кубич. сантиметровъ азотной кислоты въ 1,2 уд. вѣсомъ; растворъ сливается въ большую колбу, смѣшивается съ большимъ избыткомъ концентрированной соляной кислоты и кипятится до тѣхъ поръ, пока не выдѣлится вся азотная кислота и металлы не останутся въ растворѣ исключительно въ видѣ хлористыхъ соединеній. Если понадобится, во время кипяченія приливаютъ свѣжей соляной кислоты. Послѣ того какъ избытокъ послѣдней выпаренъ въ водяной банѣ и остатокъ принялъ коричневый цвѣтъ, къ нему приливаютъ большое количество кипящей воды. Весь висмутъ осаждается, смѣшанный съ нѣкоторымъ количествомъ основной мѣдной соли. Черезъ 24 часа осадокъ отцѣживаютъ и раздѣляютъ металлы или немедленно углекислымъ амміакомъ изъ азотнокислаго раствора, или же, если основной мѣдной соли большое количество, послѣ вторичнаго осажденія водой изъ солянокислаго раствора. Этотъ способъ даетъ весьма хорошіе результаты. Сплавы, составленные синтетическимъ путемъ изъ химически чистыхъ мѣди и висмута, при анализѣ посредствомъ превращенія въ хлористыя соединенія и осажденія водой, давали вполне точныя количества висмута. Объ этомъ говорится ниже.

б) *Опредѣленіе формы соединеній металлическихъ примѣсей.*

Для изслѣдованія того, заключаются ли постороннія примѣси въ мѣди въ видѣ свободныхъ металловъ, или же вполне или отчасти какъ окиси или соли, требуется два ряда опытовъ, именно количественные анализы остатковъ послѣ

- 1) обработки мѣди азотной кислотой и
- 2) обработки ея нейтральнымъ азотнокислымъ серебромъ.

Первый рядъ опытовъ. Составъ остатка послѣ обработки продажной мѣди азотной кислотой.

Уже много разъ было замѣчено, что при раствореніи многихъ сортовъ мѣди въ азотной кислотѣ, умѣренной крѣпости, остается илуподобный осадокъ

но его считали или за землистыя вещества и частички шлака, какъ Абель и Фіельдъ, или же полагали, что онъ образуется при дѣйстви азотной кислоты на постороннія примѣси, и что, поэтому, достаточно при выполненіи и вычисленіи анализа обращать вниманіе только на металлическія составныя части.

Такъ напримѣръ, Рэйшауэръ ¹⁾ получилъ изъ 1½ килограммовъ чистой листовой мѣди, которая отличалась плохой тягучестью, но была въ большемъ употребленіи у Мюнхенскихъ мѣдниковъ, послѣ растворенія въ азотной кислотѣ, 32 грамма нерастворимаго остатка слѣдующаго состава:

Сурьмяной кислоты	66,61	процентовъ.
Окиси свинца	10,91	»
Окиси мѣди	7,97	»
Оловянной кислоты	2,28	»
Закиси никкеля	2,17	»
Окиси желѣза	1,66	»
Воды	8,22	»
	<hr/>	
	99,82	процентовъ.

Изъ этого можно высчитать содержаніе примѣсей, если онѣ заключались въ мѣди въ металлическомъ видѣ. Вообще содержаніе металловъ въ остаткѣ слѣдующее:

	на 100 ч. осадка.	на 100 ч. мѣди.
Свинца	10,19 проц.	0,21 проц.
Мѣди	6,37 »	0,13 »
Олова	1,79 »	0,04 »
Сурьмы	50,19 »	1,04 »
Желѣза	1,16 »	0,02 »
Никкеля	1,71 »	0,04 »
	<hr/>	<hr/>
	71,41 »	1,48 проц.

Рэйшауэръ не касается вопроса, заключались ли выдѣлившіяся соединенія готовыми въ мѣди, или же образовались при обработкѣ ея азотной кислотой. Между тѣмъ, весьма вѣроятно, что послѣднее имѣло хотя отчасти мѣсто, такъ какъ осадокъ заключаетъ воду, которая намекаетъ на присутствіе гидратной сурьмяной кислоты.

Первый обратившій вниманіе на этотъ вопросъ былъ Флейтманъ ¹⁾. Ссылаясь на вышеупомянутую работу Рэйшауэра, онъ говоритъ, что послѣ долгихъ изслѣдованій пришелъ къ слѣдующимъ результатамъ:

¹⁾ Wagner, Jahresbericht Bd. 10, S. 114.

²⁾ Dingler, polyt. Journal, Bd 175, S 32.

«Мѣдь содержитъ часть примѣсей, именно желѣзо, никкель, свинець, въ видѣ окисей, соединенныхъ, какъ и небольшія количества закиси мѣди и щелочныхъ земель, съ кремнеземомъ, мышьяковой кислотой, сурьмяной кислотой, окисью олова. Эти соединенія растворяются въ расплавленной мѣди, а при ея охлажденіи выдѣляются снова. При раствореніи мѣди въ азотной кислотѣ, онѣ остаются въ твердомъ видѣ, какъ трудно растворимыя, хотя и богатыя основаніями силикатоподобныя соединенія, или какъ вещества, подобныя кристаллическимъ шлакамъ. Другая часть примѣсей, именно сурьма, мышьякъ, олово, свинець, а также и часть желѣза и никкеля, содержатся въ мѣди какъ металлы. Изъ нихъ, при обработкѣ мѣди азотной кислотой, сурьма и олово остаются, конечно, въ видѣ нерастворимыхъ окисей, а также и часть свинца, въ видѣ сѣрноислой соли, если мѣдь содержала сѣру. При большемъ содержаніи сѣры, къ осадку примѣшивается нѣсколько сѣрнистой мѣди, которая кромѣ свободной сѣры содержитъ обыкновенно нѣсколько мышьяка. Прочія примѣси растворяются въ азотной кислотѣ».

Хотя о справедливости заключеній Флейтмана нельзя судить потому, что онъ не сообщаетъ всѣхъ подробностей относительно опытовъ, съ помощью которыхъ онъ пришелъ къ приведеннымъ заключеніямъ, но сообщеніе его во всякомъ случаѣ показываетъ, что изслѣдованія химическаго строенія мѣди не считаются за празныя выдумки или бесполезную работу.

На сколько обработка мѣди азотной кислотой и изслѣдованіе остатка могутъ послужить къ разъясненію вопроса о сложеніи мѣди, объ этомъ можно судить, принимая въ расчетъ хорошо извѣстные факты относительно дѣйствія азотной кислоты на металлы и на ихъ соединенія.

Никкель растворяется, если онъ присутствуетъ какъ металлъ, но остается въ осадкѣ, если заключался въ мѣди въ видѣ окиси или сурьмяноислой соли. Нахожденіе окиси никкеля въ рейхельсдорфской спѣлой мѣди доказано Гентомъ ¹⁾ уже въ 1846 году, а присутствіе въ мѣди мѣдной слюдки извѣстно еще съ 1817 года, изъ сообщенія Гаусмана и Штроемeyerа ²⁾. Впрочемъ, послѣднее соединеніе встрѣчается не только въ слюдяной мѣди, но, по показанію Борхерса ³⁾, найдено имъ въ 1837 году и въ спѣлой мѣди, въ которой было менѣе 0,1 процента сурьмы.

Относительно желѣза нельзя такъ же положительно утверждать какъ объ никкелѣ, что, растворенное азотной кислотой, оно заключалось именно въ металлическомъ видѣ, такъ какъ азотная кислота растворяетъ и само желѣзо, и его окись, и соединенія послѣдней съ закисью мѣди или съ мышьяковой кислотой.

¹⁾ Bergwerksfreund; Bd X. S. 323.

²⁾ Schweigger, Jahrbuch für Chemie und Physik, Bd XIX, S 211.

³⁾ Poggendorffs Annalen der Physik und Chemie. Bd 41, S 343.

Тоже самое должно сказать объ свинцѣ, висмутѣ и мышьякѣ. Они растворяются въ азотной кислотѣ какъ металлы, какъ окиси или какъ мышьяково-кислыя соли. Только сурьмянокислая окись свинца или висмута нерастворимы. Въ этихъ случаяхъ рѣшается вопросъ описываемая ниже реакція съ нейтральнымъ азотнокислымъ серебромъ.

Наконецъ сурьма, если только она присутствуетъ въ соединеніи съ мѣдью (какъ сурьмянистая мѣдь) и если ея количество лишь незначительно больше 0,1 процента, растворяется вполне при обработкѣ мѣди азотной кислотой, какъ и при подобномъ же раствореніи афинированнаго свинца. Большія количества сурьмы бывають причиною выдѣленія гидратной сурьмяной кислоты. Но послѣднюю легко отдѣлить отъ заключающихся иногда въ мѣди и также остающихся нерастворенными сурьмянокислыхъ солей, если остатокъ нагрѣть съ соляной кислотой средней крѣпости, смѣшанной съ виннокаменной кислотой. Только въ томъ случаѣ, если въ мѣди содержатся сурьмянокислыя соли, которыя разлагаются азотной или соляной кислотами и которыхъ сурьмяная кислота растворима въ соляной, можетъ возникнуть сомнѣніе относительно формы соединенія сурьмы, не оставшейся въ осадкѣ. Но это сомнѣніе устраняется, если узнана форма соединеній другихъ металловъ, и если извѣстны количества закиси мѣди и кислорода, такъ какъ вычисленіе, какъ долженъ быть распредѣленъ кислородъ, чтобы всѣ полученные результаты соотвѣтствовали одинъ другому, дать отвѣтъ на этотъ вопросъ.

Свой способъ изслѣдованія я объясню на трехъ сортахъ мѣди, строеніе которыхъ какъ нельзя болѣе пригодно для предполагаемой цѣли. Изъ этихъ 3 сортовъ:

№№ 1 и 2—ковкая окерская мѣдь,

№ 3—переспѣлый продуктъ, изъ котораго добыть № 2.

Мѣдь каждаго сорта отвѣшивалась въ видѣ чисто опиленныхъ кусочковъ, въ количествѣ около 300 граммовъ (это количество отвѣшивалось, конечно, самымъ точнымъ образомъ). Навѣски помѣщались въ большія колбы (10 литровъ вмѣстимостью) и обливались 4 литрами дистиллированной воды и $2\frac{1}{4}$ литрами азотной кислоты въ 1,2 уд. вѣсомъ (для растворенія 300 гр. мѣди достаточно 2,010 куб. сант. азотной кислоты). Колбы ставились хорошо покрытыми въ умеренно теплую песчаную баню. Когда, повидимому, уже неоставалось болѣе нерастворенной мѣди, жидкость переливалась въ другой сосудъ, а остатки споласкивались въ стаканы, въ которыхъ и вымывались осторожнымъ декантированіемъ. Но чтобы изъ нихъ ничего не было потеряно, всѣ жидкости пропускались черезъ маленькій фильтръ. За тѣмъ остатки кипятились вторично съ крѣпкой азотной кислотой; причемъ снова растворялось нѣкоторое количество мѣди; золото удалялось хлорной водой, а примѣшанное хлористое серебро—многократной обработкой амміакомъ. Хлористое серебро образовалось при долгомъ пахожденіи жидкости въ песчаной банѣ насчетъ паровъ соляной кислоты. Послѣ этого, для извлеченія гидратной сурьмяной

кислоты, остатки подвергались нѣсколько разъ обработыванію горячей соляной кислотой; въ которой была растворена виннокаменная кислота; это продолжалось до тѣхъ поръ, пока въ фильтратѣ сѣроводородъ уже не производилъ осадка. Наконецъ остатки собирались на взвѣшенномъ фильтрѣ, вымывались водой и сушились при 100° до достиженія ими постоянного вѣса.

Затѣмъ остатки подвергались анализу, для чего ссыпались въ фарфоровый тигель, и каждый фильтръ взвѣшивался со всевозможными предосторожностями снова. Такъ какъ изъ качественныхъ испытаній уже было извѣстно, что полученный желтоватый остатокъ упорно противится дѣйствию концентрированной соляной кислоты, а также не разлагается вполне и сплавленіемъ съ углекислымъ и азотнокислымъ кали, то для разложенія употреблялась смѣсь изъ равныхъ частей углекислаго натра и сѣры, которая прекрасно достигала цѣли; этой смѣси употреблялось тройное по вѣсу количество. Сплавъ выщелачивался водой, и въ фильтратѣ заключалась лишь сурьма, которая опредѣлялась въ видѣ сурьянокислой окиси сурьмы. Нерастворимый въ водѣ остатокъ растворялся въ азотной кислотѣ, растворъ выпаривался до суха, чтобы выдѣлить кремнеземъ, вслучаѣ его присутствія, растворялся въ азотной кислотѣ снова и фильтровался. Фильтратъ осаждался сѣроводородомъ, отцѣживался, осадокъ растворялся въ азотной кислотѣ, растворъ выпаривался съ соляной кислотой почти до суха и разбавлялся большимъ количествомъ воды. Выдѣлившійся основной хлористый висмутъ растворялся въ азотной кислотѣ и осаждался углекислымъ амміакомъ.

Объ опредѣленіи свинца, мѣди, никкеля, кобальта, желѣза не нахожу нужнымъ распространяться, такъ какъ методы опредѣленія были тѣ же, что и при анализѣ мѣди.

Результаты анализовъ сопоставлены въ таблицѣ I.

Какъ видно изъ этой таблицы, остатокъ отъ растворенія взятыхъ сортовъ мѣди въ азотной кислотѣ состоитъ большею частью (именно около 75 процентовъ), изъ сурьянокислой окиси висмута, остальное же составляютъ сурьянокислыя соли никкеля, свинца и т. д. Сурьянокислая окись висмута имѣетъ эквивалентную формулу $\text{Bi O}_3 \cdot 3 \text{SbO}_5$, или молекулярную формулу $\text{BiSb}_3 \text{O}_9$, если производить отъ кислоты:

$\left. \begin{matrix} \text{Sb}_3 \\ \text{H}_3 \end{matrix} \right\} \text{O}_9$, которая происходитъ изъ $3 \left. \begin{matrix} \text{Sb} \\ \text{H}_3 \end{matrix} \right\} \text{O}_4$, выдѣленіемъ трехъ частицъ воды. По означенной формулѣ требуется:

$$\begin{array}{r} \text{BiO}_3 = 32,312 \left\{ \begin{array}{l} \text{Bi} = 28,969 \\ \text{O} = 3,343 \end{array} \right. \\ \text{SbO}_5 = 67,688 \left\{ \begin{array}{l} \text{Sb} = 50,975 \\ \text{O} = 15,713 \end{array} \right. \\ \hline 100,00 \qquad \qquad 100,00 \end{array}$$

Эта соль приготовлена мною впоследствии искусственно и было изслѣдовано ея вліяніе на качества мѣди.

ТАБЛИЦА I *).

Ковная онерская мѣдь № I.

298,8 грамма мѣди дали 0,3666 грамма = 0,1265 процента нерастворимаго остатка. Изъ этого количества для анализа взято 0,3073 грамма.

Найдено, въ граммахъ:	100 частей остатка замы- чаютъ:	100 частей мѣди заключають:
0,1899 SbO_4 = 0,1998 SbO_2 .	65,018 SbO_2 .	0,0822 SbO_2 = 0,0619 Sb + 0,0205 O
0,0738 BiO_3 = 0,0738 BiO_4 .	24,015 BiO_4 .	0,0304 BiO_4 = 0,0272 Bi + 0,0032 O
0,0207 $PbOSO_4$ = 0,0152 PbO .	4,957 PbO .	0,0063 PbO = 0,0059 Pb + 0,0004 O
0,0068 Cu_2S = 0,0061 Cu_2O .	1,988 Cu_2O .	0,0025 Cu_2O = 0,0022 Cu + 0,0003 O
0,0021 Fe_2O_3 = 0,0021 Fe_2O_4 .	0,683 Fe_2O_4 .	0,0008 Fe_2O_4 = 0,0005 Fe + 0,0002 O
0,0030 NiO = 0,0030 NiO .	1,000 NiO .	0,0012 NiO = 0,0009 Ni + 0,0003 O
0,0020 Co = 0,0025 CoO .	0,658 CoO .	0,0008 CoO = 0,0007 Co + 0,0001 O
0,0037 SiO_2 = 0,0037 SiO_2 .	1,204 SiO_2 .	0,0015 SiO_2 = 0,0009 Si + 0,0006 O
	99,523 проц.	0,1257 проц. $\underbrace{0,1002\% + 0,0256\%}_{0,1258}$

*) Эти анализы, равно какъ и многе изъ слѣдующихъ далѣе, сдѣланы д-ромъ Фраанцемъ (Fraatz).

Новая окерская мѣдь № II.

299,2 грамма мѣди дали 0,31963 грамма = 0,106 остатка. Для анализа взято 0,2588 грамма.

Найдено, въ граммахъ:	100 частей остатка заклю- чаютъ:	100 частей мѣди заключаютъ:
0,1476 SbO_2 = 0,1553 SbO_2	59,996 SbO_2	0,0636 SbO_2 = 0,0478 Sb + 0,0157 O
0,0546 BiO_2 = 0,0646 BiO_2	24,972 BiO_2	0,0265 BiO_2 = 0,0238 Bi + 0,0028 O
0,0259 PbOSO_4 = 0,0191 PbO	7,364 PbO	0,0078 PbO = 0,0072 Pb + 0,0006 O
0,0048 Cu_2S = 0,0043 Cu_2O	1,665 Cu_2O	0,0017 Cu_2O = 0,0015 Cu + 0,0002 O
0,0029 Fe_2O_3 = 0,0029 Fe_2O_3	1,120 Fe_2O_3	0,0012 Fe_2O_3 = 0,0008 Fe + 0,0004 O
0,0030 NiO = 0,0030 NiO	1,159 NiO	0,0012 NiO = 0,0009 Ni + 0,0003 O
0,0030 Co = 0,003 CoO	1,467 CoO	0,0015 CoO = 0,0012 Co + 0,0003 O
0,0038 SiO_2 = 0,0038 SiO_2	1,467 SiO_2	0,0015 SiO_2 = 0,0009 Si + 0,0006 O
	99,210 проц.	0,1050 проц. $\frac{0,0841\% + 0,0209\%}{0,1050}$

Переспѣлая онерская мѣдь № III.

295,7 грамма мѣди дали 0,1923 грамма = 0,065 процента остатка. Для анализа взяты 0,1575 грамма.

Найдено, въ граммахъ.	100 частей остатка заклю- чаютъ:	100 частей мѣди заклю- чаютъ:
0,0363 SbO ₄ = 0,09076 SbO ₅	57,628 SbO ₄	0,0375 SbO ₅ = 0,0281 Sb + 0,0093 O
0,0358 BiO ₃ = 0,0358 BiO ₄	22,730 BiO ₄	0,0148 BiO ₅ = 0,0132 Bi + 0,0016 O
0,0169 PbOSO ₃ = 0,01244 PbO	7,897 PbO	0,0051 PbO = 0,0049 Pb + 0,0002 O
0,0042 Cu ₂ S = 0,00377 Cu ₂ O	2,393 Cu ₂ O	0,0016 Cu ₂ O = 0,0014 Cu + 0,0002 O
0,0089 Fe ₂ O ₃ = 0,0089 Fe ₂ O ₃	5,651 Fe ₂ O ₃	0,0037 Fe ₂ O ₃ = 0,0026 Fe + 0,0011 O
0,0025 NiO = 0,0025 NiO	1,587 NiO	0,0010 NiO = 0,0008 Ni + 0,0002 O
0,0014 Co = 0,0018 CoO	1,143 CoO	0,0007 CoO = 0,0006 Co + 0,0001 O
0,0013 SiO ₂ = 0,0013 SiO ₂	0,825 SiO ₂	0,0005 SiO ₂ = 0,0003 Si + 0,0002 O
	99,854 проц.	0,0649 проц.
		0,0519 ‰ + 0,0129 ‰
		0,0648

Относительно кремнезема я не берусь рѣшить, происходитъ ли онъ изъ остатка отъ растворенія мѣди, какъ это полагаетъ Флейтманъ, или же изъ стеклянной посуды, которая употреблялась при раствореніи. Я полагаю, что послѣднее вѣроятнѣе. Впрочемъ, вопросъ этотъ, по незначительности количества кремнезема, не имѣетъ особеннаго интереса.

Замѣчательно, что пересѣлая мѣдь № III, изъ которой была приготовлена мѣдь № II, при томъ же содержаніи сурьмы, дала лишь только половинное количество нерастворимаго остатка. Я полагаю, что всѣ переплавленные сорта мѣди заключаютъ большую часть сурьмы въ видѣ основной сурьмянокислой закиси мѣди; эта соль разлагается азотной кислотой и выдѣленная сурьмяная кислота растворяется затѣмъ при обработкѣ соляной кислотой.

Послѣ всѣхъ этихъ анализовъ недоставало еще точнаго и несомнѣннаго доказательства, что указанные сурьмянокислыя соли дѣйствительно заключались въ мѣди готовыми, а не образовались при дѣйствіи на мѣдь азотной кислоты. Съ этою цѣлью 50 граммовъ cadaго изъ сортовъ мѣди сплавлялись въ фарфоровой лодочкѣ, заключенной въ фарфоровую трубку, черезъ которую проходилъ токъ чистаго водорода. Остатокъ мѣди растворялся затѣмъ въ азотной кислотѣ. Онъ растворялся вполнѣ и давалъ прозрачную жидкость, въ которой заключалось нераствореннымъ лишь немного золота. Сурьмянокислыхъ солей не выдѣлялось ни малѣйшаго слѣда, и всетаки анализъ показывалъ почти тоже самое содержаніе сурьмы, висмута и т. д., какъ и въ невозстановленной мѣди.

Нельзя отрицать, что изслѣдованія, подобныя предыдущимъ, требуютъ много времени, труда и вниманія; но безъ нихъ нельзя обойтись, если нужно уяснить химическое сложеніе продажной мѣди.

Второй рядъ опытовъ. Изслѣдованіе остатка, который получается при обработкѣ продажной мѣди нейтральнымъ азотнокислымъ серебромъ.

Относительно многихъ металловъ недостаточно вышеописаннаго способа, для того чтобы рѣшить вопросъ, присутствуютъ ли они въ мѣди какъ металлы, или же въ видѣ окисей или солей. Сюда принадлежатъ мышьякъ, свинецъ и желѣзо. Относительно ихъ даетъ желаемый отвѣтъ обработка вполнѣ нейтральнымъ растворомъ азотнокислаго серебра и дополняетъ такимъ образомъ весьма удачно первый способъ.

Если означенные металлы заключаются въ мѣди въ свободномъ состояніи, то они замѣщаютъ, такъ же какъ и мѣдь, серебро въ его растворѣ и переходятъ въ послѣдній, какъ азотнокислыя соли. Если же они присутствуютъ какъ окиси, то нитратъ серебра на нихъ не дѣйствуетъ и они получаютъ

вмѣстѣ съ выдѣлившимся серебромъ въ остаткѣ. Тоже самое должно сказать и относительно никкеля съ кобальтомъ; относительно ихъ оба способа контролируютъ такимъ образомъ другъ друга.

Сурьма и висмутъ выдѣляются всегда вмѣстѣ съ серебромъ, будутъ ли они въ мѣди какъ металлы, или какъ окиси или соли, такъ какъ если въ первомъ случаѣ изъ нихъ и образуются азотнокислыя соли, то эти послѣднія осаждаются снова водой.

Способъ требуетъ употребленія чистаго азотнокислаго серебра. Вещество это приготовлялось слѣдующимъ образомъ. Большое количество отожденного серебра (Brandsilber) очищалось главнѣйшимъ образомъ по способу Стаса ¹⁾. Оно растворялось въ азотной кислотѣ, растворъ выпаривался до суха, остатокъ плавился въ теченіи долгаго времени, сплавъ растворялся въ водѣ отцѣживался и сильно разбавленный растворъ осаждался избыткомъ соляной кислоты. Послѣ декантированія, промывки и измельченія хлористаго серебра, оно нагрѣвалось долгое время съ царской водкой. Затѣмъ прибавлялась вода и жидкость фильтровалась снова. Послѣ того какъ хлористое серебро возстановлялось сплавленіемъ небольшими частями съ избыткомъ сухой соды, отдѣльные корольки сплавлялись снова съ бурой и селитрой. Такимъ образомъ получалось химически чистое серебро, которое растворялось въ чистой азотной кислотѣ, умѣренной крѣпости; растворъ выпаривался досуха, остатокъ сплавлялся при возможно низшей температурѣ, растворялся въ водѣ и выпаривался для кристаллизаціи. Выдѣлившіеся кристаллы растворялись въ водѣ, растворъ опредѣлялся относительно содержанія соли и сохранялся въ темномъ мѣстѣ до употребленія.

Для того, чтобы предположенное изслѣдованіе вышло удачнымъ, нужно, чтобы жидкость, въ которой должно происходить разложеніе, была очень разбавленной; если она слишкомъ крѣпка, то замѣщеніе серебра мѣдью происходитъ неправильно, именно развивается газообразная окись азота и образуется закись мѣди, разлагающаяся впоследствии дальше съ избыткомъ серебрянаго раствора. Если же на каждый граммъ мѣди приходится по крайней мѣрѣ 100 куб. сант. воды и если старательно избѣгать нагрѣванія жидкости, то реакція происходитъ совершенно правильно.

Для этого изслѣдованія лучше употреблять мѣдь въ видѣ тонко прокатанныхъ листочковъ; менѣе удобно употребленіе опилокъ. Послѣднія должны быть старательно очищены съ помощью магнита отъ механически примѣшавшагося желѣза и освобождены посредствомъ кипяченія съ разбавленнымъ растворомъ ѣдкаго кали отъ приставшихъ жирныхъ веществъ. Навѣска сыпается въ сосудъ, въ который налито въ 100 или 150 разъ большее по вѣсу количество

¹⁾ Stas, Untersuchungen über die Gesetze der chemischen Proportionen. Leipzig, 1867. S. 32.

дестиллированной воды, въ которой растворено нѣсколько больше азотнокислаго серебра, чѣмъ нужно для растворенія мѣди. Затѣмъ жидкость долгое время старательно перемѣшивается, пока уже не будетъ видно частичекъ мѣди, и это помѣшиваніе повторяется отъ времени до времени и въ слѣдующіе 24 часа. Послѣ этого времени жидкость отцѣживается и остатокъ промывается наилучшимъ образомъ, что всего удобнѣе дѣлается съ помощью фильтровальнаго аппарата Бунзена. Высушенный остатокъ, послѣ присоединенія къ нему золы фильтра, растворяютъ въ азотной кислотѣ и отцѣживаютъ полученный остатокъ, который соотвѣтствуетъ теперь получаемому при раствореніи мѣди въ азотной кислотѣ. Затѣмъ серебро осаждается изъ раствора соляной кислотой, причемъ послѣдней нужно брать возможно меньше. Послѣ разбавленія водой, декантированія жидкости и отцѣживания хлористаго серебра, фильтратъ выпаривается. Такъ какъ въ жидкости мало соляной кислоты и очень много азотной, то не происходитъ улетучиваніе мышьяка. Когда большая часть кислотъ выпарена, остатокъ разбавляютъ водой и осаждаютъ сѣрководородомъ. Въ осадкѣ опредѣляютъ мышьякъ, сурьму (если не вся сурьма содержалась въ мѣди какъ нерастворимая сурьянокислая соль, то часть сурьяныхъ соединеній, осѣвшихъ вмѣстѣ съ металлическимъ серебромъ, растворяется въ азотной кислотѣ), свинецъ, висмутъ и мѣдь по извѣстнымъ уже способамъ, причемъ слѣдуетъ принять въ расчетъ, что въ остаткѣ заключается всегда нѣсколько сѣрнистаго серебра. Мѣдь, которая здѣсь содержится, происходитъ изъ закиси мѣди, находившейся примѣшанной къ продажной мѣди и служить для количественнаго опредѣленія этой примѣси. Объ этомъ говорится ниже. Въ жидкости, отцѣженной отъ сѣрководороднаго осадка, нужно еще опредѣлить желѣзо, которое содержалось въ мѣди въ видѣ окиси или соли.

Анализъ жидкости, отцѣженной отъ осадка металлическаго серебра и содержащей, кромѣ избытка азотнокислаго серебра, азотнокислыя соли присутствовавшихъ въ металлическомъ видѣ никкеля, кобальта и мышьяка, вообще излишенъ, но можетъ въ случаѣ нужды служить для провѣрки результатовъ. Съ этою цѣлью я производилъ его въ двухъ случаяхъ.

Привожу результаты нѣкоторыхъ анализовъ. Три сорта мѣди дали слѣдующія количества металловъ, осадившихся вмѣстѣ съ серебромъ и потому присутствовавшихъ въ мѣди въ окисленномъ видѣ. Соотвѣтственно способу аналитическаго опредѣленія, въ эти количества не вошли приведенныя прежде сурьянокислыя соли.

Мѣдь № I.

Навѣска 8,000 граммовъ.

0,002 гр. $\text{BiO}_3 = 0,0018 \text{ Bi} = 0,0251 \text{ проц. Bi}$.

0,0170 гр. $(2 \text{ MgO. AmO. AsO}_3 + 1 \text{ aq}) = 0,0066 \text{ As} = 0,0833\% \text{ As}$.

0,0065 гр. $PbOSO_3 = 0,0044 Pb = 0,055\%$ Pb.

0,0072 гр. $Fe_2O_3 = 0,0050 Fe = 0,063\%$ Fe.

МѢДЬ № II.

Навѣска 8,000 граммовъ

0,00246 гр. $BiO_3 = 0,0022 Bi = 0,0275\%$ Bi.

0,0195 (2 MgO. AmO. $AsO_5 + 1 aq$) = 0,00769 As = 0,096% As.

0,0070 гр. $Fe_2O_3 = 0,0049 Fe = 0,061\%$ Fe

0,0073 $PbOSO_3 = 0,00498 Pb = 0,062\%$ Pb.

МѢДЬ № III.

Навѣска 8 граммовъ.

0,0031 гр. $BiO_3 = 0,00278 Bi = 0,0347\%$ Bi.

0,0229 гр. (2 MgO. AmO. $AsO_5 + 1 aq$) = 0,0089 As = 0,1124% As.

0,0047 гр. $PbOSO_3 = 0,0032 Pb = 0,0401\%$ Pb.

0,0070 гр. $Fe_2O_3 = 0,0049 Fe = 0,061\%$ Fe.

Для мѣди № I были опредѣлены никкель и кобальтъ, находившіеся въ мѣди въ металлическомъ видѣ и перешедшіе въ жидкость, отцѣженную отъ осадка металлическаго серебра. Изъ 8,000 гр. мѣди было получено 0,0052 гр. Ni и Co = 0,065% Ni и 0.

Изъ этихъ чиселъ и изъ приведенныхъ въ первой таблицѣ можно будетъ опредѣлить химическое сложеніе мѣди, какъ скоро будутъ найдены количества закиси мѣди и всего кислорода.

в) Опредѣленіе кислорода.

Въ тѣснѣйшей связи съ вопросомъ о формѣ соединеній постороннихъ металловъ, стоитъ вопросъ о количествѣ въ продажной мѣди кислорода.

Съ тѣхъ поръ какъ Карстенъ нашель и доказалъ въ мѣди присутствіе закиси мѣди, и даже призналъ ея присутствіе необходимымъ для уравновѣшанія вреднаго вліянія другихъ металловъ, вообще полагали что это соединеніе есть единственное, въ которомъ заключается кислородъ, находимый въ мѣди. Карстенъ, по крайней мѣрѣ, въ своемъ знаменитомъ сочиненіи нигдѣ не упоминаетъ, чтобы кромѣ закиси мѣди и незначительнаго количества мѣдной слюды, въ мѣди заключались и другія окисленные соединенія. Соотвѣственно этому онъ и старался опредѣлить только закись мѣди, для чего употреблялъ раствореніе въ азотнокисломъ серебрѣ.

Исключительно ту же цѣль преслѣдовалъ и Дикъ ¹⁾, но другими сред-

¹⁾ Dick, Berg-und Hüttenmännische Zeitung 1856, S. 328

ствами. Онъ возстановлялъ мѣдь углемъ или водородомъ и высчитывалъ найденный кислородъ исключительно на закись мѣди; впрочемъ, онъ уже замѣчаетъ, что не весь кислородъ находится въ соединеніи съ мѣдью и что одна часть его, можетъ быть, соединена съ сурьмой или со свинцомъ. Онъ не могъ лишь привести доказательства своему предположенію или тѣмъ менѣе опредѣлить эту часть кислорода количественно.

Объ томъ же самомъ предметѣ Штетефельдъ ¹⁾ говоритъ слѣдующее: «присутствуетъ ли кислородъ въ хорошо выплавленной продажной мѣди, дѣйствительно только въ видѣ закиси мѣди, или же онъ образуетъ окисленные соединенія и съ другими примѣшанными къ мѣди металлами,—это вопросъ который весьма трудно разрѣшить». Именно эта трудность и была вѣроятно причиной того, что и при всѣхъ послѣдующихъ работахъ не обращали вниманія на различныя соединенія кислорода въ мѣди, по крайней мѣрѣ методы Абеля ²⁾ и Аубеля ³⁾ имѣютъ въ виду только опредѣленіе закиси мѣди.

Всѣ до сихъ поръ производившіеся анализы мѣди должно, по этому, называть не полными; но что еще хуже, эти анализы во многихъ случаяхъ показывали содержаніе закиси мѣди, или кислорода, совершенно ошибочно, вслѣдствіе того, что употреблявшіеся способы опредѣленія основывались на ложныхъ предположеніяхъ, на ложно понятыхъ реакціяхъ, или же не удовлетворительно выполнялись. Въ послѣдующемъ будетъ случай убѣдиться въ справедливости сказаннаго.

1) Опредѣленіе всего количества кислорода.

Для опредѣленія всего количества находящагося въ продажной мѣди кислорода самымъ простымъ и точнымъ оказался способъ, основанный на возстановленіи водородомъ и на опредѣленіи потери вѣса, или образовавшейся воды. Но какъ ни кажется простъ этотъ способъ, нужно соблюдать множество предосторожностей, чтобы получить точные результаты.

Уже Дикъ, употреблявшій этотъ способъ для опредѣленія закиси мѣди, нашелъ при двухъ испытаніяхъ одной и той же пересѣлкой мѣди, что полученные количества не вполне сходятся; мѣдь при этомъ прокаливалась, въ струѣ сухаго водорода, въ формѣ тонко прокатанныхъ кусочковъ, а вода собиралась въ вѣвѣшенной трубкѣ съ хлористымъ кальціемъ. Онъ говоритъ: «несходные результаты показываютъ, что способъ не отличается достаточной точностью». Еще болѣе неблагоприятные результаты получены при сплавленіи мѣди въ атмосферѣ водорода. Это дѣлалось въ тиглѣ изъ Стоурбридж-

¹⁾ Wagner, Jahresbericht Bd. 9, S. 161.

²⁾ Polytechnisches Centralblatt 1864, S. 904.

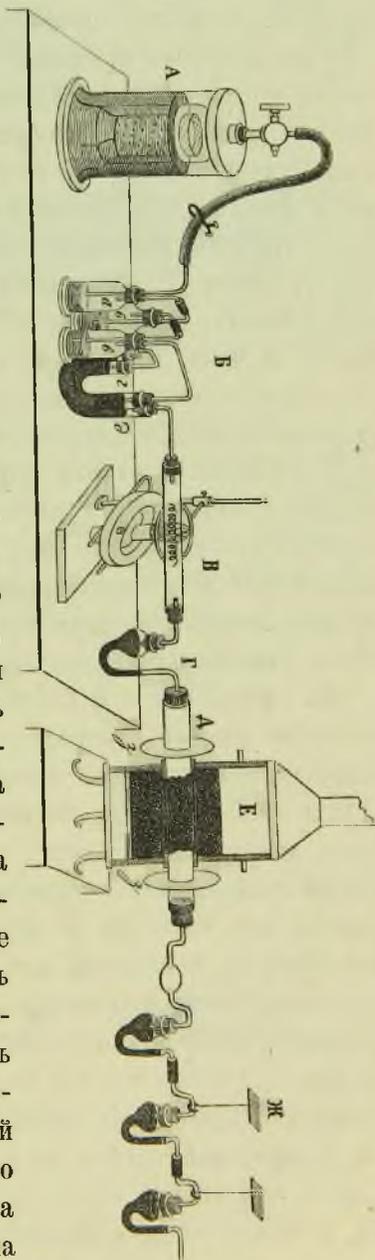
³⁾ Berggeist. 1867, S. 279.

ской (Strourbridge) глины съ продыренной крышкой. Черезъ отверстіе въ послѣдней проводился съ помощью фарфоровой трубки водородъ, между тѣмъ какъ тигель нагрѣвался въ соотвѣтственно устроенной печи до температуры плавленія мѣди. Мѣдь всегда такъ сильно разбрызгивалась, что разбросанная въ разныя стороны и застывшія капельки не могли быть отдѣлены вполне отъ нижней поверхности крышки и отъ стѣнокъ тигля, и такимъ образомъ нельзя было опредѣлить изъ потери въ вѣсѣ количество кислорода.

Рис. 1.

Чтобы изслѣдовать ближе указанные источники ошибокъ, я пробовалъ прежде всего для опредѣленія кислорода соединить вмѣстѣ какъ способъ по взвѣшиванію образовавшейся воды, такъ и по взвѣшиванію остающейся мѣди и опредѣленію кислорода изъ потери вѣса. Аппаратъ, употребленный для этой цѣли, изображенъ на рисункѣ 1.

А есть аппаратъ для отдѣленія водорода, съ непрерывнымъ дѣйствіемъ, наполненный разбавленной химически чистой сѣрной кислотой и по возможности чистымъ цинкомъ; изъ этого аппарата можно было получать въ теченіи 6—8 часовъ легко регулируемый токъ водорода. Газъ проходилъ сначала черезъ промывные сосуды *Б*. Сосудъ *а* наполненъ щелочнымъ растворомъ свинца, *б* — растворомъ азотнокислаго серебра, *в* — концентрированной сѣрной кислотой, *г* — пористымъ хлористымъ кальціемъ, *д* — кусками ѣдкаго кали. Изъ этихъ сосудовъ газъ проходилъ въ стеклянную трубку *В*, въ которой лежала спираль изъ платиновой проволоки и которая была соединена съ трубкой *Г*, наполненной хлористымъ кальціемъ. Во время самого опыта трубка *В* нагрѣвалась для того, чтобы воздухъ, единственно возможная вредная примѣсь водорода, не повредилъ анализу; нагрѣтая платиновая спираль заставляла соединяться кислородъ съ водородомъ и образовавшаяся вода поглощалась въ трубкѣ *Г*. Послѣдняя была соединена съ полированной внутри и снаружи фарфоровой трубкой *Д*, 80 сантиметровъ длиной и 2 сантиметровъ во внутреннемъ поперечникѣ, которая проходила черезъ переносную печь *Е* и была расположена совершенно горизонтально и на надлежащей высотѣ надъ рѣшеткой топки



съ обѣихъ сторонъ трубка была вмазана въ печь глиной. Длина нагрѣваемаго мѣста была достаточна для одновременнаго прокаливанія трехъ фарфоровыхъ лодочекъ, изъ которыхъ каждая заключала отъ 40 до 55 граммовъ мѣди. Для описываемаго опредѣленія мѣди употреблялась въ видѣ крупныхъ, отрубленныхъ зубиломъ кусковъ.

Послѣ отвѣшиванія мѣди и помѣщенія въ лодочки, послѣднія вдвигались осторожно, съ помощью согнутой проволоки въ нагрѣтую и вслѣдствіе этого освобожденную отъ влажности трубку, которая затыкалась продыравленной пробкой, и затѣмъ черезъ весь аппаратъ пропускался по крайней мѣрѣ въ теченіи 2 часовъ водородъ для того, чтобы вытѣснить весь воздухъ. Только послѣ этого прикрѣплялись 3 трубки *Ж* съ хлористымъ кальціемъ, назначенныя для поглощенія образующейся воды, и предварительно точно взвѣшенные; четверть часа спустя зажигалась лампа для нагрѣванія трубки *В* и зажигалась печь, для чего служилъ буковый уголь. Для предотвращенія нагрѣванія трубокъ съ хлористымъ кальціемъ *Г* и *Ж* служили жестяные круги *З* и *З*. Около $\frac{3}{4}$ часа послѣ начала нагрѣванія мѣди расплавлялась и во время опыта, если не закладывался свѣжій уголь, оставалась расплавленной около $\frac{1}{4}$ часа. Въ теченіи всего времени и до полнаго охлажденія трубки съ мѣдью, черезъ весь аппаратъ непрерывно проходилъ токъ водорода. Такъ какъ этотъ газъ значительно легче воздуха, то его нужно было удалить передъ взвѣшиваніемъ изъ трубокъ съ хлористымъ кальціемъ, чтобы вѣсъ послѣднихъ не получился слишкомъ низкимъ. Это производилось пропусканіемъ черезъ нихъ сухаго воздуха съ помощью аспиратора. Послѣ этого трубки немедленно затыкались принадлежащими къ нимъ каучуковыми пробочками и взвѣшивались, по охлажденіи ихъ до комнатной температуры. Третья трубка рѣдко оказывалась болѣе тяжелой, чѣмъ до опыта, по вторая — постоянно.

Не смотря на всѣ описанныя предосторожности, количество кислорода по этому способу опредѣленія получалось всегда на 0,02—0,01 процента выше дѣйствительнаго. Причина этого заключается отчасти въ томъ, что нельзя было выдѣлить изъ большой фарфоровой трубки абсолютно всю влажность, отчасти же въ томъ, что при сплавленіи нечистой мѣди легко могла улетучиться часть мышьяка, сурьмы, свинца и т. п., и проходящій газъ могъ донести ихъ частички до первой трубки съ хлористымъ кальціемъ. По крайней мѣрѣ въ послѣдней часто образовывался темный налетъ. Дѣлая прохожденіе газа болѣе медленнымъ, можно было уменьшить это неудобство, но не устранить совершенно. Ошибку нельзя приписывать воздуху, оставшемуся въ аппаратѣ, потому что при описанномъ ходѣ работы воздухъ могъ лишь оставаться въ фарфоровой трубкѣ. Но такъ какъ вытѣсненіе воздуха изъ гладкой фарфоровой трубки не можетъ быть затруднительно, то должно предположить, что въ ней оставалось его меньше чѣмъ въ сосудахъ для промыванія, а между тѣмъ и въ послѣднихъ его оставалось такъ мало, что трубка

съ хлористымъ кальціемъ I' увеличивалась въ вѣсѣ лишь на 0,001—0,01 грамма.

Еще менѣе чѣмъ образовавшаяся изъ кислорода мѣди вода, могла служить для опредѣленія количества кислорода потеря въ вѣсѣ мѣди. При опытѣ нельзя было избѣгнуть разбрызгиванія мѣди, потому что во время реакціи водорода на плавящейся металлѣ, происходило вскипаніе послѣдняго, причѣмъ капельки мѣди разбрасывались въ стороны и плотно приставали къ трубкѣ. Кромѣ того, расплавленная мѣдь поглощала водородъ и при охлажденіи отдѣляла его съ сильнымъ разбрызгиваніемъ, если только сплавление происходило въ лодочкахъ, покрытыхъ гладкой глазурью. Этому источнику потери можно было, конечно, избѣгать, употребляя старыя фарфоровыя лодочки, сдѣлавшіяся шероховатыми, или пористыя глиняныя лодочки, которыхъ я, впрочемъ, для своихъ опытовъ достать не могъ. Въ лодочкахъ послѣдняго рода, по словамъ Девиля, происходитъ выдѣленіе поглощеннаго водорода еще до отвердѣнія мѣди. Наконецъ, происходило улетучиваніе части мышьяка, свинца, сурьмы и висмута, пары которыхъ осѣдали большею частью за послѣдней лодочкой въ видѣ кольцеобразнаго налета на фарфоровой трубкѣ, въ которомъ и могли быть доказаны качественнымъ путемъ.

По этимъ причинамъ, разница между отвѣшенной и оставшейся по восстановленію мѣдью оказывалась приблизительно на 0,2% больше, чѣмъ вѣсъ кислорода, найденный изъ образовавшейся воды. Изъ многихъ анализовъ, сдѣланныхъ этимъ способомъ, приведу результаты лишь нѣкоторыхъ. Для сравненія приведены и найденныя послѣ дѣйствительныя количества кислорода.

Окерская мѣдь № I.

Дѣйствительное содержаніе кислорода 0,1166%

83,8850 гр. мѣди дали 0,1430 гр. воды = 0,1271 гр. кислорода = 0,1511% кислорода.

Оставшаяся мѣдь вѣсила 83,7325 гр., потому потеря вѣса = 0,1525 гр. = 0,1818%.

61,8195 гр. мѣди дали 0,1312 гр. воды = 0,1166 гр. кислорода = 0,1886% кислорода.

Оставшаяся мѣдь вѣсила 61,6460, потому потеря вѣса = 0,1735 гр. = 0,280%.

59,7539 гр. мѣди дали 0,1225 гр. воды = 0,10889 гр. кислорода = 0,1823% кислорода

Оставшаяся мѣдь вѣсила 59,5839 гр., потому потеря въ вѣсѣ = 0,1700 гр. = 0,284‰.

Ожерская мѣдь № II.

Дѣйствительное содержаніе кислорода 0,1574‰

59,0868 гр. мѣди дали 0,1580 гр. воды = 0,1404 гр. кислорода = 0,237‰ кислорода.

Остатокъ мѣди вѣсилъ 58,9263 гр., потому потеря вѣса = 0,1605 гр. = 0,271‰.

55,8492 г. мѣди дали 0,1617 гр. воды = 0,14373 гр. кислорода = 0,257‰ кислорода.

Остатокъ мѣди вѣсилъ 55,6570, потому потеря вѣса = 0,1922 гр. = 0,344‰.

75,0320 гр. мѣди дали 0,1958 гр. воды = 0,17404 гр. кислорода = 0,2319‰ кислорода.

Остатокъ мѣди оказался такъ сильно разбрызганнымъ, что взвѣшиваніе его не имѣло смысла.

Ожерская мѣдь № III.

Дѣйствительное содержаніе кислорода 0,806‰

89,0788 гр. мѣди дали 1,0175 гр. воды = 0,9044 гр. кислорода = 1,015‰ кислорода.

Остатокъ мѣди вѣсилъ 88,2370 гр., потому потеря вѣса = 0,8418 гр. = 0,945‰.

48,509 гр. мѣди дали 0,5608 гр. воды = 0,4985 гр. кислорода = 1,028‰ кислорода.

Мѣдь сильно разбрызгалась и потому остатокъ ея не взвѣшивался.

Что полученные такимъ образомъ числа не могли представлять дѣйствительнаго содержанія кислорода, это, кромѣ указанныхъ уже причинъ, слѣдовало изъ того, что, будучи приложены къ пайденнымъ количествамъ металловъ, числа эти давали болѣе 100 процентовъ. Нужно было поэтому найти болѣе точный способъ опредѣленія. Здѣсь было обращено вниманіе на простое прокаливаніе мѣди въ струѣ водорода, какъ представляющее многія удобства. Но очевидно, что плавленія мѣди можно было избѣгать лишь въ томъ случаѣ, еслибы раскаленное состояніе мѣди позволяло проникать въ нее водороду.

За вѣроятность такого предположенія ручалась съ одной стороны общая способность газовъ, замѣченная Девиаллемъ и другими, диффундировать черезъ до бѣла накалинные металлы, а съ другой—явленіе, спеціально замѣченное Дикомъ относительно тягучей рафинированной мѣди, и именно, что мѣдь эта при прокаливаніи въ атмосферѣ водорода или амміака дѣлается ломкой и пористой, что можетъ быть объяснено единственно проникающимъ внутрь возстановленіемъ закиси мѣди. Съ помощью мѣдныхъ опилокъ, которыя прокаливались въ атмосферѣ водорода, удалось неопровержимо доказать полное возстановленіе въ нихъ окисленныхъ соединеній. При раствореніи въ азотной кислотѣ, мѣдь эта давала нерастворимый остатокъ, состоящій главнѣйшимъ образомъ изъ сурьянокислой окиси висмута. Послѣ прокаливанія съ водородомъ этого уже не происходило, какъ и въ томъ случаѣ, когда мѣдь плавилась въ атмосферѣ водорода. При этомъ мѣдныя опилки накаливались въ теченіи $\frac{1}{4}$ часа до свѣтлага краснаго каленія въ струѣ водорода. Это могло уже служить достаточнымъ доказательствомъ пригодности новаго способа опредѣленія, но кромѣ того его полная удовлетворительность доказана при описанныхъ ниже испытаніяхъ, для которыхъ употреблялись синтетически приготовленные сплавы, съ точно извѣстнымъ содержаніемъ кислорода.

Опишемъ ходъ работы, который выработался послѣ многихъ изслѣдованій какъ наилучшій; при этомъ будетъ видно, какія предосторожности должны быть соблюдаемы для полученія вполне точныхъ результатовъ. Совершенно чистая съ поверхности мѣдь превращается англійскимъ подпилкомъ въ мелкія опилки, которыя просѣиваются черезъ волосяное сито, чтобы отдѣлать болѣе крупныя кусочки; изъ просѣяннаго отдѣляютъ магнитомъ всѣ частички желѣза и затѣмъ порошокъ мѣди кипятятъ съ разбавленнымъ растворомъ ѣдкаго кали для того, чтобы удалить жирныя вещества, бывшія, можетъ быть, на подпилкѣ или приставшія при хватаньи руками. Такъ же и волобна бумаги, на которой собирали опилки, всплываютъ на поверхность ѣдкаго кали и сливаются прочь. Само собой разумѣется, что очищенная такимъ образомъ мѣдь должна быть промыта самымъ старательнымъ образомъ и быстро высушена. Въмѣсто раствора ѣдкаго кали можно взять спиртъ или эфиръ, только они не должны заключать трудно летучихъ примѣсей, напримѣръ, сивушнаго масла. Такъ какъ къ тому же ихъ дѣйствіе значительно слабѣе ѣдкаго кали, то я предпочитаю первый способъ. Не слѣдуетъ думать, что удаленіе жирныхъ веществъ—излишняя или бесполезная работа. Многочисленные опыты показали, что она существенно необходима. Если не обработать опилки ѣдкимъ кали или алкогалемъ, то при накаливаніи въ струѣ водорода всегда развиваются пригорѣлыя газы съ непріятнымъ запахомъ, совершенно подобно тому какъ и при сухой перегонкѣ жира. Всѣй кислорода долженъ получиться отъ этого слишкомъ высокимъ, все равно опредѣляется ли онъ изъ разности отвѣшенной и оставшейся мѣди, или же высчитывается изъ количества образовавшейся воды. Въ послѣднемъ случаѣ пригорѣлыя продукты

сгущаются въ трубкѣ съ хлористымъ кальціемъ и увеличиваютъ вѣсъ воды. Если передъ возстановленіемъ мѣди нагрѣвать ее въ струѣ сухой и чистой углекислоты, чтобы удалить послѣдніе слѣды влажности, то уже при этомъ развиваются упомянутые пригорѣлые продукты и дѣйствуютъ возстановляющимъ образомъ, вслѣдствіе содержанія въ нихъ углерода и водорода, почему найденное впослѣдствіи количество кислорода оказывается слишкомъ малымъ. Напримѣръ, по этимъ причинамъ, было найдено:

для мѣди № I	вмѣсто	0,116%	0	.	.	.	0,0857%
»	»	II	»	0,157	»	»	0,132
»	»	III	»	0,806	»	»	0,754

Для возстановленія служить трубка съ шариками изъ богемскаго стекла, вытянутая съ обоихъ концовъ. Она соединяется съ сушильнымъ аппаратомъ, чрезъ который съ помощью газометра проводится воздухъ. Трубка нагрѣвается сначала съ проведеніемъ черезъ нее струи сухаго воздуха, охлаждается и закрывается немедленно съ обоихъ концовъ каучуковыми трубочками съ стеклянными палочками. Послѣ этого трубки взвѣшиваются, въ шарикъ насыпаютъ приготовленную мѣдь, въ количествѣ 30—50 граммовъ, трубка снова взвѣшивается и черезъ нее проводятъ струю сухой и чистой углекислоты. Для этого, уже за 2 часа до начала изслѣдованія, приводятъ въ дѣйствіе аппаратъ, дающій изъ мрамора и соляной кислоты непрерывную струю углекислоты, для того что бы изъ сушильнаго аппарата вытѣснить весь воздухъ. Сушильный аппаратъ состоитъ изъ стеклянки съ растворомъ двууглекислаго натра, изъ трубки, наполненной кусками того же вещества, изъ стеклянки съ растворомъ азотнокислаго серебра, изъ трубки съ кусками пемзы, пропитанной растворомъ азотнокислаго серебра, изъ сосуда съ концентрированной сѣрной кислотой и изъ трубки съ кусками пористаго хлористаго кальція. Послѣ того какъ углекислота минутъ пять проходила черезъ трубку съ мѣдью, послѣднюю умеренно нагрѣваютъ, причемъ улетучиваются послѣдніе слѣды влажности, но не должно развиваться пригорѣлыхъ газовъ. При многихъ сортахъ мѣди, которые содержатъ мышьяковокислыя соли, при слишкомъ сильномъ нагрѣваніи, въ шарикахъ или близко къ нимъ образуется налетъ мышьяковистой кислоты. Послѣ охлажденія при токъ черезъ трубку углекислоты, послѣднюю вытѣсняютъ сухимъ воздухомъ, затыкаютъ трубку и взвѣшиваютъ. Обыкновенно вѣсъ ея оказывается лишь на нѣсколько миллиграммовъ меньше. Теперь пропускаютъ черезъ трубку медленную струю чистаго водорода, для чего служатъ уже ранѣе описанные аппараты, и нагрѣваютъ сначала слабо, а потомъ до ясно видимаго каленія, которое и поддерживаютъ около 15 минутъ. Во время накаливанія образуется вода, и при нечистыхъ сортахъ мѣди, въ шарикахъ или близко къ нимъ образуется темнаго цвѣта налетъ, состоящій изъ мышьяка, сурьмы и свинца. По этой причинѣ

конецъ трубки долженъ быть такъ долговъ и струя водорода такъ медленна, что бы ни малѣйшая часть этого налета, не могла покинуть трубки, условіе, которое, впрочемъ, соблюсти очень легко.

Во время образованія воды, у всякой продажной мѣди замѣчается при отверстіи трубки болѣе или менѣе сильный запахъ сѣроводорода. Образованіе этого газа, замѣченное уже Дикомъ, но не объясненное имъ, возможно, по мому мнѣнію, исключительно вслѣдствіе присутствія въ мѣди сѣрнистой кислоты. При возстановленіи часть послѣдней превращается въ сѣроводородъ. Полусѣрнистая мѣдь не можетъ присутствовать въ мѣди одновременно съ окисленными соединениями и кромѣ того не разложилась бы при прокаливаніи въ струѣ водорода. Для поглощенія сѣроводорода, конецъ трубки соединяють со многими стеклянками, содержащими растворъ серебра или щелочный растворъ свинца, и изъ образовавшагося осадка сѣра опредѣляется по одному изъ извѣстныхъ способовъ. Мышьяка или сурьмы въ этомъ осадкѣ не находится.

Послѣ того какъ мѣдь совершенно остынетъ въ струѣ водорода и этотъ газъ будетъ вытѣсненъ сухимъ воздухомъ, трубка закрывается и взвѣшивается. Для провѣрки должно посовѣтовать повтореніе опредѣленія. Найденная потеря въ вѣсѣ, за исключеніемъ сѣры, выдѣлившейся въ видѣ сѣроводорода, выражаетъ количество кислорода. Для рафинированной мѣди, количество сѣры рѣдко превышаетъ 0,002%. Было бы слишкомъ много сообщать всѣ результаты, добытые этимъ путемъ изъ анализовъ и могущіе служить доказательствомъ точности способа. Здѣсь приводятся лишь нѣкоторые.

А. Синтетически приготовленные сплавы.

(О приготовленіи ихъ говорится ниже)

1) Мѣдь, содержащая закись мѣди, съ 0,2469% кислорода.

29,1399 гр. дали по возстановленіи 29,0707 остатка; потеря въ вѣсѣ = кислороду = 0,0692 гр. = 0,2375%.

2) Мѣдь, содержащая мѣдную слюду съ 0,2633% кислорода.

17,0550 гр. дали по возстановленіи 17,0095 гр. остатка; потеря вѣса = кислороду = 0,0455 гр. = 0,2667%.

3) Мѣдь, содержащая сурьянокислую окись висмута, количество кислорода въ которой заключалось между 0,170 и 0,141%.

17,7527 гр. дали по возстановленіи 17,7245 остатка; потеря вѣса = кислороду = 0,0282 гр. = 0,1588%.

Б. Окерская мѣдь.

1) Мѣдь № I.

43,74320 гр. дали по возстановленіи

43,69175 » остатка; потеря въ вѣсѣ =
 0,05145 » = 0,1176⁰/₀.

43,3717 гр. дали по возстановленіи

43,3207 » остатка; потеря въ вѣсѣ =
 0,0510 » = 0,1176⁰/₀.

Вычитается 0,001 » сѣры, выдѣлившейся въ видѣ сѣрводорода, остается для кислорода 0,1166⁰/₀.

2) Мѣдь № II.

31,61430 гр. дали по возстановленіи

31,56515 » остатка; потеря вѣса =
 0,04915 » = 0,1540⁰/₀.

32,9818 гр. дали по возстановленіи

32,93095 » остатка; потеря вѣса =
 0,05085 » = 0,1540⁰/₀.

32,2252 гр. дали по возстановленіи

32,1715 » остатка; потеря вѣса =
 0,0533 » = 0,1660⁰/₀.

Средняя величина потери въ вѣсѣ 0,1584⁰/₀; въ видѣ сѣрводорода выдѣлилось 0,0010⁰/₀ сѣры, слѣдовательно количество кислорода = 0,1574⁰/₀.

3) Мѣдь № III.

26,67525 гр. дали по возстановленіи

26,45945 » остатка; потеря вѣса =
 0,21580 » = 0,808⁰/₀;

изъ этого количества слѣдуетъ вычесть сѣры 0,002⁰/₀, такъ что количество кислорода = 0,806⁰/₀.

В. Мансфельдская мѣдь.

1) Черная мѣдь № I.

30,1220 гр. послѣ прокаливанія въ водородѣ дали

29,9883 » остатка; потеря вѣса =

0,1337 » = 0,443⁰/₀; изъ этого количества слѣдуетъ вычесть 0,0006⁰/₀ сѣры, которая выдѣлилась въ видѣ сѣрводорода, остается 0,4424⁰/₀ кислорода.

2) Переспѣлая рафинированная дѣдь № II.

50,6997 гр. дали послѣ возстановленія
 50,3295 » остатка, такъ что потеря въ вѣсѣ
 0,3702 » = 0,730⁰/₀.

29,15300 гр. дали послѣ возстановленія
 28,92785 » остатка, такъ что потеря въ вѣсѣ
 0,22415 » = 0,768⁰/₀.

Средняя величина потери 0,749⁰/₀, изъ нея слѣдуетъ вычесть количество сѣры, выдѣлившейся въ видѣ сѣроводорода 0,0026, такъ что остается 0,7464 процента для кислорода.

3) Очищенная плотная мѣдь (dichtgepoltes Raffinad) № III.

40,5762 гр. дали послѣ возстановленія
 40,5157 » остатка, по этому потеря =
 0,0605 » = 0,1491⁰/₀.

30,1261 гр. дали послѣ возстановленія
 30,0767 » остатка, поэтому потеря =
 0,0494 » = 0,1639⁰/₀.

Средняя потеря = 0,1565⁰/₀.

Въ томъ числѣ сѣры выдѣлилось 0,0019, такъ что количество кислорода = 0,1546⁰/₀.

4) Очищенная тягучая мѣдь (zähe gepoltes Raffinad) № IV.

20,4511 гр. послѣ возстановленія дали
 20,4350 » остатка, такъ что потеря въ вѣса
 0,0161 » = 0,0787⁰/₀.

36,0170 гр. послѣ возстановленія дали
 35,9902 » такъ что потеря равна
 0,0268 » = 0,074⁰/₀.

36,4284 гр. послѣ возстановленія дали
 36,3960 » остатка, потеря въ вѣсѣ
 0,0288 = 0,079⁰/₀.

Средняя потеря въ вѣсѣ 0,0772⁰/₀
 сѣры слѣдуетъ вычесть 0,0020 »
 остается для кислорода 0,0752 » .

5) Излишне возстановленная мѣдь (ueberpoltes Raffinad) №V.

32,3652 гр. дали послѣ возстановленія
 32,3495 » остатка, такъ что потеря вѣса
 0,0157 » = 0,0485%

16,0324 гр. дали послѣ возстановленія
 16,0247 » остатка, такъ что потеря вѣса
 0,0077 » = 0,0480%
 Средняя потеря вѣса 0,0480%
 сѣры слѣдуетъ вычесть 0,0036 »
 количество кислорода равно 0,0460%.

2. *Опредѣленіе кислорода, присутствующаго въ видѣ закиси мѣди.*

Карстенъ ¹⁾ пробовалъ выдѣлять изъ продажной мѣди закись мѣди такимъ образомъ, что первую онъ растворялъ въ азотнокисломъ серебрѣ. Онъ полагалъ, что только металлическая мѣдь осаждаетъ серебро и переходитъ какъ нитратъ въ растворъ, закись же мѣди, остается неизмѣненной. Такъ какъ послѣднее предположеніе ошибочно, то невѣрны и всѣ опредѣленія закиси мѣди, сдѣланныя Карстеномъ, какъ основанныя на ложномъ началѣ.

Розе ²⁾ первый показалъ, что закись мѣди не остается безъ перемѣнъ въ присутствіи нейтральныхъ серебряныхъ солей, а осаждаетъ изъ нихъ металлическое серебро, смѣшанное съ основной мѣдной солью, между тѣмъ какъ нейтральная соль мѣди поступаетъ въ растворъ. Онъ говоритъ: «закись мѣди относится къ растворамъ серебра точно также, какъ относилась бы къ нимъ механическая смѣсь, составленная изъ атомныхъ вѣсовъ металлической мѣди и окиси мѣди».

Этими наблюденіями была уяснена происходящая реакція, но знакомства съ ней еще недостаточно для количественнаго опредѣленія. Чтобы можно было высчитать, сколько мѣди изъ найденной въ остаткѣ выдѣлилось изъ закиси въ видѣ окиси и сколько растворилось въ видѣ нейтральной соли, для этого нужно или разъ навсегда опредѣлить составъ основной соли, или же опредѣлять каждый разъ аналитическимъ путемъ избытокъ въ ней основанія.

Послѣдній путь избралъ профессоръ Аубель ³⁾, именно онъ обрабатывалъ хорошо промытый остатокъ серебра отмѣреннымъ количествомъ разбавленной сѣрной кислоты известнаго содержанія (1 часть кислоты на 100 воды);

1) Karsten, System der Metallurgie, Bd. 5, S. 267.

2) Erdm. Journal für practische Chemie, Bd 71 (1857), S 412.

3) Polyt. Centralblatt. 1864, S. 904.

это дѣлалось на холодѣ, въ теченіи получаса; затѣмъ избытокъ сѣрной кислоты титровался назадъ. Изъ количества насыщеннѣй кислоты онъ высчитывалъ содержаніе окиси мѣди, и изъ количества окиси, какъ продукта разложенія закиси мѣди, опредѣлялъ содержаніе послѣдней. Это вычисленіе основано, однако, на ошибкѣ, потому что дѣлается въ предположеніи, что азотная кислота, которую сѣрная кислота выдѣляетъ изъ основной соли, остается свободной и неизмѣнной въ растворѣ и при титрованіи назадъ насыщаетъ столько же щелочи, какъ и вытѣснившая ее сѣрная кислота. На самомъ же дѣлѣ, освободившаяся азотная кислота разлагается немедленно чрезвычайно тонко раздѣленнымъ металлическимъ серебромъ, т. е. перестаетъ быть кислотой и отсюда происходитъ первая ошибка. Далѣе, окись серебра, образовавшаяся на счетъ азотной кислоты, насыщаетъ часть сѣрной кислоты, и отсюда снова количество закиси мѣди будетъ найдено слишкомъ высокимъ. Въ томъ, что дѣйствительно большое количество серебра растворяется, если подобный осадокъ облить разбавленной сѣрной кислотой, легко убѣдиться изъ опыта.

Другой путь, если основывать вычисленіе на составѣ основной соли одинъ разъ навсегда опредѣленномъ, сначала казался непригоднымъ, такъ какъ можно было опасаться, что составъ этотъ часто мѣняется; однако изслѣдованія показали, что этаго къ счастью не бываетъ, если только употреблять холодные разбавленные растворы, и что способъ этотъ отличается достаточной точностью. Если бы не было такого счастливаго обстоятельства, мы бы не имѣли вовсе способа опредѣлять съ точностью количество закиси мѣди въ продажной мѣди или въ другихъ подобныхъ продуктахъ, потому что не найдено еще другихъ способовъ отдѣленія этаго вещества отъ металлической мѣди, кромѣ обработки азотнокислымъ серебромъ. Такъ напримѣръ, кислоты растворяютъ закись мѣди только съ поверхности мѣди, и не удается сдѣлать внутренность опилокъ доступной разбавленной сѣрной кислотѣ, если даже одновременно съ кислотой дѣйствовать на мѣдь ртутью. Наконецъ, до какой степени неудовлетворителенъ способъ Лубеля, будетъ показано ниже.

Для изслѣдованій состава упомянутой основной соли я употреблялъ закись мѣди, приготовленную слѣдующимъ образомъ. Сначала была получена полухлористая мѣдь кипяченіемъ содержащей соляную кислоту хлористой мѣди съ большимъ количествомъ тонко измельченной металлической мѣди. Горячій растворъ былъ отцѣженъ черезъ азбестовый фильтръ и влитъ въ большое количество воды. Полученная полухлористая мѣдь немедленно была отцѣжена черезъ Бунзенскій фильтръ и промыта сначала водой, подкисленной соляной кислотой, потомъ содержащимъ соляную кислоту алкоголемъ и наконецъ чистымъ абсолютнымъ алкоголемъ. Послѣ того какъ полухлористая мѣдь была возможно быстро высушена, она была стерта съ равнымъ по вѣсу количествомъ безводнаго углекислаго натра и подвергнута плавленію въ теченіи 20 минутъ въ муфельной печи въ хорошо прикрытомъ фарфоро-

вомъ тиглѣ. При охлажденіи тигель растрескался и отдѣлился отъ сплавленной массы. Последняя была опилена со всѣхъ сторонъ, чтобы удалить приставшія частички тигля, потомъ положена въ воду для отдѣленія верхней части, окрашенной окисью мѣди въ черный цвѣтъ; послѣ этого очищенный остатокъ былъ положенъ въ свѣжую воду, гдѣ понемногу и распустился совершенно. Отцѣженная и старательно промытая закись мѣди оказалась свободной отъ щелочи и лишь со слѣдами хлора, но содержала не смотря на всѣ принятія предосторожности нѣкоторое количество окиси мѣди. По этой причинѣ, содержаніе въ ней закиси мѣди было опредѣлено аналитическимъ путемъ, именно слѣдующими тремя способами:

1) Титрованіемъ растворомъ хамелеона, послѣ растворенія закиси мѣди въ атмосферѣ углекислоты, разбавленной соляной кислотой съ хлористымъ натріемъ.

1,0026 гр. потребовали 85,5 куб. сант. раствора хамелеона, 1 куб. сант. котораго соотвѣтствовалъ 0,00859936 гр. желѣза; $85,5 \text{ куб. сант.} = 0,73524 \text{ желѣза} = 0,937437 \text{ гр. закиси мѣди} = 93,5 \text{ ‰}$.

1,1403 гр. потребовали 50,9 куб. сант. раствора хамелеона, 1 куб. сант. котораго соотвѣтствовалъ 0,0164418 гр. желѣза; $50,9 \text{ куб. сант.} = 0,8368876 \text{ гр. желѣза} = 1,067031 \text{ г. закиси мѣди} = 93,575 \text{ ‰}$.

2) По способу Аубеля, обработкой разбавленной сѣрной кислотой и сѣрнокислымъ серебромъ.

1,0010 гр. обработанные 2,5 гр. сѣрнокислаго серебра и разбавленной сѣрной кислотой дали 1,409 гр. серебра, что соотвѣтствуетъ 0,931764 гр. закиси мѣди или $93,083 \text{ ‰}$.

3) Черезъ превращеніе отцѣшеннаго количества въ окись мѣди.

Последней цѣли не удавалось достигнуть, ни продолжительнымъ прокаливаніемъ на воздухѣ или въ струѣ кислорода, ни прокаливаніемъ при многократномъ смачиваніи азотной кислотой. Анализируемую закись мѣди пришлось совершенно растворить въ азотной кислотѣ, выпарить до суха и прокалить; другой анализъ былъ сдѣланъ такимъ образомъ, что растворъ былъ осажденъ ѣдкимъ кали и полученная окись мѣди прокалена.

По первому способу 2,6093 гр. вещества дали 3,8833 гр. окиси. Такимъ образомъ кислорода было поглощено 0,274 гр., что соотвѣтствуетъ 2,44545 закиси мѣди или $93,720 \text{ ‰}$.

По второму способу 1,001 гр. дали 1,1063 гр. окиси. Кислорода было поглощено 0,1053 гр., что соотвѣтствуетъ содержанію $93,886 \text{ ‰}$ закиси мѣди.

Если взять среднее изъ всѣхъ этихъ результатовъ, то содержаніе закиси мѣди вычислится въ $93,553 \text{ ‰}$ именно.

$$\frac{93,50 + 93,576 + 93,083 + 93,720 + 93,886}{5} = 93,553\%$$

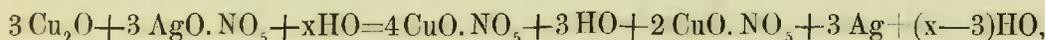
По этому препаратъ имѣлъ слѣдующій составъ:

$$\begin{array}{r} 93,553\% \text{ Cu}_2\text{O} \left\{ \begin{array}{l} 10,4873\% \text{ O} \\ 83,0657\% \text{ Cu} \end{array} \right. \\ 6,447\% \text{ CuO} \left\{ \begin{array}{l} 1,2991\% \text{ O} \\ 5,1479\% \text{ Cu} \end{array} \right. \\ \hline 100,000\% \qquad \qquad 100,000\% \end{array}$$

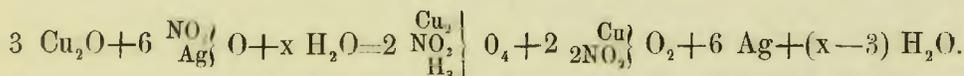
Онъ разлагался на холодѣ разбавленнымъ растворомъ азотнокислаго серебра только по прошествіи нѣкотораго времени; но разъ начавшееся разложение продолжалось съ возрастающей скоростью. При 40° Ц. или съ концентрированнымъ растворомъ серебра, разложение начиналось немедленно.

При количественныхъ испытаніяхъ, закись мѣди подвергалась на холодѣ въ теченіе 3 дней дѣйствию раствора серебра, причемъ жидкость часто помѣшивалась. Послѣ этого, образовавшійся осадокъ отцѣживался, промывался, и въ немъ опредѣлялось серебро, а иногда и мѣдь; въ фильтратѣ же каждый разъ опредѣлялась мѣдь, по осажденіи избытка серебра. Количество возстановленнаго серебра, служившее мѣрою для количества разложившейся закиси мѣди, вскорѣ показало, что часть послѣдней не подвергается разложенію, и именно тѣмъ большая часть, чѣмъ менѣе тонко былъ измельченъ препаратъ. Очевидно, что причина этого заключается въ облаченіи неразложившихся частичекъ нерастворимою основною солью и серебромъ, неудобство, которое не существуетъ при приложеніи способа для анализа мѣди, содержащей закись мѣди въ такомъ тонкомъ раздѣленіи, что при раствореніи мѣди всѣ частички закиси приходятъ въ соприкосновеніе съ растворомъ серебра.

Разложение происходитъ по слѣдующему уравненію, какъ можно заключить изъ полученныхъ и приведенныхъ результатовъ:



или по молекулярнымъ формуламъ:



Нагрѣванія должно избѣгать, потому что реакція въ такомъ случаѣ будетъ другая.

Первый опытъ.

1 гр. приготовленной закиси мѣди былъ смѣшанъ съ 12 куб. сантим. воды и 2,76 гр. азотнокислаго серебра. Во время всего разложения, которое нача-

лось немедленно, жидкость охлаждалась. Послѣ трехдневнаго промежутка, осадокъ далъ 1,5967 гр. хлористаго серебра съ 1,20193 гр. серебра; въ растворѣ найдено 0,27 гр. окиси мѣди съ 0,215592 гр. мѣди.

Изъ количества осажденнаго серебра можно вычислить, что для его выдѣленія понадобились 0,35277 гр. изъ той мѣди, которая заключалась въ закиси мѣди, а теперь приняла форму азотнокислой окиси мѣди. Одновременно съ этимъ должно было выдѣлиться точно такое же количество мѣди въ формѣ окиси мѣди, но при переходѣ въ $4 \text{ CuO} \cdot \text{NO}_5$ должно было поглотить изъ нейтральной азотнокислой мѣди $\frac{1}{3} 0,35277 = 0,1177$ гр. мѣди; слѣдовательно въ растворѣ могли лишь оставаться $\frac{2}{3} 0,35277 = 0,23584$ гр. На послѣднее количество дѣйствовала, кромѣ того, окись мѣди, которая уже раньше заключалась въ закиси мѣди, и количество мѣди въ которой равнялось 0,051479 гр.; эта окись мѣди перешла такъ же въ соль $4 \text{ CuO} \cdot \text{NO}_5$ и поглотила при этомъ изъ нейтральной азотнокислой мѣди $\frac{1}{3} 0,051479$ гр. мѣди. Слѣдовательно, въ растворѣ могли находиться лишь $0,23584 - 0,01716 = 0,21868$ гр. мѣди, что вполне соответствуетъ изъ опыта найденному количеству—0,2156 гр.

Второй опытъ.

0,9036 гр. той же закиси мѣди съ 40 куб. сант. воды и 2,75 гр. азотнокислаго серебра дали по истеченіи трехъ дней, въ остаткѣ: 1,3385 гр. хлористаго серебра, въ растворѣ: 0,228 гр. окиси мѣди.

1 гр. закиса мѣди далъ бы: въ остаткѣ—1,4813 гр. хлористаго серебра, въ растворѣ—0,2523 гр. окиси мѣди съ 0,201459 гр. мѣди. Если приложить тѣ же разсужденія, что и въ первомъ опытѣ, то найдемъ, что 1,115063 гр. серебра указываютъ на раствореніе въ азотнокисломъ серебрѣ 0,3273 гр. мѣди изъ закиси мѣди. Изъ этого количества растворились бы $\frac{2}{3} = 0,2182$ гр., еслибы закись мѣди не содержала окиси мѣди, которая, при переходѣ въ соль $4 \text{ CuO} \cdot \text{NO}_5$, выдѣлила нейтральной азотнокислой мѣди еще 0,01716 гр. мѣди, такъ что въ заключеніе въ растворѣ могли находиться лишь $0,2182 - 0,01716 = 0,20104$ гр. мѣди. Найдено же 0,201459 гр.

Третій опытъ.

1,0877 гр. менѣе тонко измельченной закиси мѣди были облиты 200 куб. сант. воды и нужнымъ количествомъ раствора серебра; жидкость нагрѣта до 40° Ц. и оставлена стоять въ теченіи 3 дней. Остатокъ далъ 0,9838 гр. хлористаго серебра съ 0,740565 гр. серебра и 1,0054 гр. окиси мѣди съ 0,80280 гр. мѣди; въ растворѣ найдено 0,1857 гр. окиси мѣди съ 0,143279 гр. мѣди.

Отсюда можно высчитать, что при тѣхъ же обстоятельствахъ 1 гр. препарата далъ бы въ остаткѣ: 0,6808 гр. серебра и 0,7380 гр. мѣди; въ растворѣ: 0,1363 гр. мѣди.

Означенное количество серебра требуетъ для осажденія только 0,1997 гр. мѣди. Слѣдовательно, въ этомъ случаѣ, разложеніе произошло значительно менѣе совершенно, чѣмъ прежде; и потому не совсѣмъ вѣрно предположеніе, сдѣланное какъ и прежде при вычисленіи, что окись мѣди, примѣшанная къ закиси, вполнѣ перешла въ соль 4 CuO NO_5 . Поэтому не удивительно, что здѣсь не сходятся результаты вычисленія и опыта. По вычисленію слѣдовало бы найти въ растворѣ 0,1161 гр. мѣди, на самомъ же дѣлѣ найдено— 0,1363 гр.

Четвертый опытъ.

Для этого опыта употреблялась другая закись мѣди, но приготовленная по тому же способу, и содержавшая:

$$\begin{array}{r} 89,7788\% \text{ закиси мѣди и} \\ 10,2212 \text{ » окиси мѣди} \\ \hline 100,0000\% \end{array}$$

1,1498 гр. этой закиси, обработанные точно также какъ и прежде, дали въ остаткѣ 1,4740 гр. серебра и 0,74424 гр. мѣди, въ растворѣ 0,266216 гр. мѣди.

Взятые 1,1498 гр. закиси содержали:

$$\begin{array}{l} 0,11758 \text{ гр. CuO} \left\{ \begin{array}{l} 0,09388 \text{ гр. Cu.} \\ 0,02370 \text{ » O.} \end{array} \right. \\ 1,03227 \text{ » Cu}_2\text{O} \left\{ \begin{array}{l} 0,91667 \text{ » Cu.} \\ 0,11560 \text{ » O.} \end{array} \right. \end{array}$$

Тоже вычисленіе, что и прежде, приводитъ къ тому, что 1,4740 гр. серебра осаждены 0,4324 гр. мѣди изъ закиси мѣди. Изъ этого количества въ растворѣ могли поступить $\frac{2}{3} = 0,2882$, безъ $\frac{1}{3}$ той мѣди, которая присутствовала въ видѣ окиси, а всего 0,25691. Разница въ 0,0093 гр. не должна казаться удивительной, если вспомнить, какъ сложенъ анализъ, и сколько въ немъ источниковъ ошибокъ.

Впослѣдствіи тѣ же самыя испытанія были повторены съ совершенно чистою закисью мѣди, приготовленной мокрымъ путемъ по способу Беттгера, и найдены совершенно сходные результаты. При тонкой измельченности этого препарата, не происходило обложенія частичекъ окиси мѣди, а разложеніе распространялось равномерно по всей массѣ.

Я полагаю, что данное мною выше уравненіе, выражающее реакцію азотнокислаго серебра на закись мѣди, послѣ всѣхъ сообщенныхъ работъ, можно считать вполнѣ доказаннымъ.

Теперь нужно было еще опредѣлить, дастъ ли свободная отъ кислорода мѣдь съ избыткомъ азотнокислаго серебра не содержащій мѣди осадокъ,

или же послѣдній всегда содержитъ мѣдь, какъ утверждали многіе. Если бы мѣдь заключалась всегда въ осадкѣ въ значительномъ количествѣ, то этотъ способъ опредѣленія не могъ бы быть примѣняемъ. Въ этомъ отношеніи дали разъясненіе опыты, которые, какъ описано ниже, дѣлались для повѣрки атомнаго вѣса мѣди, и при которыхъ приготовленная со всѣми возможными предосторожностями химически чистая мѣдь подвергалась дѣйствию разбавленнаго раствора азотнокислаго серебра. Въ осажденномъ серебрѣ всегда можно было найти слѣды, но и не больше слѣдовъ, мѣди. Такимъ образомъ было найдено:

въ серебрѣ возстановленномъ	5,9522	гр. мѣди	0,003	гр. мѣди
»	»	»	5,0545	»
»	»	»	7,0842	»

а въ среднемъ выводѣ, въ серебрѣ, осажденномъ 1 граммомъ мѣди найдено 0,0005 гр. мѣди. Эта мѣдь оставалась не въ формѣ основной соли, а въ металлическомъ видѣ, потому что, когда вмѣсто нейтральнаго азотнокислаго серебра употреблялась сѣрнокислая соль серебра съ разбавленной сѣрной кислотой, въ осадкѣ находилось почти тоже количество мѣди; именно изъ многихъ опытовъ найдено, что въ среднемъ выводѣ на каждый граммъ взятой для испытанія мѣди въ осадкѣ серебра находилось 0,0007 гр. мѣди.

Если разсчитать, какъ велика вслѣдствіе этого обстоятельства ошибка, происходящая при опредѣленіи закиси мѣди и имѣющая почти всегда одну и ту же величину, то найдемъ $+0,09\%$. Количество закиси мѣди будетъ найдено на эту цифру выше дѣйствительнаго, количество же кислорода—на $0,01\%$. По ея ничтожности, ошибкой этой обыкновенно можно пренебречь.

Что касается до хода работы при опредѣленіи закиси мѣди, то онъ тотъ же самый, что и описанный въ отдѣлѣ объ опредѣленіи формы соединеній металлическихъ примѣсей.

Количество мѣди, отдѣленной изъ осадка серебра, помноженное на 1,5, дастъ количество мѣди, присутствовавшей въ видѣ закиси мѣди; помноженное на 1,6895 дастъ количество закиси мѣди; помноженное на 0,1895—количество кислорода, заключавшагося въ закиси мѣди.

Примѣры анализова.

1) Искусственно приготовленный сплавъ мѣди съ закисью мѣди (о приготовленіи говорится ниже), который, соотвѣтственно приготовленію, долженъ былъ содержать $0,3988\%$ закиси мѣди $= 0,0447\%$ кислорода и въ которомъ прокаливаніемъ въ струѣ водорода найдено $0,047\%$ кислорода, далъ съ растворомъ нейтральнаго азотнокислаго серебра слѣдующіе результаты:

7,4344 гр. опилокъ дали 0,0270 гр. полусѣристой мѣди, что равно 0,02155 гр. мѣди. Это число, помноженное на 1,6895 даетъ содержаніе закиси мѣди въ 0,0364 гр. = 0,488⁰/₀ съ 0,054⁰/₀ кислорода.

2) Искусственно приготовленный сплавъ, который долженъ былъ содержать 0,8298⁰/₀ закиси мѣди съ 0,0930⁰/₀ кислорода, далъ слѣдующіе результаты:

7,5962 гр. дали изъ осадка серебра 0,0479 гр. полусѣристой мѣди съ 0,03824 гр. мѣди. Это количество мѣди соотвѣтствуетъ 0,66461 гр. закиси мѣди или 0,8506⁰/₀ съ 0,095⁰/₀ кислорода. Возстановленіемъ въ водородѣ найдено 0,0928⁰/₀ кислорода.

3) Рафинированная Окерская мѣдь № I.

2,000 гр. мѣди дали	0,0024 гр. Cu_2S	съ	0,0019164 гр. Cu .
2,000 » » »	0,0020 » »		0,0015970 » »
8,000 » » »	0,0104 » »		0,0083040 » »
<hr/>			
12,000 гр. мѣди дали въ осадкѣ.	. .		0,0118174 гр. Cu .

А 100 гр. въ среднемъ выводѣ дали бы 0,0984 гр. мѣди. Это число, помноженное на 1,6895 дасть:

$$0,1662\% \text{ Cu}_2\text{O} \left\{ \begin{array}{l} 0,1476\% \text{ Cu} \\ 0,0186\% \text{ O} \end{array} \right.$$

4) Рафинированная Окерская мѣдь № II.

4 гр. мѣди дали	0,010 гр. Cu_2S	съ	0,00799 гр. Cu .
8 » » »	0,0214 » »		0,01708 » »
<hr/>			
12 гр. мѣди дали въ осадкѣ	. .		0,02507 гр. Cu .

А 100 гр. мѣди дали бы въ среднемъ выводѣ 0,209 гр. мѣди. Слѣдовательно этотъ сортъ мѣди содержитъ:

$$0,3531\% \text{ Cu}_2\text{O} \left\{ \begin{array}{l} 0,3135\% \text{ Cu} \\ 0,0396\% \text{ O} \end{array} \right.$$

5) Переспѣлая Окерская мѣдь № III.

2 гр. мѣди дали	0,0882 гр. Cu_2S	съ	0,07042 гр. Cu .
2 » » »	0,0882 » »		0,07042 » »
2 » » »	0,0864 » »		0,06898 » »
<hr/>			
6 гр. мѣди дали въ осадкѣ.	. .		0,209328 гр. Cu .

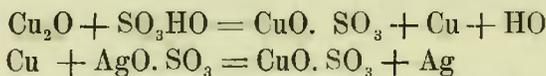
А 100 гр. мѣди дали бы въ среднемъ выводѣ 3,497 гр. мѣди.
Потому эта мѣдь содержитъ:

$$5,9081\% \text{ Cu}_2\text{O} \left. \vphantom{\begin{matrix} 5,9081\% \text{ Cu}_2\text{O} \\ 5,2455\% \text{ Cu} \\ 0,6626\% \text{ O} \end{matrix}} \right\} \begin{matrix} 5,2455\% \text{ Cu.} \\ 0,6626\% \text{ O.} \end{matrix}$$

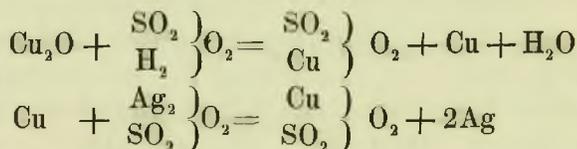
Нужно замѣтить, что въ этомъ сортѣ мѣди найдено съ помощью ниже-описываемаго, въ этомъ случаѣ вполне надежнаго титровальнаго способа 0,656% кислорода, содержащагося въ заиси мѣди.

Способъ Лубеля.

Особеннаго рассмотрѣнія заслуживаетъ способъ инженера К. Лубеля ¹⁾, предложенный для опредѣленія заиси мѣди въ продажной мѣди. Способъ этотъ, опубликованный въ 1867 г., основывается на реакціи заиси мѣди съ сѣрноокислымъ серебромъ и разбавленной сѣрной кислотой. Последняя раздѣляетъ заись мѣди на окись и кислородъ, причемъ окись мѣди растворяется въ сѣрной кислотѣ, между тѣмъ какъ мѣдь выдѣляетъ изъ сѣрнокислаго серебра эквивалентное количество серебра, по формуламъ:



или



Полученное металлическое серебро соотвѣтствуетъ такимъ образомъ половинѣ мѣди, содержащейся въ заиси мѣди. Слѣдовательно, по этому способу нужно лишь обработать содержащее заись мѣди вещество избыткомъ сѣрнокислаго серебра и водой, къ которой прибавлено нѣсколько капель сѣрной кислоты, пока не произойдетъ вполне разложеніе; затѣмъ серебро, отдѣживается, остатокъ сѣрнокислаго серебра вымывается горячей водой, и серебро взвѣшивается; или же его опредѣляютъ какъ хлористое серебро, если, судя по качествамъ анализируемаго вещества, можно опасаться, что къ осадку серебра присоединились какія либо примѣси.

При анализахъ продажной мѣди слѣдуетъ помнить, что серебро осаждается двумя веществами: металлической мѣдью и ея заисью, и что только

¹⁾ Berggeist, 1867, Jahrgang 12, S. 279.

половина мѣди послѣдней дѣйствуетъ на растворъ серебра. Если извѣстно содержаніе всей мѣди, то разница между нимъ и количествомъ мѣди, вычисланнымъ изъ осажденнаго серебра, будетъ равняться ровно половинѣ мѣди, заключающейся въ заиси мѣди. Напримѣръ:

Пусть 1,000 гр. рафинированной мѣди при обработкѣ сѣрнокислымъ серебромъ и разбавленной сѣрной кислотой далъ въ осадкѣ 3,3683 гр. серебра, и пусть аналитическимъ путемъ содержаніе мѣди опредѣлено въ 99,357%. Вычисленіе производится въ такомъ случаѣ слѣдующимъ образомъ: 3,3683 гр. серебра соотвѣтствуютъ 0,98805 гр. мѣди или 98,805%; разница между этимъ числомъ и аналитически найденнымъ: 99,357—98,805 = 0,552 представляетъ половину мѣди, содержащейся въ заиси мѣди, слѣдовательно всей заиси мѣди 1,243% съ 0,139% кислорода.

Вмѣсто такого вычисленія, можно предложить и другое, по слѣдующему уравненію. Пусть будетъ:

A—количество навѣшенной мѣди,

B—количество серебра, осажденнаго навѣской A.

C—процентное содержаніе всей мѣди

X—процентное содержаніе заиси мѣди

107,93—атомный вѣсъ серебра

31,66—атомный вѣсъ мѣди

8 — атомный вѣсъ кислорода.

Въ такомъ случаѣ получимъ:

$$\frac{A \cdot X}{100} \cdot 107,93 + \left(\frac{A \cdot C}{100} - \frac{A \cdot X}{100} \cdot \frac{63,32}{31,66} \right) 107,93 = B.$$

$$\frac{107,93 \cdot 31,66 \cdot A \cdot X}{71,32} + \left(A \cdot C - \frac{A \cdot X \cdot 63,32}{71,32} \right) 107,93 = 31,66 \cdot 100 \cdot B.$$

$$31,66 \cdot A \cdot X + 71,32 \cdot A \cdot C - 63,32 \cdot A \cdot X = \frac{71,32 \cdot 100 \cdot 31,66}{107,93} B.$$

$$71,32 \cdot C - 31,66 \cdot X = \frac{71,32 \cdot 100 \cdot 31,66}{107,93} \frac{B}{A}.$$

$$X = \frac{71,32}{31,66} C - \frac{100 \cdot 71,32}{107,93} \frac{B}{A}$$

$$X = 2,25268 C - 66,0798 \frac{B}{A}$$

Если вставимъ въ это уравненіе числа взятаго выше примѣра, т. е. если положимъ

$$C = 99,357; B = 3,3683; A = 1,000,$$

То получимъ:

$$X = 2,25268. 99,357 - 66,0798. \frac{3,1683}{1,000}$$

$X = 223,8195 - 222,5765 = 1,2430\%$ закиси мѣди, въ которыхъ $0,139\%$ кислорода.

Какъ ни простъ этотъ способъ анализа и какъ ни точны кажутся съ перваго взгляда его результаты, но при ближайшемъ разсмотрѣннн эти удобства оказываются весьма сомнительными; и внимательная критика показываетъ даже, что способъ этотъ совершенно негоденъ.

Прежде всего, способъ этотъ требуетъ чрезвычайно точнаго опредѣленія атомныхъ вѣсовъ серебра и мѣди, что впрочемъ нельзя считать за недостатокъ, принадлежащій самому способу.

Что касается до атомнаго вѣса серебра, то относительно его не можетъ быть ни малѣйшаго сомнѣнн, съ тѣхъ поръ какъ онъ опредѣленъ поистинѣ достойными удивленія изслѣдованнми Стаса ¹⁾, которыя могутъ служить для всѣхъ временъ образцовыми опредѣленнми атомнаго вѣса; атомный вѣсъ серебра равенъ 107,93, если атомный вѣсъ кислорода 8.

Но совсѣмъ другое дѣло съ атомнымъ вѣсомъ мѣди. Данная первоначально для него Берцеліусомъ величина — 31,65 замѣнена въ большей части учебниковъ химн найденной Marchand'омъ — 31,73 или округленной 31,75. Скажутъ, что подобныя ничтожныя различн не могутъ имѣть большаго значенн. На это можно отвѣтить, что эти различн въ атомномъ вѣсѣ мѣди, при вычисленн однихъ и тѣхъ же результатовъ анализа, дадутъ числа, разность которыхъ въ 3 или въ 4 раза больше, чѣмъ все количество опредѣляемыхъ закиси мѣди или кислорода. Разница между атомными вѣсами Берцеліуса и Маршана равна 0,08. Смотря потому, брать ли одно или другое число для вычисленн одного и того же количества закиси мѣди, получимъ два результата съ разностью въ $0,562\%$. Увеличенн атомнаго вѣса мѣди на 0,08 соотвѣтствуетъ уменьшенн количества вычисляемой закиси мѣди на $0,562\%$, или приблизительно на величину въ 7 разъ большую разности между атомными вѣсами.

Пусть, напримѣръ, 1 гр. мѣди далъ въ осадкѣ 3,36775 гр. серебра и пусть анализомъ найденное содержанн мѣди равно $99,323\%$. Если $Ag = 107,93$ и $Cu = 31,73$ (по Marchand'у), то 3,36775 гр. серебра соотвѣтствуютъ 0,990074 гр. мѣди или $99,0074\%$. Разность между 99,323 и 99,0074, равная $0,3156\%$ представляетъ половину мѣди, содержащейся въ закиси мѣди. Слѣдовательно содержанн закиси мѣди равно $0,7104\%$, съ $0,6312\%$ мѣди и $0,0792\%$ кислорода.

Если примемъ $Ag = 107,93$ и $Cu = 31,65$, то съ тѣми же самыми аналитическими данными получимъ, что 3,36775 гр. серебра соотвѣтствуютъ 0,987578 гр. мѣди или $98,7578\%$. Слѣдовательно $99,323 - 98,7578 = 0,5652$ пред-

¹⁾ Stas. Untersuchungen über die Gesetze der chem. Proportionen, 1867.

ставляетъ половину мѣди изъ закиси мѣди. Поэтому содержаніе закиси мѣди равно $1,2734^0/0$ съ $1,1304^0/0$ мѣди и $0,143^0/0$ кислорода. Во второмъ случаѣ найдено ровно вдвое больше закиси мѣди, чѣмъ въ первомъ.

Если, наконецъ, принять атомный вѣсъ мѣди въ 31,75 то процентное содержаніе закиси мѣди вычислится приблизительно на $0,7^0/0$ выше, чѣмъ при вычисленіи съ атомнымъ вѣсомъ Берцелиуса.

Это обстоятельство можетъ служить хорошимъ подтвержденіемъ къ замѣчанію, сдѣланному уже Стасомъ, что для точныхъ изслѣдованій совершенно негодится округлять найденные изъ опытовъ атомные вѣса.

Чтобы обойти эти трудности, мѣ не оставалось ничего болѣе, какъ опредѣлить самому атомный вѣсъ мѣди. Объ томъ, какъ это выполнено, говорится подробно въ особомъ отдѣлѣ. Здѣсь достаточно сообщить, что атомный вѣсъ мѣди найденъ въ 31,66, слѣдовательно почти одинаковый съ Берцелиусовымъ.

Къ сожалѣнію, изъ этой трудной и долгой работы нельзя было извлечь никакой выгоды для способа Аубеля, потому что въ теченіи этого времени самымъ неожиданнымъ образомъ оказалось, что при осажденіи кислыхъ или нейтральныхъ растворовъ серебра мѣдью, получается всегда меньше серебра, чѣмъ сколько бы слѣдовало соотвѣтственно атомнымъ вѣсамъ. Если $Cu = 31,66$ и $Ag = 107,93$, то 1 гр. мѣди долженъ бы осаждать 3,40903 гр. серебра. На самомъ же дѣлѣ, при опытахъ, произведенныхъ съ наивозможной тщательностью и подробно описанныхъ ниже, въ отдѣлѣ «опредѣленіе атомнаго вѣса мѣди», получились слѣдующіе результаты:

	Разница противъ эк- вивалентнаго количества серебра.
При употребленіи сѣрнокислаго серебра и сѣр- ной кислоты:	
Опытъ № 1) 1 гр. химически чистой мѣди осадилъ 3,38665 гр. серебра	0,02238 гр.
2) 1 гр. химически чистой мѣди осадилъ 3,39675 гр. серебра	0,01238 »
При употребленіи нейтральнаго азотнокислаго серебра.	
3) 1 гр. мѣди осадилъ 3,9501 гр. серебра	0,01402 »
4) 1 » » » 3,39560 » »	0,01343 »
5) 1 » » » 3,39348 » »	0,01555 »
6) 1 » » » 3,39693 » »	0,01210 »

Такъ какъ никакимъ образомъ нельзя избѣгнуть этой разницы между количествомъ получаемаго серебра и тѣмъ, котораго требуетъ теорія, и даже не объяснены и причины этой разницы, то вмѣстѣ съ тѣмъ оказывается совершенно неточнымъ и способъ Аубеля. При анализахъ продажной мѣди, для которыхъ этотъ способъ преимущественно употребляется, онъ, вслѣдствіе

указаннаго обстоятельства покажетъ всегда процентное содержаніе закиси мѣди слишкомъ высокимъ. Потому что если въ приведенномъ выше уравненіи:

$$x = 2,25268. C - 66,0798 \frac{B}{A}$$

выдѣленное количество серебра B будетъ меньше дѣйствительнаго, то x будетъ больше, и именно въ $\frac{66,0798}{A}$ разъ больше разницы въ количествахъ серебра. Напримѣръ, вышеприведеннымъ разницамъ отъ 0,01228 до 0,02238 гр. серебра на 1 гр. мѣди соотвѣтствуетъ ошибка въ 0,807 — 1.4718% закиси мѣди; на такую величину ея найдено будетъ больше дѣйствительнаго количества. Уже ошибка въ количествѣ серебра равная 0,001 гр. на 1 гр. мѣди повела бы къ опредѣленію закиси мѣди на 0,066% больше, или кислорода въ закиси мѣди на 0,0074% больше. И въ самомъ дѣлѣ изъ сообщаемыхъ ниже аналитическихъ опредѣленій яснымъ образомъ видна неточность способа Аубеля.

Насколько неточенъ результатъ въ каждомъ данномъ случаѣ, это можно узнать безъ производства особенныхъ опытовъ, если, при опредѣленіи закиси мѣди съ помощью пейтральнаго азотнокислаго серебра, опредѣлить въ осадкѣ не только количество мѣди, но и количество осажденнаго серебра. Распаденіе закиси мѣди происходитъ въ нейтральномъ растворѣ серебра точно также какъ и въ кислотѣ, только въ первомъ случаѣ остается нерастворенною образовавшаяся окись мѣди. Такъ какъ въ жидкости нѣтъ свободной кислоты, то количество осажденнаго серебра болѣе приближается къ требуемому теоріей, чѣмъ при способѣ Аубеля, потому что при послѣднемъ часть мѣди растворяется въ сѣрной кислотѣ и не можетъ уже осадить серебра. Для вычисленія количества закиси мѣди пужно, конечно, опредѣлить все содержаніе мѣди.

Но если даже предположить, что указанный источникъ ошибокъ не существуетъ, то всетаки способъ Аубеля могъ бы имѣть лишь весьма ограниченное примѣненіе. Дѣло въ томъ, что при всѣхъ разсужденіяхъ до сихъ поръ мы не принимали въ расчетъ постороннихъ металлическихъ примѣсей, всегда присутствующихъ въ продажной мѣди. Нельзя пренебрегать ихъ вліяніемъ на опредѣленіе закиси мѣди, какъ это сдѣлано Аубелемъ, потому что если эти примѣси содержатся въ мѣди въ металлическомъ видѣ, то онѣ осаждаютъ также изъ раствора серебра металлическое серебро; и только та часть ихъ, которая присутствуетъ въ окисленномъ состояніи, не осаждаютъ серебра. Чтобы это обстоятельство можно было принимать во вниманіе при вычисленіяхъ содержанія закиси мѣди, нужно совершенно точно знать какъ количество постороннихъ примѣсей, такъ и форму ихъ соединеній, — условіе, дѣлающее примѣнимость способа опредѣленія весьма сомнительной, даже еслибы у этого способа и не было другихъ недостатковъ.

Для подтвержденія сказаннаго приведемъ результаты, которые этотъ способъ далъ при анализѣ трехъ сортовъ мѣди извѣстнаго состава.

Окерская мѣдь № I.

1,0013 гр. мѣди осадилъ	3,3702 гр. Ag или 1 гр. Cu	3,3658 гр. Ag.
1,0005 » » »	3,3714 » » » 1 » »	3,3697 » »
3,2814 » » »	11,0654 » » » 1 » »	3,3720 » »

Въ среднемъ выводѣ 1 гр. мѣди осаждалъ . . . 3,3692 гр. Ag.

Опредѣленное изъ анализа содержаніе мѣди . . . 99,323⁰/₁₀₀.

Изъ этихъ чиселъ по вышеприведенной формулѣ высчитывается содержаніе закиси въ 1,1069⁰/₁₀₀ съ 0,124⁰/₁₀₀ кислорода, между тѣмъ какъ дѣйствительное содержаніе закиси мѣди — 0,186⁰/₁₀₀, а кислорода — 0,021⁶/₁₀₀, т. е. почти въ 5 разъ меньше.

Чтобы показать, на сколько могутъ вліять посторонніе металлы, предположимъ, напримѣръ, что всё они присутствуютъ въ металлическомъ видѣ. Въ такомъ случаѣ получимъ слѣдующее сопоставленіе:

Содержаніе постороннихъ металловъ въ 1 граммѣ мѣди.	Они могутъ	
	осадить серебра граммовъ	и при этомъ перейти въ
As 0,00130	0,00562	AsO ₃
Sb 0,00095	0,00252	SbO ₃
Bi 0,00052	0,00079	BiO ₃
Pb 0,00061	0,00063	Pb
Fe 0,00063	0,00364	Fe ₂ O ₃
Co } 0,00065	0,00238	NiO
Ni }		CoO
Ag 0,00072	0,00072	Ag
	0,01630	

Слѣдовательно металлы, заключающіеся въ 1 гр. мѣди, осадилъ бы 0,0163 гр. серебра, которые должно бы вычестъ, чтобы получить то количество серебра, которое дѣйствительно осаждено мѣдью и закисью мѣди. Это количество будетъ равняться 3,3529 гр. и соотвѣтствуетъ 2,184⁰/₁₀₀ закиси мѣди и 0,245⁰/₁₀₀ кислорода.

Если примѣръ этотъ и преувеличенъ въ томъ отношеніи, что примѣшанные металлы только меньшею частью находятся въ неокисленномъ видѣ, то съ другой стороны слѣдуетъ обратить вниманіе на то, что продажная мѣдь нерѣдко заключаетъ значительныя количества постороннихъ металловъ въ свободномъ состояніи. Такъ напримѣръ, въ весьма чистой Мансфельдской мѣди заключается около 0,21⁰/₀ металлическаго никкеля, который, если вліяніе его не будетъ принято въ расчетъ при вычисленіи анализа, уже одинъ причинитъ ошибку въ 0,538⁰/₀ закиси мѣди.

Что касается до опредѣленія этого сорта мѣди по первоначально изложенному способу, съ нейтральнымъ азотнокислымъ серебромъ, то съ нимъ получены слѣдующіе результаты:

2 гр. мѣди дали	8,9730 гр. Ag Cl,	которые содержатъ	6,7544 гр. Ag.
2 » » »	8,9672 » » »	»	6,7500 » »
8 » » »	35,8000 » » »	»	26,9488 » »
А въ среднемъ выводѣ 1 гр. мѣди осаждалъ . . .			3,3736 гр. Ag.

Изъ этого количества серебра и процентнаго содержанія мѣди количество закиси мѣди вычисляется въ 0,8161⁰/₀.

Рафинированная Окерская мѣдь № II.

По способу Аубеля.

1 гр. мѣди осаждалъ	3,3674 гр. серебра.
1 » » »	3,3685 » »
1 » » »	3,3697 » »
3,3222 гр. осад. или 11,1883 гр. Ag, а 1 гр. .	3,3677 » »
1 гр. мѣди въ среднемъ выводѣ осаждалъ . . .	3,3683 гр. Ag.

Все содержаніе мѣди было 99,357⁰/₀.

Соотвѣтственно этимъ числамъ, мѣдь заключаетъ 1,243⁰/₀ закиси мѣди съ 0,139⁰/₀ кислорода.

Дѣйствительное содержаніе—0,3531⁰/₀ закиси мѣди съ 0,0396⁰/₀ кислорода.

Въ этомъ случаѣ, обработка азотнокислымъ серебромъ дала почти тотъ же результатъ, именно 4 гр. мѣди дали 17,9002 гр. хлористаго серебра съ 13,47454 гр. серебра, или 1 гр. мѣди осадилъ 3,36863 гр. серебра.

Переспѣлая Окерская мѣдь № III.

По способу Аубеля.

1,0010 гр. Cu дали 3,2579 гр. Ag или 1 гр. Cu далъ	3,2546 гр. Ag.
1,0008 » » » 3,2549 » » » 1 » » »	3,2523 » »
1,0000 » » » 3,2563 » » » 1 » » »	3,2563 » »
Въ среднемъ выводѣ 1 гр. мѣди осаждалъ . . .	3,2544 гр. Ag.

Содержаніе мѣди найдено аналитическимъ путемъ въ 98,806%, слѣдовательно закиси мѣди 7,5382% съ 0,845% кислорода. Дѣйствительное же содержаніе закиси мѣди 5,9081%, а кислорода—0,6626%.

Съ азотнокислымъ серебромъ найдено, что

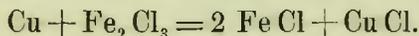
2 гр. мѣди дали	8,662 гр. Ag Cl,	въ которыхъ	6,5204 гр. Ag.
2 » » »	8,6668 » » »	» » »	6,5240 » »
8 » » »	34,5872 » » »	» » »	26,0352 » »

Въ среднемъ выводѣ 1 гр. мѣди осаждалъ . . . 3,2589 гр. Ag.

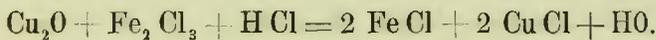
Отсюда содержаніе закиси мѣди вычисляется въ 7,233%.

ОПРЕДѢЛЕНІЕ ЗАКИСИ МѢДИ ТИТРОВАНІЕМЪ.

Если бы мѣдь не заключала постороннихъ металловъ, или заключала бы ихъ только въ окисленномъ видѣ, то содержаніе закиси мѣди можно бы было опредѣлять раствореніемъ мѣдныхъ опилокъ безъ доступа воздуха въ избытокъ дитрехлористаго желѣза съ соляной кислотой, и титрованіемъ растворомъ хамелеона образовавшагося одно-хлористаго желѣза. При этомъ происходили бы слѣдующія реакціи:



Здѣсь 2 эквивалента желѣза соотвѣтствуютъ 1 экв. мѣди.



Здѣсь 2 эквивалента желѣза соотвѣтствуютъ 2 экв. мѣди.

Если означить черезъ *A* количество всей мѣди въ 100 гр. мѣди и черезъ *X* то количество этой мѣди, которая присутствуетъ какъ закись, затѣмъ черезъ *B*—количество желѣза, найденное титрованіемъ и высчитанное на 100 гр. мѣди, то, принимая атомный вѣсъ мѣди равнымъ 31,66 и желѣза—28,025, получимъ, что

$$\frac{56,03 \cdot A}{31,66} - \frac{56,03 \cdot X}{31,66} + \frac{56,03 X}{2 \cdot 31,66} = B.$$

Производя послѣдовательно вычисленіе, получимъ:

$$\frac{2 \cdot 56,03 \cdot A}{31,66} - \frac{56,03 X}{31,66} = 2 B$$

$$2 \cdot 56,03 \cdot A - 56,03 X = 2 \cdot 31,66 \cdot B$$

$$2 \cdot 56,03 A - 2 \cdot 31,66 B = 56,03 X$$

$$X = 2 A - \frac{2 \cdot 31,66 \cdot B}{56,03}$$

$$X = 2 A - \frac{31,66}{28,025} \cdot B$$

$$X = 2 A - 1,1297 \cdot B.$$

Способъ этотъ былъ примѣненъ къ опредѣленію переспѣлой Окерской мѣди № III, въ которой не могли заключаться значительныя количества постороннихъ металловъ въ неокисленномъ видѣ, и получены слѣдующіе результаты:

1 гр. мѣди потребовалъ 103,8 куб. сант. хамелеона.

1 » » » 103,4 » » »

Въ среднемъ выводѣ 103,6 куб. сант. хамелеона.

100 куб. сант. раствора хамелеона соотвѣтствовали 1,64418 гр. желѣза, стало бытъ 103,6 куб. сант. соотвѣтствуютъ 1,7033 гр. желѣза. Содержаніе мѣди найдено электролизомъ въ 98,806%. Слѣдовательно $A = 98,806$, $B = 170,33$.

$$X = 2 \cdot 98,806 - 1,1297 \cdot 170,33$$

$$X = 5,191\%$$

Количество закиси мѣди будетъ, такимъ образомъ, 5,847% съ 0,656% кислорода. Эти числа сходны съ тѣми, которыя получены при опредѣленіи азотнокислымъ серебромъ. Тѣмъ не менѣе способъ этотъ, по упомянутой вначалѣ причинѣ, не примѣнимъ въ большей части случаевъ, при томъ же онъ требуетъ болѣе работы, чѣмъ раствореніе въ азотнокисломъ серебрѣ, которое и безъ того должно быть произведено для опредѣленія формы соединеній мышьяка, сурьмы и т. д.

г) Опредѣленіе сѣры и формы ея соединения.

Встрѣчается ли сѣра въ ковкой продажной мѣди, объ этомъ существуютъ различныя мнѣнія. Карстенъ ¹⁾ отрицаетъ ея присутствіе, между тѣмъ какъ Дикъ ²⁾ и Абель ³⁾, напротивъ, признаютъ его. Вопросъ этотъ представляется въ особенности интереснымъ вслѣдствіе связи, которая существуетъ между содержаніемъ сѣры въ мѣди и ея способностью къ брызганью ⁴⁾ и взбуханію ⁵⁾ (Sprühen und Steigen).

¹⁾ Karsten, System der Metallurgie, 1832, Bd 5, S. 243.

²⁾ Berg-und Hüttenmanpische Zeitung, 1856, S. 328.

³⁾ Polytechnisches Centralblatt, 1864, S. 904.

⁴⁾ Bergwerksfreund, Bd. 14. 1851, S. 701.

⁵⁾ Stetefeldt, Wagners Jahresbericht, Bd. 9, S. 161.

Такъ какъ въ большей части случаевъ дѣло идетъ объ опредѣленіи чрезвычайно малыхъ количество сѣры, то способъ опредѣленія долженъ позволять обработку большихъ павѣсокъ. Я употребляю два способа:

- 1) съ помощью нагрѣванія мѣди въ струѣ сухаго хлора,
 - 2) посредствомъ растворенія мѣди въ смѣси азотной кислоты и хлорноватокислаго кали
- и опредѣляя образовавшуюся въ обоихъ случаяхъ сѣрную кислоту.

1) Опредѣленіе съ помощью сухаго хлора.

Этотъ способъ опредѣленія для мѣди оказывается какъ нельзя болѣе пригоднымъ. Онъ состоитъ въ томъ, что мѣдь нагрѣваютъ съ сухимъ хлоромъ и сгущаютъ летучіе продукты въ пріемникахъ извѣстной формы. Воду, налитую въ послѣдніе, насыщаютъ хлоромъ, и затѣмъ въ аппаратъ вставляютъ божемскую стеклянную трубку, которая содержитъ точно отвѣшенное количество мѣди. При слабомъ нагрѣваніи послѣдней, начинается энергическое дѣйствіе хлора, вслѣдствіе котораго мѣдь приходитъ въ раскаленное состояніе. Расплавленная полухлористая мѣдь стекаетъ и собирается въ колѣнообразно согнутой части трубки, между тѣмъ какъ мѣдь представляетъ, такимъ образомъ, хлору постоянно свѣжую поверхность. Въ теченіи этого времени, даже при очень быстромъ токъ хлора, черезъ пріемники не проходитъ ни одного пузырька газа, такъ хорошо поглощается хлоръ; даже возможно бы было поднятіе воды изъ пріемниковъ въ трубку, если бы количество ея это позволяло. Когда мѣди остается уже немного, трубку нагрѣваютъ снова и въ тоже время умѣряютъ струю хлора для того, чтобы имъ не была увлечена хлористая сѣра послѣ полного исчезновенія мѣди. Въ видахъ осторожности, слѣдуетъ употреблять всегда два пріемника. Ихъ содержимое выливается и споласкивается въ стаканъ, избытокъ хлора удаляется кипяченіемъ, и сѣрная кислота осаждается хлористымъ баріемъ. Черезъ сутки растворъ отцѣживаютъ, сѣрнокислый баритъ прокалываютъ, кипятятъ съ водой и соляной кислотой, снова отцѣживаютъ черезъ сутки, прокалываютъ и взвѣшиваютъ.

Хотя удовлетворительность этого способа и не подлежала сомнѣнію, но его испытаніе было сдѣлано по тому случаю, что требовалось опредѣлить содержаніе сѣры въ сплавахъ химически чистой мѣди съ полусѣрнистой мѣдью; вслѣдствіе небольшихъ но неизбѣжныхъ при приготовленіи потерь, содержаніе въ сплавахъ сѣры было точно извѣстно лишь въ извѣстныхъ границахъ, и описанный способъ далъ результаты вполне соответствующіе извѣстнымъ числамъ. Вотъ эти результаты:

А. Синтетически приготовленные сплавы.

Сплавъ I долженъ былъ заключать 0,0552 — 0,0559⁰/₀ сѣры.

Изъ 2,708 гр. сплава получено 0,0113 гр. сѣрнокислаго барита съ 0,0015519 гр. сѣры, что равно 0,057⁰/₀.

Сплавъ II долженъ былъ заключать около 0,291⁰/₀ сѣры.

2,2456 гр. дали 0,0414 гр. сѣрнокислаго барита, съ 0,0056858 гр. сѣры, что равно 0,253⁰/₀.

Сплавъ III долженъ былъ заключать около 0,588⁰/₀ сѣры.

2,0807 гр. дали 0,0831 гр. сѣрнокислаго барита съ 0,0114128 гр. сѣры, что равно 0,5485⁰/₀.

В. Образцы мансфельдской мѣди послѣдовательнаго приготовления.

Черная мѣдь № I.

19,2952 гр. дали 0,0016 гр. сѣрнокислаго барита съ 0,0002197 гр. сѣры, что равно. 0,0011⁰/₀ S.

Переспѣлый рафинадъ № II.

10,9132 гр. дали 0,0029 гр. сѣрнокислаго барита съ 0,000398 гр. сѣры, что равно. 0,0036⁰/₀ S.

Возстановленный плотный (dichtgerolt) рафинадъ № III.

17,2892 гр. дали 0,0027 гр. сѣрнокислаго барита съ 0,000370 гр. сѣры, что равно. 0,0021⁰/₀ —

Возстановленный тягучій (zähe gepolt) рафинадъ № IV.

23,465 гр. дали 0,0042 гр. сѣрнокислаго барита съ 0,0005767 гр. сѣры, что равно. 0,0024⁰/₀.

Излишне возстановленный (überpolt) рафинадъ № V.

39,6044 гр. дали 0,0047 г. сѣрнокислаго барита съ 0,000645 гр. сѣры, что равно. 0,00163⁰/₀.

2) *Определение сѣры раствореніемъ мѣди въ азотной кислотѣ и хлорноватокисломъ кали.*

Этотъ способъ не требуетъ особенныхъ аппаратовъ, но зато гораздо продолжительнѣе, и притомъ осажденіе сѣрнокислаго барита болѣе затруднительно вслѣдствіе присутствія значительнаго количества солей въ растворѣ; по этимъ причинамъ я предпочитаю первый способъ.

При употребленіи этого способа, на 1 гр. мѣди вообще брались слѣдующія количества:

1 гр. хлорноватокислаго кали,
6 гр. азотной кислоты въ 1,2 уд. в. и
250 куб. сант. воды.

Если обработать этой смѣсью мѣдь, содержащую полусѣрнистую мѣдь, то послѣдняя выдѣляется сначала въ черныхъ хлопьяхъ, которые постепенно бѣлѣютъ, превращаясь въ сѣру; послѣдняя мало по малу растворяется, если только не допускать повышенія температуры до точки ея плавленія. Раствореніе можно значительно ускорить прибавленіемъ соляной кислоты и, если понадобится, новаго количества хлорноватокислаго кали. Когда вся сѣра исчезнетъ, жидкость кипятятъ долгое время, сильно разбавляютъ, отцѣживаютъ и прибавляютъ хлористаго баріа. При этомъ способѣ въ особенности необходимо прокипятить полученный и прокаленный сѣрнокислый баритъ въ разбавленной соляной кислотѣ; только послѣ этого взвѣшенное количество можетъ быть принято за вѣрное.

Вышеприведенные сплавы дали слѣдующіе результаты:

№ I. Анализъ неудался.

№ II. 2,0022 гр. дали 0,0365 гр. сѣрнокислаго барита съ 0,005012 гр. сѣры, что соотвѣтствуетъ 0,250⁰/₀ сѣры.

№ III. 1,9952 гр. дали 0,082 гр. сѣрнокислаго барита съ 0,0112617 гр. сѣры, что равно 0,564⁰/₀ сѣры.

Черная Мансфельдская мѣдь № I.

29,7359 гр. дали 0,0022 гр. сѣрнокислаго барита съ 0,00030 гр. сѣры, что равно 0,0012⁰/₀ сѣры. 25,7209 гр. дали 0,0020 гр. сѣрнокислаго барита съ 0,0002746 гр. сѣры, что равно 0,00107⁰/₀.

Убѣдившись, что различные сорта продажной ковкой мѣди заключаютъ небольшія количества—около 0,001—0,0025⁰/₀ сѣры, было важно рѣшить вопросъ, въ видѣ какого соединенія присутствуетъ эта сѣра?

Такъ какъ всѣ изслѣдованные сорта мѣди заключали кислородъ, а пересѣльные продукты даже значительныя его количества, то нельзя предполагать присутствія сѣрнистой мѣди, потому что послѣдняя непременно разложилась бы въ расплавленной мѣди съ закисью мѣди. Присутствіе полусѣрнистой мѣди не могло бы такъ же объяснить происхожденія сѣроводорода, развивающагося при возстановленіи мѣди водородомъ, потому что, при подобныхъ обстоятельствахъ, полусѣрнистая мѣдь не разлагается. Между тѣмъ, какъ уже говорилось раньше, при опредѣленіяхъ кислорода всегда появлялся самымъ несомнѣннымъ образомъ сѣроводородъ; и это было также замѣчено сначала Дикомъ ¹⁾, а потомъ Абелемъ ²⁾.

¹⁾ Berg-und Hüttenmännische Zeitung 1859, s. 329.

²⁾ Polyt. Centralblatt, 1864, s. 904.

Горн. Журн. Т. III., 1874 г.

Дикъ говоритъ: «Когда температура повысилась до краснаго каленія, отдѣляющійся газъ имѣлъ ясный запахъ сѣроводорода и отъ него чернѣла бумажка, смоченная свинцовымъ уксусомъ. Это появленіе сѣроводорода доказываетъ, что мѣдь, насыщенная закисью мѣди, содержитъ еще слѣды сѣры въ какомъ либо видѣ».

Абель замѣчаетъ: «сѣра несомнѣннымъ образомъ присутствовала рядомъ съ кислородомъ и выдѣлялась обыкновенно водородомъ, хотя выдѣленіе всего ея количества и было затруднительно».

Отсюда можно съ одной стороны заключить, что нѣкоторое содержаніе сѣры въ пересѣлой и ковкой мѣди не принадлежитъ къ исключительнымъ явленіямъ; съ другой же стороны должно принять, что сѣра эта, выдѣляющаяся въ видѣ сѣроводорода, не могла иначе присутствовать какъ въ формѣ сѣрнистой кислоты. Ниже будетъ объяснено, въ какомъ соединеніи присутствуетъ сѣрнистая кислота въ мѣди, здѣсь же достаточно замѣтить, что при прокаливаніи въ струѣ углекислоты, она выдѣляется весьма медленно въ газообразномъ видѣ. При прокаливаніи въ водородѣ сѣрнистая кислота возстановляется и ея сѣра въ моментъ освобожденія соединяется съ находящимся въ избыткѣ водородомъ.

При всѣхъ опредѣленіяхъ кислорода, я проводилъ выдѣляющійся газъ чрезъ растворъ серебра или черезъ щелочный растворъ свинца и опредѣлялъ сѣру въ образовавшемся осадкѣ. Не всегда получались вполне сходные результаты; иногда результаты нѣсколько различались для одной и той же мѣди, но часто получались они и вполне сходные, и сходные съ полученными при опредѣленіи посредствомъ сухаго хлора. Причина полученныхъ различій лежала, можетъ быть, въ томъ, что при медленномъ прохожденіи водорода, часть сѣрнистой кислоты улетучивалась не разложившись, потому что водорода было достаточно лишь для возстановленія закиси мѣди; можетъ быть также, что разъ образовавшійся водородъ снова разлагался раскаленной мѣдью.

Послѣдовательныя пробы Мансфельдской мѣди.	Найдено при обработкѣ	
	водородомъ	хлоромъ
Черная мѣдь № I	0,00063 % сѣры.	0,0011 % сѣры.
Пересѣлая мѣдь № II	0,0026 » »	0,0023 » »
Возстановленный плотный рафинадъ № III	0,0019 » »	0,0021 » »
Возстановленный тягучій рафинадъ № IV .	0,0020 » »	0,0024 » »
Излишне возстановленный рафинадъ № V.	0,0023 » »	0,00163 » »

д) *Результаты анализовъ относительно химическаго строенія мѣди.*

Если изслѣдовать мѣдь съ помощью описанныхъ способовъ и со всевозможной тщательностью, то сопоставленіе полученныхъ результатовъ даетъ вѣрную картину химическаго строенія мѣди.

ТАБЛИЦА II.
СОСТАВЪ ОКЕРСКОЙ МѢДИ.

НАЙДЕННЫЯ КОЛИЧЕСТВА ПОСТОРОННИХЪ ПРИМѢСЕЙ	
вообще	и принимая во вниманіе форму ихъ соединеній.
Рафинированная мѣдь № I.	
Cu = 99,325 %	{ какъ металлъ 99,1774 % } = 0,1662 % Cu ₂ O съ 0,0186 % O » закись 0,1476 »
Ag = 0,072 »	» металлъ
Au = 0,0001 »	» »
As = 0,130 »	{ » » 0,0467 » } » кислота 0,0833 » } = 0,1273 » AsO ₅ » 0,0440 » O
Sb = 0,095 »	{ въ соединеніи съ BiO ₃ , PbO, Fe ₂ O ₃ , Cu ₂ O и т. д. » металлъ 0,0331 » } » кислота 0,0619 » } = 0,0822 » SbO ₅ » 0,0205 » O
Bi = 0,052 »	» окись, въ соед. съ AsO ₅ и SbO ₅ = 0,058 » BiO ₃ » 0,006 » O
Pb = 0,061 »	» » » » = 0,065 » PbO » 0,004 » O
Fe = 0,063 »	» » » » = 0,091 » Fe ₂ O ₃ » 0,027 » O
Co = 0,012 »	{ » металлъ 0,0113 » } » закись 0,0007 » } = 0,0008 » CoO » 0,0001 » O
Ni = 0,064 »	{ » металлъ 0,0631 » } » закись 0,0009 » } = 0,0012 » NiO » 0,003 » O
S = 0,001 »	» сѣрнистая кислота = 0,0020 » SO ₂ » 0,001 » O
O = 0,1166 »	{ въ закиси мѣди 0,0186 » } » сѣрист. кие 0,0010 » } кислорода 0,1215 » » соед. съ посторон. метал. 0,0970 »
99,9917 »	

НАЙДЕННЫЯ КОЛИЧЕСТВА ПОСТОРОННИХЪ ПРИМѢСЕЙ			
вообще	и принимал во вниманіе форму ихъ соединеній.		
Bi = 0,0480%	какъ окись, въ соед. съ AsO_3 и SbO_3 = 0,053 % BiO_3 съ 0,0050 % O		
Pb = 0,035 %	» » » » = 0,037 % PbO » 0,002 % O		
Fe = 0,056 %	» » » » = 0,080 % Fe_2O_3 » 0,024 % O		
Co = 0,007 %	опредѣленіе формы соед. не удалось		
Ni = 0,064 %			
S = 0,002 %	какъ сѣрнист. кислота = 0,004 % SO_2 » 0,002 % O		
O = 0,806 %	<table border="0"> <tr> <td rowspan="3" style="vertical-align: middle;"> { въ записи мѣди 0,6626% » сѣрнист. кис. 0,0020 » » соед. съ постор. метал. 0,1414 » </td> <td style="text-align: right;">кислорода 0,7705 "</td> </tr> </table>	{ въ записи мѣди 0,6626% » сѣрнист. кис. 0,0020 » » соед. съ постор. метал. 0,1414 »	кислорода 0,7705 "
{ въ записи мѣди 0,6626% » сѣрнист. кис. 0,0020 » » соед. съ постор. метал. 0,1414 »			кислорода 0,7705 "
	100,0591 %		

Какъ примѣръ нами приведены здѣсь три сорта окерской мѣди, уже много разъ упоминавшіеся и служившіе для испытанія пригодности различныхъ способовъ опредѣленія. Какимъ образомъ получена большая часть чиселъ, приведенныхъ на таблицѣ II, это, послѣ всего сказаннаго, не нуждается въ дальнѣйшихъ поясненіяхъ; для полученія остальныхъ чиселъ служили самыя простыя соображенія, о которыхъ достаточно сказать нѣсколько словъ. Напримѣръ, если содержаніе мышьяка въ мѣди № 1 найдено въ 0,130%, и обработкой нейтральнымъ азотнокислымъ серебромъ найдено, что 0,0833% въ видѣ мышьяковой кислоты были соединены съ окисью висмута, свинца и съ закисью мѣди, то содержаніе металлическаго мышьяка должно быть, конечно, $0,130 - 0,0833 = 0,0467\%$.

Только въ немногихъ исключительныхъ случаяхъ изслѣдованіемъ нельзя было опредѣлить положительно форму соединенія металла. Такъ напримѣръ, въ составѣ мѣди № III относительно сурьмы приведено лишь, что часть ея (0,0281%, см. таб. № I) присутствуетъ въ видѣ нерастворимой въ кислотахъ сурьянокислой окиси висмута; относительно же остальнаго количества не рѣшено, содержится ли оно въ металлическомъ видѣ или въ видѣ основной, въ кислотахъ растворимой сурьянокислой закиси мѣди. Последнее предположеніе принято потому, что его оправдываетъ общее количество кислорода и кромѣ того за него же говоритъ и большое содержаніе закиси мѣди.

Для провѣрки сдѣланныхъ анализовъ и ихъ результатовъ служить то обстоятельство, что сумма всего кислорода, заключающагося въ кислотахъ и

окисяхъ, должна соотвѣтствовать его количеству, найденному непосредственно изъ опыта. Это отличная мѣра для точности анализа, потому что каждая ошибка должна отозваться разницей полученныхъ результатовъ. Если въ приведенныхъ примѣрахъ и есть небольшое несходство результатовъ, то это должно быть приписано неизбѣжнымъ при выполненіи анализовъ неточностямъ или потерямъ, неизбѣжнымъ даже и въ томъ случаѣ, если каждое опредѣленіе сдѣлано нѣсколько разъ со всевозможной тщательностью.

Таблица II во многихъ отношеніяхъ весьма поучительна. Она показываетъ, что составъ ковкой мѣди совсѣмъ другой, чѣмъ предполагалось до сихъ поръ. Посторонніе металлы, за исключеніемъ золота, серебра, кобальта и никкеля, совсѣмъ не содержатся въ ней въ металлическомъ видѣ, или содержатся какъ металлы лишь меньшею частью, а напротивъ присутствуютъ въ видѣ кислотъ или основныхъ окисловъ, которые въ свою очередь соединились въ соли. Сурьмянокислыя и мышьяковокислыя окиси висмута, свинца и т. д. растворяются въ расплавленной мѣди точно также, какъ закиси мѣди, и по охлажденіи образуютъ съ ней однообразный сплавъ. И даже тѣ сорта мѣди, которые заключаютъ эти металлы, своей ковкостью и другими полезными качествами обязаны лишь тому обстоятельству, что посторонніе металлы присутствуютъ именно въ такой соединенной формѣ. Если соединенія этихъ металловъ распадутся, то мѣдь пріобрѣтаетъ совершенно другія качества, какъ это будетъ показано ниже.

Большая или меньшая часть кислорода, а иногда и весьма значительная часть его, соединена съ посторонними металлами и только остатокъ заключается въ закиси мѣди. Напримѣръ, въ ковкой окерской мѣди только $\frac{1}{5}$ часть кислорода находилась въ закиси мѣди. Незнаніемъ этого обстоятельства объясняется прежнее мнѣніе, что мѣдь тѣмъ болѣе должна заключать закиси, чѣмъ больше въ ней примѣсей, для того чтобы вредное вліяніе постороннихъ металловъ было уравновѣшано. На самомъ же дѣлѣ нужно не большее количество закиси, а больше кислорода, потому что понятно, что значительное количество постороннихъ металловъ, присутствующихъ въ видѣ солей, требуетъ болѣе кислорода, чѣмъ меньшее ихъ количество въ болѣе чистыхъ сортахъ мѣди. Вообще закиси мѣди въ ковкой мѣди значительно меньше, чѣмъ до сихъ поръ предполагали. Нечистая, но ковка окерская мѣдь заключаетъ ея 0,16—0,35 процента, между тѣмъ какъ значительно болѣе чистая рафинированная (для литья) Мансфельдская—0,67%. Подобныхъ же результатовъ можно ожидать и отъ дальнѣйшихъ изслѣдованій, потому что и Абель, напримѣръ, находилъ въ ковкихъ сортахъ мѣди лишь 0,25—3,5 процентовъ, не смотря на то, что его способъ опредѣленія, по изложеннымъ выше причинамъ, долженъ былъ давать слипкомъ высокіе результаты. Наконецъ, болѣе раннія показанія относительно содержанія закиси мѣди, совсѣмъ никуда не годятся.

Однако, это небольшое содержаніе закиси мѣди играетъ весьма важную

роль, хотя и въ совершенно другомъ смыслѣ чѣмъ думалъ Карстенъ. Оно необходимо для приготовленія фабричнымъ путемъ ковкой рафинированной мѣди и находится въ связи съ большей или меньшей плотностью ея, о чемъ будетъ говорить ниже.

Сѣра, которая присутствуетъ въ мѣди, содержащей кислородъ, заключается въ ней не въ видѣ сѣрнистой мѣди, а въ видѣ сѣрнистой кислоты, которая соединена съ мѣдью подобнымъ же образомъ, какъ водородъ и окись углерода въ чугуиъ съ желѣзомъ. Содержаніе въ ковкой мѣди сгущенной сѣрнистой кислоты, если можно такъ выразиться, повидимому, не превышаетъ 0,002—0,004%.

Таблица III (см. слѣд. стр.) содержитъ результаты анализовъ 5 послѣдовательныхъ пробъ мансфельдской мѣди, которыя директоръ мансфельдскихъ заводовъ, тайный горный совѣтникъ Лейшнеръ весьма любезно, по моему желанію, велѣлъ приготовить. Всѣ эти пробы взяты изъ одной и той же нагрузки мѣди и показываютъ составъ различныхъ продуктовъ во время процесса рафинированія.

Вслѣдствіе содержанія въ этой мѣди постороннихъ металловъ въ очень малыхъ количествахъ, не была опредѣлена форма ихъ соединеній, и только относительно никкеля въ возстановленной плотной и тягучей мѣди найдено, что онъ заключается въ нихъ въ металлическомъ видѣ. Это обстоятельство подтверждаетъ давно извѣстное наблюденіе, что металлъ этотъ при рафинированіи мѣди удаляется съ большимъ трудомъ. Онъ окисляется труднѣе мѣди и поэтому не подвергается ошлакованію. И въ самомъ дѣлѣ, содержаніе 0,28% никкеля въ черной мѣди понизилось въ рафинированной мѣди лишь до 0,21%.

Мышьякъ и сурьма, если судить по аналогіи, заключались, вѣроятно, въ мѣди въ видѣ мышьяково и сурьянокислыхъ солей; но при ничтожномъ ихъ количествѣ, форма ихъ соединеній не могла имѣть вліянія на качество мѣди.

О тягучести и вязкости этой мѣди, а равно и о содержаніи въ ней сѣрнистой кислоты говорить ниже.

ТАБЛИЦА III.
СОПОСТАВЛЕНІЕ РЕЗУЛЬТАТОВЪ АНЛИЗОВЪ МАНСФЕЛЬДСКОЙ МѢДИ.

Пробы мѣди изъ плавильнаго завода при Геттштетѣ, 31-го января 1872 г.	Навѣска отвѣшеная въ 2 кускахъ.	Найденныя количества.																							
		МѢДИ.					СЕРЕБРА.			СВИНЦА.		МЫШЬЯКА.			СУРЬМЫ.		НИККЕЛЯ.		ЖЕЛѢЗА.		Кислорода, процентовъ.	Сѣры, процентовъ.	Сумма, процентовъ.		
		Осаждено электролизомъ.		Cu ₂ S=Cu		Всей мѣди. Гр.	Процентоѵ.	AgCl=Ag		Процентоѵ.	PbO.SO ₃ =Pb		Процентоѵ.	2MgO, AmO, AsO ₃ +1 aq=As		Процентоѵ.	SbO ₃ =Sb		Процентоѵ.	Осаждено электролизомъ. Гр.				Процентоѵ.	Титрованіемъ Гр.
		Гр.	Гр.	Гр.	Гр.			Гр.	Гр.		Гр.	Гр.		Гр.	Гр.		Гр.	Гр.			Гр.	Гр.	Гр.		
I. Черная мѣдь, получена послѣ отдѣленія серебра, при сплавленіи остатковъ въ пламенной печи	54,5612	53,9377	0,0952	0,0760	54,0137	98,936	0,032	0,02408	0,0441	0,1182	0,0807	0,1480	0,0562	0,0222	0,0407	0,0075	0,0059	0,0011	0,1549	0,2839	0,0025	0,0046	0,442	0,0011	99,9621
II. Переспѣлый рафинадъ, послѣ 9 часоваго плавленія и 4 часоваго окисленія	56,5616	55,8972	0,0564	0,0450	55,942	98,904	0,0216	0,0162	0,0287	0,0172	0,0115	0,0208	0,032	0,0126	0,0223	0,0042	0,0033	0,0059	0,1244	0,220	0,0016	0,0029	0,7464	0,0036	99,9627
III. Возстановленный плотный рафинадъ, послѣ 1½ часоваго возстановленія (Dichtpoleu)	58,053	57,675	0,1245	0,0994	57,775	99,520	0,0216	0,01626	0,028	0,0197	0,0131	0,0232	0,0335	0,0132	0,0228	0,0023	0,0018	0,0031	0,1244	0,2142	0,0023	0,0039	0,1546	0,0021	99,9719
IV. Тягучій рафинадъ, послѣ часоваго возстановленія (Zaheroleu)	51,516	51,232	0,1057	0,0844	51,3169	99,612	0,0200	0,0150	0,0292	0,0151	0,0103	0,02	0,0225	0,0089	0,0172	0,0015	0,00118	0,0023	0,1088	0,2112	0,0020	0,0039	0,0752	0,0024	99,9739
V. Излишне возстановленный рафинадъ, передержанный 10 минутъ.	53,574	53,316	0,0941	0,0751	53,392	99,658	0,0221	0,0166	0,081	0,016	0,0109	0,0204	0,0242	0,0095	0,0178	0,0027	0,0021	0,0040	0,1137	0,2103	0,0016	0,0031	0,0460	0,0016	99,9926

в) *Определение удельнаго вѣса.*

Точныя опредѣленія удѣльнаго вѣса химически чистой мѣди, различныхъ сортовъ продажной мѣди, а также и искусственно приготовленныхъ сплавовъ, кажутся весьма интересными и важными во многихъ отношеніяхъ, какъ съ теоретической, такъ и съ практической стороны. Результаты этихъ опредѣленій будутъ сообщены ниже въ надлежащемъ мѣстѣ, здѣсь же, во избѣжаніе повтореній, будетъ приложенъ лишь способъ, по которому дѣлались опредѣленія.

Мѣдь, вполне очищенная кипяченіемъ въ растворѣ ѣдкаго кали и т. д., укрѣплялась на возможно тонкой платиновой проволоки известной длины, вѣсъ которой былъ опредѣленъ на совершенно точно уравновѣшенныхъ вѣсахъ; послѣдніе позволяли отсчитывать десятые миллиграмма и притомъ не приблизительно, а совершенно точно, съ помощью дѣлений на коромыслѣ. Послѣ того какъ была взвѣшена и мѣдь вмѣстѣ съ платиновой проволокой, ихъ кипятили въ нѣсколько разъ дистиллированной водѣ и затѣмъ взвѣшивали подъ водой, по охлажденіи послѣдней до комнатной температуры. При этомъ замѣчалось, на сколько погружена платиновая проволока въ воду, и длина этой части опредѣлялась въ послѣдствіи совершенно точно. Такимъ образомъ можно было опредѣлить, какая потерѣ въ вѣсѣ соответствуетъ погруженной части проволоки для того, чтобы при вычисленіи удѣльнаго вѣса мѣди принять въ расчетъ эту величину. Послѣ каждаго опыта, температура комнаты и воды еще разъ повѣрялись.

Примѣръ. Кусокъ химически чистой мѣди былъ повѣшенъ на платиновой проволоки 59 миллиметровъ длиной, изъ которыхъ подъ водой находились 15 мм.

Температура комнаты и воды была 17°Ц.

Мѣдь съ проволокой вѣсила въ воздухѣ	48,2600	гр.
проволока » » »	0,0243	»
<hr/>		
Мѣдь вѣсила въ въ воздухѣ	48,2357	гр.
Мѣдь съ проволокой вѣсила подъ водой	42,8734	»
проволока » » »	0,0240	»
<hr/>		
Мѣдь вѣсила подъ водой	42,8494	гр.

Вѣсъ проволоки подъ водой найденъ слѣдующимъ образомъ. Вѣсъ погруженной въ воду части вычислится изъ длины ея (15 мм.) и длины всей проволоки (59 мм.), а также изъ вѣса послѣдней, въ 0,0061 гр. Если же принять удѣльный вѣсъ платины равнымъ 21, то 0,0061 гр. платины вытѣснятъ 0,0003 гр. воды, слѣдовательно, при взвѣшиваніи мѣди подъ водой, слѣдуетъ вычесть вѣсъ проволоки, равный 0,0243 — 0,0003 = 0,0240 гр. Вѣсъ

воды одинаковаго съ мѣдью объема составляетъ 5,3863 гр. (именно 48,2357—42,8494), слѣдовательно удѣльный вѣсъ мѣди безъ поправки будетъ:

$$\frac{48,2357}{5,3863} = 8,9552.$$

Чтобы вычислить дѣйствительный удѣльный вѣсъ, для температуры въ 0° , безвоздушнаго пространства и относительно воды въ 4°Ц , служила формула, выведенная изъ слѣдующихъ соображеній.

Пусть будетъ:

G —кажущійся вѣсъ тѣла A въ воздухѣ при температурѣ t .

W —кажущійся вѣсъ воды такого же объема и при той же температурѣ t .

g —неисправленный удѣльный вѣсъ тѣла A , выраженный отношеніемъ $\frac{G}{W}$.

m —удѣльный вѣсъ разновѣсокъ, которые служили для взвѣшиванія G и W .

w —удѣльный вѣсъ воды при температурѣ t , относительно принятой за единицу воды наибольшей плотности (4°Ц).

a —плотность сухаго воздуха, относительно воды въ 4°Ц , при температурѣ t и при той же высотѣ барометра, которая замѣчалась во время опыта. (Для Клаусталя, гдѣ дѣлались опыты, средняя высота барометра была 710,6 мм.).

b —коэффициентъ линейнаго расширенія тѣла A для 1°Ц .

Прежде всего получимъ абсолютный вѣсъ тѣла A въ безвоздушномъ пространствѣ. Онъ будетъ

$$G' = G \left(1 + \frac{a}{g} - \frac{a}{m} \right)$$

Затѣмъ получимъ абсолютный вѣсъ вытѣсненной воды въ безвоздушномъ пространствѣ.

$$W' = W \left(1 + \frac{a}{w} - \frac{a}{m} \right)$$

Слѣдовательно удѣльный вѣсъ тѣла A , при температурѣ t и относительно воды той же температуры, будетъ

$$S = \frac{G'}{W'} = \frac{G}{W} \left(\frac{1 + \frac{a}{g} - \frac{a}{m}}{1 + \frac{a}{w} - \frac{a}{m}} \right)$$

или, такъ какъ $\frac{G}{W} = g$,

$$S = g \left(\frac{1 + \frac{a}{g} - \frac{a}{m}}{1 + \frac{a}{w} - \frac{a}{m}} \right)$$

Чтобы этотъ удѣльный вѣсъ тѣла A высчитать относительно температуры 0° и относительно воды въ 4°Ц , служить слѣдующая формула:

$$S' = g \cdot w (1 + 3 bt) \left(\frac{1 + \frac{a}{g} - \frac{a}{m}}{1 + \frac{a}{w} - \frac{a}{m}} \right)$$

Для нашего примѣра

$$G = 48,23577$$

$$W = 5,3863$$

$$g = \frac{G}{W} 8,9552$$

$$m = 8,6$$

(Разновѣски были сдѣланы изъ латуни 8,6 удѣльнаго вѣса, а части грамма—изъ платины, такъ что относительно послѣдней нужна бы была особенная поправка, которая однако по ея ничтожности не найдена нужной),

$$w = 0,99887$$

$$a = 0,001139$$

$$b = 0,0000175$$

Если мы подставимъ эти величины, то получимъ

$$S_1 = 8,9552 \cdot 0,99887 (1 + 3 \cdot 0,0000175 \cdot 177) \left(\frac{1 + \frac{0,001139}{8,9552} - \frac{0,001139}{8,6}}{1 + \frac{0,001139}{0,99887} - \frac{0,001139}{8,6}} \right)$$

$$S' = 8,944.$$

При вторичномъ опредѣленіи, также найдены при 17°C, но для другаго куска:

неисправленный удѣльный вѣсъ въ 8,9565

исправленный » » » 8,945.

Если при послѣдующемъ изложеніи не стоитъ особенной замѣтки при удѣльномъ вѣсѣ, то слѣдуетъ понимать неисправленный удѣльный вѣсъ.

(Продолженіе слѣдуетъ).

