ИЗВѢСТІЯ

ВАРШАВСКАГО

ПОЛИТЕХНИЧЕСКАГО ИНСТИТУТА

ИМПЕРАТОРА НИКОЛАЯ II.

ВЫПУСКЪ II.—1907 г.

ВАРШАВА
ПЕЧ. ВЪ ТИП. АКЦ. ОБЩ. С. ОРГЕЛЬБРАНДА С-ЕЙ
1907.

ИЗВѢСТІЯ

ВАРШАВСКАГО

ПОЛИТЕХНИЧЕСКАГО ИНСТИТУТА

ИМПЕРАТОРА НИКОЛАЯ II.

ВЫПУСКЪ II.—1907 г.

ВАРШАВА
ПЕЧ. ВЪ ТИП. АКЦ. ОБЩ. С. ОРГЕЛЬБРАНДА С-ЕЙ
1907.

Печатано съ согласія Членовъ Совѣта Варшавскаго Политехническаго Института Императора Николая II.

И. об. Директора *И. Юпатовъ*

СОДЕРЖАНІЕ.

ТАБЛИЦА № 5.

Производительность одного сельфакторнаго веретена въ недѣлю — 64 часа при выработкѣ утка изъ американскаго хлопка и при круткѣ $t = 3{,}25\sqrt{N}$ [1]).

Число оборотовъ веретена въ 1′		5000	6000	7000	8000	9000	10000
Номера пряжи	Крутка на 1″	Производительность одного веретена въ 64 час. въ англ. фун.					
8	9,2	3,961	4,285	4,550			
10	10,3	3,080	3,361	3,600			
12	11,3	2,502	2,748	2,947			
14	12,2	2,082	2,298	2,481			
16	13	1,772	1,963	2,126	2,268		
18	13,8	1,536	1,707	1,853	1,977	2,090	
20	14,5		1,501	1,634	1,746	1,857	1,946
22	15,3		1,330	1,452	1,560	1,653	1,738
24	15,9		1,197	1,310	1,402	1,496	1,577
26	16,6		1,080	1,183	1,273	1,357	1,431
28	17,2			1,081	1,168	1,241	1,311
30	17,8			0,991	1,071	1,140	1,207
32	18,4			0,911	0,986	1,055	1,115
34	18,9			0,842	0,916	0,981	1,039
36	19,5			0,784	0,853	0,912	0,968
38	20				0,798	0,855	0,905
40	20,5				0,746	0,801	0,850
42	21,1				0,701	0,751	0,798
44	21,5				0,661	0,708	0,753
46	22				0,624	0,672	0,714
48	22,5				0,592	0,635	0,676
50	23				0,560	0,605	0,642
54	23,8				0,507	0,544	0,582
60	25,2				0,441	0,477	0,508

[1]) Ot. Johannsen. Handbuch der Baumwollspinnerei..., B. II, s. 474.

Чтобы убѣдиться, насколько данныя производительности сельфакторнаго веретена, приведенныя въ таблицахъ №№ 1 — 5 соотвѣтствуютъ даннымъ дѣйствительной или практической производительности, мы должны были нѣкоторыя изъ нихъ провѣрить слѣдующимъ образомъ.

При помощи формулы $\frac{a \cdot w}{504 \cdot N\left(\frac{at}{m} + e\right)}$ мы опредѣляли теоретическую производительность сельфакторнаго веретена — p_t, причемъ для тѣхъ величинъ этой формулы, которыя не были извѣстны намъ въ точности, мы брали значенія наиболѣе выгодныя въ отношеніи полученія бо́льшей величины этой производительности, какъ напримѣръ: величина отхода каретки a=66 — 68″, хотя на самомъ дѣлѣ она можетъ быть была взята и меньше. Опредѣливъ p_t—теоретическую производительность сельфакторнаго веретена за извѣстный промежутокъ времени и при выработкѣ даннаго номера пряжи, мы сравнивали ее съ данными производительности—p, приведенными въ таблицахъ, причемъ, взявъ отношеніе ихъ $\frac{p}{p_t}$, опредѣляли коэф. полезн. дѣйств. веретена—α, т. е. тотъ коэф., на который нужно умножить величину теоретической производительности его, чтобы получить дѣйствительную, каковыми, надо полагать, и являются данныя, приведенныя въ таблицахъ №№ 1—5.

При опредѣленіи теоретической производительности сельфакторнаго веретена величины m, w, N и t извѣстны изъ приведенныхъ таблицъ. Что же касается таблицы № 1, гдѣ t, т. е. величина крутки не приведена, то она можетъ быть опредѣлена на основаніи того, что авторы этой же таблицы Добсонъ и Барло даютъ значенія для коэф. крученія — α въ зависимости отъ сорта хлопка (см. стр. 164), а потому величина крутки легко можетъ быть опредѣлена и для номеровъ пряжи таблицы № 1.

Таблица № 1. При выработкѣ утка № 16 при m = 7690, a=68, w=10, e=0,1 и t=13, теоретич. производ. сельфакт. веретена —p_t=0,392 англ. ф., въ таблицѣ же производительность—p=0,354 англ. ф., слѣдовательно, коэф. полезн. дѣйств. верет.—α=0,903.

Такъ какъ изъ таблицы № 1 не видно, приведенныя въ ней данныя производительности сельфакторнаго веретена относятся ли къ основной пряжѣ или къ уточной, то мы опредѣляли производительность и для основной пряжи, для чего необходимо было только измѣнить величину t, взявъ ее нѣсколько больше. Для даннаго случая, т. е. для мюльной основы № 16—t = 15, тогда и p_t=0,362 анг.

фун. Такъ какъ въ таблицѣ производит. $p=0,354$ анг. ф., то въ данномъ случаѣ коэф. полезн. дѣйств. $\alpha=0,98$.

При выработкѣ мюльной основы № 32 изъ америк. хлопка при $m=10330$, $a=68$, $w=10$, $e=0,1$ и $t=3,75\sqrt{32}=21,21$ — $p_t=0,176$ анг. ф., въ таблицѣ же — $p=0,177$ анг. ф., слѣдовательно производительность, приведенная въ таблицѣ, больше полученной нами теоретической производительности, т. е. $p>p_t$.

Если же опредѣлить теоретическую производительность при выработкѣ утка № 32 при тѣхъ же данныхъ, кромѣ, конечно, величины крутки—t, которая для даннаго случая равна—$3,25\sqrt{32}=18,38$, то $p_t=0,191$ анг. ф., слѣдовательно, теоретич. производ. веретена при выработкѣ утка № 32 будетъ больше приведенной въ таблицѣ — $p=0,177$ англ. ф., а потому коэф. полезн. дѣйств. веретена — $\alpha=0,927$.

При выработкѣ мюл. основы № 32 изъ египетскаго хлопка при $m=9460$, $a=68$, $w=10$, $e=0,1$ и $t=20,4$ — $p_t=0,171$ анг. фун., въ таблицѣ же — $p=0,163$ англ. фун., слѣдовательно, — $\alpha=0,95$.

При выработкѣ мюл. основы № 50 изъ американскаго хлопка при $m=10350$, $a=68$, $w=10$, $e=0,1$ и $t=3,75\sqrt{50}=$ $=26,51$ — $p_t=0,098$ анг. ф., въ таблицѣ же—$p=0,097$ англ. ф., слѣдовательно,—$\alpha=0,99$.

При выработкѣ же мюл. основы № 50 изъ египет. хлопка при $m=8628$ и $t=3,606\sqrt{50}=25,5$ — $p_t=0,0896$ анг. ф., въ таблицѣ $p=0,088$ анг. ф.,слѣдовательно, — $\alpha=0,98$.

При выработкѣ мюл. основы № 70 изъ египет. хлопка при $m=8530$, $a=68$, $w=10$, $e=0,1$, и при $t=30,17$—$p_t=0,0566$ анг. ф., въ таблицѣ же—$p=0,054$ анг. ф., слѣдовательно,—$\alpha=0,95$.

При выработкѣ мюл. основы № 100 изъ египет. хлопка при $m=7824$, $a=68$, $w=10$, $e=0,1$ и при $t=36,06$—$p_t=0,0326$ анг. ф., въ таблицѣ же—$p=0,031$, слѣдовательно,—$\alpha=0,95$.

Таблица № 2. При выработкѣ мюл. основы № 10 изъ американскаго хлопка при $m=6000$, $a=63$, $w=10$, $e=0,1$ и при $t=12,65$ — $p_t=0,537$ англ. ф., въ таблицѣ же — $p=0,539$, слѣдовательно,—$p>p_t$.

Если же при опредѣленіи p_t въ данномъ случаѣ принять $a=66$, то, не измѣняя прочихъ величинъ,—$p_t=0,547$ анг. ф. и тогда $\alpha=0,985$. Если же взять $m=7000$, то при $a=63$,—$p_t=0,585$ анг. ф., а при $a=66$ — $p_t=0,597$ анг. ф., между тѣмъ какъ въ таблицѣ —

$p=0{,}600$ англ. ф., слѣдовательно,—$p>p_t$. Принявъ же для даннаго случая $a=68$, получимъ—$p_t=0{,}605$ и тогда $\alpha=0{,}992$.

Если же опредѣлить для № 10 дѣйствительную производительность по формулѣ (1) $p=\dfrac{60\,.\,w\,.\,g}{\dfrac{30240\,.\,N\,.\,g\left(\dfrac{at}{m}+e\right)}{a}+\tau}$, принявъ $m=7000$, $g=0{,}1$, $w=10$, $e=0{,}1$, $a=63$, $t=12{,}65$ и $\tau=8$, то получимъ $p=0{,}542$ анг. ф. Принявъ же въ этой формулѣ $a=66$ и $\tau=6$, получимъ,—$p=0{,}564$ анг. ф. Слѣдовательно, дѣйствительная или практическая производительность, опредѣленная по формулѣ (1) и при столь незначительной величинѣ τ, все же меньше приведенной въ таблицѣ.

При выработкѣ основы № 16 при $m=8000$, $a=66$, $w=10$, $e=0{,}1$ и при $t=16$—$p_t=0{,}353$ анг. ф., въ таблицѣ же—$p=0{,}367$ анг. ф., слѣдовательно,—$p>p_t$, Если же принять $m=9000$, то $p_t=0{,}377$ анг. ф., въ таблицѣ же $p=0{,}4$ анг. ф., слѣдовательно, и въ данномъ случаѣ $p>p_t$.

При выработкѣ основы № 36 при $m=9000$, $a=66$, $w=10$, $e=0{,}1$ и при $t=24$—$p_t=0{,}132$ анг. ф., въ таблицѣ же—$p=0{,}141$ анг. фун. Принявъ же $a=68$, получимъ—$p_t=0{,}133$ анг. ф.

Опредѣливъ дѣйствительную производительность веретена по формулѣ (1), принявъ въ ней $m=9000$, $a=66$, $w=10$, $g=0{,}1$, $e=0{,}1$ и $t=24$, мы получили $p=0{,}130$ анг. ф. Слѣдовательно, во всѣхъ трехъ случаяхъ при выработкѣ основы № 36—$p>p_t$.

При выработкѣ основы № 60 при $m=8000$, $a=68$, $w=10$, $e=0{,}1$ и $t=30{,}98$—$p_t=0{,}062$ анг. ф., въ таблицѣ же $p=0{,}063$ анг. ф., слѣдовательно,—$p>p_t$.

Таблица № 3. При выработкѣ утка № 16 при $m=8000$, $a=68$, $w=10$, $e=0{,}1$ и $t=13$—$p_t=0{,}4$ анг. ф., въ таблицѣ же $p=0{,}35$ анг ф., слѣдовательно,—$\alpha=0{,}875$. Принявъ $a=63$, получимъ $p_t=0{,}386$ анг. ф., слѣдовательно,—$\alpha=0{,}909$.

При выработкѣ утка № 28 при $m=7000$, $a=68$, $w=10$, $e=0{,}1$ и при $t=17{,}2$—$p_t=0{,}18$ анг. ф., въ таблицѣ же—$p=0{,}177$, а потому $\alpha=0{,}98$. Если же взять $m=9000$, то $p_t=0{,}21$ анг. ф., въ таблицѣ же $p=0{,}206$ анг. ф., слѣдовательно,—$\alpha=0{,}98$

При выработкѣ утка № 36 при $m=8000$, $a=68$, $w=10$, $e=0{,}1$ и при $t=19{,}5$—$p_t=0{,}141$ анг. ф., въ таблицѣ же $p=0{,}143$ анг. ф. Если же $m=9000$, то $p_t=0{,}151$ анг. ф., въ таблицѣ же $p=0{,}155$ анг. ф. Слѣдовательно, въ обоихъ случаяхъ $p>p_t$.

При выработѣ утка № 40 при $m=8000$, $a=68$, $w=10$, $\epsilon=0,1$ и при $t=20,56$—$p_t=0,123$ анг. ф., въ таблицѣ же—$p=0,126$ анг. ф. слѣдовательно,—$p>p_t$.

При выработкѣ утка № 60 при $m=8000$, $a=68$, $w=10$, $e=0,1$ и при $t=25,17$—$p_t=0,072$, въ таблицѣ же $p=0,073$ анг. ф., слѣдовательно,—$p>p_t$. Если же $a=63$, то $p_t=0,066$ анг. ф. и, слѣдов.,—$p>p_t$.

Таблица № 4. При выработкѣ основы № 12 при $m=6000$, $a=68$, $w=64$, $e=0,1$ и при $t=13$—$p_t=2,909$ анг. ф., въ таблицѣ же $p=2,720$ анг. ф., слѣдовательно, — $\alpha=0,935$.

При выработкѣ основы № 16 при $m=8000$, $a=68$, $w=64$, $e=$ $=0,1$ и при $t=15$—$p_t=2,372$ анг. ф., въ таблицѣ же—$p=2,308$ анг. фун., слѣдовательно,—$\alpha=0,97$.

При выработкѣ основы № 30 при $m=7000$, $a=68$, $w=64$, $e=$ $=0,1$ и при $t=20,5$—$p_t=0,962$ анг. ф., въ таблицѣ же $p=0,928$ анг. ф., слѣдовательно,—$\alpha=0,964$.

При выработкѣ основы № 34 при $m=8000$, $a=68$, $w=64$, $e=0,1$ и при $t=21,9$—$p_t=0,888$ анг. ф., въ таблицѣ же $p=0,857$ анг. ф., слѣдовательно,—$\alpha=0,965$.

При выработкѣ основы № 50 при $m=10000$, $a=68$, $w=64$, $e=$ $=0,1$ и при $t=26,5$—$p_t=0,616$ анг. ф., въ таблицѣ же—$p=0,598$ анг. ф.,слѣдовательно,—$\alpha=0,97$.

При выработкѣ основы № 60 при $m=8000$, $a=68$, $w=64$, $e=$ $=0,1$ и при $t=29,3$—$p_t=0,412$ анг. ф., въ таблицѣ же — $p=0,404$ анг. ф., слѣдовательно,—$\alpha=0,98$.

Таблица № 5. При выработкѣ утка № 10 при $m=6000$, $a=$ $=68$, $w=64$, $e=0,1$ и при $t=10,27$—$p_t=3,99$ анг. ф.. въ таблицѣ же $p=3,361$ анг. ф., слѣдовательно,—$\alpha=0,842$.

При выработкѣ утка № 16 при $m=7000$, $a=68$, $w=64$, $e=0,1$ и при $t=13$—$p_t=2,385$ анг. ф., въ таблицѣ же $p=2,126$ анг. ф., слѣдовательно,—$\alpha=0,891$.

При выработкѣ утка № 22 при $m=8000$, $a=68$, $w=64$, $e=0,1$ и при $t=15,24$—$p_t=1,709$ анг. ф., въ таблицѣ же $p=1,560$, слѣдовательно,—$\alpha=0,913$.

При выработкѣ утка № 36 при $m=9000$, $a=68$, $w=64$, $e=0,1$ и при $t=19,5$—$p_t=0\ 97$ анг. ф., въ таблицѣ же $p=0,912$, слѣдовательно,—$\alpha=0,94$.

При выработкѣ утка № 50 при $m=10000$, $a=68$,$w=64$, $e=0,1$ и при $t=22,98$—$p_t=0,674$ анг. ф., въ таблицѣ же—$p=0,642$ анг. ф., слѣдовательно,—$\alpha=0,952$.

Достаточно и приведенныхъ примѣровъ, чтобы убѣдиться въ томъ, что данныя этихъ таблицъ не представляютъ собой тѣхъ данныхъ дѣйствительной или практической производительности сельфакторнаго веретена, которыми слѣдуетъ пользоваться при опредѣленіи количества сельфакторныхъ веретенъ, необходимыхъ для оборудованія бумагопрядильной фабрики данной производительности. Во-первыхъ, данныя этихъ таблицъ нѣсколько велики въ сравненіи съ данными дѣйствительной производительности, опредѣленными при помощи формулъ (1) или (2); во вторыхъ, въ таблицахъ №№ 1—3 нѣкоторыя данныя даже больше теоретической производительности веретена, какъ это и видно изъ приведенныхъ примѣровъ. Если же нѣкоторыя данныя этихъ таблицъ и меньше данныхъ теоретической производительности, то въ большинствѣ случаевъ онѣ меньше на незначительную величину, на что и указываютъ полученныя нами для приведенныхъ примѣровъ величины коэф. полезн. дѣйств. — α. Величина его колеблется въ предѣлахъ отъ 0,842 и до 0,992, причемъ изъ полученныхъ нами 25 величинъ этого коэф. лишь двѣ равны 0,842 и 0,891, а остальныя больше 0,9, причемъ средняя величина коэф. α изъ 25 равна 0,947, между тѣмъ какъ величина этого же коэф. α, опредѣленная нами выше, значительне меньше; она равна при выработкѣ высокихъ и среднихъ номеровъ пряжи — 0,87, а при выработкѣ низкихъ — 0,84. Если же ко всему этому добавить, что изъ 42 разсмотрѣнныхъ нами примѣровъ въ 17 изъ нихъ производительность сельфакторнаго веретена больше теоретической, опредѣленной по формулѣ $\frac{a \,.\, w}{504 \,.\, N \,.\left(\frac{at}{m} + e\right)}$ и что, кромѣ того, въ таблицѣ № 1 не указано даже, приведенныя въ ней данныя производительности сельфакторнаго веретена относятся ли къ основной или къ уточной пряжѣ, то и этого будетъ вполнѣ достаточно, чтобы убѣдиться, что даными приведенныхъ таблицъ №№ 1 — 5 можно пользоваться лишь только послѣ провѣрки ихъ.

Кольцевой ватеръ. Производительность одного веретена кольцевого ватера можетъ быть опредѣлена на основаніи слѣдующихъ разсужденій. Крутка пряжи на ватерѣ выражается слѣдующей формулой — $t = \frac{n}{L}$, гдѣ n число оборотовъ бѣгунка въ 1′, а L—длина

нити въ анг. дюймахъ, выпускаемая передней парой вытяжного механизма также въ 1′. Изъ данной формулы слѣдуетъ: $L=\frac{n}{t}$ анг. дюйм. или $L=\frac{n}{36.840.t}$ моткамъ За w рабочихъ часовъ получимъ $\frac{n.60.w}{36.840.t}$ мотковъ. Если вѣсъ самой пряжи даннаго номера N на катушкѣ будетъ g анг. ф., то длина этой пряжи будетъ Ng мотковъ. Если одинъ съемъ даетъ Ng мотковъ пряжи, то за w часовъ получимъ $\frac{n.60.w}{36.840.t.Ng}$ съемовъ. Считая вѣсъ самой пряжи на веретенѣ g анг. ф., мы получимъ, что производительность одного веретена за w часовъ будетъ: $\frac{n.60.w.g}{36.840.t.Ng}=\frac{n.w}{504.N.t}$ анг. ф. Въ этой формулѣ вмѣсто n можно взять m, т. е. число оборотовъ бѣгунка замѣнить числомъ оборотовъ веретена и сдѣлать это можно на основаніи слѣдующихъ соображеній. Какъ извѣстно, бѣгунокъ вслѣдствіе тренія отстаетъ въ своемъ вращеніи отъ веретена, а потому и число оборотовъ его въ 1′—n нѣсколько меньше m, т. е. числа оборотовъ веретена за то же время.

Вслѣдствіе этого отставанія бѣгунка и происходитъ наматываніе пряжи, выпускаемое переднимъ валикомъ вытяжной пары, на веретено.

Если мы обозначимъ черезъ d діаметръ катушки вмѣстѣ съ намотанной на нее пряжей въ данный моментъ, тогда можно написать слѣдующее выраженіе:

$$(m-n)\pi d=L$$

$$m-n=\frac{L}{\pi d}$$

$$n=m-\frac{L}{\pi d}$$

Отсюда видно, что n есть величина перемѣнная въ зависимости отъ діаметра катушки—d.

Крутка въ зависимости отъ d выразится слѣдующимъ образомъ:

$$t=\frac{n}{L}=\frac{m-\frac{L}{\pi d}}{L}=\frac{m}{L}-\frac{1}{\pi d}$$

Положимъ, что въ среднемъ діаметръ пустой катушки $d_0=0{,}75''$, а діаметръ полной — $d_1=1{,}5''$, тогда разность между наибольшей

и наименьшей круткой, т. е. $t_{max.} - t_{min.} = \frac{m}{L} - \frac{1}{\pi d_1} - \left(\frac{m}{L} - \frac{1}{\pi d_0}\right) =$ $= \frac{1}{\pi d_0} - \frac{1}{\pi d_1} = 0{,}212$ обор. Эта разница для крутки столь незначительна, что ею можно пренебречь и при разсчетахъ число оборотовъ бѣгунка въ 1′—n можно принять равнымъ m, т. е. числу оборотовъ веретена въ 1′. Это колебаніе въ 0,212 обор. составляетъ около 1% отъ крутки для среднихъ номеровъ пряжи, но и эта разница исчезаетъ впослѣдствіи при сматываніи пряжи съ початка по направленію вершины его конуса и не вращая самой катушки. Смотавъ одинъ витокъ, мы придадимъ пряжѣ вновь одно крученіе, которое и ляжетъ на смотанную длину т. е. πd, слѣдовательно, одинъ дюймъ пряжи получитъ $\frac{1}{\pi d}$ оборота, что съ прежней круткой — $t = \frac{m}{L} - \frac{1}{\pi d}$ даетъ $\frac{m}{L} - \frac{1}{\pi d} + \frac{1}{\pi d} = \frac{m}{L}$ обор. на дюймъ.

Такимъ образомъ, замѣнивъ величину n величиной m, для опредѣленія производительности одного веретена кольцевого ватера — p_t мы можемъ пользоваться слѣдующей формулой: — $p_t = \frac{m \,.\, w}{504 \,.\, N \,.\, t}$. (1)

Но производительность, опредѣленная при помощи этой формулы, будетъ только теоретической. Дѣйствительная же или практическая будетъ нѣсколько меньше, такъ какъ машина не будетъ работать безпрерывно; будутъ неизбѣжныя остановки ея изъ-за съема и надѣванія катушекъ, изъ-за обрывовъ шпурковъ, чистки, наладки, изъ-за могущей произойти поломки нѣкоторыхъ ея частей и пр. Всѣ эти простои машины скорѣе всего будутъ имѣть мѣсто при томъ условіи, если эта машина будетъ работать возможно болѣе продолжительное время. Эти простои уменьшаютъ производительность машины, а слѣдовательно, и каждаго веретена ея въ отдѣльности. Въ виду этого дѣйствительная или практическая производительность будетъ меньше теоретической, а потому, чтобы получить дѣйствительную производительность, имѣя теоретическую, необходимо послѣднюю умножить на нѣкоторый коэф. α, который, будучи меньше единицы, будетъ коэф. полезн. дѣйств. веретена. Слѣдовательно, дѣйствительная или практическая производительность одного веретена кольцевого ватера можетъ быть опредѣлена при помощи слѣдующей формулы:

$$p = \frac{\alpha \,.\, m \,.\, w}{504 \,.\, N \,.\, t} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (2)$$

Теперь необходимо опредѣлить величину коэф. α. Величина коэф. α можетъ быть опредѣлена путемъ наблюденій надъ работой

данной машины. Дѣйствительно, если въ нашемъ распоряженіи имѣется кольцевой ватеръ съ опредѣленнымъ количествомъ веретенъ, причемъ извѣстно число оборотовъ веретена его, вырабатываемый померъ пряжи и крутка ея, то, имѣя эти данныя, мы можемъ опредѣлить теоретическую производительность машины и каждаго веретена ея за какое угодно время работы ихъ, пользуясь формулой:

$$p_t = \frac{m \, . \, w}{504 \, . \, N \, . \, t}$$

Затѣмъ, наблюдая за работой машины въ теченіе указаннаго при разсчетѣ времени при выработкѣ того же номера пряжи и при той же круткѣ, мы найдемъ дѣйствительную производительность машины и каждаго веретена ея, взвѣсивъ сработанную за этотъ промежутокъ времени пряжу и раздѣливъ вѣсъ ея на количество веретенъ на данной машинѣ. Имѣя же дѣйствительную и теоретическую производительность одного веретена, мы дѣлимъ первую на вторую и получаемъ величину коэф. α для даннаго случая. Съ цѣлью найти для коэф. α возможно бо́льшее количество значеній его при выработкѣ пряжи при разнообразныхъ условіяхъ — были произведены въ этомъ направленіи наблюденія надъ работой многихъ кольцевыхъ ватеровъ въ теченіе болѣе или менѣе продолжительнаго времени, причемъ были получены данныя средней выработки одного веретена въ рабочій день за разные промежутки времени.

Мы упомянули уже выше при опредѣленіи производительности сельфакторнаго веретена, что наиболѣе дѣйствительными данными производительности будутъ тѣ, которыя являются средними за годъ, такъ какъ въ теченіе года машина подвергается тѣмъ неизбѣжнымъ простоямъ, которые вызываются ремонтомъ ея, наладкой, вывѣркой и пр. Только при опредѣленіи средней производительности за столь продолжительный промежутокъ времени будутъ учтены всѣ простои машины, что не могло бы быть, если бы для опредѣленія производительности мы взяли менѣе продолжительный промежутокъ времени, хотя бы даже рабочую недѣлю, что дѣлаетъ Ot. Johannsen [1]).

Приводимъ въ нижеслѣдующей таблицѣ данныя средней выработки одного веретена кольцевого ватера въ рабочій день (18 часовъ)—за годъ, причемъ параллельно приводимъ данныя и теоретической производительности того же веретена за 18 часовъ при выработкѣ того же номера пряжи и при тѣхъ же условіяхъ выработки ея, т. е. при той же круткѣ и при томъ же числѣ оборо-

---

[1]) Ot. Johannsen. Handbuch der Baumwollspinnerei..., B. II, s. 330.

товъ веретена. Теоретическая производительность p_t опредѣлена по формулѣ:

$$p_t = \frac{m \cdot w}{504 \cdot N \cdot t}$$

Кромѣ того, въ этой же таблицѣ приводимъ для каждаго отдѣльнаго случая и величину коэф. α, которая является отношеніемъ величинъ дѣйствительной производительности къ теоретической.

ТАБЛИЦА № 1.

Количество веретенъ на маш.	№№ пряжи	Сортъ пряжи	Число оборотовъ веретена въ 1′ — m	Крутка на 1″ t	Сред. год. произ. одного веретена въ 18 ч. въ анг. ф.	Теорет. произв. вер. въ 18 ч. вычисл. по формулѣ $\frac{m \cdot w}{504 \cdot N \cdot t}$	Величина коэф. α
356	100	основа	8952	44,5	0,062	0,0718	0,863
„	90	„	„	41	0,075	0,0866	0,866
„	80	„	„	38,6	0,090	0,1035	0,870
„	70	„	„	35,6	0,117	0,128	0,914
332	70	утокъ	8730	35,44	0,1108	0,126	0,880
356	60	основа	8940	34,3	0,139	0,155	0,897
288	60	„	9399	35,45	0,141	0.158	0,892
332	60	утокъ	8145	32,12	0,141	0,151	0,933
304	60	основа	8953	35,45	0,142	0,150	0,947
356	50	„	8952	27,23	0,205	0,235	0,872
304	50	„	8953	30,1	0,200	0,212	0,943
288	50	„	9399	30,1	0,203	0,223	0,910
304	40	„	8953	27	0,268	0,296	0,905
288	40	„	9399	27	0,290	0,311	0,932
332	40	утокъ	8730	25	0,285	0,312	0,913
„	38	„	8145	24,48	0,279	0,313	0,891

Количество веретенъ на маш.	№№ пряжи	Сортъ вряжи	Число оборотовъ веретена въ 1′ — m	Крутка на 1″ t	Сред. год. произ. одного веретена въ 18 ч. въ анг. ф.	Теорет. произв. вер. въ 18 ч. вычис. по формулѣ $\frac{m \cdot w}{504 \cdot N \cdot t}$	Величина коэф. α
288	36	основа	9399	26	0,307	0,358	0,858
304	34	„	8953	27	0,325	0,348	0,934
288	34	„	9399	27	0,316	0,366	0,864
304	30	„	8953	25,01	0,377	0,426	0,885
288	30	„	9399	25,01	0,382	0,447	0,852
332	28	утокъ	8145	18	0,475	0,577	0,823
288	22	„	8730	20,35	0,582	0,696	0,836
„	22	„	„	20,53	0,586	0,690	0,849

Въ таблицѣ № 2 приводимъ данныя средней годовой выработки одного веретена кольцевого ватера въ $11^1/_2$ час., а также данныя теоретической производительности этого же веретена за $11^1/_2$ час. при выработкѣ того же номера пряжи и при тѣхъ же условіяхъ выработки его.

Теоретическая производительность была опредѣлена по формулѣ:

$$p_t = \frac{m \cdot w}{504 \cdot N \cdot t}.$$

Въ этой же таблицѣ приведена для каждаго отдѣльнаго случая и величина коэф. α (см. стр. 204).

ТАБЛИЦА № 2.

Количество веретенъ на машинѣ	№№ пряжи	Сортъ пряжи	Число оборот. веретена въ 1′ m	Крутка на 1″ t	Средняя годовая производ. веретена въ $11^1/_2$ час.	Теоретич. производит. веретена въ $11^1/_2$ ч., вычислен. по форм. $\frac{504 \cdot N \cdot t}{m \cdot w}$	Величина коэф. α
440	60	утокъ	8168	32,67	0,085	0,095	0,895
„	60	„	„	„	0,0841	0,095	0,885
„	50	„	8730	29,7	0,120	0,134	0,896
„	50	„	8168	„	0,114	0,126	0,905
„	50	„	8730	„	0,1216	0,134	0,907
„	44	„	8168	27,24	0,1352	0,156	0,867
„	44	„	8730	26,33	0,155	0,172	0,901
„	44	„	9160	27,24	0,1578	0,174	0,907
„	44	основа	8730	28,5	0,1469	0,158	0,930
„	40	„	8168	24,2	0,1753	0,193	0,908
„	40	„	„	24,69	0,173	0,189	0,915
„	40	„	„	28,21	0,147	0,165	0,891
„	40	утокъ	„	23,9	0,1762	0,195	0,904
„	40	„	„	„	0,1771	0,195	0,908
„	40	основа	„	24,69	0,1708	0,189	0,904
„	40	„	„	24,5	0,169	0,190	0,889
„	40	„	8730	25,48	0,1752	0,195	0,893
„	40	„	„	25,48	0,1773	0,195	0,909
„	36	утокъ	8168	23,54	0,2024	0,220	0,920
„	34	основа	„	24,69	0,198	0,222	0,892
„	32	утокъ	„	23,23	0,241	0,251	0,960

Количество веретенъ на машинѣ	№№ пряжи	Сортъ пряжи	Число оборот. веретена въ 1′ m	Крутка на 1″ t	Средняя годовая производ. веретена въ $11^1/_2$ час.	Теоретич. производит. веретена въ $11^1/_2$ ч., вычислен. по форм. $\frac{m \cdot w}{504 \cdot N \cdot t}$	Величина коэф. α
440	32	утокъ	8168	20	0,2598	0,291	0,893
„	32	„	„	21,35	0,250	0,273	0,916
„	32	„	„	21,98	0,229	0,265	0,864
„	32	„	„	23,23	0;2338	0,251	0,931
„	30	„	„	20,8	0,261	0,299	0,873
„	30	основа	8730	23,94	0,246	0,277	0,888
„	30	утокъ	„	20,25	0,2975	0,328	0,907
„	28	„	8168	21,9	0,2728	0,303	0,900
„	28	„	„	19,85	0,3255	0,360	0,904
„	28	„	„	20,25	0,318	0,351	0,906
„	24	„	8730	18,12	0,422	0,458	0,921
„	24	„	„	18,86	0,384	0,441	0,871
„	24	„	9160	20,1	0,379	0,433	0,875
„	24	„	„	20,25	0,3816	0,430	0,887
„	24	„	8730	19,23	0,403	0,431	0,935
„	24	основа	8168	20,25	0,344	0,383	0,898
„	20	„	„	19,35	0,423	0,482	0,878

Въ нижеслѣдующей таблицѣ № 3 приводимъ данныя средней выработки одного ватернаго веретена въ $11^1/_2$ час. за недѣлю (67 ч.), въ теченіе каковаго времени и производились наблюденія надъ работой машины. Въ этой же таблицѣ приводимъ данныя и теоретической производительности для каждаго номера, полученныя при помощи формулы—$p_t = \frac{m \cdot w}{504 \cdot N \cdot t}$ и при той же круткѣ и при томъ же числѣ оборотовъ веретена.

Въ этой же таблицѣ приведены и величины коэф. α—для каждаго отдѣльнаго случая.

ТАБЛИЦА № 3.

Количество веретенъ на машинѣ	№№ пряжи	Сортъ пряжи	Число оборотовъ веретена въ 1′ m	Крутка на 1″ t	Средняя недѣльная производ. веретена въ $11^1/_2$ час.	Теоретич. производит. верет. въ $11^1/_2$ ч., вычисл. по форм. $\frac{m \cdot w}{504 \cdot N \cdot t}$	Величина коэф. α
440	60	основа	10856	31,54	0,124	0,131	0,947
„	60	утокъ	8168	32,67	0,088	0,095	0,926
„	60	„	9050	32,12	0,152	0,168	0,905
„	50	„	8730	29,70	0,121	0,134	0,903
„	44	основа	9878	27,18	0,176	0,188	0,936
„	44	утокъ	9160	27,24	0,1549	0,174	0,890
„	40	основа	8168	24,69	0,1795	0,189	0,949
„	34	„	8168	24,69	0,201	0,222	0,905
„	32	утокъ	8944	21,45	0,279	0,297	0,939
„	32	„	8168	20	0,2673	0,291	0,918
„	32	„	8168	21,98	0,249	0,265	0,940
„	30	основа	8730	23,94	0,2584	0,277	0,933
„	24	„	10856	20,75	0,460	0,498	0,924
„	24	утокъ	8730	18,86	0,397	0,441	0,900
„	24	„	9160	20,1	0,392	0,433	0,905
„	22	„	8587	19,8	0,421	0,450	0,936
„	22	„	8168	18,75	0,407	0,452	0,900
„	20	основа	8168	19,35	0,453	0,482	0,940
„	20	„	8480	19,17	0,464	0,505	0,919

Изъ данныхъ, приведенныхъ въ таблицахъ №№ 1—3, слѣдуетъ, что среднее значеніе для коэф. α различно въ зависимости отъ того, взято ли оно какъ среднее изъ данныхъ производительности ватернаго веретена за годъ или за недѣлю, причемъ данныя за годъ даютъ меньшую величину коэф. α, чѣмъ данныя за недѣлю. Это вполнѣ и понятно, такъ какъ при работѣ машины въ теченіе болѣе продолжительнаго промежутка времени будетъ и больше простоевъ машины изъ-за различныхъ причинъ, а потому и средняя выработка каждаго веретена будетъ меньше.

Среднее значеніе для коэф. α при работѣ машины въ теченіе недѣли по $11^1/_2$ час. въ день равно 0,922, между тѣмъ какъ при работѣ той же машины въ теченіе года по $11^1/_2$ час. оно равно 0,901, а при работѣ машины въ теченіе года по 18 час. среднее значеніе для коэф. α равно 0,889.

Такимъ образомъ, при работѣ ватера въ теченіе недѣли дѣйствительная производительность его будетъ меньше теоретической приблизительно на $8^0/_0$, что и можно считать болѣе или менѣе близкимъ къ дѣйствительности. Johannsen [1]) считаетъ дѣйствительную производительность ватернаго веретена меньше теоретической на $7^0/_0$, т. е. коэф. α=0,93. Слѣдовательно, на основаніи данныхъ таблицы № 3 можно считать, что коэф. α въ среднемъ равенъ 0,92, однако принявъ во вниманіе, что эти данныя—результаты наблюденій надъ работой машины въ теченіе недѣли. Если же обратиться къ даннымъ средней выработки въ рабочій день за годъ, то средняя величина коэф. α, какъ мы указали уже, будетъ меньше. При работѣ машины въ теченіе года по $11^1/_2$ час. въ день этотъ коэф. α въ среднемъ равенъ 0,901, а при работѣ ватера по 18 час. въ день—въ среднемъ равенъ 0,889. Эта столь незначительная разница въ величинѣ коэф. можетъ быть объяснена на основаніи тѣхъ же соображеній, что и при опредѣленіи величины коэф. α для сельфакторнаго веретена, т. е. что машина, работая въ теченіе года по 18 час. въ день, чаще можетъ подвергаться разладкѣ, чѣмъ машина, работающая по $11^1/_2$ час. въ день, а потому и чаще прійдется останавливать ее для наладки, что и уменьшитъ производительность всей машины и каждаго веретена ея въ отдѣльности, а потому и величина коэф. α будетъ меньше. На величину коэф. α могутъ еще имѣть вліяніе вырабатываемые номера пряжи, качество сырого матеріала, изъ котораго вырабатываются данные номера пряжи, уходъ

---

[1]) Otto Johannsen. Handbuch der Baumwollspinnerei..., B. II, s. 330.

за машинами, насколько новы машины и т. п. Хотя всѣ эти обстоятельства учесть довольно трудно, но тѣмъ не менѣе при опредѣленіи количества машинъ, необходимыхъ для оборудованія проектируемой фабрики, нужно имѣть ихъ въ виду. Мы указали уже выше, что вновь поставленныя машины первое время могутъ работать хорошо, не подвергаясь ремонту, но съ теченіемъ времени ремонтъ и болѣе частая наладка ихъ неизбѣжны, а потому неизбѣжны и болѣе или менѣе продолжительные простои ихъ, а слѣдовательно, и уменьшеніе средней производительности каждой машины и каждаго веретена ея. Въ виду этого при опредѣленіи дѣйствительной производительности одного веретена кольцевого ватера лучше брать меньшую величину коэф. α, причемъ слѣдуетъ принять во вниманіе и то обстоятельство, по скольку часовъ въ день будетъ работать машина. На основаніи данныхъ, приведенныхъ въ таблицахъ №№ 1—2 можно считать коэф. α равнымъ въ среднемъ 0,89, причемъ эта величина можетъ быть увеличена и до 0,90, если машины на проектируемой фабрикѣ будутъ работать не болѣе 12 час. въ день.

Если даже допустить, что величина для коэф. α въ дѣйствительности будетъ нѣсколько больше, чѣмъ приведенныя выше, то во всякомъ случаѣ, уменьшая величину коэф. α на 0,01, мы увеличиваемъ число веретенъ при опредѣленіи необходимаго количества ихъ приблизительно на 11 на каждую тысячу, что нельзя признать вовсе большимъ, тѣмъ болѣе, что лучше имѣть нѣкоторый запасъ въ веретенахъ, чѣмъ недостатокъ ихъ, на случай поломки или продолжительнаго ремонта какой нибудь машины, такъ какъ въ подобныхъ случаяхъ этотъ запасъ веретенъ будетъ способствовать тому, что общее количество вырабатываемой пряжи не уменьшится.

Мы видимъ, что величина коэф. α для ватеровъ нѣсколько больше, чѣмъ для сельфакторовъ. Это можно объяснить тѣмъ обстоятельствомъ, что сельфакторъ, какъ тонкопрядильная машина, несравненно сложнѣе кольцевого ватера, а потому она чаще разлаживается и больше требуетъ времени на наладку и ремонтъ, чѣмъ ватеръ, слѣдовательно, благодаря болѣе частымъ простоямъ, и коэф. полезн. дѣйств. сельфактора нѣсколько меньше, чѣмъ ватера.

Итакъ, будетъ считать, что величина коэф. α будетъ равна 0,89 при работѣ ватера болѣе 12 ч. въ рабочій день и коэф. α=0,90 при работѣ ватера не болѣе 12 час. въ день. Слѣдовательно, для опредѣленія дѣйствительной или практической производительности одного веретена кольцевого ватера за w часовъ можно пользоваться слѣдующей формулой:

$$p = \frac{(0{,}89—0{,}90) \,.\, m \,.\, w}{504 \,.\, N \,.\, t} \text{ анг. ф.} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (2).$$

Но кромѣ этой формулы—для опредѣленія производительности одного веретена кольцевого ватера можно получить еще и другую формулу на основаніи слѣдующихъ разсужденій.

L—есть длина нити въ анг. д., выпускаемая переднимъ валикомъ вытяжного механизма въ 1′. Извѣстно, что $L = \frac{m}{t}$ анг. дюйм. Если вѣсъ самой пряжи на катушкѣ будетъ g анг. ф., а N — ея номеръ, тогда длина пряжи, помѣщающаяся на катушкѣ, будетъ равна Ng моткамъ или 30240 Ng''. Чтобы получить количество пряжи—30240 Ng'' или одинъ съемъ, для этого необходимо затратить время, равное — $\frac{30240\ Ng}{L} = \frac{30240\ Ng\ t}{m}$ минутамъ, не принимая во вниманіе простоевъ машины. Если же принять во вниманіе всѣ тѣ простои машины, которые неизбѣжны во время работы ватера, какъ то: съемъ полныхъ катушекъ, надѣваніе пустыхъ, обрывы шнурковъ, наладка, чистка и пр.,—тогда на все это нужно положить еще τ минутъ, что въ общемъ увеличитъ время, потребное на одинъ съемъ. Слѣдовательно, время, необходимое для полученія одного съема, будетъ равно.

$$\left(\frac{30240\ Ng \,.\, t}{m} + \tau \right) \text{ минутамъ.}$$

Если же мы предположимъ, какъ и раньше, что машина работаетъ w часовъ и вѣсъ самой пряжи на катушкѣ g анг. ф., тогда дѣйствительная производительность одного ватернаго веретена за это время будетъ равна:

$$p = \frac{60 \,.\, w \,.\, g}{\frac{30240\ N \,.\, g \,.\, t}{m} + \tau} \text{ анг. ф.} \quad . \quad . \quad . \quad (3)$$

Такимъ образомъ, для опредѣленія дѣйствительной производительности ватернаго веретена за w часовъ мы имѣемъ слѣдующія формулы:

$$p = \frac{(0{,}89—0{,}90) \,.\, m \,.\, w}{504 \,.\, N \,.\, t} \text{ анг. ф.} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (2)$$

$$p = \frac{60 \,.\, w \,.\, g}{\frac{30240\ N \,.\, g \,.\, t}{m} + \tau} \text{ анг. ф.} \quad . \quad . \quad . \quad (3)$$

При опредѣленіи производительности по формуламъ (2) и (3) необходимо знать слѣдующія величины, входящія въ эти формулы: m, t, g и τ. Что же касается величинъ N и w, то онѣ должны быть извѣстны, какъ исходныя, для опредѣленія производительности веретена при выработкѣ даннаго номера пряжи и за извѣстный промежутокъ времени.

Число оборотовъ ватернаго веретена—m колеблется въ довольно широкихъ предѣлахъ: отъ 5000 до 11000 и даже болѣе этого. Изъ приведенныхъ формулъ (2) и (3) слѣдуетъ, что съ увеличеніемъ m увеличивается и производительность ватернаго веретена, слѣдовательно, выгоднѣе казалось бы брать большую величину для m, но въ дѣйствительности не всегда этого придерживаются. При выборѣ величины для m въ данномъ случаѣ слѣдуетъ руководствоваться тѣми же соображеніями, которыя были уже высказаны нами относительно выбора числа оборотовъ для сельфакторнаго веретена (см. стр. 160). Кромѣ этого, ниже нами приведены таблицы дѣйствительной производительности ватернаго веретена, откуда будетъ видно, какое число оборотовъ дается веретену при выработкѣ того или другого номера пряжи и сорта ея.

Johannsen [1]) приводитъ слѣдующія числа оборотовъ ватернаго веретена при выработкѣ различныхъ номеровъ пряжи изъ американскаго хлопка при $t = 4\sqrt{N}$ для основы и при $t = 3{,}4\sqrt{N}$ для утка:

		m			m
для №№	8 — 24	5000	для №№	16 — 80	9000
„ „	12 — 40	6000	„ „	20 — 80	10000
„ „	16 — 50	7000	„ „	24 — 80(основы)	11000
„ „	16 — 80	8000	„ „	52 — 80 (утка)	11000

Ch. Gégauff [2]) приводитъ слѣдующія скорости веретенъ при выработкѣ нѣкоторыхъ номеровъ пряжи, получаемыхъ на ватерахъ и чаще другихъ употребляемыхъ на практикѣ въ хлопчато-бумажномъ производствѣ:

			m				m
для основы	№№	9,5 (анг. нум.)	6000	для	№№	23,5	8500
	„	11,8	7000	„	„	28	9000
	„	14	7000	„	„	33—37,5	9500
	„	16,5	7500	„	„	42,5—53	9000
	„	19—21	8000	„	„	59—66	8500

---

[1]) Ot. Johannsen. Hanbuch der Baumwollspinnerei, B. II., s. 345.
[2]) Извѣст. Общ. Сод. Мануф. Промышл., 1902., стр. 17.

На практикѣ — на фабрикахъ, гдѣ вырабатывались различные номера пряжи, пришлось наблюдать слѣдующія среднія числа оборотовъ веретена:

		m			m
для №№	22 — 60	8777	для №№	26 — 40	9470
„ „	24 — 32	8997	„ „	18 — 40	9944
„ „	22 — 90	9236	„ „	38 — 40	10441—10472

Въ журналѣ „Oesterreich's Wollen & Leinen—Industrie“ [1]) приведена нижеслѣдующая таблица, изъ которой видно, какое число оборотовъ приблизительно можно давать веретену при выработкѣ нѣкоторыхъ номеровъ пряжи.

№№ пряжи	коэф. крученія α	число оборот. n	діам. кольца	номеръ бѣгунка
8	3,75	6200	2	11
10	„	6600	„	7 — 8
12	„	6600	„	5 — 6
14	„	7000	$1^3/_4''$	3 — 4
16	4	7600	„	2
18	„	8000	„	1
20	„	8500	„	1/0
22	„	8500	„	2/0
24	„	8500	„	3/0
26	„	8800	$1^5/_8''$	4/0
28	„	9000	„	5/0
30	4,25	9600	„	6/0
32	„	9600	„	7/0
34	„	9600	„	8/0
36	„	10000	$1^1/_2''$	8/0
38	„	10000	„	9/0
40	4,40	10000	„	10/0
44	„	10000	„	12/0

[1]) Oesterreich's Wollen und Leinen—Industrie, 1905, s. 1290.

Ern. Müller [1]) указываетъ, что число оборотовъ веретена въ 1′ можетъ быть доведено даже до 13 тысячъ, но при желаніи получить пряжу равномѣрную и хорошаго качества болѣе 10 тысячъ оборотовъ не даютъ веретену, причемъ при выработкѣ пряжи №№ 4—12 даютъ веретену 6000 обор., при выработкѣ № 20 — 6500 и №№ 30—50 — 7000 обор. Такимъ образомъ, мы видимъ, что и въ данномъ случаѣ приведенныя величины скорости веретена не являются постоянными при выработкѣ того или иного номера пряжи, но болѣе или менѣе мѣняются, а потому при выборѣ величины скорости для ватернаго веретена слѣдуетъ руководствоваться тѣми же соображеніями, что и при выборѣ скорости для сельфакторнаго веретена, т. е. слѣдуетъ принимать во вниманіе вырабатываемый номеръ пряжи, качество сырого матеріала, изъ котораго данный номеръ будетъ вырабатываться, и данныя практики, которыя могутъ быть весьма полезными въ случаѣ сомнѣнія при выборѣ величины для m.

Относительно t, т. е. величины крутки ватерной пряжи нами сказано уже выше (см. стр. 162).

Величина g, т. е. вѣсъ самой пряжи на катушкѣ можетъ нѣсколько измѣняться въ зависимости отъ номера пряжи и нѣкоторыхъ другихъ обстоятельствъ, но при разсчетахъ g можно считать равнымъ: [2])

для основы приблизительно (0,057 — 0,1) анг. ф.
„ утка „ (0,025 — 0,04) „ „

B. Niess приводитъ слѣдующія значенія для g:

для №№ 4 — 8 — g=0,1 анг. ф. для №№ 24—28 — g=0,075 анг. ф.
„ „ 12—16 — g=0,088 „ „ „ 32—50 — g=0,066 „
„ „ 20 — g=0,084 „

Изъ формулы (3) видно, что съ увеличеніемъ g увеличивается и производительность кольцевого ватера. Дѣйствительно, формула (3) можетъ быть представлена еще въ слѣдующемъ видѣ:

$$p = \frac{60 \,.\, w}{\frac{30240\ N \,.\, t}{m} + \frac{\tau}{g}} \text{ анг. ф.}$$

Слѣдовательно, увеличивая g, мы этимъ уменьшаемъ величину $\frac{\tau}{g}$, входящую въ формулу (3), а благодаря этому и — p нѣсколько

---

[1]) Ern. Müller. Handbuch der Spinnerei..., s. 103.

[2]) Otto Johannsen. Handbuch der Baumwollspinnerei..., B. II, s. 335, 345.

увеличивается. Величина же g, какъ видно изъ приведенныхъ значеній ея, колеблется въ извѣстныхъ предѣлахъ, причемъ при выработкѣ уточной пряжи эти предѣлы даже весьма незначительны, а потому и нельзя произвольно увеличивать g.

Величина τ, выражающая собой сумму потерь времени, приходящуюся на одинъ съемъ, равна, какъ опредѣлилъ Johannsen, 8 минутамъ. [1]) Johannsen нашелъ это значеніе для τ, вставляя въ формулу (3)—p, т. е. производительность ватернаго веретена, полученную при помощи формулы (2), но при коэф. полезн. дѣйств. веретена—$\alpha=0{,}93$. Если же опредѣлить p при помощи той же формулы (2), но принявъ коэф. $\alpha=0{,}89—0{,}90$, какъ мы опредѣлили эту величину для коэф. α, то понятно, что τ будетъ нѣсколько больше. Подобный случай мы разсмотрѣли уже при опредѣленіи величины τ — для сельфакторнаго веретена.

Располагая такимъ образомъ для опредѣленія дѣйствительной производительности ватернаго веретена двумя формулами (2) и (3), мы должны замѣтить, что для разсчетовъ формуля (2) болѣе удобна, такъ какъ она сама по себѣ проще, да и не содержитъ въ себѣ двухъ величинъ—g и τ, каковыя имѣются въ формулѣ (3) и которыя могутъ измѣняться, а въ особенности τ, въ зависимости отъ многихъ причинъ, учесть кои заранѣе бываетъ довольно трудно, а потому довольно трудно и выбрать надлежащую величину для этихъ величинъ

Приводимъ ниже таблицы производительности одного веретена кольцевого ватера за 10 часовъ работы и за 60 часовъ.

Ern. Müller [2]) приводитъ слѣдующія данныя производительности ватернаго веретена за 10 часовъ работы (см. стр. 214).

---

[1]) Otto Johannsen. Handbuch der Baumwollspinnerei..., B. II, s. 331.

[2]) Ern. Müller. Handbuch der Spinnerei... s. 163.

№№ пряжи	t	m	p въ англ. ф.	p_t въ англ. ф	коэф. α
4	7,6	6000	2,56	3,916	0,653
8	11,3	6000	1,04	1,317	0,790
12	13,8	6000	0,600	0,719	0,834
20	19,2	6500	0,286	0,336	0,851
30	22,7	7000	0,178	0,204	0,872
40	26,5	7000	0,112	0,131	0,855
50	29	7000	0,079	0,096	0,823

Пользуясь приведенными здѣсь данными, мы опредѣлили и величину коэф. α — при выработкѣ каждаго номера пряжи. Величина коэф. α опредѣлена нами точно такъ же, какъ это было сдѣлано выше, т. е. при помощи формулы (1)—$p_t = \frac{m \,.\, w}{504 \,.\, N \,.\, t}$ мы опредѣляли сначала теоретическую производительность ватернаго веретена за 10 час., а затѣмъ, имѣя практическую — p, изъ отношенія ихъ — $\frac{p}{p_t}$ получали величину коэф. α. Полученныя такимъ образомъ величины коэф. α и приведенныя выше, какъ видимъ, слишкомъ малы сравнительно съ величиной коэф. α, которая нами опредѣлена, а потому, пользуясь приведенными данными производительности ватернаго веретена при опредѣленіи необходимаго количества веретенъ, мы рискуемъ безъ нужды значительно увеличить количество ихъ.

Platt Br. [1]) даетъ слѣдующія данныя производительности ватернаго веретена за 60 час. при выработкѣ утка

№№ пряжи	n число обор. передн. валика при $d=1''$	t	m	p въ анг. ф.	p_t въ анг. ф.	коэф. α
12	164	11,25	5800	4,5	5,115	0,88
16	146	13	6000	3	3,434	0,873
20	138	14,53	6200	2,3	2,540	0,905
25	127	16,25	6500	1,6	1,905	0,84
30	125	17,8	6800	1,38	1,516	0,91
40	110	20,55	7000	0,91	1,013	0,898

[1]) Otto Johannsen. Handbuch der Baumwollspinnerei..., B. II, s. 344.

Здѣсь также мы опредѣлили теоретическую производительность ватернаго веретена — p_t и величину коэф. α для каждаго номера. Но въ этой таблицѣ полученныя величины коэф. α, кромѣ одного случая при выработкѣ пряжи № 25, очень мало отличаются по величинѣ отъ коэф. α, опредѣленнаго нами, а потому при опредѣленіи необходимаго количества ватерныхъ веретенъ можно пользоваться приведенными данными производительности ватернаго веретена, кромѣ случая—для пряжи № 25.

Добсонъ и Барло въ нижеслѣдующихъ таблицахъ №№ 1 — 3 приводятъ данныя производительности кольце-прядильныхъ ватеровъ при выработкѣ основной и уточной пряжи [1]).

ТАБЛИЦА № 1.

Основа изъ индскихъ и американскихъ хлопковъ. Діаметръ передняго цилиндра 1″.

Номера пряжи	Скорость веретена	Число оборотовъ передняго цилиндра	Крутка на дюймъ	Англ. фун. на веретено въ 10 час.
4	4523	180	8	2,28
6	5500	178	9,8	1,54
8	6400	180	11,31	1,19
10	7150	180	12,64	0,97
12	7500	172	13,85	0,76
14	8000	170	14,96	0,68
16	8500	169	16,00	0,59
18	8500	159	16,97	0,50
20	8500	151	17,89	0,43
22	8500	144	18,76	0,37
24	8500	138	19,60	0,33
26	9000	144	20,40	0,31
28	9000	140	21,16	0,28
30	9000	135	21,91	0,25
32	9000	130	22,62	0,22
34	9500	130	23,32	0,22
36	9500	126	24,00	0,20
38	9500	122	24,64	0,18
40	9500	119	25,28	0,17

ТАБЛИЦА № 2.

Основа изъ египетскаго хлопка. Діаметръ переднаго цилиндра 1″.

Номера пряжи	Скорость веретена	Число оборотовъ передняго цилиндра	Крутка на дюймъ	Англ. фун. на веретено въ 10 час.
30	8500	137	19,75	0,26
32	„	132	20,40	0,24
34	„	128	21,02	0,217
36	„	124	21,63	0,199
38	„	121	22,22	0,184
40	„	118	22,80	0,17
42	„	115	23,36	0,16
44	„	112	23,90	0,15
46	„	110	24,44	0,14
48	„	108	24,98	0,132
50	„	106	25,49	0,124
52	„	104	25,96	0,124
54	„	102	26.49	0,112
56	„	100	26,97	0,106
58	„	98	27,44	0,101
60	„	97	27,91	0,96

[1]) Добсонъ и Барло. Справочная книга для бумагопрядильщиковъ, стр. 158

ТАБЛИЦА № 3.

Производительность уточныхъ ватеровъ. Діаметръ передняго цилиндра — 1″

Номера пряжи	Скорость веретена	Число оборотовъ передняго цилиндра	Крутка на дюймъ	Англ. ф. на веретено въ 10 часовъ
12	6500	184	11,24	0,83
14	7000	193	12,15	0,71
16	7500	183	13,00	0,71
18	„	173	13,78	0,52
20	„	164	14,52	0,444
22	„	156	15,24	0,40
24	„	150	15,91	0,35
26	„	144	16,57	0,31
28	8000	148	17,19	0,297
30	„	143	17,77	0,268
32	„	138	18,36	0,248
34	„	134	18,94	0,21
36	8500	138	19,50	0,22
38	„	131	20,02	0,20
40	„	125	21,54	0,18

Желая убѣдиться, насколько данныя, приведенныя въ таблицахъ №№ 1—3, соотвѣтствуютъ тѣмъ даннымъ дѣйствительной или практической производительности, коими можно пользоваться при опредѣленіи необходимаго количества ватерныхъ веретенъ, авторъ на основаніи данныхъ этихъ таблицъ опредѣлилъ сначала теорети-

ческую производительность ватернаго веретена за 10 час. при выработкѣ нѣкоторыхъ номеровъ пряжи, а затѣмъ и величину коэф. α для этихъ случаевъ. Результаты получились слѣдующіе.

Таблица № 1. При выработкѣ № 4 при $m = 4523$ теоретическая производительность веретена за 10 час.—$p_t = 2{,}804$ анг. ф, въ таблицѣ же производительность—p, которая приведена авторами, надо полагать, какъ дѣйствительная или практическая, равна — 2,28 анг. фун., слѣдовательно, коэф. $\alpha = 0{,}813$.

При выраб. №	8 при	$m=6400$	$p_t=1{,}403$ ан. ф.;	$p=1{,}19$ ан. ф.	$\alpha=0{,}848$.
„ „ „	12 „	$m=7500$	$p_t=0{,}895$ „ ;	$p=0{,}76$ „ ;	$\alpha=0{,}849$.
„ „ „	16 „	$m=8500$	$p_t=0{,}659$ „ ;	$p=0{,}59$ „ ;	$\alpha=0{,}895$.
„ „ „	22 „	$m=8500$	$p_t=0{,}409$ „ ;	$p=0{,}37$ „ ;	$\alpha=0{,}905$.
„ „ „	26 „	$m=9000$	$p_t=0{,}337$ „ ;	$p=0{,}31$ „ ;	$\alpha=0{,}920$.
„ „ „	30 „	$m=9000$	$p_t=0{,}272$ „ ;	$p=0{,}25$ „ ;	$\alpha=0{,}919$.
„ „ „	36 „	$m=9500$	$p_t=0{,}219$ „ ;	$p=0{,}20$ „ ;	$\alpha=0{,}913$.
„ „ „	40 „	$m=9500$	$p_t=0{,}186$ „ ;	$p=0{,}17$ „ ;	$\alpha=0{,}914$.

Таблица № 2.

При выраб. №	30 при	$m=8500$	$p_t=0{,}285$ ан. ф.;	$p=0{,}26$ ан. ф;	$\alpha=0{,}912$.
„ „ „	34 „	$m=8500$	$p_t=0{,}236$ „ ;	$p=0{,}217$ „ ;	$\alpha=0{,}919$.
„ „ „	40 „	$m=8500$	$p_t=0{,}185$ „ ;	$p=0{,}17$ „ ;	$\alpha=0{,}919$.
„ „ „	44 „	$m=8500$	$p_t=0{,}160$ „ ;	$p=0{,}15$ „ ;	$\alpha=0{,}938$.
„ „ „	50 „	$m=8500$	$p_t=0{,}132$ „ ;	$p=0{,}124$ „ ;	$\alpha=0{,}939$.
„ „ „	60 „	$m=8500$	$p_t=0{,}101$ „ ;	$p=0{,}96$ „ ;	$\alpha=0{,}950$.

Таблица № 3.

При выраб. №	12 при	$m=6500$	$p_t=0{,}956$ ан. ф.;	$p=0{,}83$ ан.ф.;	$\alpha=0{,}868$.
„ „ „	16 „	$m=7500$	$p^t=0{,}715$ „ ;	$p=0{,}71$ „ ;	$\alpha=0{,}993$.
„ „ „	20 „	$m=7500$	$p_t=0{,}512$ „ ;	$p=0{,}444$ „ ;	$\alpha=0{,}867$.
„ „ „	24 „	$m=7500$	$p_t=0{,}34$ „ ;	$p=0{,}35$ „ ;	$\alpha=0{,}971$.
„ „ „	30 „	$m=8000$	$p_t=0{,}298$ „ ;	$p=0{,}268$ „ ;	$\alpha=0{,}899$.
„ „ „	34 „	$m=8000$	$p_t=0{,}246$ „ ;	$p=0{,}21$ „ ;	$\alpha=0{,}854$.
„ „ „	40 „	$m=8500$	$p_t=0{,}196$ „ ;	$p=0{,}18$ „ ;	$\alpha=0{,}918$.

Такимъ образомъ, уже изъ приведенныхъ примѣровъ мы видимъ, что величина коэф. α только въ нѣкоторыхъ случаяхъ является почти равной коэф. α, опредѣленному нами ($\alpha = 0{,}89 - 090$), въ большинствѣ же случаевъ больше его, причемъ при выработкѣ

нѣкоторыхъ номеровъ почти равна той величинѣ коэф. α, которая получена нами, какъ результатъ наблюденій надъ работой машины въ теченіе недѣли (67 час.) (см. стр. 206—207). Слѣдовательно, не всѣми данными, приведенными въ таблицахъ №№ 1—3, можно пользоваться при опредѣленіи количества веретенъ, необходимаго для оборудованія бумагопрядильной фабрики данной производительности. Въ каждомъ отдѣльномъ случаѣ слѣдуетъ эти данныя провѣрить, не слишкомъ ли онѣ велики или малы.

Въ нижеслѣдующихъ таблицахъ №№ 4—6 приводимъ еще данныя производительности ватернаго веретена за 10 часовъ [1]) (см. стр. 219).

---

[1]) F. Rosskothen Taschenbuch für Baumwoll-Industrie, s. 289—291.

ТАБЛИЦА № 4.

Основа изъ американскаго хлопка. Крутка для №№ 6 — 40 — $t = 4\sqrt{N}$, для №№ 42—50 — $t = 4{,}1\sqrt{N}$. Діаметръ передняго цилиндра равенъ 1″.

Число оборотовъ веретена въ 1′		6000		7000		8000		9000		10000		11000	
Номеръ пряжи	Крутка на 1″ анг.	Число оборот. передн. цил. въ 1′	Анг. ф. на веретено въ 10 час.	Число оборот. передн. цилин. въ 1′	Анг. ф. на веретено въ 10 час.	Число оборот. передн. цилин. въ 1′	Анг. ф. на веретено въ 10 час.	Число оборот. передн. цилин. въ 1′	Анг. ф. на веретено въ 10 час.	Число оборот. передн. цилин. въ 1′	Анг. ф. на веретено въ 10 час.	Число оборот. передн. цилин. въ 1′	Анг. ф. на веретено въ 10 час.
6	9,80	195	1,560										
8	11,31	169	1,150										
10	12,65	151	0,830	176	0,970								
12	13,86	137	0,634	160	0,740	183	0,845						
14	14,97	127	0,533	148	0,619	169	0,708						
16	16,00	119	0,435	140	0,513	160	0,587	180	0,658				
18	16,97	112	0,364	131	0,424	150	0,488	169	0,548				
20	17,89	107	0,312	125	0,362	142	0,416	160	0,466	178	0,516		
22	18,76			119	0,317	135	0,359	152	0,405	169	0,450		
24	19,60			114	0,278	130	0,317	146	0,360	163	0,402	179	0,441
26	20,40			110	0,248	125	0,282	140	0,315	156	0,352	172	0,387
28	21,17			105	0,220	120	0,251	135	0,282	150	0,314	165	0,346
30	21,91			101	0,196	116	0,227	130	0,254	145	0,283	159	0,312
32	22,63			99	0,182	113	0,207	127	0,233	141	0,258	155	0,284
34	23,32			96	0,165	109	0,187	123	0,212	136	0,234	150	0,258
36	24,00			93	0,152	106	0,172	119	0,194	132	0,215	145	0,236
38	24,66			91	0,140	103	0,159	116	0,178	129	0,199	142	0,219
40	25,30			88	0,129	100	0,146	113	0,166	126	0,183	139	0,200
42	26,57					96	0,134	108	0,151	120	0,167	132	0,184
44	27,20					94	0,125	106	0,141	117	0,156	129	0,172
46	27,81					92	0,117	103	0,131	115	0,147	127	0,162
48	28,40					90	0,110	101	0,123	112	0,136	123	0,150
50	28,99					88	0,106	99	0,116	110	0,129	121	0,142

ТАБЛИЦА № 5.

Утокъ изъ американскаго хлопка. Крутка—$t=3{,}25\sqrt{N}$. Діаметръ передняго цилиндра равенъ 1″.

Число оборотовъ веретена въ 1′		5000		6000		7000		8000		9000		10000	
Номера пряжи	Крутка на 1′ англ.	Число оборотовъ перед. цил. въ 1′	Англ. ф на верет. въ 10 час.	Число оборотовъ перед. цил. въ 1′	Англ. ф. на верет. въ 10 час.	Число оборотовъ перед. цил. въ 1′	Англ. ф на верет. въ 10 час.	Число оборотовъ перед. цил. въ 1′	Англ. ф. на верет. въ 10 час.	Число оборотовъ перед. цил. въ 1′	Англ. ф. на верет. въ 10 час.	Число оборотовъ перед. цил. въ 1′	Англ. ф. на верет. въ 10 час.
6	7,96	200	1,581										
8	9,19	174	1,082	208	1,234								
10	10,28	155	0,861	186	1,021	217	1,205						
12	11,26	143	0,662	172	0,795	200	0,927						
14	12,16	128	0,514	154	0,617	179	0,711	205	0,813				
16	13,00	123	0,435	147	0,517	172	0,595	196	0,681				
18	13,79	116	0,369	139	0,438	162	0,505	185	0,577	208	0,642		
20	14,53	110	0,315	131	0,377	153	0,436	175	0,498	197	0,554		
22	15,24	105	0,276	125	0,328	146	0,382	167	0,431	188	0,486	209	0,534
24	15,92	100	0,242	120	0,290	140	0,335	160	0,383	180	0,426	200	0,473
26	16,57	96	0,215	115	0,258	134	0,297	154	0,339	173	0,382	192	0,420
28	17,20	93	0,192	111	0,230	130	0,268	148	0,304	167	0,341	185	0,379
30	17,80	90	0,173	107	0,207	125	0,242	143	0,277	161	0,308	179	0,342
32	18,39			104	0,189	121	0,220	138	0,251	156	0,283	173	0,311
34	18,95			101	0,172	118	0,201	134	0,229	151	0,258	168	0,286
36	19,50			98	0,158	114	0,184	130	0,210	147	0,237	163	0,263
38	20,03			95	0,144	111	0,168	126	0,193	142	0,217	158	0,241
40	20,56			93	0,135	109	0,157	124	0,180	140	0,203	155	0,225
44	21,56					104	0,137	118	0,156	133	0,176	148	0,195
48	22,52					99	0,119	113	0,136	127	0,153	141	0,170
52	23,44					95	0,106	109	0,121	122	0,137	136	0,152
56	24,32					92	0,095	105	0,109	118	0,122	131	0,136
60	25,17							102	0,099	114	0,111	127	0,123

ТАБЛИЦА № 6.

Основа изъ египетскаго хлопка. Крутка — $t = 3{,}6\sqrt{N}$. Діаметръ передняго цилиндра равенъ 1″.

Число оборотовъ веретена въ 1′		6000		7000		8000		9000		10000		11000	
Номера пряжи	Крутка на 1″ англ.	Число оборотовъ передн. цил. въ 1′	Англ. ф. на верет. въ 10 час.	Число оборотовъ перед. цил. въ 1′	Англ. ф. на верет. въ 10 час.	Число оборотовъ перед. цил. въ 1′	Англ. ф на верет. въ 10 час.	Число оборотовъ перед. цил. въ 1′	Англ. ф. на верет. въ 10 час.	Число оборотовъ перед. цил. въ 1′	Англ. ф. на верет. въ 10 час.	Число оборотовъ перед. цил. въ 1′	Англ. ф на верет. въ 10 час.
16	14,40	133	0,481	155	0,561	177	0,642	199	0,722	221	0,802		
18	15,25	125	0,408	146	0,473	167	0,539	188	0,606	209	0,672		
20	16,10	119	0,348	139	0,407	158	0,464	178	0,517	198	0,575		
22	16,88	113	0,298	132	0,350	150	0,401	169	0,451	188	0,496		
24	17,64	109	0,255	127	0,306	145	0,353	163	0,400	181	0,442	199	0,481
26	18,36	104	0,234	121	0,274	138	0,309	156	0,354	173	0,390	190	0,429
28	19,05	100	0,210	117	0,244	134	0,280	150	0,318	167	0,350	184	0,384
30	19,72	97	0,190	113	0,222	130	0,254	146	0,285	162	0,316	178	0,348
32	20,37	94	0,173	109	0,200	125	0,228	140	0,258	156	0,286	172	0,314
34	20,99	91	0,159	106	0,185	122	0,210	137	0,236	152	0,262	167	0,288
36	21,60	88	0,145	104	0,170	118	0,192	132	0,215	147	0,240	162	0,264
38	22,19	86	0,134	100	0,156	114	0,178	129	0,198	143	0,221	157	0,243
40	22,77	84	0,124	98	0,145	112	0,166	126	0,187	140	0,206	154	0,226
44	23,88	80	0,107	93	0,125	106	0,143	120	0,161	133	0,179	146	0,195
48	24,94	77	0,095	90	0,110	102	0,126	115	0,141	128	0,158	141	0,174
52	25,96			85	0,097	98	0,111	110	0,124	122	0,139	134	0,153
56	26,94			83	0,088	94	0,100	106	0,112	118	0,124	130	0,137
60	27,89			80	0,080	91	0,091	103	0,102	114	0,113	125	0,124
64	28,80					89	0,082	100	0,093	111	0,103	122	0,113
68	29,69					86	0,075	96	0,084	107	0,094	118	0,103
72	30,55					83	0,069	94	0,078	104	0,086	114	0,095
76	31,88					81	0,063	91	0,072	101	0,080	111	0,087
80	32,20					79	0,059	89	0,066	99	0,074	109	0,082

Желая провѣрить данныя и этихъ таблицъ, мы, какъ это дѣлали и выше, опредѣляли сначала теоретическую производительность ватернаго веретена—p_t при выработкѣ того или иного номера пряжи за 10 час., а затѣмъ, имѣя въ таблицѣ дѣйствительную производит. веретена — p при выработкѣ того же номера пряжи, мы изъ отношенія $\frac{p}{p_t}$ получали величину коэф. полезн. дѣйств. веретена—α для каждаго даннаго случая. Такихъ примѣровъ нами разсмотрѣно нѣсколько для каждой таблицы, причемъ результаты получились слѣдующіе.

Таблица № 4.

При выр. №	6	при	m=6000	—p_t=2,025	ан. ф.;	p=1,560	ан. ф.;	α=0,770
„ „ „	10	„	m= 6000	—p_t=0,941	„ ;	p=0,830	„ ;	α=0,882
„ „ „	16	„	m= 7000	—p_t=0,542	„ ;	p=0,513	„ ;	α=0,946
„ „ „	20	„	m= 8000	—p_t=0,444	„ ;	p=0,416	„ ;	α=0,937
„ „ „	26	„	m=10000	—p_t=0,374	„ ;	p=0,352	„ ;	α=0,941
„ „ „	30	„	m= 9000	—p_t=0,272	„ ;	p=0,254	„ ;	α=0,934
„ „ „	36	„	m= 8000	—p_t=0,184	„ ;	p=0,172	„ ;	α=0,934
„ „ „	44	„	m=11000	—p_t=0,182	„ ;	p=0,172	„ ;	α=0,945
„ „ „	50	„	m=10000	—p_t=0,137	„ ;	p=0,129	„ ;	α=0,942

Таблица № 5.

При выр. №	6	при	m= 5000	—p_t=2,078	ан. ф.;	p=1,581	ан. ф.;	α=0,760
„ „ „	10	„	m= 6000	—p_t=1,158	„ ;	p=1,021	„ ;	α=0,882
„ „ „	16	„	m= 8000	—p_t=0,763	„ ;	p=0,681	„ ;	α=0,893
„ „ „	22	„	m= 9000	—p_t=0,533	„ ;	p=0,486	„ ;	α=0,912
„ „ „	30	„	m= 6000	—p_t=0.223	„ ;	p=0,207	„ ;	a=0,928
„ „ „	36	„	m= 7000	—p_t=0,198	„ ;	p=0,184	„ ;	α=0,929
„ „ „	44	„	m= 7000	—p_t=0,116	„ ;	p=0,137	„ ;	a=0,938
„ „ „	60	„	m= 9000	—p_t=0,118	„ ;	p=0,111	„ ;	α=0,940

Таблица № 6.

При раб. №	16	при	m= 8000	—p_t=0,689	ан. ф.;	p=0,642	„ ;	α=0,932
„ „ „	20	„	m= 7000	—p_t=0,431	„ ;	p=0,407	„ ;	α=0,944
„ „ „	24	„	m= 6000	—p_t=0,281	„ ;	p=0,255	„ ;	α=0,907
„ „ „	30	„	m= 7000	—p_t=0,235	„ ;	p=0,222	„ ;	α=0,945
„ „ „	44	„	m=11000	—p_t=0,208	„ ;	p=0,195	„ ;	α=0,938
„ „ „	60	„	m= 9000	—p_t=0,107	„ ;	p=0,102	„ ;	α=0,953
„ „ „	80	„	m=10000	—p_t=0,077	„ ;	p=0,074	„ ;	α=0,961

И въ данномъ случаѣ, какъ мы видимъ, полученныя величины коэф. α значительно разнятся отъ величины коэф. α, опредѣленной нами. Эти величины, колеблясь въ предѣлахъ отъ 0,76 и до 0,96, въ большинствѣ случаевъ — изъ приведенныхъ больше (0,89—0,90), т. е. больше той величины коэф. α, которая опредѣлена нами выше. Слѣдовательно, и относительно данныхъ таблицъ №№ 4 — 6 можно замѣтить, что прежде, чѣмъ пользоваться этими данными при опредѣленіи необходимаго количества веретенъ для проектируемой фабрики, необходимо раньше провѣрить ихъ, не слишкомъ ли онѣ велики или же малы, такъ какъ въ первомъ случаѣ мы получимъ недостаточное количество веретенъ, а во второмъ — значительный избытокъ ихъ и и, слѣдовательно, въ обоихъ случаяхъ получимъ не то количество веретенъ, которое необходимо въ дѣйствительности. Меньшее количество веретенъ не въ состояніи будетъ при данныхъ условіяхъ сработать необходимое количество пряжи, которое проектируемая фабрика должна будетъ доставлять въ извѣстное время, — значительный же избытокъ ихъ удорожитъ стоимость оборудованія данной фабрики и само производство.

Банкаброши. Производительность банкаброша можетъ быть опредѣлена на основаніи тѣхъ же соображеній, что и ватера, а потому формулы, служащія для опредѣленія производительности ватера являются вполнѣ пригодными и для опредѣленія производительности банкаброша.

Какъ извѣстно, при опредѣленіи производительности одного ватернаго веретена можно пользоваться слѣдующими формулами:

$$p_t = \frac{m \,.\, w}{504 \,.\, N \,.\, t} \text{ анг. ф.} \quad \ldots\ldots \quad (1)$$

$$p = \frac{\alpha \,.\, m \,.\, w}{504 \,.\, N \,.\, t} \text{ „} \quad \ldots\ldots \quad (2)$$

$$p = \frac{60 \,.\, w \,.\, g}{\frac{30240 . N . g . t}{m} + \tau} \text{ „} \quad \ldots\ldots \quad (3)$$

или

$$p = \frac{60 \,.\, w}{\frac{30240 \,.\, N \,.\, t}{m} + \frac{\tau}{g}}.$$

При помощи этихъ же формулъ мы можемъ опредѣлить и производительность одного веретена каждаго банкаброша, но при условіи, если въ этихъ формулахъ будемъ считать, что m — это число оборотовъ банкаброшнаго веретена въ 1′, g—вѣсъ самой ровницы на катушкѣ, N — ея номеръ, t—крутка ея на одинъ англ. дюймъ, α—коэф. полезн. дѣйств. банкаброшнаго веретена и τ — сумма потерь времени, приходящаяся на одинъ съемъ. Эта сумма потерь времени получается вслѣдствіе того, что банкаброшъ не можетъ работать безпрерывно, вѣдь всегда будутъ остановки его изъ-за обрывовъ ровницы, изъ - за снятія полныхъ катушекъ, надѣванія пустыхъ, изъ-за наладки и пр.

При помощи формулы (1) опредѣляется теоретическая производительность банкаброшнаго веретена, а при помощи формулъ (2) и (3) дѣйствительная или практическая.

Но кромѣ приведенныхъ формулъ для опредѣленія дѣйствительной производительности банкаброшнаго веретена можетъ служить еще и слѣдующая формула:

$$p = \frac{60 \,.\, w \,.\, g}{\dfrac{30240 . N . g\, t . x}{m} + \tau_1} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (4)$$

Эта формула получена на основаніи слѣдующихъ разсужденій. Положимъ, что L—есть длина ровницы въ анг. дюйм., выпускаемая переднимъ цилиндромъ въ 1′. Какъ извѣстно, $L = \frac{m}{t}$ анг. дюйм. Если вѣсъ самой ровницы даннаго номера N на полной катушкѣ будетъ g анг. ф., тогда длина ровницы, помѣщающаяся на катушкѣ будетъ равна Ng моткамъ или $30240Ng''$. Чтобы получить такую длину ровницы или одинъ съемъ, нужно время $\tau_t = \frac{30240Ng}{L} = \frac{30240Ngt}{m}$ минутъ непрерывной работы одного веретена. Но такъ какъ во время работы банкаброша неизбѣжны простои его, во-первыхъ, изъ за обрывовъ ровницы, изъ за наладки и пр. и, во вторыхъ, изъ-за съема готовыхъ катушекъ, надѣванія пустыхъ и изъ за заправки машины вновь, то простои первой категоріи увеличатъ время τ_t, положимъ, до $\tau_t . x$, гдѣ x—нѣкоторый коэф.—больше единицы, простои же второй категоріи увеличатъ время $\tau_t . x$ на τ_1 мин., слѣдовательно, тогда на одинъ съемъ потребуется время, равное $\tau_2 = \tau_t . x + \tau_1$. Такимъ образомъ, на выработку g анг. фун.

ровницы однимъ веретеномъ потребуется время, равное не $\frac{30240\,N.g.t}{m}$ минутамъ, но нѣсколько бо́льшее, т. е. равное $\left(\frac{30240N.g.t.x}{m} + \tau_1\right)$ мин. Если же считать, что банкаброшъ будетъ работать w часовъ и вѣсъ самой ровницы на катушкѣ будетъ равенъ g анг. ф., тогда дѣйствительная производительность одного банкаброшнаго веретена за указанное время будетъ равна:

$$p = \frac{60.\,w.\,g.}{\frac{30240N.g.t.x}{m} + \tau_1} \text{ анг. ф.} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (4)$$

или

$$p = \frac{60\,w.\,g.}{\frac{30240.\,N.\,t.\,x}{m} + \frac{\tau_1}{g}} \text{ анг. ф.}$$

Изъ приведенныхъ формулъ видно, что производительность банкаброша при данномъ номерѣ ровницы N и круткѣ ея — t возрастетъ съ увеличеніемъ m, g и съ уменьшеніемъ τ, x и τ_1, а потому для полученія бо́льшей производительности, казалось бы, нужно или однѣ изъ этихъ величинъ увеличить, а другія уменьшить, или-же сдѣлать то и другое одновременно. Но въ дѣйствительности одновременно достигнуть этого весьма трудно. Такъ, напримѣръ, при увеличеніи m приходится уменьшать g и наоборотъ, а то при слишкомъ большемъ m веретено вращается не покойно и увеличиваетъ, благодаря этому, число случайныхъ остановокъ машины. Точно также казалось бы болѣе выгоднымъ, если-бы крутка ровницы — t была бы по возможности меньшей, т. е. лишь такой величины, которая дала бы возможность ровницѣ при послѣдующемъ сматываніи ея съ катушки, не разрываясь, вращать катушку на слѣдующемъ банкаброшѣ. Но, съ другой стороны, при небольшой величинѣ — t чаще происходятъ обрывы ровницы, а это влечетъ за собой и болѣе частыя остановки банкаброша, что увеличиваетъ τ и x. Въ виду этого на практикѣ даже нѣсколько увеличиваютъ t, лишь бы только избѣжать частыхъ обрывовъ ровницы, а благодаря этому, и болѣе частыхъ остановокъ машины.

Такимъ образомъ, мы видимъ, что при выборѣ значеній для упомянутыхъ выше величинъ нельзя произвольно брать одни изъ нихъ больше, а другія меньше, лишь бы только получить произво-

дительность банкаброшнаго веретена возможно большей, а нужно подыскивать такія значенія для нихъ, которыя были бы найвыгоднѣйшими при опредѣленіи величины этой производительности.

Какія же значенія можно давать этимъ величинамъ?

Число оборотовъ веретена — m на толстыхъ или ровныхъ банкаброшахъ колеблется обыкновенно въ предѣлахъ — отъ 400 до 750, на перегонныхъ — отъ 650 до 900, на тонкихъ — отъ 850 до 1300 и на вторыхъ тонкихъ — въ предѣлахъ отъ 1000 до 1500. Число оборотовъ банкаброшнаго веретена не слѣдуетъ произвольно увеличивать, такъ какъ съ увеличеніемъ числа оборотовъ сверхъ извѣстнаго предѣла, увеличивается, какъ показалъ опытъ, и число обрывовъ ровницы во время работы, такъ что вслѣдствіе болѣе частыхъ остановокъ банкаброша для присучки оборвавшейся ровницы нисколько не увеличивается производительность машины, несмотря даже и на ускоренный ходъ ея.

Число оборотовъ веретена на данномъ банкаброшѣ дѣлается величиной постоянной, которая не измѣняется въ зависимости отъ номера выработываемой ровницы, какъ это бываетъ на тонкопрядильныхъ машинахъ.

Ot. Johannasen [1]) приводитъ слѣдующія значенія для m:

толстый банкаброшъ —	m =	500— 700	(средн. 650).
перегонный „	m =	700— 900	(„ 800).
тонкій „	m =	1000—1200	(„ 1100).
второй тонкій „	m =	1100—1300	(„ 1250).
extra-тонкій „	m =	1200—1500	(„ 1350).

Dellessard [2]) приводитъ слѣдующія числа оборотовъ банкаброшнаго веретена:

толстый банкаброшъ —	m =	500.
перегонный „	m =	700.
тонкій „	m =	1000.
второй тонкій „	m =	1500.

[1]) Ot. Johannsen. Handbuch der Baumwollspinnerei, B. II, s. 80.
[2]) Dellessard. Filature du coton, p. 229.

Demuth и Just [1]) же приводятъ слѣдующія числа оборотовъ банкаброшныхъ веретенъ:

толстый банкаброшъ	—	m =	600.
перегонный „		m =	800.
тонкій „		m =	1000.
второй тонкій „		m =	до 1500.

Labens [2]) считаетъ, что число оборотовъ веретена по банкаброшахъ должно быть приблизительно слѣдующимъ:

на толстомъ банкаброшѣ	—	m =	650
„ перегонномъ „		m =	850
„ тонкомъ „		m =	1000—1100

Добсонъ и Барло [3]) приводятъ слѣдующія значенія для m въ зависимости отъ обрабатываемаго сорта хлопка:

толстый банкаброшъ	для индск. и американ. хлопка	—	m =	550
	„ хор. егип. и си-айланд.	„	m =	400
перегонный „	„ индск. и низк. сор. амер.	„	m =	750
	„ американскаго	„	m =	700
	„ хор. егип. и си-айланд.	„	m =	650
тонкій „	„ индск. и низк. сор. амер.	„	m =	1100
	„ американскаго	„	m =	1100
	„ хор. егип. и си-айланд.	„	m =	900
второй тонкій „	египетскаго	„	m =	1120
	си-айландскаго	„	m =	1050

F. Rosskothen [4]) же приводитъ слѣдующія значенія для m въ зависимости отъ обрабатываемаго сорта хлопка:

толстый банкаброшъ	для американскаго хлопка		m =	650— 750
	„ египетскаго	„	m =	500— 700
перегонный „	„ американскаго	„	m =	700— 900
	„ египетскаго	„	m =	700— 900
тонкій „	„ американскаго	„	m =	1000—1300
	„ египетскаго	„	m =	1000—1300
второй тонкій „	„	„	m =	1000—1300

[1]) Demuth und Just. Taschenbuch der Baumwollspinnerei., s. 108.
[2]) P. Labens. Filature du coton, p. 52.
[3]) Добсонъ и Барло. Справочная книга для бумагопрядильщ., стр. 98-101.
[4]) Ferd. Rosskothen. Taschenbuch für Baumwoll-Industrie, s. 281-287.

W. Taggart [1]) же даетъ слѣдующія значенія для m въ зависимости отъ обрабатываемаго сорта хлопка:

толстый банкаброшъ	для	индск. и низк. сор. амер. хлопка	$m = 550$
	„	америк. „ „ египет. „	$m = 500$
	„	лучш. египетск. и Sea-Island. „	$m = 400$
перегонный „	„	индскаго и низк. сор. америк. „	$m = 700$
	„	американск, „ „ египет. „	$m = 680$
	„	лучш. египет. и Sea-Island. „	$m = 650$
тонкій „	„	индск. и низк. сорт. америк. „	$m = 1100$
	„	американ. „ „ египет. „	$m = 1050$
	„	лучш. египет. и Sea-Island. „	$m = 900$
второй тонкій „	„	американскаго „	$m = 1150$
	„	египетскаго „	$m = 1120$
	„	Sea-Island „	$m = 1050$

Въ журналѣ „Osterreich's Wollen-und Leinen Industrie“ за 1905 г. приведена статья „Die Arbeitweise in französischen Baumwollspinnerei,“ въ которой между прочимъ указано (см. стр. 774), что число оборотовъ банкаброшнаго веретена при обработкѣ различныхъ сортовъ хлопка не должно превышать слѣдующихъ чиселъ.

Сортъ хлопка	Толстый банкабр.	Перегон. банкабр.	Тонкій банкабр.	Второй тонкій банкабр.
Остъ-Индскій . .	500	750	1100	
Японскій	500	750	1100	
Американскій обык.	500	750	1100	
„ лучш.	450—500	700	1000	1200
Египетскій . . .	400	650	900—950	1100
Георгійскій . . .	400	600	850—900	1000

[1]) W. S. Taggart. Cotton Spinning... v. II. p. 191.

На практикѣ автору приходилось наблюдать слѣдующія скорости банкаброшныхъ веретенъ:

На толстомъ банкаброшѣ	—	m =	486— 676
„ перегонномъ	„	m =	658— 789
„ тонкомъ	„	m =	865—1305
„ втор. тонкомъ	„	m =	1055—1396

Слѣдовательно, изъ приведенныхъ данныхъ мы видимъ, что скорости веретенъ на банкаброшахъ колеблются въ довольно широкихъ предѣлахъ, причемъ эти скорости зависятъ отъ сорта обрабатываемаго хлопка, уменьшаясь при обработкѣ лучшаго сорта и увеличиваясь при обработкѣ худшаго. Это вполнѣ и понятно, такъ какъ практика уже показала, что умѣренная скорость веретенъ есть самая выгодная въ томъ отношеніи, что производитъ работу самаго лучшаго качества при наименьшей порчѣ обрабатываемаго матеріала, а это весьма и важно въ особенности при обработкѣ лучшихъ сортовъ хлопка, изъ коихъ вырабатывается обыкновенно и лучшіе сорта пряжи. Поэтому, при выборѣ величины скорости для банкаброшныхъ веретенъ слѣдуетъ принимать во вниманіе эти обстоятельства, а также и данныя практики.

Величина g, т. е. вѣсъ ровницы на полной катушкѣ измѣняется въ зависимости отъ того, на какомъ банкаброшѣ эта ровница получается и изъ какого сорта хлопка.

Johannsen [1]) даетъ слѣдующія значенія для g:

на толстомъ и перегонномъ банкаброшѣ	—	g = 1,5	анг. ф.
„ тонкомъ	„	g = 0,5—0,66	„
„ второмъ тонкомъ	„	g = 0,4—0,5	„
„ Extra-тонкомъ	„	g = 0,3—0,4	„

Другіе же авторы даютъ значенія для g нѣсколько отличныя отъ только что приведенныхъ. Такъ, напримѣръ, Добсонъ и Барло [2]) приводятъ значенія для g въ зависимости еще и отъ обрабатываемаго сорта хлопка.

На толстомъ банкаброшѣ при выработкѣ ровн. изъ индск. и низк. сорт. американскаго хлопка — g = 30 унц.

На толстомъ банкаброшѣ при выработкѣ ровн. изъ американскаго хлопка — g = 28 унц.

---

[1]) Ot. Johannsen. Handbuch der Baumwollspinnerei..., B. II, s. 81.

[2]) Добсонъ и Барло. Справочная книга для бумагопрядильщ., стр. 98-101

На толстомъ банкаброшѣ при выработкѣ ровн. изъ хорошаго египетскаго и си-айланд. хлопка — $g = 24$ унц.

На перегонномъ банкаброшѣ при выработкѣ ровн. изъ индскаго и низк. сорт. американскаго хлопка — $g = 24$ унц.

На перегонномъ банкаброшѣ при выработкѣ ровн. изъ американскаго хлопка — $g = 22$ унц.

На перегонномъ банкаброшѣ при выработкѣ ровн. изъ хорош. египетскаго и си-айланд. хлопка — $g = 20$ унц.

На тонкомъ банкаброшѣ при выработкѣ ровн. изъ индскаго и низк. сорт. американскаго хлопка — $g = 11$ унц.

На тонкомъ банкаброшѣ при выработкѣ ровн. изъ американск., хорош. египетскаго и си-айланд. хлопка — $g = 10,5$ унц.

На второмъ тонкомъ банкаброшѣ при выработкѣ ровн. изъ египетскаго хлопка — $g = 8$ унц.

На второмъ тонкомъ банкаброшѣ при выработкѣ ровн. изъ си-айландскаго хлопка — $g = 6$ унц.

F. Rosskothen [1]) же приводитъ слѣдующія значенія для g:

на толстомъ и перегонномъ банкаброшѣ	—	$g = 1,5$	анг. ф
„ тонкомъ	„	$g = 0,66$	„ „
„ второмъ тонкомъ	„	$g = 0,44$	„ „

Послѣднія значенія для g приведены при выработкѣ ровницы изъ американскаго и египетскаго хлопка.

При выборѣ значенія для g нужно имѣть въ виду то обстоятельство, что чѣмъ больше будетъ величина g, тѣмъ рѣже прійдется останавливать банкаброшъ для снятія готовыхъ катушекъ, надѣванія пустыхъ, а также и для новой заправки машины, а все это благопріятно отразится какъ на производительности всей машины, такъ и каждаго веретена ея въ отдѣльности, такъ какъ въ общемъ будетъ меньше неизбѣжныхъ простоевъ машины. Слѣдовательно, лучше брать большое значеніе для g, но только при условіи, если слишкомъ большая величина g не будетъ отзываться на качествѣ работы машины.

Что же касается t, т. е. крутки ровницы, то о выборѣ значенія для нея нами сказано уже выше (стр. 119).

Теперь перейдемъ къ разсмотрѣнію величинъ τ_1, x и τ_1, входящихъ въ формулы (3) и (4).

---

[1]) F. Rosskothen. Taschenbuch für Baumwoll-Industrie., s. 281—287.

Величина τ, какъ извѣстно уже, выражаетъ собой сумму потерь времени, приходящуюся на одинъ съемъ, т. е. остановки банкаброша изъ-за обрывовъ ровницы, снятія полныхъ катушекъ и надѣванія пустыхъ, изъ-за наладки банкаброша и пр. Johannsen (1) считаетъ, что $\tau = 13 - 14$ мин. при работѣ толстыхъ и перегонныхъ банкаброшей и $\tau = 12 - 13$ мин. при работѣ тонкихъ. Почти тѣ же значенія для τ даютъ и другіе авторы. Такъ, напримѣръ, Добсонъ и Барло (2) считаютъ, что $\tau = 14$ мин. для толстыхъ и перегонныхъ банкаброшей и $\tau = 13$ мин. для тонкихъ и вторыхъ тонкихъ. Taggart и Thornley приводятъ почти тѣ же значенія для τ. Однако нужно замѣтить, что приведенныя здѣсь значенія для τ еще не заключаютъ въ себѣ всѣхъ тѣхъ потерь времени, которыя въ среднемъ приходятся на одинъ съемъ и являются неизбѣжными во время работы каждаго банкаброша. Если производить наблюденія надъ работой банкаброша достаточно продолжительное время, какъ, напримѣръ,—годъ или около этого, то можно почти всегда разсчитывать что въ теченіе этого времени произойдетъ разладка машины, а иногда даже поломка нѣкоторыхъ частей ея, что въ общемъ вызоветъ болѣе или менѣе продолжительный простой машины, необходимый для наладки ея. Если же ко всему этому добавить, что возможны, при работѣ машины въ теченіе продолжительнаго промежутка времени, болѣе частыя заправки ея для вновь вырабатываемыхъ номеровъ ровницы, то станетъ вполнѣ очевиднымъ, что въ общемъ сумма потерь времени, приходящаяся въ среднемъ на одинъ съемъ, будетъ значительно больше приведенныхъ выше величинъ.

Если у насъ имѣется, положимъ, средняя годовая выработка банкаброшнаго веретена за день при данныхъ — круткѣ ровницы, номерѣ ея, числѣ оборотовъ веретена въ 1′ и пр., то, имѣя въ своемъ распоряженіи эти данныя, мы можемъ при помощи формулы (3) найти для даннаго случая и значеніе для τ. Можно найти значеніе для τ еще и слѣдующимъ образомъ. При помощи формулы (2) — $p = \frac{\alpha.\ m.\ w}{504\ N.\ t}$ мы можемъ опредѣлить дѣйствительную производительность банкаброшнаго веретена — p и эту величину p вставить въ формулу (3) — $p = \frac{60\ w.\ g}{\frac{30240.\ N.\ g.\ t}{m} + \tau}$, откуда и опредѣлимъ значеніе для τ.

---

(1) Ot Johannsen. Handbuch der Baumwollspinnerei..., B. II, s. 168.

(2) Добсонъ и Барло. Справочная книга для бумагопрядильщ., стр. 98-101.

Но, опредѣляя такимъ способомъ величину τ, мы должны знать для даннаго случая и надлежащую величину коэф. полез. дѣйств. банка-брошнаго веретена — α. О выборѣ значенія для коэф. α мы скажемъ нѣсколько дальше, а теперь разсмотримъ величины x и τ_1, входящія въ формулу (4).

Для коэф. x *Niess* даетъ значеніе въ предѣлахъ — отъ 1,05 и до 1,43. Коэф. этотъ находится въ зависимости не только отъ сорта хлопка (Mako—Bengal), возрастая по мѣрѣ ухудшенія качества его и уменьшаясь по мѣрѣ улучшенія, но также въ зависимости въ значительной степени отъ работоспособности и сноровки работницъ, отъ скорости вращенья веретенъ и отъ ухода за машинами.

Johannsen [1]) для коэф. x приводитъ слѣдующія значенія.

Банка-броши	Короткое волокно	Средней длины волокно	Длинное волокно безъ гребен. чесан.	Длинное волокно съ гребен. чесан.
Толстый .	1,2	1,15	1,1	1,05
Перегонный	1,2	1,15	1,1	1,05
Тонкій . .	1,3	1,2	1,15	1,1
Второй тонк.	1,35	1,3	1,2	1,15

Время τ_1, какъ указано уже, тратится на съемъ полныхъ катушекъ и на заправку машины для слѣдующаго съема. Въ данномъ случаѣ на величину τ_1 въ значительной степени вліяетъ и число веретенъ на машинѣ. На основаніи указаній Johannsen'а [2]) и данныхъ практики можно считать, что одна работница снимаетъ въ минуту 8 готовыхъ катушекъ, а трата времени на другія операціи составляетъ въ среднемъ около 3 минутъ. Слѣдовательно, при количествѣ веретенъ на машинѣ — S, — $\tau_1 = \frac{S}{8\,z} + 3$, гдѣ z — число

---

[1]) Ot. Johannsen. Handbuch der Baumwollspinnerei..., B II, s. 165.
[2]) „ „ „ „ „ , s. 164.

работницъ, участвующихъ въ съемѣ. При $Z = 2$, какъ это на практикѣ въ большинствѣ случаевъ и бываетъ, получены при помощи формулы $\tau_1 = \frac{S}{8.\ Z} + 3$ слѣдующіе результаты.

Толстый банка-брошъ		Перегонный банкаброшъ		Тонкій банка-брошъ		Второй тонкій банкаброшъ	
S	τ_1	S	τ_1	S	τ_1	S	τ_1
30	4	60	7	100	10	100	10
40	6	80	8	120	11	120	11
60	7	90	9	130	11,5	130	11,5
80	8	100	10	140	12	140	12
90	9	110	10	150	12,5	150	12,5
100	10	120	11	160	13	160	13
		130	11,5	180	14,5	180	14,5
				200	15,5	200	15,5

Хотя величина τ въ формулѣ (3), строго говоря, должна быть равна $\tau_2 = \tau_t\ x + \tau_1$, однако слѣдуетъ замѣтить, что результатъ будетъ гораздо ближе къ истинному, если мы опредѣлимъ сумму потерь времени, приходящуюся на одинъ съемъ, при помощи формулы $\tau_2 = \tau_t\ x + \tau_1$, чѣмъ будемъ пользоваться однимъ изъ указанныхъ выше значеній для τ. Понятно, что это возможно сдѣлать лишь при томъ только условіи, если намъ будетъ извѣстно, сколько веретенъ на данномъ банкаброшѣ, производительность веретена котораго мы опредѣляемъ, а также, если будетъ извѣстно, сколько работницъ будетъ работать на этомъ банкаброшѣ. При опредѣленіи суммы потерь времени, приходящейся на одинъ съемъ, эти обстоятельства, а также и сортъ обрабатываемаго хлопка вліяютъ на величину ея, а потому нужно принимать ихъ во вниманіе при опредѣленіи этой суммы. Между тѣмъ какъ значенія для τ, приводимыя Johannsen'омъ, Добсономъ и другими авторами, не обусловлены ни количествомъ

веретенъ на банкаброшѣ, ни числомъ работницъ, ни качествомъ обрабатываемаго хлопка, а только указано, что $\tau = 13—14$ мин. для толстыхъ и перегонныхъ банкаброшей, $\tau = 13$ мин. для тонкихъ и т. д., что нельзя признать вполнѣ подходящимъ для всѣхъ банкаброшей, какое бы число веретенъ на данномъ банкаброшѣ не было бы, сколько бы работницъ на немъ не работало бы и пр.

Чтобы убѣдиться въ этомъ, разсмотримъ нѣсколько частныхъ примѣровъ.

Положимъ, намъ необходимо опредѣлить дѣйствительную производительность толстаго банкаброша въ 80 верет. за 10 час. работы его при выработкѣ ровницы № 1 изъ хлопка съ средней длиной волокна, при $t = 1$, $g = 1{,}5$ анг. ф. и при $m = 540$.

Опредѣлимъ дѣйствительную производительность этого банкаброша при помощи формулъ (3) и (4). Какъ извѣстно, время, потребное на одинъ съемъ, по формулѣ (3) равно $\frac{30240.\ N.\ g.\ t}{m} + \tau$, а по формулѣ (4) — равно $\frac{30240.\ N.\ g.\ t.\ x}{m} + \tau_1$. Подставляя въ эти формулы вмѣсто N, g, t и m приведенныя для нихъ выше значенія, а также взявъ изъ таблицы для x значеніе 1,15 (среднее волокно) и для τ_1—значеніе 8 при $Z = 2$, получимъ, что по формулѣ (3)—время, потребное на одинъ съемъ, равно 98 минутамъ при $\tau = 14$, а по формулѣ (4)—оно равно 104,6 минутамъ. Слѣдовательно, во второмъ случаѣ время на одинъ съемъ больше на 6,6 мин., чѣмъ въ первомъ, что, понятно, отразится и на величинѣ производительности даннаго банкаброша.

Требуется опредѣлить производительность перегоннаго банкаброша въ 60 верет. за 10 час. работы его при выработкѣ ровницы № 1 изъ хлопка съ короткимъ волокномъ, при $t = 1{,}5$, $g = 1{,}5$ анг. ф. и при $m = 774$. Время, потребное на одинъ съемъ, равно

по формулѣ (3) — $\frac{30240.\ N.\ g.\ t}{m} + \tau = 189{,}8$ мин. при $\tau = 14$.

„ „ (4) — $\frac{30240.\ N.\ g.\ t.\ x}{m} + \tau_1 = 211$ м. при $x = 1{,}2$, $Z = 2$ и $\tau_1 = 7$

Требуется опредѣлить производительность тонкаго банкаброша въ 130 верет. за 10 час. при выработкѣ ровницы № 3,5 изъ хлопка съ средней длиной волокна, при $t = 2{,}17$, $g = 0{,}6$ и при $m = 1000$.

Время, потребное на одинъ съемъ, равно

по формулѣ (3) — $\frac{30240.\,N.g.t}{m} + \tau = 150{,}8$ мин., гдѣ $\tau = 13$ мин.

„ „ (4) — $\frac{30240.\,N.g.t.\,x}{m} + \tau_1 = 176{,}8$ м., гдѣ $x = 1{,}2$ и $\tau_1 = 11{,}5$ — при $Z = 2$

Опредѣливъ при помощи формулъ (3) и (4) время, потребное на одинъ съемъ, легко уже найти и производительность каждаго банкаброша, но на основаніи приведенныхъ примѣровъ можно à priori сказать, что производительность банкаброша, опредѣленная при помощи формулы (4), будетъ меньше производительности, опредѣленной по формулѣ (3), такъ какъ время — на одинъ съемъ въ первомъ случаѣ будетъ больше, чѣмъ во второмъ. Кромѣ того, изъ приведенныхъ примѣровъ еще видно, что если будемъ пользоваться формулой (4) и приэтомъ будемъ измѣнять число веретенъ на банкаброшѣ, Z — (число работницъ) и x (сортъ хлопка), тогда измѣнится и время, потребное на одинъ съемъ, чего не произойдетъ, если пользоваться формулой (3), такъ какъ указанныя величины въ эту формулу не входятъ. Такимъ образомъ, мы видимъ, что при опредѣленіи количества времени, потребнаго на одинъ съемъ, при помощи формулы (3) не принимаются во вниманіе столь существенные факторы, какъ количество веретенъ на банкаброшѣ, число работницъ и сортъ обрабатываемаго хлопка, — факторы, которые, какъ извѣстно уже, имѣютъ вліяніе на затрату времени, потребнаго на одинъ съемъ, въ достаточной степени, а потому и результаты, полученные при помощи формулы (3), не будутъ въ такой степени точны, какъ результаты, полученные по формулѣ (4). Слѣдовательно, при опредѣленіи дѣйствительной производительности каждаго банкаброша лучше пользоваться формулой (4), чѣмъ формулой (3), такъ какъ формула (4), какъ указано уже, даетъ болѣе точные результаты.

Но, какъ извѣстно, кромѣ формулъ (3) и (4) — для опредѣленія дѣйствительной производительности банкаброшнаго веретена есть еще формула (2) — $p = \frac{\alpha.\,m.\,w}{504.\,N.\,t}$. Эта формула изъ всѣхъ приведенныхъ является наиболѣе простой и удобной для вычисленій, такъ какъ не содержитъ въ себѣ перемѣнныхъ величинъ — τ, x, τ_1 и g. Но, съ другой стороны, формула (2) содержитъ величину α, т. е. коэф. полезн. дѣйств. веретена, для котораго выбрать подходящее значеніе довольно трудно. Величина этого коэф. α колеблется въ довольно широкихъ предѣлахъ и измѣняется сообразно съ тѣмъ, для какого банкаброша опредѣляется дѣйствительная производитель-

ность веретена его. Въ какихъ предѣлахъ колеблется величина коэф. α, можно видѣть изъ тѣхъ данныхъ, которыя приводятъ слѣдующіе авторы.

Трусовъ [1]) приводитъ слѣдующія значенія для коэф. α:

для толстаго	банкаброша	въ	72 вер.	— α = 0,60
„ средняго	„	„	108 „	— α = 0,73
„ тонкаго	„	„	140 „	— α = 0,80

Понятно, что эти значенія для коэф. α являются болѣе или менѣе пригодными — при опредѣленіи производительности банкаброшей лишь съ указаннымъ числомъ веретенъ. Для банкаброшей же съ бо́льшимъ числомъ веретенъ при одинаковыхъ прочихъ условіяхъ величины коэф. α, надо полагать, будутъ меньше приведенныхъ, а для банкаброшей съ меньшимъ числомъ веретенъ—больше. Въ данномъ случаѣ то или другое число веретенъ на банкаброшѣ имѣетъ значеніе уже потому, что въ случаѣ обрыва ровницы изъ-за одного веретена приходится прекращать работу бо́льшему или меньшему количеству веретенъ, смотря по тому, какое количество веретенъ на данномъ банкаброшѣ, а это и отразится на производительности всей машины и каждаго ея веретена въ отдѣльности. Но кромѣ обрыва ровницы, бываютъ еще и другія причины, которыя влекутъ за собой болѣе или менѣе продолжительный простой банкаброшей, слѣдовательно, и въ данномъ случаѣ бо́льшее или меньшее количество веретенъ на банкаброшѣ имѣетъ извѣстное вліяніе на величину производительности даннаго банкаброша, а слѣдовательно, и на величину коэф. α.

Затѣмъ, кромѣ указанныхъ обстоятельствъ, на величину коэф. α имѣютъ вліяніе еще и другія, а именно: сноровка работницъ, насколько новы машины, насколько хорошъ уходъ за ними, по скольку часовъ онѣ работаютъ ежедневно и пр. Все это въ бо́льшей или въ меньшей степени вліяетъ на величину коэф. α, а потому при выборѣ значенія для него слѣдуетъ эти обстоятельства имѣть въ виду.

Demuth и Just [2]) даютъ слѣдующія значенія для коэф. α:

для толстаго	банкаброша	— α = 0,50—0,65
„ перегоннаго	„	α — 0,60—0,75
„ тонкаго	„	α = 0,70—0.85
„ втор. тонкаго	„	α = 0,70—0,88

---

[1]) Трусовъ. Памятная книжка по бумагопрядѣнію, стр. 47.

[2]) Demuth и Just. Taschenbuch der Baumwollspinnerei..., s. 118.

Dellessard [1]) же приводитъ слѣдующія значенія для коэф. α.

для толстаго банкаброша	—	$\alpha = 0{,}50—0{,}65$
„ перегоннаго	„	$\alpha = 0{,}60—0{,}70$
„ тонкаго	„	$\alpha = 0{,}70—0{,}75$
„ втор. тонкаго	„	$\alpha = 0{,}80$

Величина коэф. полезн. дѣйствія банкаброшнаго веретена подобно тому, какъ это было указано при опредѣленіи коэф. полезн. дѣйств. сельфакторнаго и ватернаго веретена, можетъ быть опредѣлена слѣдующимъ образомъ. Если имѣется въ нашемъ распоряженіи данныя средней выработки одного веретена различныхъ банкаброшей за болѣе или менѣе продолжительный промежутокъ времени, что является обыкновенно результатомъ наблюденій надъ работой данныхъ банкаброшей въ теченіе указаннаго времени, тогда мы можемъ опредѣлить величину коэф. α для каждаго банкаброша изъ отношенія $\frac{p}{p_t}$, гдѣ p — величина средней выработки одного веретена даннаго банкаброша за опредѣленное время или же, иначе говоря,— средняя дѣйствительная производительность одного веретена за то же время, а p_t — теоретическая производительность того же веретена, вычисленная при тѣхъ же условіяхъ работы его, т. е. при выработкѣ того же номера ровницы, при той же круткѣ ея и при томъ же числѣ оборотовъ веретена въ минуту.

Величина p_t можетъ быть опредѣлена при помощи формулы (1).

Понятно, что величина p будетъ тѣмъ ближе къ истинной, чѣмъ болѣе продолжительное время производились наблюденія надъ работой даннаго банкаброша,—только при этомъ условіи могутъ быть учтены всѣ тѣ простои машины, которые вызываются разными обстоятельствами и которые, являясь почти неизбѣжными при продолжительной работѣ ея, главнымъ образомъ и вліяютъ на величину производительности даннаго банкаброша и каждаго веретена его въ отдѣльности.

Въ нижеслѣдующихъ таблицахъ №№ 1—4 приведены данныя средней выработки одного веретена различныхъ банкаброшей въ одинъ часъ, причемъ данныя эти являются средними за время, равное приблизительно тремъ мѣсяцамъ. Въ этихъ же таблицахъ на-

---

[1]) Dellessard. Filature du coton..., p. 230.

раллельно съ величиной средней выработки одного банкаброшнаго веретена въ одинъ часъ — p приведены данныя и теоретической производительности того же веретена въ одинъ часъ — p_t при выработкѣ того же номера ровницы и при тѣхъ же условіяхъ выработки ея, т. е. при той же круткѣ ея и при томъ же числѣ оборотовъ веретена въ минуту.

Величина p_t для каждаго случая изъ приведенныхъ въ таблицахъ опредѣлена при помощи формулы (1) — $p_t = \frac{m.\ w}{504.\ N.\ t}$.

Кромѣ того, въ этихъ же таблицахъ приводимъ для каждаго отдѣльнаго случая и величину коэф. α, которая, какъ указано уже, является отношеніемъ величинъ дѣйствительной производительности къ теоретической. (См. стр. 239—242).

ТАБЛИЦА № 1.

Толстый банкаброшъ.

Число веретенъ на банкаброшѣ	№№ ровницы	Число оборотовъ веретена въ 1′ m	Крутка ровницы на англ. дюйм. t	Средняя выработка одного верет. въ 1 ч. въ англ. ф. p	Теорет. производ. одн. верет. въ 1 часъ въ англ. ф. p_t	Величина коэф. α	Число часовъ работы банкаброша въ день
74	0,450	564	0,560	2,713	4,441	0,611	18
80	0,480	552	0,810	1,685	2,817	0,598	$11^1/_2$
66	0,560	486	0,825	1,371	2,087	0,657	18
66	0,580	492	0,660	1,544	2,387	0,647	18
84	0,645	591	0,880	1,291	2,066	0,625	18
84	0,650	585	0,770	1,422	2,320	0,613	18
68	0,673	513	0,870	1,161	1,738	0,668	$11^1/_2$
84	0,720	470	0,850	1,088	1,524	0,714	18
62	0,740	512	0,850	1,064	1,615	0,659	$11^1/_2$
84	0,754	591	0,750	1,389	2,073	0,670	18
84	0,800	474	0,640	1,214	1,837	0,661	18
80	0,850	552	0,790	1,089	1,631	0,668	$11^1/_2$
68	0,850	630	0,820	1,112	1,800	0,618	18
74	0,893	567	0,850	0,903	1,416	0,638	18
82	0,900	470	0,900	0,803	1,151	0,698	18
68	0,925	628	0,970	0,845	1,389	0,608	18
80	1,000	555	0,850	0,815	1,295	0,629	$11^1/_2$
82	1,000	470	0,900	0,770	1,036	0,743	18
80	1,000	557	1,020	0,762	1,083	0,704	$11^1/_2$

ТАБЛИЦА № 2.

Перегонный банкаброшъ.

Число веретенъ на банкаброшѣ	№№ ровницы	Число оборотовъ веретена въ 1′ m	Крутка ровницы на англ. дюймъ t	Средняя выработка одного веретена въ 1 ч. въ англ. ф. p	Теорет. производ. одн. верет. въ 1 часъ въ англ. ф. p_1	Величина коэф. α	Число часовъ работы банкаброша въ день
128	0,70	686	0,84	1,549	2,315	0,669	18
92	0,83	705	1,05	1,136	1,605	0,708	18
98	0,83	692	1,02	1,130	1,622	0,697	11½
92	0,90	711	1,06	1,077	1,479	0,728	18
92	1,16	706	1,47	0,601	0,821	0,732	18
128	1,35	686	1,26	0,539	0,800	0,674	18
74	1,50	705	1,40	0,496	0,666	0,745	18
74	1,50	708	1,40	0,508	0,669	0,759	18
128	1,54	693	1,21	0,519	0,738	0,703	18
104	1,66	781	1,32	0,514	0,707	0,727	11½
128	1,80	693	1,33	0,393	0,574	0,685	18
104	2,00	780	1,80	0,316	0,430	0,735	11½
124	2,00	664	1,20	0,383	0,550	0,696	18
98	2,19	789	1,41	0,376	0,507	0,742	11½
104	2,50	784	1,54	0,299	0,404	0,740	11½
98	2,60	642	1,49	0,237	0,329	0,720	11½

ТАБЛИЦА № 3.

Тонкій банкаброшъ.

Число веретенъ на банкаброшѣ	№ № ровницы	Число оборотовъ веретена въ 1′ m	Крутка ровницы на англ. дюйм. t	Средняя выработка одного верет. въ 1 ч. въ англ. ф. p	Теорет. производ. одн. верет. въ 1 часъ въ англ. ф. p_t	Величина коэф. α	Число часовъ работы банкаброша въ день
164	2,4	1096	1,98	0,347	0,458	0,758	18
164	2,6	1070	1,97	0,310	0,415	0,747	18
144	2,6	1053	2,45	0,256	0,328	0,781	$11^1/_2$
124	3,0	902	2,44	0,198	0,244	0,806	$11^1/_2$
124	3,0	902	2,07	0,236	0,288	0,809	$11^1/_2$
116	3,0	865	2,55	0,185	0,224	0,826	18
116	3,0	864	2,24	0,213	0,255	0,835	18
116	3,5	912	2,25	0,196	0,230	0,852	18
124	3,52	1044	2,12	0,223	0,278	0,802	$11^1/_2$
124	3,52	1048	2,12	0,221	0,279	0,792	$11^1/_2$
144	4,0	955	2,24	0,166	0,212	0,783	$11^1/_2$
98	4,0	972	1,98	0,206	0,244	0,844	$11^1/_2$
124	4,4	906	2,80	0,117	0,146	0,801	18
124	4,4	904	2,80	0,115	0,146	0,788	18
124	5,5	1106	2,80	0,110	0,142	0,775	18
124	5,5	1106	2,80	0,108	0,142	0,760	18
144	6,0	886	1,69	0,136	0,173	0,786	$11^1/_2$
124	6,0	894	2,46	0,096	0,120	0,800	$11^1/_2$
154	6,6	946	2,83	0,079	0,100	0,790	18
124	7,5	905	2,28	0,089	0,105	0,848	18
144	7,5	954	2,28	0,092	0,111	0,829	18

ТАБЛИЦА № 4.

Второй тонкій банкаброшъ.

Число веретенъ на банкаброшѣ	№№ ровницы	Число оборотовъ веретена въ 1′ m	Крутка ровницы на англ. дюймъ t	Средняя выработка одного верет. въ 1 ч. въ англ. ф. p	Теорет. производ. одн. верет. въ 1 часъ въ англ. ф. p_t	Величина коэф. α	Число часовъ работы банкаброша въ день
134	12	1240	3,45	0,051	0,059	0,864	18
134	12	1248	3,57	0,049	0,058	0,845	18
134	14	1179	3,87	0,035	0,043	0,814	18
144	16	1161	4,41	0,028	0,033	0,848	18
168	16	1164	5,43	0,023	0,027	0,852	18
168	16	1155	5,00	0,025	0,029	0,862	18
144	20	1161	4,45	0,022	0,026	0,846	18

Изъ данныхъ, приведенныхъ въ этихъ таблицахъ, мы точно также убѣждаемся, что среднее значеніе для коэф. α далеко не одинаково для всѣхъ банкаброшей, а именно:

для толстаго банкаброша — $\alpha = 0,654$
„ перегоннаго „ $\alpha = 0,716$
„ тонкаго „ $\alpha = 0,800$
„ второго тонкаго „ $\alpha = 0,847$

Эти значенія, какъ среднія, нѣсколько велики въ сравненіи съ приведенными выше, но нужно принять во вниманіе, что они являются средними только изъ тѣхъ данныхъ, которыя явились результатомъ работы банкаброшей за время, равное приблизительно тремъ мѣсяцамъ. Если бы эти же банкаброши работали болѣе продолжительное время, напримѣръ, годъ, тогда и данныя средней выработки каждаго банкаброшнаго веретена были бы меньше, такъ какъ при

работѣ машины въ теченіе столь продолжительнаго промежутка времени будетъ и гораздо больше остановокъ ея изъ-за всякихъ причинъ, отчасти случайныхъ, отчасти и неизбѣжныхъ. Эти то простои машины и уменьшатъ въ общемъ среднюю производительность каждаго веретена, а благодаря этому, уменьшится, конечно, и величина коэф. α. Въ виду этого, если мы будемъ пользоваться при опредѣленіи количества банкаброшныхъ веретенъ, необходимаго для проектируемой фабрики, формулой (2) — $p = \frac{\alpha . m . w}{504 . N . t}$, т. е. при помощи этой формулы будемъ опредѣлять дѣйствительную производительность одного веретена каждаго банкаброша, тогда на основаніи данныхъ, приведенныхъ какъ нами, такъ и другими авторами, можно дать слѣдующія значенія для коэф. α:

для толстаго банкаброша	—	$\alpha = 0{,}62—0{,}63$
„ перегоннаго	„	$\alpha = 0{,}68—0{,}69$
„ тонкаго	„	$\alpha = 0{,}78—0{,}79$
„ втор. тонкаго	„	$\alpha = 0{,}83$

Для первыхъ трехъ банкаброшей мы беремъ значеніе не одно, а два въ виду того, что здѣсь въ особенности могутъ оказывать вліяніе на величину коэф. α число рабочихъ часовъ машины въ день, число веретенъ на машинѣ, величина крутки и пр.; поэтому, мы считаемъ, что при менѣе благопріятныхъ условіяхъ слѣдуетъ брать меньшее значеніе для коэф. α,—въ противномъ же случаѣ—бо́льшее изъ приведенныхъ. Если, положимъ, банкаброшъ будетъ работать по 18 час. въ день, тогда, работая постоянно и по стольку часовъ въ день, онъ скорѣе можетъ подвергнуться разладкѣ, чѣмъ работая ежедневно меньшее число часовъ. Всякая же разладка, какъ извѣстно, вызываетъ болѣе или менѣе продолжительный простой машины, что въ свою очередь уменьшитъ среднюю выработку всей машины и каждаго ея веретена въ отдѣльности. Сравнительно же большое количество веретенъ на машинѣ точно также уменьшаетъ среднюю выработку каждаго веретена, такъ какъ изъ-за всякой остановки машины одновременно не работаетъ все количество веретенъ на данной машинѣ. Недостаточная крутка будетъ причиной частыхъ обрывовъ ровницы и, благодаря этому, частыхъ остановокъ машины и т. д.

Хотя даваемыя нами среднія значенія для коэф. α являются средними изъ данныхъ и не особенно многочисленныхъ, но тѣмъ не менѣе они очень близки къ даннымъ, приводимымъ другими авто-

рами, и къ даннымъ практики. Если же для коэф. α мы даемъ значенія и нѣсколько меньше тѣхъ, которыя получены нами, какъ среднія изъ данныхъ таблицъ №№ 1—4, то это мы дѣлаемъ только въ виду того, что данныя, приведенныя въ этихъ таблицахъ, являются результатомъ работы банкаброшей лишь за время, равное приблизительно тремъ мѣсяцамъ, между тѣмъ какъ при разсчетахъ—при опредѣленіи необходимаго количества банкаброшей для проектируемой фабрики мы должны принять во вниманіе то обстоятельство, что эти банкароши будутъ работать не три мѣсяца, а постоянно — круглый годъ. Но если даже допустить, что даваемыя нами значенія для коэф. α нѣсколько малы въ сравненіи съ дѣйствительностью, то тогда, уменьшая величину коэф. α на 0,01, мы увеличиваемъ—при разсчетѣ число банкаброшныхъ веретенъ на каждую тысячу приблизительно—на 16 для толстаго банкаброша, на 14 — для перегоннаго, на 13 — для тонкаго и на 12 — для второго тонкаго, что вовсе нельзя признать значительнымъ, тѣмъ болѣе, что лучше имѣть нѣкоторый запасъ въ веретенахъ, чѣмъ недостатокъ ихъ,— на случай поломки или продолжительнаго ремонта какой нибудь машины, такъ какъ въ подобныхъ случаяхъ этотъ избытокъ веретенъ будетъ способствовать тому, что предпрядильное отдѣленіе данной фабрики будетъ всегда въ состояніи сработать необходимое количество ровницы для прядильнаго отдѣленія.

Такимъ образомъ, для опредѣленія дѣйствительной производительности банкаброшнаго веретена въ нашемъ распоряженіи имѣются слѣдующія формулы:

для толстаго банкаброша — $p = \frac{(0,62—0,63).\ m.\ w}{504.\ N.\ t}$

„ перегоннаго „ $p = \frac{(0,68—0,69).\ m.\ w}{504.\ N.\ t}$

„ тонкаго „ $p = \frac{(0,78—0,79).\ m.\ w}{504.\ N.\ t}$

„ втор. тонкаго „ $p = \frac{0,83\ m.\ w}{504.\ N.\ t}$

Что же касается банкаброша пятаго или extra-тонкаго, то значеніе для коэф. α при опредѣленіи дѣйствительной производительности его веретена при помощи формулы (2) можно считать въ среднемъ равнымъ если не 0,83, то во всякомъ не больше 0,84, такъ какъ работа его протекаетъ въ едва-ли лучшихъ условіяхъ, чѣмъ второго тонкаго банкаброша. Если же считать въ данномъ случаѣ

коэф. $\alpha = 0{,}84$, то только въ виду того, что на extra-тонкомъ банкаброшѣ вырабатывается ровница почти всегда изъ самыхъ лучшихъ сортовъ хлопка, что гарантируетъ между прочимъ отъ болѣе частыхъ обрывовъ ея, а благодаря этому, и отъ болѣе частыхъ остановокъ машины, что способствуетъ увеличенію производительности всей машины и каждаго веретена ея. Кромѣ того, при выработкѣ ровницы особенно высокихъ номеровъ, что имѣетъ мѣсто обыкновенно на extra-тонкомъ банкаброшѣ, всегда бываетъ меньше простоевъ машины для снятія готовыхъ катушекъ, надѣванія пустыхъ и для переладки машины, а это въ общемъ также нѣсколько увеличиваетъ производительность каждаго веретена банкаброша, слѣдовательно, и величину коэф. α. Прочія же условія работы extra-тонкаго банкаброша остаются почти тѣми же, что и второго тонкаго.

Но кромѣ формулы (2), для опредѣленія дѣйствительной производительности одного банкаброшнаго веретена, какъ извѣстно, имѣются еще слѣдующія формулы:

$$p = \frac{60.\ w.\ g}{\dfrac{30240.\ N.\ g.\ t}{m} + \tau} \quad . \ . \ . \ . \quad (3)$$

$$p = \frac{60.\ w.\ g}{\dfrac{50240.\ N.\ g.\ t.\ x}{m} + \tau_1} \quad . \ . \ . \ . \quad (4)$$

Изъ всѣхъ этихъ формулъ наиболѣе подходящей для опредѣленія количества банкаброшныхъ веретенъ, необходимаго для оборудованія проектируемой фабрики,— всетаки нужно признать формулу (2). Не говоря уже про то, что эта формула сама по себѣ проще, а потому и удобнѣе для вычисленій, она не содержитъ въ себѣ. какъ указано уже, такихъ перемѣнныхъ величинъ, какъ — g, τ, τ_1 и x. Кромѣ того, производительность, опредѣленная при помощи этой формулы, будетъ ближе къ дѣйствительной, практической, чѣмъ производительность, опредѣленная при помощи формулъ (3) и (4), Дѣло въ томъ, что въ формулѣ (2) коэф. α, являясь коэф. полезн. дѣйств. машины, полученъ на основаніи наблюденій надъ работой машинъ въ теченіе достаточно продолжительнаго промежутка времени, что во всякомъ случаѣ можетъ служить до извѣстной степени гарантіей того, что производительность, опредѣленная при помощи формулы (2) и при величинѣ коэф. α, полученной указаннымъ способомъ, будетъ достаточно близкой къ дѣйствительной,

между тѣмъ какъ того же нельзя сказать про формулу (3) и (4). Мы указывали уже выше, что значенія для τ — въ формулѣ (3) даются разными авторами слишкомъ малыя, вслѣдствіе чего и производительность получается значительно бо́льшей не только въ сравненіи съ полученной по формулѣ (2), но даже и по формулѣ (4). Въ данномъ случаѣ τ, какъ извѣстно, есть сумма потерь времени, приходящаяся на одинъ съемъ при работѣ машины въ теченіе лишь незначительнаго промежутка времени, когда не всѣ простои машины могутъ имѣть мѣсто, а потому и величина τ не можетъ быть особенно большей. Если бы величина τ, т. е сумма потерь времени, приходящаяся въ среднемъ на одинъ съемъ, была бы опредѣлена при работѣ машины въ теченіе года, когда машинѣ приходится подвергаться простоямъ значительно чаще, тогда эта величина значительно увеличилась бы, а слѣдовательно, производительность въ достаточной степени уменьшилась бы. Въ этомъ можно убѣдиться, какъ мы упомянули выше, слѣдующимъ образомъ. При помощи формулы (2) и при извѣстной намъ величинѣ коэф. α, а также при прочихъ данныхъ мы можемъ опредѣлить величину p, т. е. дѣйствительную производительность банкаброшнаго веретена за опредѣленное количество времени при выработкѣ даннаго номера ровницы. Затѣмъ, въ формулу (3) вмѣсто p вставимъ найденное для него значеніе при помощи формулы (2), тогда и опредѣлимъ величину τ, которая будетъ значительно больше приведенныхъ выше. Точно также при опредѣленіи дѣйствительной производительности при помощи формулы (4) получаются результаты нѣсколько бо́льшіе по сравненію съ тѣми, кои получены при помощи формулы (2), но за то меньше—полученныхъ по формулѣ (3). Хотя въ формулѣ (4) и приняты во вниманіе нѣкоторые существенные факторы, вліяющіе на величину дѣйствительной производительности банкаброшнаго веретена, какъ, напримѣръ, число веретенъ на данной машинѣ, число работницъ при ней, нѣкоторые даже неизбѣжные простои, что въ общемъ и способствуетъ болѣе или менѣе точному опредѣленію при помощи этой формулы дѣйствительной производительности банкаброшнаго веретена, но за то въ данномъ случаѣ приняты во вниманіе, надо полагать, лишь только тѣ простои машины, которые являются неизбѣжными при работѣ ея въ теченіе непродолжительнаго промежутка времени, что и видно изъ даваемыхъ Johannsen'омъ и Niess'омъ значеній для коэф. x, входящаго въ формулу (4). Эти значенія для x даются только въ зависимости отъ качества хлопка, — отъ длины волокна, между тѣмъ какъ коэф. x по условію долженъ увеличить время, потребное на

одинъ съемъ, — τ_1 до $\tau_1 x$ въ виду простоевъ машины изъ-за обрывовъ ровницы и наладки ея. Понятно, что длина волокна можетъ имѣть нѣкоторое вліяніе на болѣе или менѣе частые обрывы ровницы и съ этой стороны понятна зависимость величины коэф. x отъ длины волокна. Но вѣдь, кромѣ обрывовъ ровницы, есть еще и другія причины, благодаря которымъ бываютъ болѣе или менѣе продолжительные простои машины, причемъ длина волокна въ подобныхъ случаяхъ обыкновенно не имѣетъ почти никакого значенія. Въ виду этого величина коэф. x должна быть такой, чтобы при помощи нея можно было бы учесть всѣ простои машины, проистекающіе въ силу указанныхъ нами причинъ, а также—и выразить зависимость отъ длины волокна обрабатываемаго хлопка. Поэтому, мы полагаемъ, что величина коэф. x должна быть нѣсколько больше тѣхъ данныхъ, которыя приводятъ Johannsen и Niess; тогда и производительность, опредѣленная при помощи формулы (4), будетъ ближе къ дѣйствительной, и если будетъ отличаться отъ производительности, опредѣленной при помощи формулы (2), то во всякомъ случаѣ на незначительную величину.

Дѣйствительная величина коэф. x можетъ быть опредѣлена путемъ наблюденій надъ работой данной машины, причемъ, наблюдая по возможности довольно продолжительное время, мы можемъ учесть всѣ тѣ простои машины, которые являются какъ вслѣдствіе снятія готовыхъ катушекъ, надѣванія пустыхъ, заправки машины вновь, такъ и вслѣдствіе обрывовъ ровницы, наладки машины, необходимаго ремонта ея и пр. Произведя же наблюденія надъ возможно большимъ количествомъ разныхъ типовъ машинъ, будемъ имѣть возможность найти и нѣкоторыя среднія значенія для коэф. x.

Можно точно также найти значенія для коэф. x еще и слѣдующимъ образомъ. Если у насъ имѣются, положимъ, данныя средней выработки для веретена каждаго банкаброша за опредѣленное время, какъ это видно изъ данныхъ, приведенныхъ въ таблицашъ №№ 1—4, тогда мы можемъ въ формулу (4) вмѣстѣ p вставить любое изъ этихъ данныхъ и, благодаря этому, опредѣлить для даннаго случая съ достаточной точностью величину коэф. x, такъ какъ въ формулѣ (4) всѣ величины будутъ извѣстны, а величина τ_1 можетъ быть опредѣлена на основаніи извѣстныхъ намъ данныхъ. Получивъ цѣлый рядъ значеній для коэф. x, мы можемъ найти и нѣкоторое среднее значеніе для него.

Подобнымъ же образомъ можно найти, какъ указано уже, среднее значеніе и для величины τ, входящей въ формулу (3).

Въ нижеслѣдующей таблицѣ приведены данныя, которыя являются приблизительными величинами дѣйствительной производительности одного веретена въ 72 (теоретическихъ) рабочихъ часа [1].

Банка-брошъ	Номеръ ровницы	Число оборотовъ верет. въ 1′	Крутка на 1″	Число дѣйствительн. часовъ работы	Производительн. въ англ. фун.
Толстый	0,5	500	0,848	45	105,3
	0,75	500	1,039	49	62,47
	1	500	1,2	54	44,6
	1	545	1,2	54	48,65
	1,25	545	1,34	54	34,8
	1,5	545	1,469	55	26,9
Перегонный	1,5	677	1,46	55	33,49
	1,75	677	1,54	55	27,3
	2	677	1,69	56,5	22,4
	2,5	677	1,89	56,5	16,6
Тонкій	1,5	750	1,46	46,5	31,3
	2	750	1,69	46,5	19,8
	2,5	750	1,89	48	14,5
	3	750	2,07	50	11,96
	3,5	750	2,24	52	9,86
	4	750	2,4	54	8,37
	4,5	750	2,54	54	6,35
	5	750	2,68	56	6,2
	4	893	2,4	56,5	10,8
	4,5	893	2,54	56,5	9,1
	5	893	2,68	56,5	7,57
	5,5	893	2,81	56,5	6,66
	6	893	2,939	57	5,7

[1] Н. П. Ланговой. Механич. технол. волокн. веществъ, ч. II, изд. 2. стр. 68.

Банка-брошъ	Номеръ ровницы	Число оборотовъ верет. въ 1′	Крутка на 1″	Число дѣйствительн. часовъ работы	Производительн. въ англ. фун.
Второй тонкій	6,5	893	3,059	57	5,07
	7	893	3,17	57	4,6
	7,5	893	3,28	57	4,1
	8	893	3,29	58	3,82
	8	1039	3,29	58	4,46
	8,5	1039	3,49	59	4,15
	9	1039	3,60	59	3,82
	9,5	1039	3,69	59	3,47
	10	1039	3,76	59	3,19
	10,5	1039	3,88	59	2,95
	11	1039	3,98	59	2,77
Самый тонкій	10	1224	3,76	59	3,83
	10,5	1224	3,88	59	3,52
	11	1224	3,97	59	3,3
	12	1224	4,15	59	2,93
	12,5	1224	4,24	59	2,7
	13	1224	4,43	59	2,59
	14	1224	4,48	59	2,32
	15	1224	4,647	59	2,06
	16	1224	4,8	60	1,962
	17	1224	4,947	60	1,74
	18	1224	5,091	60	1,62
	19	1224	5,23	61	1,52
	20	1615	5,366	61	1,854
	21	1615	5,499	62	1,736
	22	1615	5,628	62	1,61
	24	1615	5,878	62	1,42

Данныя, приведенныя въ этой таблицѣ, даютъ возможность опредѣлить величину коэф. α для каждаго отдѣльнаго случая, т. е. при выработкѣ каждаго номера ровницы изъ приведенныхъ въ таблицѣ и при данныхъ условіяхъ.

Величина коэф. α можетъ быть опредѣлена точно также изъ отношенія дѣйствительнаго числа часовъ работы машины къ теоретическому числу, т. е. въ данномъ случаѣ къ 72. Изъ полученныхъ такимъ образомъ данныхъ можно получить и среднія значенія для коэф. α. Эти среднія значенія будутъ приблизительно слѣдующими:

для толстаго банкаброша $\alpha = 0,72$
„ перегоннаго „ $\alpha = 0,774$
„ тонкаго „ $\alpha = 0,738$
„ втор. тонкаго „ $\alpha = 0,81$
„ самаго тонкаго „ $\alpha = 0,833$

Хотя данныя, приведенныя въ этой таблицѣ, не особенно многочисленны и являются результатомъ работы машины за время, равное лишь 72 час., но тѣмъ не менѣе и они даютъ представленіе о томъ, сколько часовъ изъ общаго числа 72 уходитъ на простой машинъ и сколько на дѣйствительную работу ихъ.

J. Nasmith [1]) приводитъ слѣдующую таблицу производительности банкаброшнаго веретена за недѣлю — въ 56 часовъ.

Толстый банкабр. число обор. верет. въ 1′—700 подъемъ 10″		Перегонный число обор. верет. въ 1′—800 подъемъ (8—9)″		Тонкій число обор. верет. въ 1′—1000 подъемъ (7—8)″		Жакъ число обор. верет. въ 1′—1400 подъемъ (5—6)″	
Номеръ ровницы	Англ. ф. на верет.	Номеръ ровницы	Англ. ф на верет.	Номеръ ровницы	Англ. ф. на верет.	Номеръ ровницы	Англ. ф. на верет.
0,35	195	0,8	79	1,75	40	7	7,25
0,4	154	0,9	68	2	33	8	6
0,5	115	1,0	60	2,5	23	9	5,25
0,6	92	1,1	54	3	17	10	4,5
0,7	83	1,2	49	3,5	13,5	12	3,5
0,9	62	1,3	44	4	11	14	2,5
1,0	56	1,4	39	5	7,75	16	2
1,25	38	1,5	36	5,5	6,8	18	1,8
		1,6	33	6	6	20	1,5
						25	1

[1]) J. Nasmith. The students Cotton Spinning, p. 591.

При помощи формулы (1) — $p_t = \frac{m.\ w}{504.\ N.\ t}$ мы можемъ опредѣлить теоретическую производительность банкаброшнаго веретена при выработкѣ каждаго номера ровницы изъ приведенныхъ въ этой таблицѣ. Всѣ значенія для величинъ въ этой формулѣ извѣстны изъ приведенной таблицы; не извѣстна только величина— t, но и она можетъ быть опредѣлена при помощи формулы— $t = \alpha\sqrt{N}$, такъ какъ Nasmith [1]) даетъ и величины для коэф. крутки ровницы—α, а именно: для толстаго банкаброша $\alpha = 1$, для перегоннаго — $\alpha = 1{,}1$ и для тонкаго — $\alpha = 1{,}2$. Слѣдовательно, величина p_t можетъ быть опредѣлена — по крайней мѣрѣ точно для первыхъ трехъ банкаброшей. Какъ извѣстно уже, имѣя величины — p и p_t, мы можетъ опредѣлить коэф. полезн. дѣйств. банкаброшнаго веретена для каждаго случая и, слѣдовательно, рѣшить, насколько данныя, приведенныя въ этой таблицѣ, являются подходящими при опредѣленіи количества банкаброшныхъ веретенъ, необходимаго для оборудованія проектируемой фабрики данной производительности. Такъ, напримѣръ, при выработкѣ ровницы № 1 при $m = 700$, $t = 1$ и $w = 56$ — $p_t = 77{,}78$ англ. ф., въ таблицѣ же — $p = 56$ англ. ф., слѣдовательно, коэф. $\alpha = 0{,}72$.

При выработкѣ ровницы № 1,5 при $m = 800$, $t = 1{,}1\sqrt{1{,}5} = 1{,}34$ и $w = 56$ — $p_t = 44{,}22$ англ. ф., въ таблицѣ же — $p = 36$ англ. ф., слѣдовательно, коэф. $\alpha = 0{,}81$.

При выработкѣ ровницы № 4 при $m = 1000$, $t = 1{,}2\sqrt{4} = 2{,}4$ и $w = 56$, $p_t = 11{,}57$ анг. ф., въ таблицѣ же — $p = 11$ анг. ф., слѣдоват., коэф. $\alpha = 0{,}95$ и т. д. Значенія для коэф. a, полученныя при разсмотрѣніи только что приведенныхъ примѣровъ, значительно больше тѣхъ, которыя приведены нами выше, слѣдовательно, и данныя дѣйствительной производительности, взятыя изъ таблицы для этихъ примѣровъ, также слишкомъ значительны, а потому, не уменьшивъ ихъ, нельзя пользоваться ими при опредѣленіи количества банкаброшныхъ веретенъ, необходимыхъ для оборудованія бумагопрядильной фабрики данной производительности, какъ какъ получится меньшее количество веретенъ, чѣмъ въ дѣйствительности нужно, и, слѣдовательно, предпрядильное отдѣленіе данной фабрики

---

[1]) J. Nasmith. The students Cotton Spinning, p. 355.

не будетъ въ состояніи сработать необходимое количество ровницы для прядильнаго отдѣленія. Что же касается прочихъ данныхъ производительности, приведенныхъ въ этой таблицѣ, то на основаніи уже разсмотрѣнныхъ примѣровъ мы можемъ замѣтить, что прежде, чѣмъ пользоваться ими, слѣдуетъ провѣрить, не слишкомъ ли они велики.

Кромѣ приведенной выше таблицы Nasmith'a, есть еще много другихъ таблицъ съ данными дѣйствительной производительности банкаброшнаго веретена за разное время, какъ, напримѣръ, таблицы Добсона и Барло [1]), таблицы, приведенныя въ журналѣ „Leipziger Monatschrift für die Textil-Industrie [2]), таблицы, приведенныя Walther'омъ [3]), и др., но данныя производительности, приведенныя въ этихъ таблицахъ, въ общемъ нѣколько велики по сравненію съ тѣми, которыя получаются при опредѣленіи ихъ по формулѣ (2) — при указанной нами величинѣ коэф. α и при выработкѣ каждаго номера ровницы при тѣхъ же условіяхъ, т. е. при томъ же числѣ оборотовъ веретена, при той же круткѣ и пр. Данными производительности, приведенными въ этихъ табицахъ, можно пользоваться лишь только тогда, когда они будутъ провѣрены, не слишкомъ-ли они велики, и въ случаѣ, если окажутся таковыми, будутъ соотвѣтственно уменьшены, чтобы по величинѣ своей отъ опредѣленныхъ по формулѣ (2) могли бы отличаться лишь только на незначительную величину.

Въ заключеніе приводимъ таблицы данныхъ дѣйствительной производительности банкаброшнаго веретена за 10 часовъ работы [4]). (См. стр. 253—259).

---

[1]) Добсонъ и Барло. Справоч. книга для бумагопрядильщ., стр. 98—101.
[2]) Leipziger Monatschrift für die Textil-Industrie, 1905, № 11, s. 304.
[3]) Herm. Fritz. Baumwollspinnerei.
[4]) F. Rosskothen. Taschenbuch für Baumwoll-Industrie, s. 281—287.

ТАБЛИЦА № 1.

Толстый банкаброшъ.

4 веретена на дѣленіе въ $17^1/_2''$; подъемъ — $10''$; діаметръ полной катушки — $5^3/_4''$; діаметръ передняго цилиндра $1^1/_4''$; вѣсъ ровницы на катушкѣ — 1,5 анг. ф.

Американскій хлопокъ при $t = 1{,}2 \sqrt{N}$.

Число оборотовъ веретена въ 1′		650		750		750	
Номера ровницы	Крутка на 1″ англ.	Число оборотовъ передн. цил. въ 1′	Англ. ф. на верет. въ 10 час.	Число оборотовъ перед. цил. въ 1′	Англ. ф. на верет. въ 10 час.	Число оборотовъ перед. цил. въ 1′	Англ. ф. на верет. въ 10 час.
0,4	0,76	218	24,13	235	25,22	251	26,21
0,5	0,85	195	19,58	210	20,46	224	21,38
0,6	0,93	178	16,09	192	16,98	205	17,81
0,7	1,00	165	13,56	178	14,34	190	15,10
0,8	1,07	155	11,52	167	12,27	178	12,92
0,9	1,14	145	9,93	157	10,59	168	11,16
1,0	1,20	138	8,71	149	9,25	159	9,80
1,1	1,26	131	7,71	141	8,22	151	8,72
1,2	1,31	127	6,91	136	7,35	146	7,85

При выработкѣ же ровницы изъ Остъ-Индскаго хлопка производительность будетъ приблизительно на 8% меньше приведенныхъ данныхъ.

ТАБЛИЦА № 2.

Перегонный банкаброшъ.

6 веретенъ на дѣленіе въ $19^1/_2''$; подъемъ — $10''$; діаметръ полной катушки — $5''$; діаметръ передняго цилиндра — $1^1/_4''$; вѣсъ ровницы на катушкѣ — 1,5 анг. ф.

Американскій хлопокъ при $t = 1{,}2 \sqrt{N}$.

Число оборотовъ веретена въ 1′		750		800		900	
Номера ровницы	Крутка на 1″ англ.	Число оборотовъ перед. цил. въ 1′	Англ. ф на верет. въ 10 час.	Число оборотовъ перед. цил. въ 1′	Англ. ф. на верет. въ 10 час.	Число оборотовъ перед. цил. въ 1′	Англ. ф. на верет. въ 10 час.
0,8	1,07	167	12,15	190	13,61	214	14,78
0,9	1,14	157	10,52	179	11,78	201	12,92
1,0	1,20	149	9,28	170	10,39	191	11,41
1,1	1,26	141	8,19	162	9,19	182	10,13
1,2	1,31	136	7,36	156	8,29	175	9,12
1,3	1,37	130	6,59	149	7,44	167	8,20
1,4	1,42	125	5,97	143	6,77	161	7,45
1,5	1,47	121	5,43	139	6,15	156	6,86
1,6	1,52	118	4,97	134	5,62	151	6,25
1,7	1,56	114	4,60	131	5,22	147	5,78
1,8	1,61	112	4,23	127	4,82	142	5,32
1,9	1,65	108	3,93	123	4,46	139	4,95
2,0	1,70	105	3,64	120	4,13	135	4,60
2,1	1,74	102	3,42	117	3,86	132	4,32
2,2	1,78	100	3,20	114	3,62	129	4,05
2,3	1,82	98	3,00	112	3,40	126	3,80
2,4	1,86	96	2,82	109	3,20	123	3,58
2,5	1,90	94	2,64	107	3,00	121	3,37

При выработкѣ же ровницы изъ Остъ-Индскаго хлопка производительность будетъ меньше приведенныхъ данныхъ приблизительно на 10%.

ТАБЛИЦА № 3.

8 веретенъ на дѣленіе въ $20^1/_2''$; подъемъ — 7″; діаметръ полной катушки — $3^3/_4''$; діаметръ передняго цилиндра — $1^1/_8''$: вѣсъ ровницы на катушкѣ — 0,66 анг. ф.

Американскій хлопокъ при $t = 1{,}2\sqrt{N}$

Число оборотовъ веретена въ 1′		1000		1100		1200		1300	
Номеръ ровницы	Крутка на 1″ анг.	Число оборот. передн. цил. въ 1′	Анг. ф. на веретено въ 10 час.	Число оборот. передн. цилин. въ 1′	Анг. ф. на веретено въ 10 час.	Число оборот. передн. цилин. въ 1′	Анг. ф. на веретено въ 10 час.	Число оборот. передн. цилин. въ 1′	Анг. ф. на веретено въ 10 час.
2,0	1,70	166	4,58	183	4,94	200	5,31	216	5,65
2,2	1,78	159	4,07	175	4,44	191	4,73	207	5,13
2,4	1,86	152	3,64	167	3,96	182	4,25	198	4,55
2,6	1,93	147	3,29	161	3,58	176	3,85	191	4,12
2,8	2,01	141	2,97	155	3,23	169	3,48	183	3,74
3,0	2,08	135	2,71	149	2,96	162	3,19	176	3,42
3,2	2,15	132	2,48	145	2,71	158	2,93	171	3,14
3,4	2,21	128	2,29	141	2,50	154	2,71	166	2,91
3,6	2,28	124	2,11	136	2,30	149	2,49	161	2,68
3,8	2,34	121	1,96	133	2,14	145	2,31	157	2,49
4,0	2,40	118	1,86	130	1.99	142	2,16	153	2,32
4,5	2,55	111	1,55	122	1,69	133	1,84	144	1,98
5,0	2,68	106	1,34	116	1,47	127	1,59	137	1,71
5,5	2,82	100	1,16	110	1,27	120	1,37	130	1,48
6,0	2,94	96	1,02	106	1,12	115	1.22	125	1,32
6,5	2,06	92	0,92	102	1,01	111	1,09	120	1,18
7,0	3,17	89	0,82	98	0,90	107	0,99	116	1,06
7,5	3,29	86	0,74	95	0,81	103	0,88	112	0,96
8,0	3,39	83	0,68	92	0,75	100	0,81	108	0,87
9,0	3,60	79	0,57	87	0,62	94	0,69	102	0,74
10,0	3,80	74	0,49	82	0,53	89	0,59	97	0,63
11,0	3,99	71	0,42	78	0,47	85	0,51	92	0,55
12,0	4,16	68	0,37	75	0,41	82	0,45	88	0,49

При выработкѣ же ровницы изъ Остъ-Индскаго хлопка производительность будетъ меньше приведенныхъ въ таблицѣ данныхъ приблизительно на 10%.

ТАБЛИЦА № 4.

4 веретена на дѣленіе въ $17^1/_2''$; подъемъ — 10″; діаметръ полной катушки — $5^3/_4''$; діаметръ передняго цилиндра — $1^3/_8''$; вѣсъ ровницы на катушкѣ — 1,5 анг. ф.

Египетскій хлопокъ при $t = 1{,}05\sqrt{N}$.

Число оборотовъ веретена въ 1′		700		800		900	
Номеръ ровницы	Крутка на 1″ анг.	Число оборот. передн. цилин. въ 1′	Анг. ф. на веретено въ 10 час.	Число оборот. передн. цилин. въ 1′	Анг. ф. на веретено въ 10 час.	Число оборотовъ перед. цил. въ 1′	Англ. ф. на верет. въ 10 час.
0,4	0,66	175	22,38	210	25,00	245	27,32
0,5	0,74	156	17,90	187	20,28	218	22,38
0,6	0,81	143	14,67	172	16,80	200	18,73
0,7	0,88	132	12,21	158	14,01	185	15,78
0,8	0,94	123	10,39	148	11,69	172	13,61
0,9	1,00	116	8,91	139	10,40	162	11,78
1,0	1,05	110	7,82	132	9,13	154	10,40
1,1	1,10	105	6,93	126	7,68	147	9,25
1,2	1,15	101	6,16	121	7,23	141	8,25
1,3	1,20	97	5,48	116	6,48	136	7,48
1,4	1,24	93	4,98	112	5,88	130	6,75
1,5	1,29	90	4,51	108	5,34	126	6,14

Объ одномъ обобщеніи
дифференціальнаго уравненія Эйлера.

Д. Д. Мордухай-Болтовского.

§ 1. Дифференціальное уравненіе Эйлера:

$$\frac{dx}{\sqrt{R(x)}} = \frac{dy}{\sqrt{R(y)}} \quad (1)$$

$$R(x) = a(x-\alpha_1)(x-\alpha_2)(x-\alpha_3)(x-\alpha_4),$$

имѣющее общій алгебраическій интегралъ, можетъ быть разсматриваемо, какъ частный случай системы Якобіевскихъ дифференціальныхъ уравненій:

$$\sum_{i=0}^{i=p-1} \frac{f_k(x_i)dx_i}{\sqrt{R(x_i)}} = 0 \quad (2)$$

$$R(x) = a(x-\alpha_1)(x-\alpha_2)\ldots(x-\alpha_{2p+2}),$$

гдѣ $f_k(x)$ полиномы степеней не выше $\overline{p-1}$, обладающихъ тоже системой алгебраическихъ интеграловъ.

Но возможно еще другое обобщеніе Эйлеровскаго уравненія, а, именно, мы можемъ разсматривать слѣдующее уравненіе, которое назовемъ *обобщеннымъ Эйлеровскимъ уравненіемъ:*

$$\frac{f(x)d(x)}{\sqrt{R(x)}} = \frac{f(y)d(y)}{\sqrt{R(y)}} \quad (3),$$

гдѣ

$$R(x) = a(x-\alpha_1)(x-\alpha_2)\ldots(x-\alpha_{2p+2}),$$

причемъ α_i между собой различны, степень $f(x)$ не выше $p-1$, такъ что $\int \frac{f(x)dx}{\sqrt{R(x)}}$ интегралъ перваго рода.

Наши изслѣдованія [1]), относящіяся къ приведенію Абелевыхъ интеграловъ, даютъ возможность доказать слѣдующую теорему:

I. Обобщенное Эйлеровское уравненіе можетъ имѣть общее алгебраическое рѣшеніе только при условіи, что

$$\int \frac{f(x)dx}{\sqrt{R(x)}}$$

приводится къ эллиптическому интегралу, причемъ общій интегралъ долженъ быть вида

$$\frac{A(x)B(y)\sqrt{R(y)} - A(y)B(x)\sqrt{R(x)}}{1-k^2A^2(x)A^2(y)} = C \qquad (4),$$

гдѣ $A(x)$, $B(x)$ раціональныя функціи отъ x, C произвольное постоянное.

II. Обобщенное Эйлеровское уравненіе можетъ имѣть частное алгебраическое рѣшеніе, иное, чѣмъ $y=x$, не имѣя общаго алгебраическаго рѣшенія только при условіи, что интегралъ

$$\int \frac{f(x)dx}{\sqrt{R(x)}}$$

подстановкой

$$z=\lambda(x) \qquad (5),$$

гдѣ $\lambda(x)$ раціональная функція приводится къ интегралу нисшаго порядка, причемъ это частное рѣшеніе должно быть вида

$$\lambda(y) = \lambda(x).$$

---

[1]) О приведеніи Абелевыхъ интеграловъ къ нисшимъ трансцендентнымъ. Изв. Вар. Пол. Инст. за 1905 годъ, ч. II гл. III стр. 276.

§ 2. Первая изъ этихъ теоремъ непосредственно вытекаетъ изъ довольно общей теоремы. доказанной въ двухъ нашихъ работахъ. А, именно, нами доказано, что приведеніе Абелева интеграла къ Абелеву интегралу:

$$\int F(x,y)dx = \int \Phi(\xi,\eta)d\xi \qquad (8)$$

или должно быть возможно при помощи раціональной подстановки:

$$\begin{aligned} \xi &= \alpha(x,y) \\ \eta &= \beta(x,y) \end{aligned} \qquad (5)$$

или же оно предполагаетъ приведеніе

$$\int \Phi(\xi,\eta)d\xi = \int \Psi(\xi,\eta)d\xi \qquad (10)$$

интеграла $\int \Phi(\xi,\eta)d\xi$ къ интегралу нисшаго порядка при помощи раціональной подстановки:

$$\begin{aligned} \zeta &= A(\xi,\eta) \\ \omega &= B(\xi,\eta) \end{aligned} \qquad (11)$$

Если $\int F(x,y)dx$ и $\int \Phi(\xi,\eta)d\xi$ одного порядка, то должны также имѣть

$$\begin{aligned} x &= \alpha_1(\xi,\eta) \\ y &= \beta_1(\xi,\eta) \end{aligned}$$

т. е. подстановка должна быть бираціональной, или оба интеграла $\int F(x,y)dx$ и $\int \Phi(\xi,\eta)d\xi$ приводятся къ интеграламъ нисшаго порядка.

Поэтому при $p > 1$ уравненіе:

$$\frac{f(x)dx}{\sqrt{R(x)}} = \frac{f(y)dy}{\sqrt{R(y)}} \qquad (3)$$

можетъ имѣть алгебраическое рѣшеніе только типа:

$$\begin{aligned} y &= \alpha(x,\sqrt{R(x)}) \\ \sqrt{R(y)} &= \beta(x,\sqrt{R(x)}) \end{aligned} \qquad (12)$$

при условіи, что $\int \frac{f(x)dx}{\sqrt{R(x)}}$ не приводится къ Абелеву интегралу нисшаго порядка. При этомъ α, β не содержитъ произвольной постоянной, такъ какъ согласно изслѣдованіямъ Пенлевэ [1]) приведеніе:

$$\int \frac{f(x)dx}{\sqrt{R(x)}} = \int \frac{f(y)dy}{\sqrt{R(y)}} \qquad (13)$$

не можетъ быть произведено подстановкой, содержащей произвольный параметръ и рѣшеніе (12) должно быть частнымъ.

Положимъ, что $\int \frac{f(x)dx}{\sqrt{R(x)}}$ приводится къ $\int \frac{\varphi(z)dz}{\sqrt{\Theta(z)}}$ и послѣдній уже не приводится къ интеграламъ нисшаго порядка. Если порядокъ его $\pi > 1$, то согласно Пенлевэ въ выраженія:

$$\begin{aligned} z &= A(x, \sqrt{R(x)}) \\ \sqrt{\Theta(z)} &= B(x, \sqrt{R(x)} \end{aligned} \qquad (14)$$

не входитъ произвольныхъ постоянныхъ, а равнымъ образомъ и въ алгебраическое рѣшеніе уравненія

$$\frac{\varphi(z)dz}{\sqrt{\Theta(z)}} = \frac{\varphi(u)du}{\sqrt{\Theta(u)}} \qquad (15)$$

$$\begin{aligned} u &= \gamma(z, \sqrt{\Theta(z)} \\ \sqrt{\Theta(u)} &= \delta(z, \sqrt{\Theta(z)}) \end{aligned} \qquad (16)$$

Исключая $(z, \sqrt{\Theta(z)})$ $(u, \sqrt{\Theta(u)})$, изъ уравненій (14), (15), (16) и уравненія

$$\begin{aligned} u &= A(y, \sqrt{R(y)}) \\ \sqrt{\Theta(u)} &= B(y, \sqrt{R(y)}) \end{aligned} \qquad (17)$$

получимъ уравненіе между (y, x), не содержащее произвольное постоянное, т. е. частный интегралъ.

---

[1]) *Painlevé.* Sur les èquations différentielle du première ordre. Annales de l'Ecole Normale t. 13, 1891.

Д. Мордухай-Болтовской. О приведеніи Абелевыхъ интеграловъ, ч. II, глава II—стр. 213.

Мы имѣемъ, слѣдовательно:

$$\int \frac{f(x)dx}{\sqrt{R(x)}} = \int \frac{dz}{\sqrt{\Theta(z)}} \quad (18)$$

$$\Theta(z) = (1-z^2)(1-k^2z^2),$$

гдѣ $z, \sqrt{\Theta(z)}$ опредѣляется уравненіями (15) или, на основаніи изслѣдованій Абеля [1]), уравненіями:

$$\begin{aligned} z &= A(x) \\ \sqrt{\Theta(z)} &= B(x)\sqrt{R(x)} \end{aligned} \quad (19)$$

гдѣ $A(x)$, $B(x)$ раціональныя функціи.

Уравненіе (3) сводится къ уравненію:

$$\frac{dz}{\sqrt{\Theta(z)}} = \frac{du}{\sqrt{\Theta(u)}} \quad (20),$$

интегралъ котораго равенъ

$$\frac{z\sqrt{\Theta(u)} - u\sqrt{\Theta(z)}}{1-k^2u^2z^2} = C \quad (21)$$

поэтому интегралъ обобщеннаго Эйлеровскаго уравненія (3) будетъ

$$\frac{A(x)B(y)\sqrt{R(y)} - A(y)B(x)\sqrt{R(x)}}{1-k^2A^2(x)A^2(y)} = C \quad (22)$$

---

§ 3. Обращаемся теперь къ случаю, когда $\int \frac{f(x)dx}{\sqrt{R(x)}}$ не приводится къ интегралу низшаго порядка. Тогда

$$\begin{aligned} y &= \alpha(x, \sqrt{R(x)}) \\ \sqrt{R(y)} &= \beta(x, \sqrt{R(x)}) \end{aligned} \quad (12)$$

---

[1]) *Abel.* Précis d'une théorie des functions éllptiques. Oeuvres I p. 545. Oeuvres t. II p. 278. *Koenigsberger.* Verlesungen über die Theorie hyperelliptischen Integrale. Leipzig 1878.

и въ силу основной теоремы Кенигсбергера [1]), относящейся къ приведенію Абелевыхъ интеграловъ должны также имѣть:

$$\frac{y^k dy}{\sqrt{R(y)}} = \frac{f_k(x)dx}{\sqrt{R(x)}} \quad (22)$$

$$k=0\ldots 1,\ 2\ldots \overline{p-1}$$

гдѣ $f_k(x)$ цѣлыя функціи степеней не выше $\overline{p-1}$, откуда

$$y = \frac{f_1(x)}{f_0(x)} = \frac{f_2(x)}{f_1(x)} = \ldots = \frac{f_{n-1}(x)}{f_{n-2}(x)} \quad (23)$$

т. е. y равно раціональной функціи отъ x. которая въ виду того, что подстановка (12) или (23) бираціональна, должна приводиться къ формѣ:

$$y = \frac{\alpha x + \beta}{\gamma x + \delta} \quad (24)$$

Подставляя это значеніе y въ уравненіе (3) получаемъ

$$(\alpha\beta - \delta\gamma)\frac{P(x)}{\sqrt{S(x)}} = \frac{f(x)}{\sqrt{R(x)}},$$

гдѣ $P(x)$ цѣлая функція, $S(x)$ полиномъ, причемъ такой, что, если корни полинома $R(x)$—α_i, то корни $S(x)$ равны:

$$\beta_i = \frac{\alpha\alpha_i + \delta}{\gamma\alpha_i + \delta} \quad (25)$$

Отсюда имѣемъ:

$$R(x)P^2(x) = S(x)f^2(x).$$

Каждый корень $R(x)$ долженъ входить въ $S(x)$, ибо, входя въ $P^2(x)$ $R(x)$ въ нечетной степени множитель $(x-\alpha)$ можетъ войти въ $S(x)f^2(x)$ въ нечетной степени лишь при условіи дѣленія $S(x)$ на $x-\alpha$. Обратно такимъ же образомъ убѣждаемся, что корни $S(x)$ будутъ корнями $R(x)$.

Итакъ для нѣкоторыхъ j и i должны имѣть

$$\beta_j = \alpha_i$$

---

[1]) *Koenigsberger.* Ueber die Reduction Abelscher Integrale. Journal de Crelle B. 89, s. 89. *Д. Мордухай-Болтовскій.* О приведеніи Абелевыхъ интеграловъ. ч. I. гл. II и ч. II. гл. II.

Отсюда слѣдуетъ, что

$$\theta\,\alpha_i,\quad \theta^2\alpha_i,\quad \theta^3\alpha_i\ldots\theta^\mu\alpha_i$$

результаты нѣсколько разъ повторенной подстановки:

$$\theta t=\frac{\alpha t+\beta}{\gamma t+\delta} \qquad (26)$$

будутъ корнями $R(x)$ и мы должны имѣть для нѣкотораго цѣлаго положительнаго числа $\mu=k$:

$$\theta^k\alpha_i=\alpha_i \qquad (27)$$

при этомъ $k>1$, ибо иначе

$$\alpha=\delta,\qquad \beta=0,\qquad \gamma=0,$$

$$y=x.$$

Условіе (27) предполагаетъ условіе:

$$(\alpha+\delta)^2-4(\alpha\delta-\beta\gamma)cs^2\frac{\lambda\pi}{k}=0 \qquad (28)$$

для нѣкотораго λ, простого съ k [1]), а такъ какъ

$$cs^2\frac{\lambda\pi}{k}<1,$$

то

$$(\alpha+\delta)^2-4(\alpha\delta-\beta\gamma)\gtrless 0 \qquad (29)$$

отлично отъ нуля.

Но не трудно убѣдиться, что при этомъ условіи возможенъ выборъ постоянныхъ $(p,\ q,\ r,\ s)$ такой, что подстановки

$$\left.\begin{aligned} y&=\frac{pu+q}{ru+s}\\ x&=\frac{pz+q}{rz+s}\end{aligned}\right\} \qquad (30)$$

приведутъ уравненія (24) и (25) къ виду

---

[1]) *Serret.* Cours d'Algèbre Supérieure t. II. Chapitre IV p. 360.

$$u = \mu z \qquad (31)$$

$$\eta_i = \mu \vartheta_i \qquad (32),$$

гдѣ

$$\beta_i = \frac{p\eta_i + q}{r\eta_i + s}$$

$$\alpha_i = \frac{p\vartheta_i + q}{r\vartheta_i + s},$$

а уравненіе (3) къ уравненію

$$\frac{\varphi(z)dz}{\sqrt{\Theta(z)}} = \frac{\varphi(u)du}{\sqrt{\Theta(u)}} \qquad (33)$$

$$\Theta(z) = (\vartheta - \vartheta_1)(\vartheta - \vartheta_2) \ldots (\vartheta - \vartheta_{2p+2})$$

Въ самомъ дѣлѣ уравненія (30) и (24) даютъ:

$$\frac{pu + q}{ru + s} = \frac{(\alpha p + \beta r)z + (\alpha q + \beta s)}{(\gamma p + \delta r)z + (\gamma q + \delta s)},$$

откуда

$$u = \frac{Az + B}{Cz + D}$$

$$A = \beta rs + \alpha ps - \delta qr - \gamma pq$$

$$B = \beta s^2 + (\alpha - \delta)qs - \gamma q^2$$

$$C = \gamma p^2 + (\delta - \alpha)pr - \beta r^2$$

$$D = \gamma pq + \delta ps - \alpha rq - \beta rs.$$

При значеніяхъ $\frac{p}{r}$ и $\frac{q}{s}$ равнымъ корнямъ уравненія

$$\gamma h^2 + (\delta - \alpha)h - \beta = 0 \qquad (34)$$

мы получаемъ

$$u = \mu z,$$

если только $\qquad h_1 \gtrless h_2.$

Но послѣднеее необходимо при условіи (29).

Тѣмъ же уравненіемъ связаны η_i и ϑ_i и, какъ выше для $R(x)$, убѣждаемся, что

$$\Theta\vartheta_i, \qquad \Theta^2\vartheta_i \ldots$$

должны быть корнями $\Theta(z)$, причемъ

$$\Theta^k\vartheta_i = \vartheta_i,$$

если $$\Theta t = \mu t.$$

Положимъ сперва, что соотношеніе

$$\vartheta_i = \mu\vartheta_j;$$

имѣетъ мѣсто только при $i \gtrless j$.

Тогда

$$\begin{aligned} \vartheta_2 &= \mu\vartheta_1 \\ \vartheta_3 &= \mu\vartheta_2 \\ &\ldots\ldots \qquad (35) \\ \vartheta_k &= \mu\vartheta_{k-1} \\ \vartheta_1 &= \mu\vartheta_k \end{aligned}$$

Черезъ почленное умноженіе этихъ уравненій имѣемъ:

$$\mu^k = 1 \qquad (36),$$

причемъ не можемъ имѣть:

$$\mu^l = 1 \qquad (37)$$

при $l < k$, ибо въ противномъ случаѣ получимъ изъ уравненія (35):

$$\vartheta_{l+1} = \mu^l\vartheta_1$$

и на основаніи (37): $\vartheta_{l+1} = \vartheta_1$, чего быть не можетъ. Такимъ образомъ μ первообразный корень двучленнаго уравненія (36).

Въ другую группу подобныхъ (35) соотношеній:

$$\begin{aligned} \vartheta_{k+2} &= \mu\vartheta_{k+1} \\ \vartheta_{k+3} &= \mu\vartheta_{k+2} \\ &\ldots\ldots \\ \vartheta_{k+l+1} &= \mu\vartheta_{k+l} \\ \vartheta_{k+1} &= \mu\vartheta_{k+l+1} \end{aligned}$$

должно входить то же число корней:

$$\vartheta_{k+1}, \vartheta_{k+2} \ldots \vartheta_{2k+1},$$

ибо, еслибы $l < k$, то $\mu^l = 1$, чего, какъ выше показано, не можетъ быть, если же $l > k$, то получили бы

$$\vartheta_{2k+1} = \vartheta_{k+1}$$

Итакъ всѣ корни $\Theta(z)$ разлагаются на группы по k корней въ каждой:

$$\vartheta_1, \vartheta_2 \ldots \vartheta_k$$
$$\vartheta_{k+1}, \vartheta_{k+2} \ldots \vartheta_{2k}$$
$$\cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot$$
$$\vartheta_{k(q-1)+1} \quad \vartheta_{k(q-1)+2} \ldots \vartheta_{kq},$$

причемъ корни каждой удовлетворяютъ условіямъ типа (35), откуда

$$\Theta(z) = H(z^k) \qquad (38)$$

цѣлый полиномъ отъ z^k, гдѣ k множитель $2p+2$.

Положимъ теперь, что $i = j$, тогда

$$\vartheta_i = \mu\vartheta_i,$$

что предполагаетъ $\vartheta_i = 0$, причемъ конечно для одного значенія i.

Разсматривая всѣ остающіеся корни, получаемъ, что

$$\frac{\Theta(z)}{z} = H(z^k)$$

откуда

$$\Theta(z) = zH(z^k) \qquad (39)$$

k множитель $\overline{2p+1}$.

Изъ уравненія (33) и (38) имѣемъ:

$$\frac{\varphi(\mu z)\mu dz}{\sqrt{\Theta(\mu z)}} = \frac{\varphi(z)dz}{\sqrt{\Theta(z)}},$$

гдѣ $$\Theta(\mu z) = \Theta(z)$$

а потому

$$\varphi(\mu z)\mu z = \varphi(z)z$$

не мѣняется отъ замѣны z на μz:

Какъ выше для $\Theta(z) = H(z^k)$ убѣждаемся, что $\varphi(z)z$, корни котораго связаны соотношеніями:

$$g_j = \mu g_i$$

будетъ вида

$$\pi(z^k) = z^k h(z^k)$$

$$\varphi(z) = h(z^k) z^{k-1}.$$

Для случая (39) имѣемъ

$$\varphi(\mu z)\mu^{1/2} = \varphi(z) \qquad (40)$$

$$\varphi^2(\mu z)\mu z = \varphi^2(z) z \qquad (41)$$

Послѣднее тождество даетъ:

$$\varphi^2(z) z = h(z^k) z^k$$

$$\varphi^2(z) = h(z^k) z^{k-1}$$

$$\varphi(z) = \sqrt{h(z^k)}\, z^{\frac{k-1}{2}}$$

Эта функція будто удовлетворяетъ условію (41). Условію же (40) или

$$\sqrt{h(\mu z)^k}\,(\mu z)^{\frac{k-1}{2}} \mu^{1/2} = \varphi(z)$$

она будетъ удовлетворять только при

$$\mu^{\frac{k}{2}} = 1,$$

чего быть не можетъ, такъ какъ μ первообразный корень двучленнаго уравненія

$$\mu^k = 1.$$

Уравненіе (33) поэтому обращается въ слѣдующее:

$$\frac{\varphi(z^k) z^{k-1} dz}{\sqrt{H(z^k)}} = \frac{\varphi(u^k) u^{k-1} du}{\sqrt{H(u^k)}} \qquad (42)$$

и интегралъ

$$\int \frac{\varphi(z^k) z^{k-1} dz}{\sqrt{H(z^k)}}$$

подстановкой $z^k = v$ (43), а интегралъ

$$\int \frac{f(x) dx}{\sqrt{R(x)}}$$

подстановкой $v = \left(\frac{ax+b}{cx+d}\right)^k$, противно условію приводится къ интегралу нисшаго порядка:

$$\int \frac{\Psi(v)dv}{\sqrt{G(v)}}$$

Разсмотримъ теперь случай, когда

$$\int \frac{f(x)dx}{\sqrt{R(x)}} = \int \frac{\varphi(z)dz}{\sqrt{\Theta(z)}} \qquad (46)$$

гдѣ $\frac{\varphi(z)dz}{\sqrt{\Theta(z)}}$, уже не приводящійся къ интеграламъ нисшаго порядка, порядка выше перваго.

По теоремѣ Кенигсбергера:

$$\int \frac{z^k dz}{\sqrt{\Theta(z)}} = \frac{f_k(x)dx}{\sqrt{R(x)}} \qquad (47)$$

$$k = 0,\ 1,\ 2 \ldots p-1,$$

откуда получаемъ соотношеніе типа (19)

$$\begin{aligned} z &= A(x) \\ \sqrt{\Theta(z)} &= B(x)\sqrt{R(x)} \end{aligned} \qquad (48)$$

гдѣ $A(x)$ и $B(x)$ раціональныя функціи, не содержащія произвольныхъ постоянныхъ.

Уравненіе

$$\frac{\varphi(z)dz}{\sqrt{\Theta(z)}} = \frac{\varphi(u)du}{\sqrt{\Theta(u)}}$$

допускаетъ алгебраическое рѣшеніе, которое по доказанному выше можетъ быть только типа:

$$z = u.$$

Поэтому частное рѣшеніе уравненія (3) будетъ

$$A(x) = A(y).$$

---

§ 4. Въ заключеніе мы отмѣтимъ слѣдующее слѣдствіе доказанной теоремы, представляющее обобщеніе теоремы Раффи, относящейся

къ Эйлеровскому уравненію, которое мы еще инымъ образомъ уже обобщили [1]) на случай ультраэллиптическихъ интеграловъ.

Если существуетъ интегралъ перваго рода:

$$\int \frac{f(x)dx}{\sqrt{R(x)}} \quad (49),$$

для котораго обобщенное Эйлеровское уравненіе:

$$\frac{f(x)dx}{\sqrt{R(x)}} = \frac{f(y)dy}{\sqrt{R(y)}} \quad (3)$$

имѣетъ алгебраическія рѣшенія иныя, чѣмъ $y=x$, и, если для всѣхъ алгебраическихъ рѣшеній y имѣетъ мѣсто для раціональной функціи $F(x)$ соотношеніе:

$$F(x) + F(y) = 0 \qquad (50),$$

то интегралъ

$$\int \frac{F(x)f(x)dx}{\sqrt{R(x)}} \quad (51)$$

приводится или къ ультраэллиптическому интегралу нисшаго порядка, или къ логариѳмамъ.

Здѣсь опять различаемъ два случая:

1) Интегралъ $\int \frac{f(x)dx}{\sqrt{R(x)}}$ приводится къ интегралу $\int \frac{\varphi(z)dz}{\sqrt{\Theta(z)}}$, отличному отъ эллиптическаго подстановкой

$$z = A(x).$$

Если для всѣхъ рѣшеній уравненія:

$$A(x) = A(y) \qquad (52)$$

$$F(x) + F(y) = 0,$$

то

$$F(x) = -\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{i=n} F(y_i),$$

гдѣ сумма распространяется на всѣ рѣшенія уравненія (52), выражается раціонально черезъ $A(x)$ т. е.

---

[1]) Объ инваріантныхъ преобразованіяхъ ультраэллиптическихъ интеграловъ. Извѣстія Харьковскаго Математ. Общества за 1903 годъ.

Raffy. Sur les transformations invariantes. Bull. de la Soc. Mat. t. XII.

$$F(x) = \Phi[A(x)].$$

Тогда

$$\int \frac{F(x)f(x)dx}{\sqrt{R(x)}}$$

подстановкой $z = A(x)$ приводится къ интегралу $\int \frac{\Psi(z)dz}{\sqrt{\theta(z)}}$.

2. Если $\frac{\varphi(z)dz}{\sqrt{\theta(z)}}$ интегралъ эллиптическій, то условіе

$$F(x) + F(y) = 0$$

при всѣхъ рѣшеніяхъ ур. (3), а потому и при $z = A(x)$, если подстановкой $z = A(x)$ интегралъ (49) приводится къ эллиптическому, даетъ опять

$$F(x) = \Phi[A(x)] \qquad 53).$$

Интегралъ Эйлеровскаго уравненія

$$\sqrt{\Theta(z)} + \sqrt{\Theta(u)} = (z - u)\sqrt{K(p)},$$

гдѣ

$$K(p) = C + \beta p + \alpha p^2,$$

если

$$\Theta(z) = \alpha x^4 + \beta z^3 + \gamma z^2 + \delta z + \varepsilon$$

даетъ интегралъ обобщеннаго Эйлеровскаго уравненія въ слѣдующей формѣ:

$$B(x)\sqrt{R(x)} + B(y)\sqrt{R(y)} = (A(x) - A(y))\sqrt{K(p)},$$

откуда на основаніи уравненія (3) имѣемъ

$$\frac{B(x)f(x)dx + B(y)f(y)dy}{(A(x) - A(y))\sqrt{K(p)}} = \frac{f(x)dx}{\sqrt{R(x)}}$$

которая приводится къ

$$\frac{M(p,q)dp + N(p,q)dq}{A(x) - A(y)\sqrt{K(p)}} = \frac{f(x)d(x)}{\sqrt{R(x)}} \qquad (54)$$

гдѣ M, N раціональныя функціи

$$p = z + u \qquad \text{и} \qquad q = zu.$$

Умножая обѣ части уравненія (54) на

$$F(x) - F(y) = 2F(x)$$

и замѣчая, что на основаніи ур. (53)

$$\frac{F(x)-F(y)}{A(x)-A(y)}=P(p,q)$$

равна раціональной функціи p, q, имѣемъ:

$$\int\frac{F(x)f(x)dx}{\sqrt{R(x)}}=\int P(p,q)[M(p,q)ap+N(p,q)dg]$$

p, q, какъ симметрическія функціи $z+u$ и zu Эйлероваго уравненія

$$\frac{dz}{\sqrt{\Theta(z)}}=\frac{du}{\sqrt{\Theta(u)}}$$

согласно замѣчанію Раффи обладаютъ слѣдующимъ свойствомъ:
или q раціональная функція p и $\sqrt{K(p)}$
или $p=const$, и тогда q выражается раціонально черезъ $z-\frac{\vartheta_1+\vartheta_2}{2}$,
гдѣ ϑ_1 ϑ_2 корни полинома $\Theta(z)$.

Въ первомъ случаѣ

$$\int\frac{F(x)f(x)}{\sqrt{R(x)}}dx=\int H(p,\sqrt{K(p)})dp$$

приводится съ логариѳмамъ.

Во второмъ случаѣ

$$\int\frac{F(x)f(x)dx}{\sqrt{R(x)}}={}^1/_2\int\frac{F(x)-F(y)dz}{\sqrt{\Theta(z)}}=$$

$$={}^1/_2\int\frac{(z-u)P(p,q)dz}{\sqrt{\Theta(z)}}={}^1/_2\int\frac{(2z-p)P(p,q)dz}{\sqrt{\Theta(z)}}$$

подстановкой $v=z-\frac{\vartheta_1+\vartheta_2}{2}$ приводится къ интегралу

$$\int H(v,\sqrt{av^2+bv+c})dv.$$

т. е. опять къ логариѳмамъ.

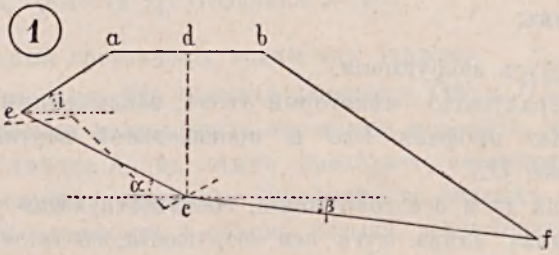
Варшава, 6 Ноября 1906 года.

ОПРЕДѢЛЕНІЕ ОБЪЕМОВЪ
ЗЕМЛЯНЫХЪ РАБОТЪ.

Проф. Кн. А. Кугушева.

1. Точное вычисленіе объемовъ.

§ 1. Насыпи. Объемъ насыпи выражается въ зависимости отъ ширины полотна (ab) (чер. 1), уклона боковыхъ откосовъ (tgi), поперечныхъ уклоновъ мѣстности ($tg\alpha$ и $tg\beta$), рабочей или красной от-



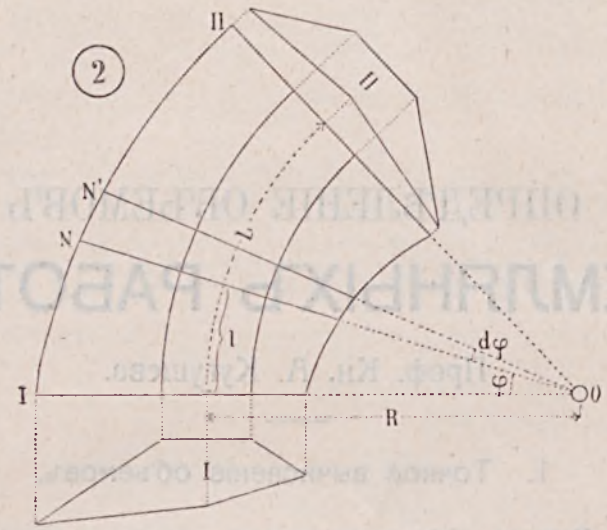
мѣтки (dc) и разстоянія (L) между двумя смежными поперечными профилями.

Всѣ эти данныя могутъ быть взяты изъ продольнаго и поперечныхъ профилей, съ нанесенными на нихъ частями проектируемаго сооруженія.

Если поперечный склонъ мѣстности по ту и другую сторону оси сооруженія выражается ломаной линіей, то таковой можно все-

гда привести къ формѣ однообразнаго уклона путемъ превращенія многоугольника въ равновеликій четырехугольникъ *adce* или *cdbf* (чер. 1) обычнымъ геометрическимъ пріемомъ.

Положимъ, что имѣемъ (чер. 2) нѣкоторый участокъ земляной насыпи, находящійся въ закругленіи на мѣстности съ поперечными



уклонами и, заключающійся между данными поперечными профилями I и II.

Означимъ:

R—радіусъ закругленія.

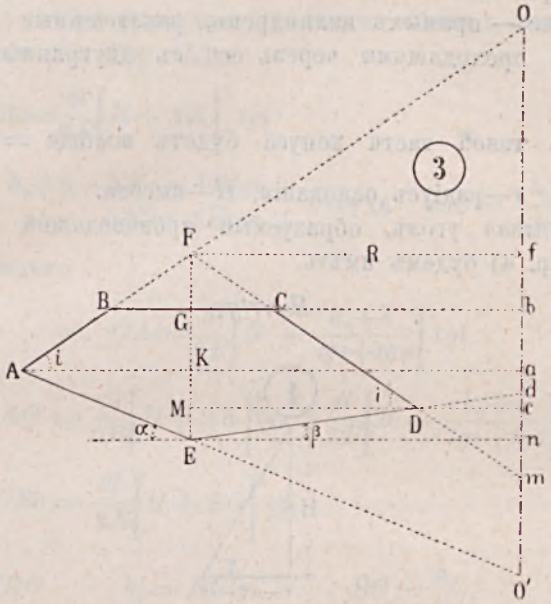
φ (въ градусахъ)—нѣкоторый уголъ, заключенный между плоскостью профиля I-го и произвольной вертикальной плоскостью ON.

l—длина дуги оси сооруженія, соотвѣтствующая углу φ.

L—полная длина дуги оси сооруженія, соотвѣтствующая углу I O II.

Возьмемъ два произвольныхъ сѣченія вертикальными плоскостями NO и $N'O$, которыя расположены подъ весьма малымъ угломъ $d\varphi$ другъ къ другу. Очевидно, что объемъ насыпи, заключенный между взятыми плоскостями будетъ выражать собою приращеніе dQ_n всего объема.

На чер. 3 изображена вертикальная проекція сѣченія плоскостью NO. Линія OO' есть вертикаль, проходящая черезъ центръ закругленія O (чер. 2), такъ что $Ff=R$.



Означимъ:

$GE=h$—рабочая или красная отмѣтка.
$BC=a_n$—ширина полотна.
$FG=h_0$—высота треугольника BCF.

Остальныя обозначенія водны изъ чертежа.

Имѣя въ виду, что сѣкущія плоскости ON и ON' (чер. 2) составляютъ весьма малый уголъ $d\varphi$, можно положить, что углы α и β, и красная отмѣтка h, въ этихъ предѣлахъ, остаются постоянными. Въ такомъ случаѣ поперечные профиля, во взятыхъ сѣченіяхъ, будутъ вполнѣ одинаковы и объемъ насыпи, заключенный между взятыми сѣченіями, можетъ быть выраженъ черезъ комбинацію частей различныхъ конусовъ и цилиндровъ.

Однако мы не будемъ опредѣлять величину объема, образованнаго всѣмъ профилемъ $ABCDE$, но лишь одной его половиной, напр. лѣвой $ABGE$.

Искомый объемъ, слѣдовательно, выразится

$d(\text{лв}\,Q_n)=$об. $ABGE=$об. $OAa+$об. $aAO'-$об. $OBb-$об.$bGEn-$
$-$ об. nEO'.

Нѣкоторые изъ этихъ объемовъ есть части прямыхъ конусовъ, нѣкоторые же — прямыхъ цилиндровъ, заключенныя между двумя плоскостями, проходящими черезъ ось съ двуграннымъ угломъ $d\varphi$ между ними.

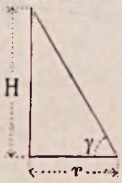
Объемъ такой части конуса будетъ вообще $= {}^1/_3 \frac{\pi d\varphi}{360} r^2 H$,

гдѣ r—радіусъ основанія, H—высота.

Но называя уголъ, образуемый производящей съ радіусомъ, черезъ γ (чер. 4) будемъ имѣть

$$H = r tg\gamma$$

4



и первоначальная форма приметъ видъ

$${}^1/_3 \frac{\pi d\varphi}{360} r^3 tg\gamma.$$

Объемъ же части цилиндра будетъ

$$\frac{\pi d\varphi}{360} r^2 H.$$

Кромѣ того, согласно принятымъ обозначеніямъ чер. 2 имѣемъ

$$l = 2\pi R \frac{\varphi}{360} \quad \text{или} \quad dl = \frac{2\pi R}{360} d\varphi,$$

откуда

$$\frac{dl}{2R} = \frac{\pi . d\varphi}{360}.$$

Подставляя найденное значеніе въ приведенныя выше выраженія, получимъ

1) объемъ части конуса $= \frac{dl}{6R} . r^3 tg\gamma$,

2. объемъ части цилиндра $= \frac{dl}{2R} . r^2 . H.$

Пользуясь этими формулами, выразимъ объемы, входщіе въ составъ выраженія для d(лв. Q_n).

1) об. $OAa = \frac{dl}{6R}\left[R + AK\right]^3 tgi$

Изъ $\triangle FKA$ $h_0 + h - EK = AKtgi$
Изъ $\triangle AKE$ $EK = AKtg\alpha$ откуда $AK = \frac{h_0 + h}{tgi + tg\alpha}$.

Слѣдовательно

$$\text{об. } OAa = \frac{dl}{6R}\left[R + \frac{h_0 + h}{tgi + tg\alpha}\right]^3 tgi.$$

2) об. $aAO' = \frac{dl}{6R}\left[R + AK\right]^3 tg\alpha = \frac{dl}{6R}\left[R + \frac{h_0 + h}{tgi + tg\alpha}\right]^3 tg\alpha$

3) об. $OBb = \frac{dl}{6R}\left[R + BG\right]^3 tgi.$

Изъ $\triangle FBG$ $h_0 = BGtgi,$ $BG = \frac{h_0}{tgi}.$

Слѣдовательно

$$\text{об. } OBb = \frac{dl}{6R}\left[R + \frac{h_0}{tgi}\right]^3 tgi$$

4) об. $bGEn = \frac{dl}{2R} . R^2 . h = \frac{dl}{6R} . 3R^2 h$

5) об. $nEO' = \frac{dl}{6R} . R^3 . tg\alpha .$

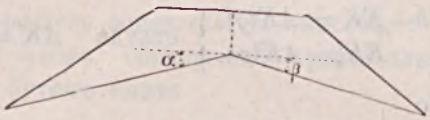
Вставивъ найденныя значенія въ выраженіе для d(лв. Q_n) и сдѣлавъ возможныя сокращенія, получимъ

$$d(\text{лв. } Q_n) = {}^1/_2\left[\frac{(h+h_0)^2}{tgi + tg\alpha} - \frac{h_0^2}{tgi}\right]dl + \frac{1}{6R}\left[\frac{(h+h_0)^3}{(tgi + tg\alpha)^2} - \frac{h_0^3}{tg^2 i}\right]dl \ldots 1.$$

Примѣняя подобный пріемъ для опредѣленія объема d(пр. Q_n) съ правой стороны, образуемый полупрофилемъ $GCDE$ получили бы выраженіе тождественное ур. 1, отличающееса отъ послѣдняго лишь тѣмъ, что вмѣсто $tg\alpha$ вошло-бы значеніе $tg\beta$, а кромѣ того, передъ вторымъ слагаемымъ былъ-бы знакъ (—). Если-бы центръ O закругленія (чер. 2) находился съ лѣвой стороны насыпи, то передъ вторымъ слагаемымъ ур. 1 получился знакъ (—), тогда какъ въ выра-

женіи для правой части d(пр. Q_n) тотъ же членъ имѣлъ знакъ (+). Наконецъ, если бы углы α и β были наклонены внизъ отъ горизонта, считая вершину ихъ въ точкѣ E, какъ на чер. 5, то знакъ передъ $tg\alpha$ и $tg\beta$ измѣнился бы въ знакъ (—).

5



Принимая все сказанное во вниманіе, условимся считать:

$+tg\alpha$, $+tg\beta$, когда углы наклонены вверхъ (чер. 3).

$-tg\alpha$, $-tg\beta$, когда углы наклонены внизъ (чер. 5).

$+R$, когда разсматриваемая часть насыпи примыкаетъ къ окружности, описанной радіусомъ R, съ внѣшней стороны.

$-R$, когда часть насыпи примыкаетъ къ окружности радіуса R, съ внутренней стороны.

При этихъ условіяхъ ур. 1 будетъ соотвѣтствовать всѣмъ возможнымъ случаямъ и для обѣихъ сторонъ насыпи.

Напр. для правой части насыпи $dbfc$ (чер. 1) при центрѣ закругленія слѣва будемъ имѣть согласно ур. 1 и принятымъ условіямъ

$$d(\text{пр. } Q_n) = {}^1/_2\left[\frac{(h+h_0)^2}{tgi - tg\beta} - \frac{h_0^2}{tgi}\right]dl + \frac{1}{6R}\left[\frac{(h+h_0)^3}{(tgi - tg\beta)^2} - \frac{h_0^3}{tg^2 i}\right]dl.$$

Разсматривая ур. 1 легко видѣть, что второе слагаемое выражаетъ собою величину, являющуюся вслѣдствіе закругленія пути, такъ какъ только въ него входитъ радіусъ R закругленія. Очевидно, что при $R=\infty$, т. е. для прямолинейнаго пути этотъ членъ будетъ $= 0$.

Слѣдовательно, разчленяя ур. 1 на два, будемъ имѣть

1) для прямолинейнаго пути

$$d(\text{лв. } Q_n) = {}^1/_2\left[\frac{(h+h_0)^2}{tgi + tg\alpha} - \frac{h_0^2}{tgi}\right]dl \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (2)$$

или

$$\text{лв. } Q_n = {}^1/_2\int\frac{(h+h_0)^2}{tgi + tg\alpha}dl - \frac{h_0^2}{2tgi}\int dl \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (2\ bis)$$

2) прибавка при закругленіи

$$\text{лв. } q_n = \frac{1}{6R}\int \frac{(h+h_0)^3}{(tgi+tg\alpha)^2}dl - \frac{1}{6R}\cdot\frac{h_0^3}{tg^2i}\int dl \quad . \quad . \quad (3)$$

Вторые члены уравненій 2 *bis* и 3 получаются непосредственно послѣ интегрированія въ предѣлахъ: $l = 0$ до $l = L$, они будутъ

$$\frac{h_0^2}{2tgi}\int_0^L dl = \frac{h_0^2}{2tgi}\,.\,L = \frac{P_n}{2}\,.\,L, \text{ гдѣ } P_n = \frac{h_0^2}{tgi} \quad . \quad . \quad (4)$$

$$\frac{h_0^3}{6R\,.\,tg^2i}\int_0^L dl = \frac{h_0^3}{6Rtg^2i}L = \frac{p_n}{R}\,.\,L, \text{ гдѣ } p_n = \frac{h_0^3}{6tg^2i} \quad . \quad . \quad (5)$$

Значеніе величины h_0 опредѣляется изъ $\triangle\, FBG$ (чер. 3)

$$FG = h_0 = BG\,.\,tgi = \frac{a_n}{2}tgi \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (6)$$

Слѣдовательно предыдущія выраженія (ур. 4 и 5) могутъ быть написаны такъ:

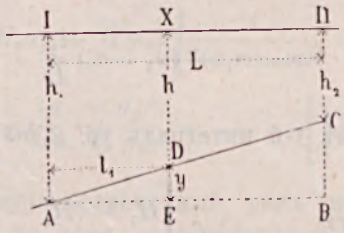
$$\frac{P_n}{2}\,.\,L = \frac{a_n^2}{8}\,.\,tgi\,.\,L \quad \text{или} \quad P_n = \left(\frac{a_n}{2}\right)^2 tgi \quad . \quad . \quad . \quad (7)$$

$$\frac{p_n}{R}\,.\,L = \frac{1}{6R}\cdot\left(\frac{a_n}{2}\right)^3.\,tgi\,.\,L \quad \text{или} \quad p_n = {}^1/_6\left(\frac{a_n}{2}\right)^3 tgi. \quad . \quad (8)$$

Для возможности же рѣшенія первыхъ интеграловъ ур. 2 *bis* и 3 необходимо перемѣнныя h и $tg\alpha$ выразить въ функціи отъ l.

Положимъ, что имѣемъ (чер. 6) часть продольнаго профиля между двумя смежными поперечными профилями I и II съ рабочими

6



отмѣтками h_1 и h_2 и разстояніемъ между ними L. Выбравъ произвольный профиль X въ разстояніи l отъ профиля I, опредѣлимъ величину его рабочей отмѣтки h.

Проведя $AB \parallel$ оси, изъ подобія $\triangle$-въ ADE и ABC имѣемъ

$$\frac{y}{l_1} = \frac{h_1 - h_2}{L}$$

кромѣ того

$$h_1 = h + y\,,$$

слѣдовательно

$$h = h_1 - (h_1 - h_2)\frac{l_1}{L} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (9)$$

Вмѣстѣ съ тѣмъ возможно допустить, что измѣненіе величины $(tg\alpha - tg\alpha_1)$ происходитъ пропорціонально разстоянію l_1, т. е.

$$tg\alpha - tg\alpha = m\,.\,l_1\,.$$

Но при $l_1 = L$, $tg\alpha = tg\alpha_2$, слѣдовательно

$$tg\alpha_2 - tg\alpha_1 = m\,.\,L\,.$$

Исключая m изъ обоихъ уравненій окончательно получимъ

$$tg\alpha = tg\alpha_1 - (tg\alpha_1 - tg\alpha_2)\frac{l_1}{L} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (10)$$

Означимъ для краткости

$$\left.\begin{array}{l|l} tgi + tg\alpha = a & h + h_0 = H \\ tgi + tg\alpha_1 = a_1 & h_1 + h_0 = H_1 \\ tgi + tg\alpha_2 = a_2 & h_2 + h_0 = H_2 \end{array}\right\} \quad . \; . \; . \quad (11)$$

тогда уравненія 9 и 10 примутъ видъ

$$H = H_1 - (H_1 - H_2)\frac{l_1}{L} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (12)$$

$$a = a_1 - (a_1 - a_2)\frac{l_1}{L} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (13)$$

Въ такомъ случаѣ 1-й интегралъ ур. 2 *bis* будетъ

$$^1/_2 \int \frac{H^2}{a} dl = {}^1/_2 \int_0^L \frac{\left[H_1 - (H_1 - H_2)\frac{l}{L}\right]^2}{a_1 - (a_1 - a_2)\frac{l}{L}} dl \quad . \; . \quad (14)$$

1-й интегралъ ур. 3

$$\frac{1}{6R}\int\frac{H^3}{a^2}dl=\frac{1}{6R}\int_0^L\frac{\left[H_1-(H_1-H_2)\frac{l}{L}\right]^3}{\left[a_1-(a_1-a_2)\frac{l}{L}\right]^2}\cdot dl \quad . \quad . \quad (15)$$

Предварительно найдемъ интегралъ (14), который по совершеніи интегрированія будетъ

$$\left\{\frac{(H_2a_1-H_1a_2)^2}{(a_1-a_2)^3}\,lgn\,\frac{a_1}{a_2}+2(H_1-H_2)\frac{H_2a_1-H_1a_2}{(a_1-a_2)^2}+\right.$$

$$\left.+\frac{(H_1-H_2)^2}{2(a_1-a_2)^2}(a_1+a_2)\right\}\frac{L}{2}.$$

Это выраженіе слишкомъ сложно и неудобно для пользованія, почему желательно сдѣлать въ немъ упрощенія.

Разложимъ $lgn\,\frac{a_1}{a_2}$ въ рядъ и выдѣлимъ 1-й его членъ, тогда

$$\left\{\frac{(H_2a_1-H_1a_2)^2}{(a_1-a_2)^3}\cdot 2\cdot\frac{a_1-a_2}{a_1+a_2}+\frac{(H_2a_1-H_1a_2)^2}{(a_1-a_2)^3}\cdot 2\left[\frac{(a_1-a_2)^3}{3(a_1+a_2)^3}+\right.\right.$$

$$\left.+\frac{(a_1-a_2)^5}{5(a_1+a_2)^5}+\frac{(a_1-a_2)^7}{7(a_1+a_2)^7}+\ldots\ldots\right]+2(H_1-H_2)\frac{H_2a_1-H_1a_2}{(a_1-a_2)^2}+$$

$$\left.+\frac{(H_1-H_2)^2}{2(a_1-a_2)^2}(a_1+a_2)\right\}\frac{L}{2}.$$

Если теперь соединимъ 1-й, 3-й и 4-й члны вмѣстѣ, а во 2-мъ произведемъ сокращенія, то получимъ

$$\left\{\frac{(H_1+H_2)^2}{4(a_1+a_2)}+(H_2a_1-H_1a_2)^2\left[\frac{1}{3(a_1+a_2)^3}+\frac{(a_1-a_2)^2}{5(a_1+a_2)^5}+\right.\right.$$

$$\left.\left.+\frac{(a_1-a_2)^4}{7(a_1+a_2)^7}+\ldots\ldots\right]\right\}L \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (16)$$

Въ этомъ выраженіи безконечный рядъ можно замѣнить суммою членовъ, близкой къ нему, геометрической прогрессіи съ знаменателемъ $\frac{3(a_1-a_2)^2}{5(a_1+a_2)^2}$ и первымъ членомъ $\frac{1}{3(a_1+a_2)^3}$, тогда прогрессія будетъ

$$\frac{1}{3(a_1+a_2)^3}+\frac{(a_1-a_2)^2}{5(a_1+a_2)^5}+\frac{3(a_1-a_2)^4}{25(a_1+a_2)^7}+\ldots\ldots,$$

Такъ какъ знаменатель прогрессіи $\frac{3(a_1-a_2)^2}{5(a_1+a_2)^2}<1$ (ибо a_1 и a_2 всегда >0), то слѣдовательно, сумма безконечнаго числа членовъ прогрессіи будетъ

$$S=\frac{1}{3(a_1+a_2)^3}:\left[1-\frac{3(a_1-a_2)^2}{5(a_1+a_2)^2}\right]=\frac{5}{6(a_1+a_2)[10a_1a_2+(a_1-a_2)^2]}.$$

Пренебрегая величиной $(a_1-a_2)^2$ какъ обыкновенно весьма малой въ сравненіи съ членомъ $10a_1a_2$, получимъ

$$S=\frac{1}{12(a_1+a_2)a_1a_2}\quad\ldots\ldots\ldots\quad(17)$$

Такимъ образомъ замѣняя безконечный рядъ въ выраженіи (16) величиною S (ур. 17), получимъ

$$\left\{\frac{(H_1+H_2)^2}{4(a_1+a_2)}+\frac{(H_2a_1-H_1a_2)^2}{12(a_1+a_2)a_1a_2}\right\}L.$$

или

$$\left[\frac{H_1^2}{12a_1}+\frac{(H_1+H_2)^2}{12\left(\frac{a_1+a_2}{2}\right)}+\frac{H_2^2}{12a_2}\right]L\quad\ldots\ldots\quad(18)$$

Сѣдовательно вставляя выраженіе (18) и изъ ур. 4 вмѣсто соотвѣтствующихъ значеній въ ур. 2 *bis* будемъ имѣть

$$\text{лв. } Q_n=\left[\frac{H_1^2}{12a_1}+\frac{(H_1+H_2)^2}{12\left(\frac{a_1+a_2}{2}\right)}+\frac{H_2^2}{12a_2}-\frac{P_n}{2}\right]L\quad.\quad(19)$$

Для правой стороны насыпи подобнымъ же образомъ будетъ

$$\text{пр. } Q_n=\left[\frac{H_1^2}{12b_1}+\frac{(H_1+H_2)^2}{12\left(\frac{b_1+b_2}{2}\right)}+\frac{H_2^2}{12b_2}-\frac{P_n}{2}\right]L\quad.\quad(20)$$

Для удобства обозначимъ, принимая во вниманіе ур. 11.

лѣвая сторона	правая сторона	
$\frac{1}{4a_1} = \frac{1}{4(tgi + tg\alpha_1)} = \varphi_1$	$\frac{1}{4b_1} = \frac{1}{4(tgi + tg\beta_1)} = \psi_1$	
$\frac{1}{4a_2} = \frac{1}{4(tgi + tg\alpha_2)} = \varphi_2$	$\frac{1}{4b_2} = \frac{1}{4(tgi + tg\beta_2)} = \psi_2$	(21)
$\frac{1}{4\left(\frac{a_1+a_2}{2}\right)} = \frac{1}{4(tgi+tg\alpha_0)} = \varphi_0,$	$\frac{1}{4\left(\frac{b_1+b_2}{2}\right)} = \frac{1}{4(tgi+tg\beta_0)} = \psi_0,$	
$\frac{tg\alpha_1+tg\alpha_2}{2} = tg\alpha_0$	$\frac{tg\beta_1 + tg\beta_2}{2} = tg\beta_0.$	

При взятыхъ обозначеніяхъ ур. 19 и 20 примутъ видъ

$$\text{лв. } Q_n = \left[\frac{H_1^2}{3}\varphi_1 + \frac{(H_1 + H_2^2)}{3}\varphi_0 + \frac{H_2^2}{3}\varphi_2 - \frac{P_n}{2}\right]L \quad . \quad . \quad (22)$$

$$\text{пр. } Q_n = \left[\frac{H_1^2}{3}\psi_1 + \frac{(H_1 + H_2)^2}{3}\psi_0 + \frac{H_2^2}{3}\psi_2 - \frac{P_n}{2}\right]L \quad . \quad . \quad (23)$$

Наконецъ, *полный объемъ насыпи при прямолинейномъ пути:*

$$Q_n = \text{лв. } Q_n + \text{пр. } Q_n = \left[\frac{H_1^2}{3}(\varphi_1+\psi_1) + \frac{(H_1 + H_2)^2}{3}(\varphi_0 + \psi_0) + \right.$$

$$\left. + \frac{H_2^2}{3}(\varphi_2 + \psi_2) - P_n\right]L \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (24)$$

Къ тому же результату можно прійти, пользуясь формулой Симпсона [1]).

Интегрируя выраженіе (15), входящее въ составъ ур. 3 получимъ

$$\frac{L}{6R}\left\{\frac{3(H_1-H_2)(H_2a_1-H_1a_2)^2}{(a_1-a_2)^4}\,lgn\,\frac{a_1}{a_2} + \frac{H_1^3}{a_1a_2} - \frac{3H_1^2(H_1 - H_2)}{(a_1-a_2)a_2} + \right.$$

$$\left. + \frac{3H_1(H_1-H_2)^2(a_1+a_2)}{(a_1-a_2)^2a_2} + \frac{(H_1-H_2)^3(a_2^2-5a_1a_2-2a_1^2)}{2(a_1-a_2)^3a_2}\right\}.$$

---

[1]) См. *Яцына В.* Новѣйшіе способы и таблицы для скораго и точнаго подсчета объемовъ земляныхъ работъ.

Это выраженіе значительно упростится, если съ величиной $lgn\frac{a_1}{a_2}$ поступить также точно, какъ при рѣшеніи интеграла (14) и затѣмъ привести все къ виду

$$\frac{AH_1^3+BH_1^2H_2+CH_1H_2^2+DH_2^3}{E}.$$

Тогда получимъ

$$\frac{H_1^3a_2+H_1^2H_2a_2+H_1H_2^2a_1+H_2^3a_1}{2(a_1+a_2)a_1a_2}\cdot\frac{L}{6R},$$

откуда

$$\left[\frac{H_1^2}{12a_1}+\frac{H_2^2}{12a_2}\right]\frac{(H_1+H_2)}{(a_1+a_2)}\cdot\frac{L}{R}.$$

Подставляя найденное значеніе интеграла и изъ ур. 5 въ ур. 3, и принимая во вниманіе обозначенія (21) получимъ, что

$$\text{лв. } q_n=\left[\left(\frac{H_1^2}{3}\varphi_1+\frac{H_2^2}{3}\varphi_2\right)(H_1+H_2)2\varphi_0-p_n\right]\frac{L}{R} \qquad (25)$$

Подобнымъ же образомъ для правой стороны насыпи при центрѣ закругленія справа получимъ

$$\text{пр. } q_n=-\left[\left(\frac{H_1^2}{3}\psi_1+\frac{H_2^2}{3}\psi_2\right)(H_1+H_2)2\psi_0-P_n\right]\frac{L}{R} \qquad (26)$$

Полная прибавка въ случаѣ закругленія насыпи будетъ

$$q_n=\text{лв. } q_n+\text{пр. } q_n=\left[\frac{H_1^2}{3}(\varphi_1\varphi_0-\psi_1\psi_0)+\frac{H_2^2}{3}(\varphi_2\varphi_0-\psi_2\psi_0)\right]\times$$

$$\times\frac{2(H_1+H_2)}{R}\cdot L \quad . \quad . \quad . \quad . \quad , \quad . \quad . \quad . \quad (27)$$

Такъ какъ прибавка q_n величина малая, то для простоты можно допустить, что

$$tg\alpha_1=tg\alpha_2=\frac{tg\alpha_1+tg\alpha_2}{2}=tg\alpha_0 \text{ и } tg\beta_1=tg\beta_2=\frac{tg\beta_1+tg\beta_2}{2}=tg\beta_0,$$

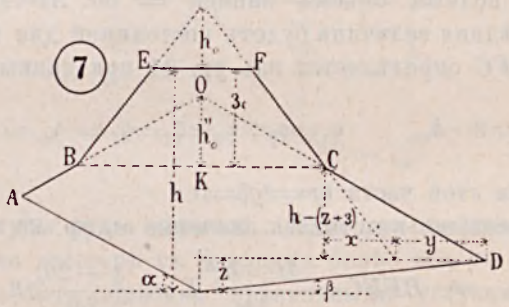
тогда

$$q_n=(H_1^2+H_2^2)\frac{(H_1+H_2)}{1{,}5R}\cdot(\varphi_0^2-\psi_0^2).\,L \quad . \quad (27\ bis)$$

Въ случаѣ центра закругленія слѣва,—общій знакъ для q_n будетъ (—).

---

§ 2. Насыпи высотою болѣе 3 саж. При проектированіи желѣзнодорожнаго полотна въ грунтахъ обыкновенныхъ нормальная крутизна откосовъ принимается для насыпей и выемокъ — $1^1/_2$ основанія на 1 высоты, причемъ при высотѣ насыпей болѣе 3 саж., къ полуторному заложенію основанія прибавляется на каждую одну сажень, свыше 3 сж., еще по 0,25 сж.



На этомъ основаніи откосъ для части $ABCD$ будетъ (чер. 7)

$$tgi' = \frac{h-(z+3)}{x+y}.$$

Но

$$x=[h-(z+3)]\frac{3}{2}.$$

Изъ условія же имѣемъ

$$y=[h-(z+3)]0,25=[h-(z+3)]\frac{1}{4},$$

слѣдовательно

$$y+x=[h-(z+3)]\left(\frac{3}{2}+\frac{1}{4}\right)=[h-(z+3)]\frac{7}{4}$$

и въ такомъ случаѣ

$$tgi' = \frac{h-(z+3)}{[h-(z+3)]\frac{7}{4}} = \frac{4}{7}.$$

Объемъ части насыпи $ABCD$ будетъ опредѣляться, очевидно, по ур. 24 и въ случаѣ закругленія слѣдуетъ еще прибавить величину q_n (ур. 27), но при этомъ $h_0'' = OK$

$$OK = KC\frac{4}{7}, \text{ но } h_0+3=KC.\frac{2}{3}$$

слѣдовательно

$$KC=(h_0+3)\frac{3}{2}$$

и наконецъ

$$h_0'' = OK = (h_0+3)\frac{3}{2}.\frac{4}{7} = (h_0+3)\frac{6}{7} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (28)$$

Однако полный объемъ написи = об. $ABCD$ + об. $BEFC$, причемъ послѣдняя величина будетъ постоянной для всѣхъ $h>3$ саж.

Об. $BEFC$ опредѣляется изъ ур. 24 при данныхъ:

$$H_1=H_2=3+h_0, \qquad \varphi_1=\varphi_2=\varphi_0=\psi_1=\psi_2=\psi_0=\frac{1}{4tgi},$$

такъ какъ для этой части $tg\alpha=tg\beta=0$.

Слѣдовательно, подставляя значенія въ ур. 24 получимъ

$$\text{об. } BEFC = \frac{H^2-h_0^2}{tgi}L = \frac{3+2h_0}{tgi}3\,.\,L \quad . \quad . \quad . \quad (29)$$

Такимъ образомъ полный объемъ насыпи будетъ

$$Q_n=\left[\frac{H_1^2}{3}(\varphi_1+\psi_1)+\frac{(H_1+H_2)^2}{3}(\varphi_0+\psi_0)+\frac{H_2^2}{3}(\varphi_2+\psi_2)-P_n\right]L \qquad (30)$$

гдѣ

$$P_n=\frac{h_0''^2}{tgi'}-\frac{3+2h_0}{tgi}3 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (31)$$

$$H_1=(h_1-3)+h''_0, \quad H_2=(h_2-3)+h''_0, \quad \varphi_1=\frac{1}{4(tgi'+tg\alpha_1)}, \text{ и т. д.} \quad (32)$$

Въ случаѣ закругленія пути величина прибавки q_n (ур. 27) будетъ опредѣляться только для нижней части насыпи при указанныхъ H, φ и т. д., такъ какъ для верхней части насыпи прибавка эта равна 0, вслѣдствіе равенства φ и ψ.

Урав. 30 примѣнимо слѣдовательно, только въ томъ случаѣ, когда обѣ отмѣтки h_1 и h_2 > 3 саж. Если же одна отмѣтка болѣе, а другая менѣе 3 саж., то такой участокъ слѣдуетъ разбить на два: 1-й съ высотами болѣе 3-хъ саж., 2-й — съ высотами менѣе 3 саж.

Положеніе профиля, разграничивающаго оба участка, найдется на основаніи ур. 9, а именно

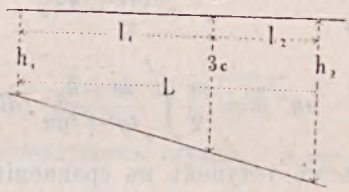
$$з = h_1 - (h_1 - h_2)\frac{l_1}{L}$$

или

$$l_1 = \frac{h_1 - з}{h_1 - h_2} . L \quad \text{и} \quad l_2 = L - l_1 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (33)$$

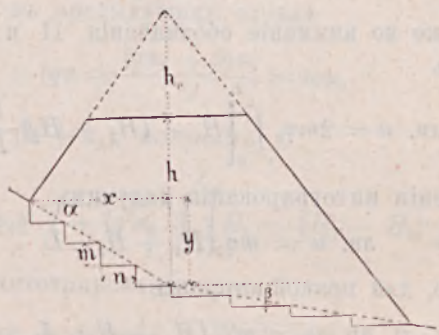
Здѣсь разстояніе l_1 считается отъ профиля I до искомаго. Такимъ образомъ для случая на чер. 8 объемъ насыпи на протяженіи l_1 найдется по ур. 24, а на протяженіи l_2—по ур. 30.

8



§ 3. Уступы подъ насыпью. Если насыпь землянаго полотна устраивается на косогорѣ съ уклономъ болѣе 0,2, то основаніе подъ насыпь должно быть обдѣлано правильными уступами (чер. 9), шириною n не менѣе 0,4 саж.

9



При ширинѣ уступа—n и высотѣ его—m, площадь поперечнаго сѣченія будетъ

$$f = \frac{m . n}{2}$$

а площадь всѣхъ уступовъ (лѣвой стороны) насыпи

$$\Sigma f = \frac{m}{2}\Sigma n = \frac{mx}{2}$$

Объемъ же уступовъ на протяженіи L, выразится

$$\text{лв. } u = \int_0^L \frac{mx}{2} dl$$

Изъ чертежа

$$y = xtg\alpha, \qquad h + h_0 - y = xtgi$$

тогда

$$x = \frac{h+h_0}{tgi+tg\alpha}$$

Слѣдовательно

$$\text{лв. } u = \frac{m}{2}\int_0^L \frac{h+h_0}{tgi+tg\alpha} . dl.$$

Такъ какъ объемъ уступовъ въ сравненіи со всей насыпью составляетъ малую величину [1], то достаточно для u имѣть приближенное выраженіе, для чего положимъ, что

$$tg\alpha = \frac{tg\alpha_1 + tg\alpha_2}{2} = tg\alpha_0,$$

тогда

$$\text{лв. } u = \frac{m}{2(tgi+tg\alpha_0)}\int_0^L (h+h_0)dl.$$

Принимая же во вниманіе обозначенія 11 и 21 и согласно ур. 12 будемъ имѣть

$$\text{лв. } u = 2m\varphi_0\int_0^L \left[H_1 - (H_1 - H_2)\frac{l}{L}\right]dl.$$

По совершеніи интегрированія получимъ

$$\text{лв. } u = m\varphi_0(H_1 + H_2) . L \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (34)$$

Аналогично, для правой стороны

$$\text{пр. } u = m'\psi_0(H_1 + H_2) . L \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (35)$$

Общій же объемъ уступовъ будетъ

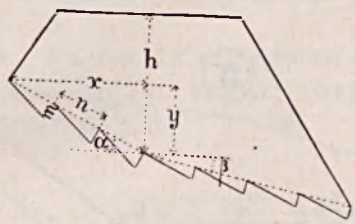
$$u = \text{лв.} + \text{пр. } u = (H_1 + H_2)(m\varphi_0 + m'\psi_0) . L \quad . \quad . \quad . \quad (36)$$

---

[1]) По этой же причинѣ, здѣсь не приняты во вниманіе закругленія.

Въ случаѣ обратныхъ уступовъ (чер. 10) площадь всѣхъ уступовъ лѣвой стороны будетъ

10



$$\Sigma f = \frac{m}{2}\Sigma n$$

но
$$\Sigma n = \frac{x}{cs\alpha} = x\sqrt{1 + tg^2\alpha}$$

Далѣе, какъ въ предыдущемъ случаѣ, $x = \dfrac{h + h_0}{tgi + tg\alpha}$

Слѣдовательно

$$\Sigma f = \frac{m}{2}\,\frac{\sqrt{1 + tg^2\alpha}}{tgi + tg\alpha}(h + h_0)$$

И, наконецъ, объемъ уступовъ

$$\text{лв. } u = \frac{m}{2}\int_0^L \frac{\sqrt{1+tg^2\alpha}}{tgi + tg\alpha}(h + h_0)dl$$

Полагая, какъ въ предыдущемъ случаѣ

$$tg\alpha = \frac{tg\alpha_1 + tg\alpha_2}{2} = tg\alpha_0$$

и вставляя значеніе $(h + h_0)$, получимъ

$$\text{лв. } u = 2m\varphi_0\sqrt{1 + tg^2\alpha_0}\int_0^L \left[H_1 - (H_1 - H_2)\frac{l}{L}\right]dl,$$

что по совершеніи интегрированія даетъ

$$\text{лв. } u = m\varphi_0\sqrt{1 + tg^2\alpha_0}\,(H_1 + H_2)L \quad . \quad . \quad . \quad (37)$$

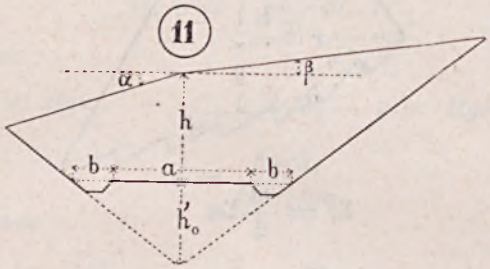
для правой стороны

$$\text{пр. } u = m\psi_0\sqrt{1 + tg^2\beta_0}\,(H_1 + H_2)L \quad . \quad . \quad . \quad (38)$$

Полный объемъ уступовъ

$$u = \text{лв. } u + \text{пр. } u = (H_1 + H_2)\left(m\varphi_0\sqrt{1+tg^2\alpha_0} + m'\psi_0\sqrt{1+tg^2\beta_0}\right)L \quad (39)$$

§ 4. **Выемки.** Профиль выемки (чер. 11) можно разсматривать какъ профиль насыпи, опрокинутый полотномъ внизъ; вслѣдствіе этого и выраженія для объемовъ Q_v и q_v (ур. 24 и 27) останутся тѣ же съ той, однако, разницей, что знаки для tg-овъ угловъ



α и β придется считать обратными таковымъ, взятымъ для насыпи. Такъ для угловъ (чер. 11) по отношенію къ выемкѣ будетъ: $+ tg\alpha$ и $- tg\beta$. Вмѣстѣ съ съ тѣмъ величина h_0 будетъ имѣть иное значеніе (чер. 11).

$$h'_0 = \frac{a_н + 2b}{2} tgi = \frac{a_v}{2} tgi. \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (40)$$

При этихъ данныхъ ур. 24 будетъ представлять объемъ выемки не включая объема двухъ кюветовъ, каковые надо прибавить къ полученному результату или, иначе говоря, уменьшить соотвѣтственно величину P_v. т. е.

$$P_v = \frac{h_0'^2}{tgi} - 2k = \left(\frac{a_v}{2}\right)^2 tgi - 2k \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (41)$$

гдѣ—k площадь одного кювета.

При опредѣленіи величины прибавки отъ закругленій по ур. 25, 26, для каждой стороны отдѣльно, слѣдуетъ считать величину постояннаго члена равной

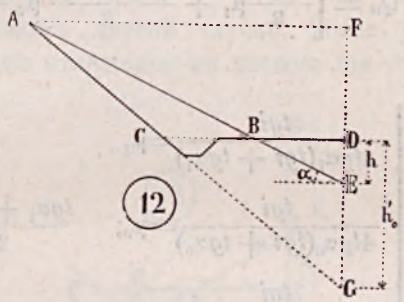
$$p_v = {}^1/_6 \left(\frac{a_v}{2}\right)^3 tgi = \frac{h'^3_0}{6tg^2 i} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (42)$$

§ 5. **Смѣшанныя работы** (полунасыпи—полувыемки).

Вслѣдствіе малости объемовъ при смѣшанныхъ работахъ, величиною прибавки при закругленіи пути, которая обыкновенно не превосходитъ $3^0/_0$ общаго объема, возможно пренебречь, т. е. считать криволинейный путь какъ прямолинейный.

Кромѣ того, подвергнемъ разсмотрѣнію лишь одну сторону сооруженія, такъ какъ для обѣихъ сторонъ, находящихся въ одинаковыхъ условіяхъ ур-ія объемовъ будутъ одинаковы, съ тою лишь разницей, что для лѣвой стороны будутъ входить $tg\alpha$, тогда какъ для правой $tg\beta$.

а) Полунасыпи. На чер. 12 изображена лѣвая сторона сооруженія съ угломъ α, наклоненнымъ вверхъ; слѣдовательно по отношенію къ насыпи будетъ $tg\alpha > 0$.



Очевидно, что приращеніе объема полунасыпи (при прямолинейномъ пути), образованной профилемъ BDE будетъ

$$d(\text{лв. } V_n) = \text{пл. } BDE \,.\, dl = \frac{h \,.\, BD}{2} dl.$$

Но
$$BD = \frac{h}{tg\alpha}$$

Слѣдовательно

$$d(\text{лв. } V_n) = \frac{h^2}{2tg\alpha} \,.\, dl \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (43)$$

Подставляя изъ ур. 9 и 10 значенія h и $tg\alpha$ въ ур. 43, получимъ

$$\text{лв. } V_n = {}^1/_2 \int_0^L \frac{\left[h_1 - (h_1 - h_2)\frac{l}{L}\right]^2}{tg\alpha_1 - (tg\alpha_1 - tg\alpha_2)\,\frac{l}{L}} \,.\, dl. \quad . \quad (43\ bis)$$

Но этотъ интегралъ, такой же точно какъ и (14), который опредѣляется выраженіемъ 18. Слѣдовательно по аналогіи съ послѣднимъ можемъ прямо написать

$$\text{лв. } V_n = \left[\frac{h_1^2}{12tg\alpha_1} + \frac{(h_1 + h_2)^2}{12\frac{tg\alpha_1 + tg\alpha_2}{2}} + \frac{h_2^2}{12tg\alpha_2}\right] L. \quad . \quad (44)$$

Однако этимъ выраженіемъ мы не воспользуемся, но приведемъ его къ иному виду, для чего изъ обѣихъ частей ур. 44 вычтемъ величину лв. Q_n, опредѣляющуюся ур. 22, какъ для чистой насыпи.

$$\text{лв. } V_n - \text{лв. } Q_n = \left[\frac{h_1^2}{12tg\alpha_1} + \frac{(h_1+h_2)^2}{12tg\alpha_0} + \frac{h_2^2}{12tg\alpha_2}\right]L - \text{лв. } Q_n.$$

Подставивъ въ правой части этого уравненія значеніе лв. Q_n изъ ур. 22 и произведя передѣлки, получимъ

$$\text{лв. } V_n - \text{лв. } Q_n = \left[\frac{T_1^2}{3}\mu_1 + \frac{(T_1+T_2)^2}{3}\mu_0 + \frac{T_2^2}{3}\mu_2\right]L \quad (45)$$

гдѣ

$$\left.\begin{array}{l} T_1 = \frac{a_n}{2}tg\alpha_1 - h_1 \\ T_2 = \frac{a_n}{2}tg\alpha_2 - h_2 \end{array}\right| \begin{array}{l} \frac{tgi}{4tg\alpha_1(tgi + tg\alpha_1)} = \mu_1 \\ \frac{tgi}{4tg\alpha_0(tgi + tg\alpha_0)} = \mu_0; \quad \frac{tg\alpha_1 + tg\alpha_2}{2} = tg\alpha_0 \\ \frac{tgi}{4tg\alpha_2(tgi + tg\alpha_2)} = \mu_2 \end{array} \quad (46)$$

Далѣе означимъ

$$\text{лв. } v_n = \left[\frac{T_1^2}{3}\mu_1 + \frac{(T_1+T_2)^2}{3}\mu_0 + \frac{T_2^2}{3}\mu_2\right]L \quad . \quad . \quad (47)$$

Тогда ур. 45 будетъ

$$\text{лв. } V_n = \text{лв. } Q_n + \text{лв. } v_n \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (48)$$

Такимъ образомъ, примѣняя въ разсматриваемомъ случаѣ, для опредѣленія объема лв. V_n полупасыпи, то же выраженіе лв. Q_n (ур. 22) какъ и для чистой насыпи, получаемъ величину менѣе дѣйствительной на объемъ лв. v_n.

Имѣя въ виду, что величина прибавки v_n вообще незначительна, возможно пользоваться вмѣсто ур. 47 болѣе простымъ.

Для послѣдней цѣли въ ур. 47 положимъ

$$tg\alpha_1 = tg\alpha_2 = tg\alpha_0$$

тогда

$$\mu_1 = \mu_2 = \mu_0$$

и ур. 47 приметъ видъ

$$\text{лв. } v_n = \frac{T_1^2 + (T_1+T_2)^2 + T_2^2}{3} \cdot \mu_0 \cdot L \quad . \quad . \quad . \quad (49)$$

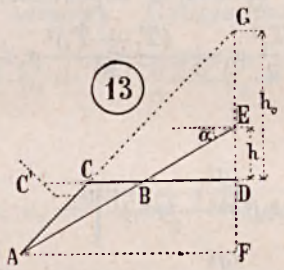
что приводится къ виду

$$\text{лв. } v_n = \left[(T_1 + T_2)^2 + \frac{(T_1 - T_2)^2}{3}\right] \frac{\mu_0}{2} . L.$$

Пренебрегая величиной $\frac{(T_1 - T_2)^2}{3}$, какъ обыкновенно малой сравнительно съ членомъ $(T_1 + T_2)^2$, окончательно получимъ

$$\text{лв. } v_n = \frac{(T_1 + T_2)^2}{3} . 1{,}5\mu_0 . L. \quad . \quad . \quad . \quad (49bis)$$

На чер. 13 взятъ другой случай; когда уголъ α наклоненъ внизъ, т. е. когда по отношенію къ насыпи $tg\alpha < 0$.



Приращеніе объема полунасыпи, образованной профилемъ ACB будетъ

$$d(\text{лв. } W_n) = \text{пл. } ACB . dl$$

$$\text{пл. } ACB = \text{пл. } AEG + \text{пл. } BED - \text{пл. } CDG,$$

$$\text{пл. } AEG = \frac{EG . AF}{2} = \frac{(h_0 - h) . AF}{2}.$$

Но

$$h_0 + DF = AF . tgi; \qquad h + DF = AF . tg\alpha,$$

откуда

$$AF = \frac{h_0 - h}{tgi - tg\alpha},$$

слѣдовательно

$$\text{пл. } AEG = \frac{(h_0 - h)^2}{2(tgi - tg\alpha)}.$$

Далѣе

$$\text{пл. } BED = \frac{h . DB}{2} = \frac{h^2}{2tg\alpha}$$

$$\text{пл. } CDG = \frac{h_0 . DC}{2} = \frac{h_0^2}{2tgi}.$$

Такимъ образомъ, подставляя найденныя величины въ выраженіе для d(лв. W_n) получимъ

$$d(\text{лв. } W_n) = \left[\frac{(h_0-h)^2}{2(tgi-tg\alpha)} + \frac{h^2}{2tg\alpha} - \frac{h_0^2}{2tgi}\right]dl.$$

$$\text{лв. } W = {}^1/_2\int_0^L \frac{(h_0-h)^2}{tgi-tg\alpha}dl + {}^1/_2\int_0^L \frac{h^2}{tg\alpha}dl - \frac{h_0^2}{2tgi}.L.$$

Первый интегралъ тождественъ интегралу 14, который опредѣляется выраженіемъ 18, съ тою разницей, что въ послѣднемъ слѣдуетъ считать: $H = h_0 - h$ и $a = tgi - tg\alpha$. Второй же интегралъ тотъ же, что и 43 *bis*, опредѣляющійся выраженіемъ 44. Подставивъ значеніе интеграловъ и произведя передѣлки, получимъ

$$\text{лв. } W_n = \left[\frac{T_1^2}{3}\mu_1 + \frac{(T_1+T_2)^2}{3}\mu_0 + \frac{T_2^2}{3}\mu_2\right]L \quad . \quad . \quad (50)$$

гдѣ

$$\left.\begin{array}{l} T_1 = \frac{a_n}{2}tg\alpha_1 - h_1 \\ T_2 = \frac{a_n}{2}tg\alpha_2 - h_2 \end{array}\right| \begin{array}{l} \frac{tgi}{4tg\alpha_1(tgi-tg\alpha_1)} = \mu_1 \\ \frac{tgi}{4tg\alpha_0(tgi-tg\alpha_0)} = \mu_0; \qquad tg\alpha_0 = \frac{tg\alpha_1+tg\alpha_2}{2} \\ \frac{tgi}{4tg\alpha_2(tgi-tg\alpha_2)} = \mu_2 \end{array} \quad (51)$$

Какъ видимъ ур. 50 совершенно то же, что и ур. 47, причемъ отличіе между ними заключается только въ томъ, что въ знаменатель величины μ входятъ въ одномъ случаѣ сумма tg-овъ, въ другомъ разность.

Обратимъ вниманіе, что на чер. 13 отмѣтка h принадлежитъ выемкѣ, тогда какъ опредѣляется объемъ насыпи, то слѣдовало бы величину h брать со знакомъ (—). Вмѣстѣ съ тѣмъ и $tg\alpha$ (по отношенію къ насыпи) тоже отрицательная величина, слѣдовательно измѣняя знакъ въ значеніяхъ T (51) получили бы $-T = \frac{a_n}{2}tg\alpha - h$. Но такъ какъ въ ур. 50 величина T возвышается во 2-ю степень, то перемѣна знака на результатъ не оказала бы никакого вліянія. Поэтому при опредѣленіи v_n и W_n всегда будемъ брать абсолютныя значенія для h и $tg\alpha$. Что же касается величины μ, то слѣдуетъ помнить, чти при опредѣленіи v_n, $tg\alpha > 0$ и въ знаменателѣ μ слѣ-

дуетъ брать $tgi+tg\alpha$, а при опредѣленіи W_n, $-tg\alpha<0$ и въ знаменателѣ μ надо взять $tgi-tg\alpha$.

в) Полувыемки. Здѣсь, какъ и при чистыхъ работахъ, объемы полувыемокъ опредѣляются тѣми же выраженіями, что и полунасыпи съ нѣкоторыми, впрочемъ, измѣненіями, которыя легко запомнить.

Такъ объемъ полувыемки (чер. 13) будетъ опредѣляться ур. 48, т. е.

$$\text{лв. } V_v = \text{лв. } Q_v + \text{лв. } v_v$$

и величина v_v по ур. 47. Но такъ какъ при вычисленіи величины лв. Q_v вводится величина k площади кювета, который въ дѣйствительности отсутствуетъ (чер. 13), то величину k слѣдуетъ ввести въ прибавку v_v съ отрицательнымъ знакомъ. Слѣдовательно для $tg\alpha_v>0$.

$$\text{лв. } v_v = \left[\frac{T_1^2}{3}\mu_1 + \frac{(T_1+T_2)^2}{3}\mu_0 + \frac{T_2^2}{3}\mu_2 - k\right]L. \quad . \quad (52)$$

или по ур. 49*bis*

$$\text{лв. } v_v = \left[\frac{(T_1+T_2)^2}{3}1{,}5\mu_0 - k\right]L. \quad . \quad . \quad . \quad (52bis)$$

Объемъ полувыемки (чер. 12) будетъ опредѣляться соотвѣтственно ур. 50, но при этомъ слѣдуетъ еще добавить площадь k кювета, которая отсутствовала въ объемахъ насыпи. Слѣдовательно для $tg\alpha_v<0$

$$\text{лв. } W_v = \left[\frac{T_1^2}{3}\mu_1 + \frac{(T_1+T_2)^2}{3}\mu_0 + \frac{T_2^2}{3}\mu_2 + k\right]L. \quad . \quad (53)$$

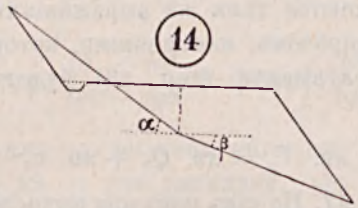
Значенія μ остаются тѣ же, что и для насыпи, т. е. для v_v по ур. 46, для W_v—по ур. 51.

Соотвѣтственно опредѣляемымъ объемамъ выемки въ значеніяхъ T слѣдуетъ замѣнить $\frac{a_n}{2}$ величиною $\frac{a_v}{2}$ и тогда

$$T = \frac{a_v}{2}tg\alpha - h \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (54)$$

При смѣшанныхъ работахъ обыкновенно форма профилей бываетъ подобно изображенной на чер. 14 и 15, т. е. въ то время.

какъ одна сторона принадлежитъ полунасыпи-полувыемкѣ, другая или чистой насыпи, или чистой выемкѣ. Тогда согласно выведеннымъ уравненіямъ будемъ имѣть:

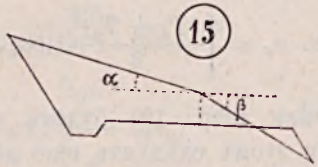


Для чер. 14 (ур. 48)

об. насыпи = пр. Q_n + лв. V_n = пр. Q_n+лв. Q_n+лв. v_n = Q_n+лв.v_n,

гдѣ Q_n—по ур. 24, лв. v_n—по ур. 47 или 49*bis*.

об. выемки = W_v—по ур. 53.



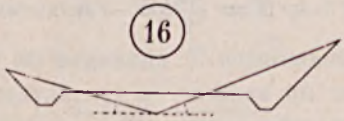
Для чер. 15.

об. насыпи = W_n — по ур. 50

об. выемки = лв. Q_v+пр. V_v = лв. Q_v+пр. Q_v + пр. v_v = Q_v+пр. v_v.

гдѣ Q_v—по ур. 24 и § 4, пр. v_v—по ур. 52 или 52*bis*.

Если бы, сверхъ ожиданія, встрѣтился случай, когда обѣ стороны сооруженія находятся въ полунасыпи-полувыемкѣ, какъ напримѣръ на чер. 16, то было бы



Насыпь $\begin{cases} \text{лв. } V_n = \text{лв. } Q_n + \text{лв. } v_n \\ \text{пр. } V_n = \text{пр. } Q_n + \text{пр. } v_n \end{cases}$ или $V_n = Q_n + \text{лв. } v_n + \text{пр. } v_n$.

$$\text{Выемка} \begin{cases} \text{лв. } W_v \\ \text{пр. } W_v \end{cases} \text{ или } W_v = \text{лв. } W_v + \text{пр. } W_v.$$

Такъ по ур. 47 будетъ

$$\text{лв. } v_n = \left[\frac{T_1^2}{3}\mu_1 + \frac{(T_1+T_2)^2}{3}\mu_0 + \frac{T_2^2}{3}\mu_2\right]L$$

$$\text{пр. } v_n = \left[\frac{T'^2_1}{3}\mu'_1 + \frac{(T_1'+T_2')^2}{3}\mu'_0 + \frac{T_2'^2}{3}\mu'_2\right]L,$$

гдѣ

$$T = \frac{a_n}{2}tg\alpha - h, \quad T' = \frac{a_n}{2}tg\beta - h \text{ и } \mu = \frac{tgi}{4tg\alpha(tgi + tg\alpha)},$$

$$\mu' = \frac{tgi}{4tg\beta(tgi + tg\beta)}.$$

Но такъ какъ разсматриваемый случай возможенъ лишь при одинаковомъ направленіи угловъ, т. е. при одинаковыхъ знакахъ обоихъ tg-овъ, и принимая во вниманіе, что разница между углами не можетъ быть большою, возможно въ величинахъ T и T' положить

$$tg\alpha = tg\beta = \frac{tg\alpha + tg\beta}{2}.$$

Тогда

$$T_1 = T_1' = \frac{T_1 + T_1'}{2} = T_{01}, \quad T_2 = T_2' = \frac{T_2 + T_2'}{2} = T_{02} \quad (55)$$

и суммируя оба предыдущія уравненія, получимъ

$$v_n = \text{лв. } v_n + \text{пр. } v_n = \left[\frac{T_{01}^2}{3}(\mu_1 + \mu_1') + \frac{(T_{01} + T_{02})^2}{3}(\mu_0 + \mu_0') + \right.$$

$$\left. + \frac{T_{02}^2}{3}(\mu_2 + \mu_2')\right]L \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (56)$$

Подобнымъ же образомъ для выемки

$$W_v = \text{лв. } W_v + \text{пр. } W_v = \left[\frac{T_{01}^2}{3}(\mu_1 + \mu_1') + \frac{(T_{01} + T_{02})^2}{3}(\mu_0 + \mu_0') + \right.$$

$$\left. + \frac{T_{02}^2}{3}(\mu_2 + \mu_2') + 2k\right]L \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (57)$$

Напримѣръ (чер. 16) положимъ

$$\left.\begin{array}{lll} tg\alpha_1 = 0{,}3, & tg\beta_1 = 0{,}1, & h_1 = 0{,}2 \\ tg\alpha_2 = 0{,}4, & tg\beta_2 = 0, & h_2 = 0 \end{array}\right\} a_v = 4{,}5, \quad 2k = 0{,}345.$$

Тогда, вычисляя W_v отдѣльно для каждой стороны, получимъ

$$\text{лв. } W_v = 1{,}667 \,.\, L\,, \qquad \text{пр. } W_v = 0{,}175 \,.\, L$$

или

$$W_v = (1{,}667 + 0{,}175)L = 1{,}842 \,.\, L.$$

Если же воспользоваться ур. 57, то прямо получимъ

$$W_v = 1{,}708 \,,\, L.$$

Такимъ образомъ получаемъ въ послѣднемъ случаѣ величину менѣе дѣйствительной, причемъ ошибка будетъ около $7^0/_0$.

Хотя ошибка получилась болѣе допустимой, тѣмъ не менѣе ур. 57 (также точно 56) можно пользоваться на томъ основаніи, что во 1-хъ примѣръ умышленно взятъ съ большими разностями tg-въ обѣихъ сторонъ, что въ дѣйствительности едва ли можетъ встрѣтиться, а во 2-хъ потому, что вслѣдствіе рѣдкости такихъ случаевъ общее количество ошибокъ будетъ ничтожно.

---

§ 6. Условія примѣненія вывѣденныхъ уравненій.

На основаніи разсмотрѣнныхъ примѣровъ (чер. 14, 15 и 16) можно заключить, что *уравненія для чистыхъ работъ примѣняются:*

1) для насыпи — при всѣхъ отмѣткахъ h_n (въ насыпи)
2) для выемки — „ „ „ h_v (въ выемкѣ).

Очевидно, что границей между 1) и 2) служитъ профиль съ отмѣткою $h = 0$, который необходимо ввести въ вѣдомость вычисленія объемовъ, чтобы точно отдѣлить h_n отъ h_v.

Разстояніе профиля, соотвѣтствующаго точкѣ перехода отъ сосѣднихъ и его элементы находятся легко.

Для точки перехода ур. 9 будетъ

$$h = h_1 - (h_1 - h_2)\frac{l_1}{L} = 0.$$

Это уравненіе справедливо лишь въ томъ случаѣ, когда обѣ отмчтки h_1 и h_2 одноименны, т. е. когда онѣ находятся одновременно или только въ насыпи, или только въ выемкѣ. Между тѣмъ какъ отмѣтка $h=0$ находится между разноименными отмѣтками, а потому въ предыдущемъ уравненіи ихъ слѣдуетъ взять съ различными знаками. Слѣдовательно получимъ.

$$h_n - (h_n + h_v)\frac{l_n}{L} = 0\,.$$

или же

$$h_v - (h_v + h_n)\frac{l_v}{L} = 0\,.$$

Здѣсь l_n — разстояніе точки перехода отъ профиля съ отмѣткой h_n.

l_v — то же отъ профиля съ отмѣткой h_v.

Изъ предыдущихъ уравненій имѣемъ

$$l_n = \frac{h_n}{h_n + h_v}\,.\,L, \qquad l_v = \frac{h_v}{h_v + h_n}\,.\,L \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (58)$$

Очевидно, что

$$l + l_v = L.$$

По ур. 10

$$tg\alpha = tg\alpha_1 - (tg\alpha_1 - tg\alpha_2)\frac{l_1}{L}\,.$$

Здѣсь предполагается, что знаки для tg-овъ берутся оба или по отношенію къ насыпи, или по отношенію къ выемкѣ, если же считать для одного профиля знакъ tg-а по отношеніи къ насыпи, а другого по отношенію къ выемкѣ, то въ уравненіи они должны войти съ различными знаками. Такимъ образомъ потучимъ

$$\left.\begin{aligned} tg\alpha_n &= tg\alpha_n - (tg\alpha_n + tg\alpha_v)\frac{l_n}{L} \\ tg\alpha_v &= tg\alpha_v - (tg\alpha_v + tg\alpha_n)\frac{l_v}{2} \end{aligned}\right\} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (59)$$

гдѣ l_n и l_v по ур. 58.

Знакъ $tg\alpha$ получается:

въ 1-мъ случаѣ по отношенію къ насыпи,

во 2-мъ „ „ „ „ выемкѣ.

Сказанное подтверждается примѣромъ

Профиль I		Профиль II	
Насыпь	$h_n = 5$ сж. $tg\alpha_n = +0{,}2$	выемка	$h_v = 2$ сж. $tg\alpha_v = -0{,}1$

$$L = 50 \text{ сж.}$$

По ур. 58

$$l_n = \frac{5}{5+2}\,.\,50 = \frac{5}{7}\,.\,50 = 35{,}7 \text{ сж.}$$

$$l_v = \frac{2}{2+5} \cdot 50 = \frac{2}{7} \cdot 50 = 14{,}3 \text{ сж.}$$

По ур. 59

$$tg\alpha_n = 0{,}2 - (0{,}2 - 0{,}1)\frac{5}{7} = 0{,}13 \text{ (по отнош. къ насыпи).}$$

$$tg\alpha_v = -0{,}1 - (-0{,}1 + 0{,}2)\frac{2}{7} = -0{,}13 \text{ (по отнош. къ выемкѣ).}$$

Въ предѣлахъ смѣшанныхъ работъ при h_n къ результату, полученному какъ для чистой насыпи, прибавляется v_n. въ то же время объемъ полувыемки опредѣляется величиной W_v; при h_v къ результату, полученному какъ для чистой выемки прибавляется v_v, въ то же время объемъ полунасыпи опредѣляется величиной W_n.

Границы примѣненія соотвѣтствующихъ уравненій легко опредѣлить на основкніи чер. 12 и 13.

Величина прибавки v_n опредѣляется въ томъ лишь случаѣ, если профиль насыпи имѣетъ форму $\triangle BDE$ (чер. 12), что обусловливается

1) наличностью отмѣтки h_n,
2) должно быть $tg\alpha \geqslant 0$,
3) „ „ $BD \leqslant \frac{a_n}{2}$,

но $BD = \frac{h_n}{tg\alpha_n}$, слѣдовательно послѣднее неравенство будетъ

$$\frac{a_n}{2} tg\alpha_n - h_n \geqslant 0,$$

или согласно обозначеніямъ 46

$$T_n \geqslant 0.$$

Въ то же время дя W_v кромѣ 1) и 2) должно быть

$$BD \leqslant \frac{a_v}{2}, \qquad \text{но } BD = \frac{h_n}{tg\alpha_n}$$

$$\frac{a_v}{2} tg\alpha_n - h_n \geqslant 0$$

или

$$T_v \geqslant 0.$$

Такимъ же образомъ для v_v необходимо (чер. 13)

1) наличность отмѣтки h_v,

2) должно быть $tg\alpha_v \geqslant 0$,

3) „ „ $BD \leqslant \frac{a_v}{2}$

или

$$\frac{a_v}{2} tg\alpha_v - h_v \geqslant 0$$

или

$$T_v \geqslant 0.$$

Для W_n кромѣ 1) и 2) должно быть $\frac{a_n}{2} tg\alpha_v - h_v \geqslant 0$ или

$$T_n \geqslant 0.$$

Обратимъ вниманіе, что величина T_n въ 1-мъ случаѣ и T_n во 2-мъ (такъ же и T_v), отличаются другъ отъ друга по величинѣ, но спутать ихъ мы не можемъ потому, что одна исключаетъ другую: въ первую входитъ h_n, во вторую h_v, а существованіе послѣднихъ одновременно очевидно невозможно.

Для удобства совмѣстимъ полученныя условія въ схему

$$\left.\begin{array}{lll} h_n & tg_n - \geqslant 0 & \left\{\begin{array}{ll} T_n \geqslant 0 & \text{для } v_n \;.\;.\; 1) \\ T_v \geqslant 0 & \text{для } W_v.\;.\; 2) \end{array}\right. \\ h & tg_v - \geqslant 0 & \left\{\begin{array}{ll} T_v \geqslant 0 & \text{для } v_v \;.\;.\; 3) \\ T_n \geqslant 0 & \text{для } W_n.\;.\; 4) \end{array}\right. \end{array}\right| \quad . \; . \; (60)$$

Въ неравенствахъ (60) углы не обозначены потому, что эти условія равносильны для обѣихъ сторонъ сооруженія.

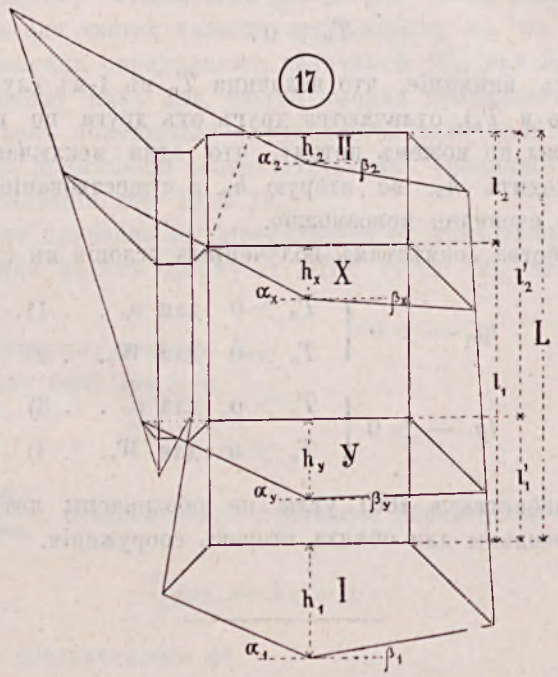
Примѣненіе уравненій, выведенныхъ для смѣшанныхъ работъ возможно лишь въ томъ случаѣ, когда оба смежные профиля удовлетворяютъ, одновременно, какому либо изъ условій 60.

Удовлетвореніе того условія, чтобы смежные профиля имѣли одноименныя отмѣтки обезпечивается введеніемъ въ разсчетную вѣдомость профилей, соотвѣтствующихъ точкамъ перехода, т. е. $h=0$.

Точно также можно было бы ввести промежуточные профиля, которые удовлетворяли бы условію

при $tg - > 0$ $T_n = 0$ и $T_v = 0$.

Эти профиля были бы границами между чистыми и смѣшанными работами и, такимъ образомъ, указывали бы предѣлы примѣненія уравненій для тѣхъ и другихъ въ отдѣльности. Но въ виду значительнаго числа такихъ профилей (не менѣе 4-хъ около одной точки перехода), вычисленіе ихъ представляетъ значительное обремененіе, между тѣмъ какъ возможно обойтись и безъ нихъ, не усложняя напрасно работы.



На чер. 17 изображены два профиля, причемъ I-й принадлежитъ чистой насыпи, тогда какъ II-й полунасыпи-полувыемкѣ. Профиль X лежитъ какъ разъ на границѣ насыпи и полунасыпи. Профиль Y расположенъ у начала выемки.

Очевидно, что

		Насыпь			Выемка
проф.	I	h_1	$tg\alpha_1 > 0$	$T_1 < 0$	$T_1 < 0$
„	Y	h_y	$tg\alpha_y > 0$	—	$T_y = 0$
„	X	h_x	$tg\alpha_x > 0$	$T_x = 0$	—
„	II	h_2	$tg\alpha_2 > 0$	$T_2 > 0$	$T_2 > 0$

Изъ сопоставленія этихъ условій съ условіями (60) видимъ, что примѣняя уравненія для чистой насыпи между профилкми I и II на разстояніи L, должны кромѣ того, опредѣлить величину прибавки v_n между профилями X и II на разстояніи l_2, такъ какъ оба они удовлетворкють условію 60—1). Профиля Y и II удовлетворяютъ условію 60—2), а слѣдовательно выемка опредѣляется величиною W на разстояніи l_2'

Величина v_n опредѣляется болѣе просто, ур. 49, въ которомъ слѣдуетъ положить

$$T_1 = T_x = 0, \qquad tg\alpha_1 = tg\alpha_x, \qquad L = l_2,$$

тогда получимъ

$$v_n = \frac{T_2^2}{3} 2\mu_{0x} l_2 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (61)$$

Здѣсь въ значеніе μ_{0x} входитъ величина $tg\alpha_{0x} = \frac{tg\alpha_x + tg\alpha_2}{2}$

Опредѣлимъ величины $tg\alpha_{0x}$ и l_2.

Для профиля X имѣемъ

$$T_x = \frac{a_n}{2} tg\alpha_x - h_x = 0.$$

Согласно ур. 9 и 10

$$h_x = h_2 - (h_2 - h_1)\frac{l_2}{L}$$

$$tg\alpha_x = tg\alpha_2 - (tg\alpha_2 - tg\alpha_1)\frac{l_2}{L}.$$

Изъ этихъ трехъ уравненій опредѣлимъ l_2, которое будетъ

$$l_2 = \frac{\frac{a_n}{2} tg\alpha_2 - h_2}{\left(\frac{a_n}{2} tg\alpha_2 - h_2\right) - \left(\frac{a_n}{2} tg\alpha_1 - h_1\right)} \cdot L = \frac{T_2}{T_2 - T_1} \cdot L \qquad (62)$$

Вставимъ это значеніе въ выраженіе для $tg\alpha_x$ получимъ

$$tg\alpha_x = tg\alpha_2 - (tg\alpha_2 - tg\alpha_1)\frac{T_2}{T_2 - T_1},$$

но

$$tg\alpha_{0x} = \frac{tg\alpha_x + tg\alpha_2}{2},$$

слѣдовательно

$$tg\alpha_{0x} = tg\alpha_2 - (tg\alpha_2 - tg\alpha_1)\frac{T_2}{2(T_2 - T_1)} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (63)$$

Разстояніе l_2 можетъ измѣняться въ предѣлахъ отъ $l_2 = 0$ до $l_2 = L$, тогда на основаніи ур. 62

при $l_2 = 0$, $\qquad \frac{T_2}{T_2 - T_1} = 0$

при $l_2 = L$ $\qquad \frac{T_2}{T_2 - T_1} = 1$

Слѣдовательно, изъ ур. 63 имѣемъ

при $l_2 = 0$, $\qquad tg\alpha_{0x} = tg\alpha_2$

при $l_2 = L$, $\qquad tg\alpha_{0x} = tg\alpha_0$.

Если теперь для всякой величины l_2 примемъ

$$tg\alpha_{0x} = tg\alpha_0 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (64)$$

то при наибольшемъ значеніи $l_2 = L$, когда будетъ наибольшимъ и объемъ, получимъ, очевидно, истинную величину послѣдняго; при другихъ значеніяхъ $l_2 < L$, получаемый объемъ будетъ отклоняться отъ дѣйствительнаго, и ошибка, въ процентномъ отношеніи, будетъ рости (въ ту или другую сторону) по мѣрѣ приближенія l_2 къ 0, но вмѣстѣ съ этимъ будетъ также уменьшаться и сама величина объема, а потому абсолютная величина ошибки будетъ мало чувствительна.

Такимъ образомъ можемъ принять въ ур. 61

$$\mu_{0x} = \mu_0$$

и вставляя значеніе l_2 изъ уравненія 62 получимъ

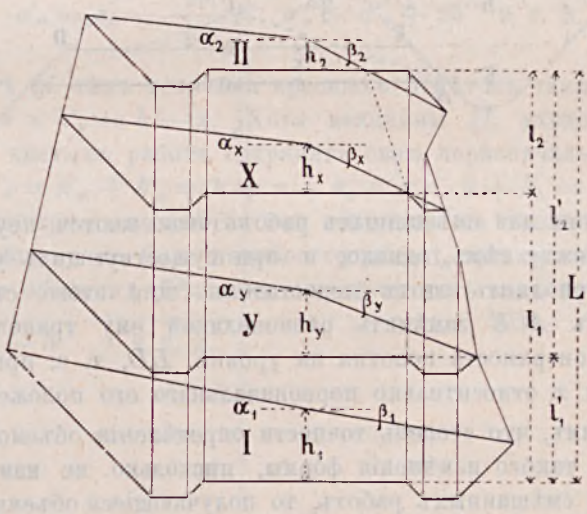
$$v_n = \frac{T_2^2}{3} \cdot 2\mu_0 \cdot \frac{T_2}{T_2 - T_1} \cdot L \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (65)$$

Подобнымъ же образомъ для объема выемки найдемъ

$$W_v = \left[\frac{T_2^2}{3} 2\mu_0 + k\right] \frac{T_2}{T_2 - T_1} \cdot L \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (66)$$

Когда отмѣтки обѣихъ профилей находятся въ выемкѣ (чер. 18), причемъ профиль I находится весь въ чистой выемкѣ, а профиль II

18



въ полунасыпи-полувыемкѣ, то примѣняя для опредѣленія объема выемки на всемъ протяженіи L уравненія для чистыхъ работъ, къ полученному результату необходимо добавить еще величину v_v на протяженіи l'_2; въ то же время объемъ полунасыпи на протяженіи l_2 опредѣлится величиною W_n. Уравненія для опредѣленія этихъ величинъ будутъ аналогичны только что найденнымъ, а именно

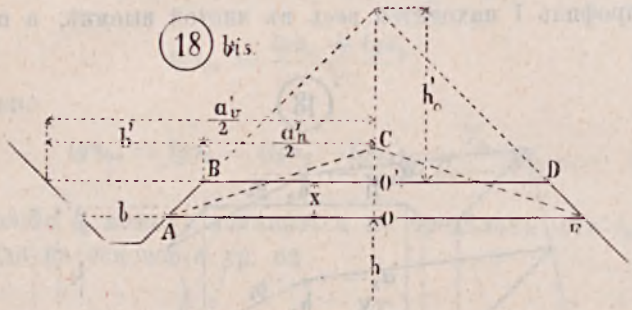
$$v_v = \left[\frac{T_2^2}{3} 2\mu_0 - k\right] \frac{T_2}{T_2 - T_1} \cdot L \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (67)$$

$$W_n = \frac{T_2^2}{3} \cdot 2\mu_0 \frac{T_2}{T_2 - T_1} \cdot L \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (68)$$

Напомнимъ здѣсь, что для величинъ W_v и W_n въ знаменатель μ_0 входитъ разность $tgi - tg\alpha_0$, тогда какъ для v_n и v_v,—сумма $tgi + tg\alpha_0$.

Кромѣ того, въ ур. 65, 66, 67 и 68 входитъ величина $T_2 > 0$ профиля II, принадлежащаго полунасыпи-полувыемкѣ.

Примѣчаніе. Во всѣхъ выведенныхъ уравненіяхъ не былъ принятъ во вниманіе объемъ, образуемый сточнымъ △-мъ ACE (чер. 18*bis*). Это сдѣлано въ виду того, что, если принимать во вниманіе треугольную форму этого избыточнаго объема, то получаю-



щіяся формулы для смѣшанныхъ работъ оказываются неудобопримѣнимыми. Между тѣмъ, однако, и при существующихъ уравненіяхъ возможно пополнить этотъ недостатокъ. Для этого стоитъ лишь треугольникъ ACE замѣнить равновеликой ему трапеціей $ABDE$ и считать поверхность полотна на уровнѣ BD, т. е. приподнятымъ на величину x относительно первоначальнаго его положенія AE.

Замѣтимъ, что степень точности опредѣленія объемовъ чистыхъ работъ, отъ такого измѣненія формы, нисколько не измѣнится; что же касается смѣшанныхъ работъ, то получающіеся объемы отъ истинныхъ будутъ отличаться столь ничтожно, что объ этомъ едвали даже нужно возбуждать вопросъ.

Такъ какъ величина стрѣлки $OC = f$ извѣстна, то по даннымъ a_n, tgi и т. д. возможно опредѣлить x, а также и всѣ новыя постоянныя: a'_n, a'_v; h'_0 и т. д.

$$\text{пл. } ABDE = \frac{a_n + a'_n}{2}x, \qquad \text{пл. } ACE = \frac{a_n}{2}f,$$

слѣдовательно

$$(a_n + a'_n)x = a_n f.$$

Но

$$a'_n = a_n - \frac{2x}{tgi},$$

подставляя въ предыдущее уравненіе, получимъ

$$\left(a_n - \frac{x}{tgi}\right) . 2x = a_n f,$$

откуда

$$x = \frac{a_n}{2} tgi \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2f}{a_n tgi}}\right] = h_0 \left[1 - \sqrt{1 - \frac{f}{h_0}}\right].$$

Далѣе имѣемъ

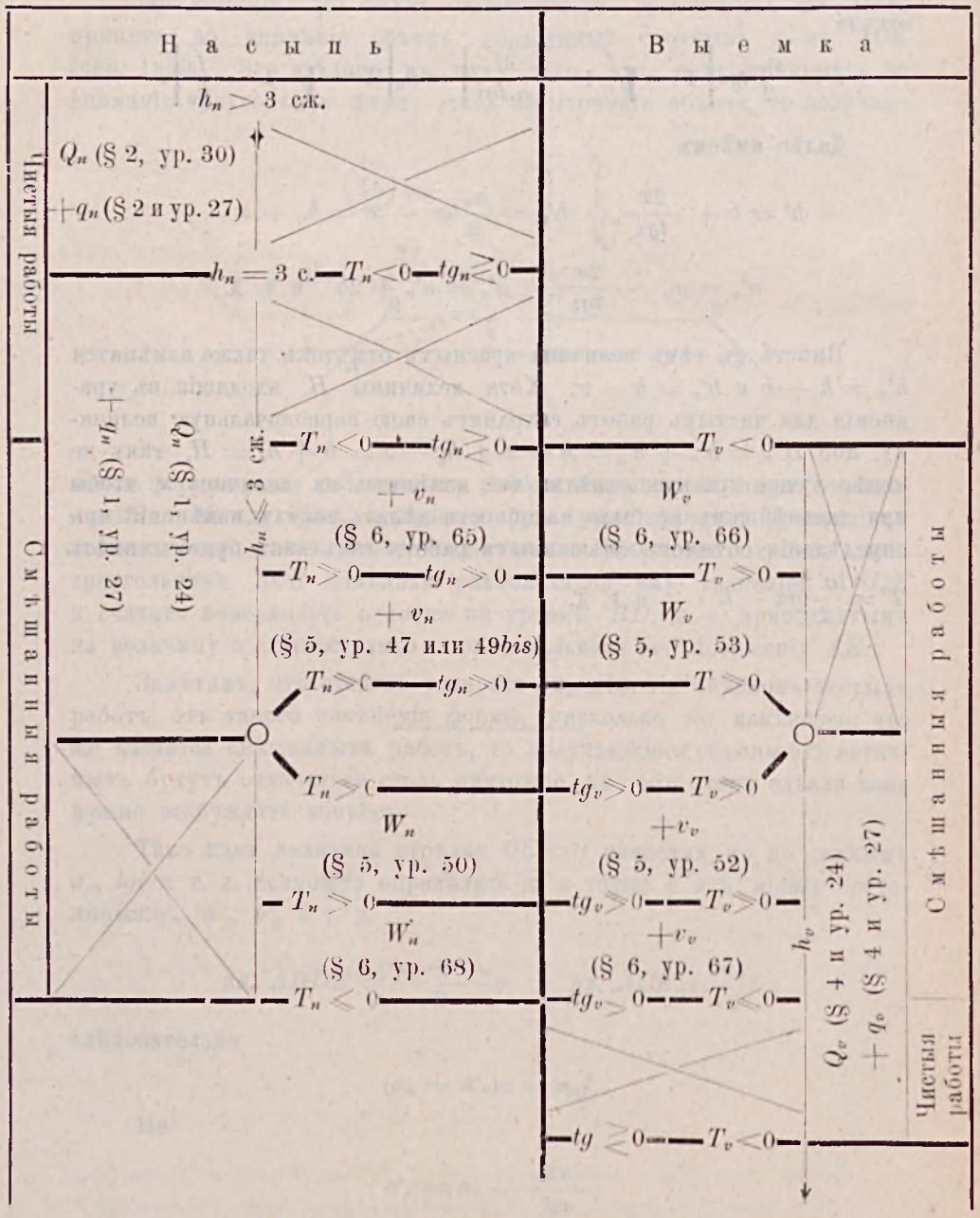
$$b' = b + \frac{2x}{tgi}, \quad h'_0 = \frac{a_n}{2} tgi - x = h_0 - x,$$

$$a'_n = a_n - \frac{2x}{tgi}, \quad a'_v = a'_n + 2b' \text{ и т. д.}$$

Вмѣстѣ съ тѣмъ величина красныхъ отмѣтокъ также измѣнится $h'_n = h + x$ и $h'_v = h - x$. Хотя величины H, входящія въ уравненія для чистыхъ работъ сохранятъ свою первоначальную величину, ибо $H'_n = h'_n + h'_0 = h + x + h_0 - x = h + h_0 = H$, тѣмъ не менѣе лучше красныя отмѣтки всѣ измѣнить на величину x, чтобы при дальнѣйшемъ не было надобности дѣлать такихъ измѣненій при опредѣленіи объемовъ смѣшанныхъ работъ такъ какъ будемъ имѣть $T' = \frac{a'}{2} tg\alpha - h'$ и т. д.

§ 7. Пользованіе выведенными уравненіями.

Для большаго удобства пользованія уравненіями, въ прилагаемой схемѣ сгруппированы всѣ условія ихъ примѣненія.



Эта схема составлена такъ, что слѣва означены уравненія для опредѣленія объемовъ насыпи, справа—выемки. Горизонтальныя линіи служатъ указаніемъ относительнаго положенія профилей, служащія границами примѣненія каждаго уравненія. Въ дѣйствительности, однако, не всегда является необходимостью примѣнять всѣ указанныя уравненія, когда одинъ изъ профилей даетъ условіе $T = 0$, что можетъ быть въ двухъ случаяхъ

$$1) \quad h = \frac{a}{2} tg -$$

$$2) \quad h = 0 \quad \text{и} \quad tg - = 0.$$

Въ 1-мъ случаѣ опредѣленіе величинъ v_n, v_v, W_n и W_v, каждой въ отдѣльности, производится лишь по одной какой либо формулѣ въ зависимости отъ значеній T сосѣднихъ профилей. Напримѣръ

I-й проф.	II-й проф.	III-й проф.
$T_n < 0$	$T_n = 0$	$T > 0$

Очевидно, что между проф. I и II будетъ заключаться чистая насыпь; между II и III прибавка v_n опредѣлится по ур. 47 или 49 (см. схему), и примѣненіе уравненія 65 не потребуется.

Во второмъ случаѣ смѣшанныхъ работъ совершенно не будетъ.

Разумѣется сказанное относится лишь къ той сторонѣ сооруженія, для которой существуетъ условіе $tg - > 0$.

Общій ходъ подсчета, на основаніи схемы, намѣчается въ слѣдующемъ видѣ.

1) По даннымъ h_n, h_v и tg-мъ опредѣляется положеніе и элементы профилей для точекъ перехода (ур. 58 и 59). Эти профиля включаются въ разсчетную вѣдомость.

2) Точно также вычисляются и включаются въ вѣдомость профиля съ отмѣткой $h_n = 3$ сж. (ур. 33, 9 и 10).

3) Для каждаго профиля опредѣляются величины T_n и T_v по имѣющимся h и $tg - > 0$. Всѣ положительныя значенія T вносятся въ вѣдомость, а изъ отрицательныхъ лишь для профилей смежныхъ съ первыми.

По окончаніи этой работы приступаютъ къ опредѣленію объемовъ и чтобы обезпечить правильность его необходимо производить подсчеты по различнымъ формуламъ не въ порядкѣ записи профилей въ вѣдомости, а сначала по одной какой либо формулѣ, но по всей вѣдо-

мости, затѣмъ такъ же по другой и т. д. Напримѣръ, сначала по уравненіямъ чистыхъ работъ: насыпь и выемка, далѣе опредѣлить прибавки $v_н$ и v_v и т. д.

Вычисленіе профилей для точекъ перехода (пунктъ 1) и съ отмѣткою $h_н = 3$ сж. (п. 2) не представляетъ особыхъ затрудненій тѣмъ болѣе, что и количество ихъ незначительно.

Что же касается пункта 3), то здѣсь является затрудненіемъ, главнымъ образомъ, обиліе опредѣленій величинъ T. Поэтому желательно, чтобы полученіе величины T было сопряжено съ наименьшей затратой времени.

Послѣднее достигается при помощи графической таблицы T. Въ ней имѣются три главныхъ масштаба: 1) правый крайній для tg-овъ, 2) лѣвый, крайній для h и 3) наклонный для величинъ $a_н$ или a_v. Кромѣ того составлено еще 6 масштабовъ, вертикальныхъ, для значеній T при $a = 1$; 2,6; 4,5; 4,6; 6,5 и 10, такъ какъ линіи этихъ масштабовъ проходятъ черезъ соотвѣтствующія дѣленія масштаба a.

Величины T, получающіяся выше наклонной линіи aa считаются положительными, ниже—отрицательными. Опредѣленіе величины T производится слѣдующимъ образомъ. На масштабѣ tg-овъ отмѣчается точка, соотвѣтствующая величинѣ tg-а, на каковую ставится остріе карандаша. Къ карандашу прикладывается линейка и двигается до совмѣщенія ея края (приложеннаго къ карандашу) съ точкой на масштабѣ h, соотвѣтствующей величинѣ отмѣтки h. Въ пересѣченіи края линейки съ масштабомъ, проходящимъ черезъ данное a читается величина T.

Напримѣръ,

$$tg = 0{,}37, \qquad h = 0{,}48, \qquad a = 2{,}6$$

тогда

$$T = 0.$$

Въ дѣйствительности

$$T = +0{,}001.$$

Для тѣхъ же величинъ tg и h, но для

$$a = 6{,}5 \qquad T = +0{,}73$$

$$a = 1{,}0 \qquad T = -0{,}30$$

и т. д.

Такъ какъ для одного и того же профиля необходимо опредѣлить T_n и T_v при однихъ и тѣхъ же значеніяхъ tg— и h, но въ 1-мъ для a_n, а во 2-мъ для a_v, то обѣ эти величины, какъ легко видѣть, на таблицѣ получаются одновременно, при одномъ и томъ же положеніи линейки, но читаются по различнымъ масштабамъ:

T_n—по масш. a_n T_v—по масш. a_v.

Четыре средніе масштаба проведены для значеній: $a = 2,6$; 4,5; 4,6; 6,5 соотвѣтственно ширинѣ насыпи и выемки нормальныхъ профилей ж. д. полотна для 1-го и 2-хъ путей.

Если требуется опредѣлить величины T при другихъ значеніяхъ a, для которыхъ не нанесено масштабовъ, то поступаютъ слѣдующимъ образомъ. На масштабѣ aa отмѣчаютъ точку, соотвѣтствующую данной величинѣ a (напр. $a = 1,5$) и черезъ нее проводятъ вертикальную линію, на которой наносится масштабъ такъ, что проводятъ линіи черезъ нулевую току масштаба tg— и дѣленія одного изъ среднихъ для T. Проводимыя линіи раздѣлятъ вертикальную линію на части соотвѣтствующія дѣленіямъ имѣющихся масштабовъ. Легко видѣть, что однозначущія дѣленія всѣхъ масштабовъ находятся на одной прямой, проходящей черезъ нулевую точку tg-овъ; поэтому, если проведемъ такую прямую, напримѣръ, черезъ дѣленіе 0,3 масштаба $a = 1$, то она пройдетъ черезъ таковыя же дѣленія (0,3) всѣхъ остальныхъ, а слѣдовательно и вновь составляемаго. По составленіи необходимаго масштаба далѣе пріемъ остается тотъ же.

Масштабы tg— и h составлены для величинъ отъ 0 до 1.

Величина tg— едвали можетъ быть > 1, но нельзя сказать того же по отношенію къ h. Въ томъ случаѣ, когда $h > 1$ опредѣленіе величины T нисколько не затрудняется и производится слѣдующимъ образомъ. Отбрасываютъ сначала цѣлое число величины h и для остающейся дроби по остальнымъ даннымъ находятъ T, какъ и ранѣе. Чтобы получить окончательный результатъ стоитъ лишь изъ полученной величины вычесть откинутое цѣлое числи величины h.

Напримѣръ:

$$tg - = 0,58, \qquad a = 6,5, \qquad h = 1,75.$$

тогда для тѣхъ же tg-а и a, но $h = 0,75$ имѣемъ

$$T = + 1,14$$

вычитая же откинутую 1-цу, получимъ

$$T = 0{,}14,$$

или напримѣръ

$$a = 2{,}6, \qquad tg = 0{,}3, \qquad h = 1{,}25$$

по табл. для тѣхъ же a и tg-а, но $h = 0{,}25$

$$T = + 0{,}14,$$

слѣдовательно истинное значеніе будетъ

$$T = 0{,}14 - 1 = - 0{,}86.$$

Такъ какъ отрицательныя величины T пишутся лишь въ исключительныхъ случаяхъ, то таковыя нѣтъ надобности отсчитывать каждый разъ, но достаточно того, что если пересѣченіе края линейки происходитъ ниже линіи aa, то результъ не требуется.

Въ случаѣ $h > 1$, также легко замѣтить, будетъ ли первоначально получающаяся величина T (при дробномъ h) больше откинутаго цѣлаго числа или менѣе.

Въ послѣднемъ случаѣ дѣйствительное значеніе будетъ < 0, а потому его полученіе не требуется.

Обращая вниманіе на всѣ выведенныя уравненія, замѣтимъ, что всѣ они состоятъ изъ одного или нѣсколькихъ членовъ вида $\frac{H^2}{3}\varphi$, которыя, въ послѣднемъ случаѣ суммируются. Для опредѣленія такихъ членовъ имѣются таблицы.

Таблица I состоитъ изъ значеній φ, ψ и μ для различныхъ $tg\alpha$ и $tg\beta$ и боковыхъ откосовъ tgi. Такъ какъ въ значенія φ ψ, μ входятъ въ знаменатель сумма $tgi + tg$ — или разность $tgi - tg$—, то въ таблицѣ для каждаго tg-а имѣется два ряда значеній: верхній для 1-го случая, нижній для 2-го.

При однообразномъ уклонѣ, т. е. когда $tg\alpha = tg\beta$ величина $\varphi + \psi$ будетъ равна суммѣ чиселъ (верхняго и нижняго), соотвѣтствующихъ одной и той же величинѣ tg-а. Эти суммы напечатаны въ табл. I жирнымъ шрифтомъ.

Таблицы H и φ (графическія) для полученія значеній членовъ $\left(\frac{H^2}{3}\varphi\right)$. На таблицѣ H берется значеніе величины H или T (соотвѣтственно примѣняемой формулѣ), а на таблицѣ φ (на прозрачной

бумагѣ) значенія φ, ψ, μ или $(\varphi+\psi)$ и т. д., которыя берутся изъ предыдущей таблицы I. Отмѣченныя точки совмѣщаются путемъ наложенія таб. φ на таб. H, по возможности да полнаго сліянія всѣхъ линій обѣихъ таблицъ. Результатъ читается на табл. φ противъ одного изъ угловыхъ знаковъ $\oplus$ табл. H, и именно того, который въ данный моментъ покрывается табл. φ. Такъ какъ результатъ получается въ цѣлыхъ числахъ, то для выдѣленія дроби тотъ же пріемъ повторяется, но уже при помощи масштабовъ, сдѣланныхъ съ правой стороны каждой таблицы въ видѣ вертикальныхъ линій, гдѣ результатъ читается противъ знака O—O. При помощи послѣднихъ масштабовъ опредѣляется приближенное значеніе искомой величины $\left(\frac{H^2}{3}\varphi\right)$, дающее, однако, возможность установить величину цѣлаго числа или, иначе говоря, положеніе запятой въ десятичной дроби.

Напримѣръ $H = 7{,}23$, $\left.\begin{array}{l}\varphi = 0{,}4747\\ \psi = 0{,}3178\end{array}\right\}\ \varphi+\psi = 0{,}7925$

по табл. H и φ имѣемъ

$$\frac{H^2}{3}(\varphi+\psi) = 1381.$$

По вертикальнымъ же масштабамъ получимъ около 10,... слѣдовательно, дѣйствительное значеніе будетъ

$$\frac{H^2}{3}(\varphi+\psi) = 13{,}81.$$

Вычисленіе даетъ 13,80876

Другой примѣръ:

$$T = 0{,}13, \qquad \mu = 1{,}766$$

По таблиц. H и φ

$$\frac{T^2}{3}\mu = 9946.$$

По вертикальнымъ масштабамъ: около 0,01, слѣдовательно

$$\frac{T^2}{3}\mu = 0{,}009946,$$

Точное (вычисленное) значеніе.

0,00994847.

Положеніе запятой въ полученномъ результатѣ, можно опредѣлить также слѣдующимъ образомъ.

Означимъ характеристики lgH, $lg\varphi$ и $lg3$ соотвѣтственно черезъ x_H, x_φ и x_3; тогда характеристика z величины $lg\frac{H^2}{3}.\varphi$ будетъ

$$z = 2x_H + x_\varphi - x_3.$$

Такъ какъ $x_3 = 0$, то

$$z = 2x_H + x_\varphi.$$

Однако эта величина z не будетъ истинною для всѣхъ значеній H, по къ этому слѣдуетъ добавить нѣкоторую величину y, такъ что

$$z = 2x_H + x_\varphi + y \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (a)$$

Значеніе величины y зависитъ не только отъ *величины* H, но также и отъ взаимнаго положенія таблицъ H и φ при ихъ наложеніи. Послѣднее опредѣляется тѣмъ, что отсчеты будутъ производиться по *верхнимъ* или *нижнимъ* знакамъ $\oplus$ таблицы H.

Въ зависимости отъ сочетанія этихъ условій величина y будетъ слѣдующая.

Для H	. . .		. . . . .		(Значенія величинъ 2-го столбца соотвѣтствуютъ положенію лѣваго верхняго знака $\oplus$ табл. H).
	отъ 0,01	до	0,0173	$=\sqrt{0,0003}$	
	— 0,1	—	0,173	$=\sqrt{0,03}$	
	— 1	—	1,73	$=\sqrt{3}$	
	— 10	—	17,3	$=\sqrt{300}$	
	. . .		. . . . .		

и для отсчетовъ { по обоимъ нижнимъ знакамъ $\oplus$ $y = -1$
„ „ верхнимъ „ „ $y = 0$.

Для H	. . . .		. . . . .		(Значеніе величинъ 1-го столбца соотвѣтствуетъ положенію праваго нижняго, 2-го столбца—лѣваго верхняго знака $\oplus$ табл. H).
	отъ 0,0173	до	0,0547	$=\sqrt{0,003}$	
	— 0,173	—	0,547	$=\sqrt{0,3}$	
	— 1,73	—	5,47	$=\sqrt{30}$	
	— 17,3	—	54,7	$=\sqrt{3000}$	
	. . .		. . . . .		

и для отсчетовъ { по обоимъ нижнимъ знакамъ $\oplus$ $y = 0$
„ „ верхнимъ „ „ $y = +1$.

Для H	. . . .	. . .		(Значенія величинъ 1-го столбца соотвѣтствуютъ положенію правого нижняго знака $\oplus$ табл. H).
	отъ 0,0547	до 0,1		
	— 0,547	— 1		
	— 5,47	— 10		
	— 54,7	— 100		
	. . . . .	. . .		

и для отсчетовъ $\begin{cases} \text{по обоимъ нижнимъ знакамъ } \oplus\ y = +1 \\ \text{„ „ верхнимъ „ „ } y = +2. \end{cases}$

Для наглядности сопоставимъ все это въ схему

$$\left.\begin{array}{l} \oplus\ -\ y = +2\ -\ \oplus \\ 10 - H - 5{,}4 = \sqrt{30} \\ \oplus\ -\ y = +1\ -\ \oplus \\ \sqrt{30} = 5{,}4 - H - 1{,}7 = \sqrt{3} \\ \oplus\ -\ y = 0\ -\ \oplus \\ \sqrt{3} = 1{,}7 - H - 1 \\ \oplus\ -\ y = -1\ -\ \oplus \end{array}\right\} \begin{array}{l} \\ \text{III} \\ \\ \text{II} \\ \\ \text{I} \\ \\ \end{array}$$

Примѣръ 1-й. Вычислить $\frac{H^2}{3}\varphi$ при значеніяхъ

$$H = 0{,}273 \qquad \varphi = 0{,}0825.$$

Наложивъ табл. φ (прозрачную) на табл. H такъ, чтобы значенія H и φ совпали, увидимъ, что отсчетъ будетъ производится по *верхнему* знаку. Кромѣ того данная величина $H = 0{,}278$ принадлежитъ II-й группѣ (см. схему), для каковой при чтеніи по верхнему знаку $y = +1$.

Слѣдовательно, по ур. *a*, характеристика искомаго числа

$$z = -1 \,.\, 2 - 2 + 1 = -3$$

Сдѣлавъ отсчетъ получимъ

$$\frac{H^2}{3}\varphi = 0{,}0020501\,.$$

Примѣръ 2-й. $H = 8{,}73 \qquad \varphi = 0{,}92$

При наложеніи таблицъ видимъ, что отсчетъ производится по *верхнему* знаку, а по схемѣ—что H принадлежитъ III-й группѣ, слѣдовательно $y = +2$. Тогда по ур. *a*

$$z = 0.2 - 1 + 2 = +1.$$

Отсчитывая по таблицамъ получимъ

$$\frac{H^2}{3}\varphi = 23{,}38.$$

Такимъ образомъ, при помощи таблицъ H и φ легко получить члены, напр. для чистой насыпи.

$$\frac{H_1^2}{3}(\varphi_1 + \psi_1), \quad \frac{(H_1 + H_2)^2}{3}(\varphi_0 + \psi_0), \quad \frac{H_2^2}{3}(\varphi_2 + \psi_2).$$

Взявъ ихъ сумму и откинувъ постоянную величину P_n получимъ число, которое будучи умножено на разстояніе L между профилями дастъ искомый объемъ Q_n.

При послѣдовательномъ подсчетѣ третье слагаемое служитъ первымъ для слѣдующаго участка, такъ для послѣдняго будетъ

$$\frac{H_2^2}{3}(\varphi_2 + \psi_2), \quad \frac{(H_2 + H_3)^2}{3}(\varphi_0 + \psi_0), \quad \frac{H_3^2}{3}(\varphi_3 + \psi_3) \text{ и т. д.}$$

При опредѣленіи объемовъ послѣднее дѣйствіе, т. е. умноженіе на разстояніе L производится послѣ всѣхъ остальныхъ вычисленій, такъ какъ этимъ мы устраняемъ возможность умноженія различныхъ чиселъ на одну и ту же величину L [1]).

Напримѣръ, при смѣшанныхъ работахъ величина объема бываетъ сложная

$$V_n = Q_n + v_n,$$

но предварительными вычисленіями получаютъ величины

$$\frac{Q_n}{L} = F \quad \text{и} \quad \frac{v_n}{L} = f,$$

слѣдовательно

$$V_n = (F + f)L.$$

§ 8. Вліяніе осадки насыпи. Такъ какъ насыпь возводится изъ разрыхленнаго грунта, который неизбѣжно даетъ осадку, то для достиженія проектной высоты насыпи послѣ полной ея осадки, необходимо придать ей сразу нѣкоторый излишекъ въ высотѣ.

Обозначая черезъ $\triangle h$ величину осадки, гдѣ h красная отмѣтка, Винклеръ опредѣлилъ зависимость между этими величинами уравненіемъ

---

[1]) См. Прибавленіе II въ концѣ текста.

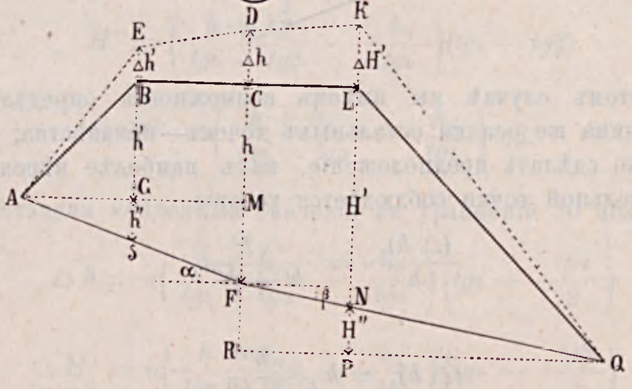
$$\triangle h = n \cdot h \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (69)$$

гдѣ n— коэффиціентъ, зависящій отъ рода грунта и опредѣляется:

		У насъ принимаютъ
для камня	$n = \frac{1}{40} = 0{,}0250$	0,05 до 0,04
„ песчанаго грунта .	$n = \frac{1}{23} = 0{,}0435$	0,1
„ чернозема . .	$n = \frac{1}{14} = 0{,}0714$	
„ глины.	$n = \frac{1}{12} = 0{,}0833$	

Уравненіе 69 справедливо лишь въ случаѣ отсутствія поперечнаго склона, когда же послѣднимъ пренебрегать нельзя, то величина осадки краевъ насыпи будетъ различна (чер. 19).

19



$$\left.\begin{aligned} \triangle h' &= n\left(h' + \frac{h''}{2}\right) \\ \triangle H' &= n\left(H' + \frac{H''}{2}\right) \end{aligned}\right\} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (70)$$

Что же касается осадки ($\triangle h$) середины насыпи, то таковую нельзя принять за среднюю ариѳметическую между $\triangle h'$ и $\triangle H'$ на

основаніи того, что при равныхъ углахъ наклона мѣстности и одинаково направленныхъ (оба вверхъ или оба внизъ) будетъ $h' = H'$ и $\triangle h' = \triangle H'$, слѣдовательно должно бы принять

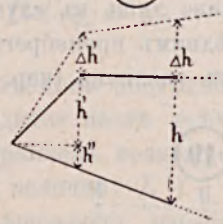
$$\triangle h = \frac{\triangle h' + \triangle H'}{2} = \triangle h' = \triangle H',$$

между тѣмъ какъ высоты краевъ и середины насыпи будутъ различны, почему должно быть

$$\triangle h \gtrless \triangle h' = \triangle H'.$$

Чтобы выяснить вопросъ относительно величины $\triangle h$, предположимъ, что правая сторона находится на весьма далекомъ разстояніи (чер. 20).

20



Въ этомъ случаѣ мы имѣемъ возможность опредѣлить лишь $\triangle h'$, величина же осадки остальныхъ точекъ—неизвѣстна; Но, однако, можно сдѣлать предположеніе, какъ наиболѣе вѣроятное, что для произвольной точки соблюдается условіе

$$\frac{(\triangle h)_1}{h} = \frac{\triangle h'}{h' + h''},$$

откуда

$$(\triangle h)_1 = h\frac{\triangle h'}{h' + h''}.$$

Дѣлая точно такое же предположеніе по отношенію къ правой сторонѣ, получимъ

$$(\triangle h)_2 = h\frac{\triangle H'}{H'}.$$

Изъ этихъ двухъ величинъ возьмемъ среднюю, какъ наиболѣе вѣроятную, которую и будемъ считать за величину осадки точки оси насыпи.

$$\triangle h = \frac{(\triangle h)_1 + (\triangle h)_2}{2} = \frac{h}{2}\left[\frac{\triangle h'}{h' + h''} + \frac{\triangle H'}{H'}\right] \quad . \quad . \quad (71)$$

Выразимъ величины $\triangle h'$, $\triangle H'$ и $\triangle h$ въ зависимости отъ h, $tg\alpha$ и $tg\beta$ (чер. 19).

$$h' = AG \,.\, tgi, \qquad AG = AM - \frac{a_n}{2} = AM - \frac{h_0}{tgi}$$

Кромѣ того

$$h_0 + h - MF = AMtgi, \qquad MF = AM \,.\, tg\alpha,$$

откуда

$$AM = \frac{h + h_0}{tgi + tg\alpha}.$$

Слѣдовательно

$$h' = \left[\frac{h + h_0}{tgi + tg\alpha} - \frac{h_0}{tgi}\right] tgi$$

$$h'' = AG \,.\, tg\alpha, \qquad h'' = \left[\frac{h + h_0}{tgi + tg\alpha} - \frac{h_0}{tgi}\right] tg\alpha.$$

Такимъ же образомъ найдемъ

$$H' = \left(\frac{h + h_0}{tgi - tg\beta} - \frac{h_0}{tgi}\right)(tgi - tg\beta)$$

$$H'' = \left(\frac{h + h_0}{tgi - tg\beta} - \frac{h_0}{tgi}\right) tg\beta.$$

Подставляя найденныя значенія въ уравненія 70 получимъ

$$\triangle h = n\left(\frac{h + h_0}{tgi + tg\alpha} - \frac{h_0}{tgi}\right)\left(tgi + \frac{tg\alpha}{2}\right) \quad . \quad . \quad (72)$$

$$\triangle H' = n\left(\frac{h + h_0}{tgi - tg\beta} - \frac{h_0}{tgi}\right)\left(tgi - \frac{tg\beta}{2}\right)$$

Имѣя въ виду, что tg-ы угловъ, наклоненныхъ внизъ, условились считать (по отношенію къ насыпи) отрицательными, то $\triangle H'$ будетъ

$$\triangle H' = n\left(\frac{h + h_0}{tgi + tg\beta} - \frac{h_0}{tgi}\right)\left(tgi + \frac{tg\beta}{2}\right) \quad . \quad . \quad (73)$$

Подставивъ полученныя значенія $\triangle h'$ и $\triangle H'$ въ ур. 71 получимъ

$$\triangle h = \frac{n}{2}\left[\frac{tgi}{2}\left(\frac{1}{tgi + tg\alpha} + \frac{1}{tgi + tg\beta}\right) + 1\right]h. \quad . \quad (74)$$

Величина прибавки $\triangle Q_n$ которую слѣдуетъ придать къ объему насыпи Q_n будетъ $\triangle Q_n =$ лв. $\triangle Q_n +$ пр. $\triangle Q_n$, т. е. она равна суммѣ прибавокъ лѣвой и правой сторонъ.

При опредѣленіи величины прибавокъ вліяніемъ закругленія возможно пренебречь.

Приращеніе прибавки (чер. 19)

$$d(\text{лв. } \triangle Q_n) = (\text{площ. } AEB + \text{площ. } EBCD)dl$$

Но $$\text{пл. } AEB = \frac{\triangle h' \,.\, AG}{2}.$$

На основаніи предыдущаго

$$AG = \frac{h + h_0}{tgi + tg\alpha} - \frac{h_0}{tgi}.$$

Тогда

$$\text{пл. } AEB = \frac{n}{2}\left(\frac{h + h_0}{tgi + tg\alpha} - \frac{h_0}{tgi}\right)^2\left(tgi + \frac{tg\alpha}{2}\right).$$

$$\text{Пл. } EBCD = \frac{\triangle h' + \triangle h}{2} \times \frac{h_0}{tgi} = \frac{n}{2}\left\{\left(\frac{h + h_0}{tgi + tg\alpha} - \frac{h_0}{tgi}\right) \times\right.$$

$$\left.\times\left(tgi + \frac{tg\alpha}{2}\right)\frac{h_0}{tgi} + \frac{hh_0}{4}\left(\frac{1}{tgi + tg} + \frac{1}{tgi + tg}\right) + \frac{hh_0}{tgi}\right\}$$

Вставимъ эти значенія площадей въ выраженіе для d (лв. $\triangle Q_n$)

$$d(\text{лв. } \triangle Q_n) = \frac{n}{2}\left\{\left[\frac{(h + h_0)^2}{2(tgi + tg\alpha)} - \frac{h_0^2}{2tgi}\right]\left(1 + \frac{tgi}{tgi + tg\alpha}\right) -\right.$$

$$\left. - \frac{hh_0}{4}\left(\frac{1}{tgi + tg\alpha} - \frac{1}{tgi + tg\beta}\right)\right\}dl.$$

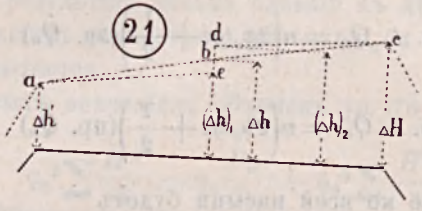
Аналогично этому

$$d(\text{пр. } \triangle Q_n) = \frac{n}{2}\left\{\left[\frac{(h + h_0)^2}{2(tgi + tg\beta)} - \frac{h_0^2}{2tgi}\right]\left(1 + \frac{tgi}{tgi + tg\beta}\right) +\right.$$

$$\left. + \frac{hh_0}{4}\left(\frac{1}{tgi + tg\alpha} - \frac{1}{tgi + tg\beta}\right)\right\}dl.$$

Что касается вторыхъ слагаемыхъ этихъ выраженій, то во 1-хъ при опредѣленіи прибавки ко всему объему насыпи, которая опре-

дѣляется суммой предыдущихъ выраженій, эти члены, какъ равные и съ противоположными знаками—пропадутъ; во 2-хъ, при опредѣленіи прибавокъ каждой стороны отдѣльно этими членами возможно пренебречь въ виду ихъ незначительности. Послѣднее можно заключить изъ того, что члены эти представляютъ собою площадь △-ка *abe* или *bdc* (чер. 21), которые по величинѣ ничтожны



Итакъ, для величины прибавки возможно принять

$$d(\text{лв. } \triangle Q_n) = \frac{n}{2}\left[\frac{(h+h_0)^2}{2(tgi+tg\alpha)} - \frac{h_0^2}{2tgi}\right]\left(\frac{tgi}{tgi+tg\alpha}+1\right)dl,$$

$$d(\text{пр. } \triangle Q_n) = \frac{n}{2}\left[\frac{(h+h_0)^2}{2(tgi+tg\beta)} - \frac{h_0^2}{2tgi}\right]\left(\frac{tgi}{tgi+tg\beta}+1\right)dl.$$

Въ виду того, что величина прибавки вообще не можетъ быть значительна, нѣтъ необходимости преслѣдовать особую точность при ея вычисленіи. Вслѣдствіе сказаннаго, въ членахъ $\left(\frac{tgi}{tgi+tg\alpha}+1\right)$ и $\left(\frac{tgi}{tgi+tg\beta}+1\right)$ перемѣнныя $tg\alpha$ и $tg\beta$, примемъ за постоянныя и равныя среднимъ величинамъ, т. е.

$$tg\alpha = \frac{tg\alpha_1 + tg\alpha_2}{2} = tg\alpha_0, \qquad tg\beta = \frac{tg\beta_1 + tg\beta_2}{2} = tg\beta_0,$$

тогда

$$\text{лв. } \triangle Q_n = \frac{n}{2}\left(\frac{tgi}{tgi+tg\alpha_0}+1\right)\int\left[\frac{(h+h_0)^2}{2(tgi+tg\alpha)} - \frac{h_0^2}{2tgi}\right]dl$$

$$\text{пр. } \triangle Q_n = \frac{n}{2}\left(\frac{tgi}{tgi+tg\beta_0}+1\right)\int\left[\frac{(h+h_0)^2}{2(tgi+tg\beta)} - \frac{h_0^2}{2tgi}\right]dl.$$

Сравнивая входящіе сюда интегралы съ ур. 2 видимъ, что они представляютъ собою объемы лѣвой и правой сторонъ насыпи, а потому

$$\text{лв. } \triangle Q_n = \frac{n}{2}\left(\frac{tgi}{tgi + tg\alpha_0} + 1\right)(\text{лв. } Q_n)$$

$$\text{пр. } \triangle Q_n = \frac{n}{2}\left(\frac{tgi}{tgi + tg\beta_0} + 1\right)(\text{пр. } Q_n).$$

Или, принимая во вниманіе обозначенія (21)

$$\left.\begin{aligned} \text{лв. } \triangle Q_n &= n\left(2\varphi_0 tgi + \frac{1}{2}\right)(\text{лв. } Q_n) \\ \text{пр. } \triangle Q_n &= n\left(2\psi_0 tgi + \frac{1}{2}\right)(\text{пр. } Q_n) \end{aligned}\right\} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (75)$$

Прибавка же ко всей насыпи будетъ

$$\triangle Q_n = \text{лв. } \triangle Q_n + \text{пр. } \triangle Q_n =$$

$$= n\left\{\text{лв. } Q_n\left(\frac{1}{2} + 2\varphi_0 tgi\right) + \text{пр. } Q_n\left(\frac{1}{2} + 2\psi_0 tgi\right)\right\}$$

или

$$\triangle Q_n = n\left\{\frac{1}{2} + 2tgi\frac{\varphi_0 \text{ лв. } Q_n + \psi_0 \text{ пр. } Q_n}{Q_n}\right)Q_n \quad . \quad . \quad (76)$$

Уравненіе 76 представляетъ то неудобство, что при пользованіи имъ необходимо вести опредѣленіе объемовъ обѣихъ сторонъ отдѣльно, чего, какъ увидимъ, возможно избѣжать.

Величины лв. Q_n, пр. Q_n и Q_n опредѣляются уравненіями 22. 23 и 24.

Если въ этихъ выраженіяхъ положить

$$tg\alpha_1 = ty\alpha_2 = \frac{tg\alpha_1 + tg\alpha_2}{2} = tg\alpha_0, \qquad tg\beta_1 = tg\beta_2 = \frac{tg\beta_1 + tg\beta_2}{2} = ty\beta_0,$$

то

$$\varphi_1 = \varphi_2 = \varphi_0 \qquad \text{и} \qquad \psi_1 = \psi_2 = \psi_0,$$

тогда уравненія 22, 23 и 24 примутъ видъ

$$\text{лв. } Q_n = \left\{\left[\frac{H_1^2}{3} + \frac{(H_1 + H_2)^2}{3} + \frac{H_2^2}{3}\right]\varphi_0 - \frac{P_n}{2}\right\}L =$$

$$= \left[\varphi_0 \sum \frac{H^2}{3} - \frac{P_n}{2}\right]L,$$

аналогично этому

$$\text{пр. } Q_n = \left[\psi_0 \sum \frac{H^2}{3} - \frac{P_n}{2}\right] L,$$

$$Q_n = \left[(\varphi_0 + \psi_0) \sum \frac{H^2}{3} - P_n\right] L.$$

Эти выраженія объемовъ хотя и не вполнѣ точны, но во всякомъ случаѣ даютъ результатъ весьма близкій къ дѣйствительности, особенно при небольшихъ разностяхъ: $tg\alpha_1 - tg\alpha_2$ и $tg\ _1 - tg\beta_2$, что обыкновенно и наблюдается.

При этихъ новыхъ значеніяхъ объемовъ ур. 76 приметъ видъ

$$\triangle Q_n = n \left\{ \frac{1}{2} + 2tgi \frac{\varphi_0^2 \sum \frac{H^2}{3} - \varphi_0 \frac{P_n}{2} + \psi_0^2 \sum \frac{H^2}{3} - \psi_0 \frac{P_n}{2}}{(\varphi_0 + \psi_0) \sum \frac{H^2}{3} - P_n} \right\} Q_n$$

Здѣсь, разумѣется, величина $\sum \frac{H^2}{3}$ вездѣ одна и та же, а потому предыдущее выраженіе можно написать и такъ

$$\triangle Q_n = n \left\{ \frac{1}{2} + 2tgi \frac{(\varphi_0^2 + \psi_0^2) \sum \frac{H^2}{3} - \frac{P_n}{2}(\varphi_0 + \psi_0)}{(\varphi_0 + \psi_0) \sum \frac{H^2}{3} - P_n} \right\} Q_n$$

Или

$$\frac{\triangle Q_n}{Q_n} = n \left\{ \frac{1}{2} + 2tgi \frac{(\varphi_0 + \psi_0)^2 \sum \frac{H^2}{3} - \frac{P_n}{2}(\varphi_0 + \psi_0) - 2\varphi_0\psi_0 \sum \frac{H^2}{3}}{(\varphi_0 + \psi_0) \sum \frac{H^2}{3} - P_n} \right\} =$$

$$= n \left\{ \frac{1}{2} + 2tgi \frac{\frac{(\varphi_0 + \psi_0)^2}{2} \sum \frac{H^2}{3} - P_n \frac{\varphi_0 + \psi_0}{2} + \frac{(\varphi_0 + \psi_0)^2}{2} \sum \frac{H^2}{3} - 2\varphi_0\psi_0 \sum \frac{H^2}{3}}{(\varphi_0 + \psi_0) \sum \frac{H^2}{3} - P_n} \right\} =$$

$$= n \left\{ \frac{1}{2} + 2tgi \frac{\frac{1}{2}(\varphi_0 + \psi_0) \left[(\varphi_0 + \psi_0) \sum \frac{H^2}{3} - P_n\right] + \frac{1}{2} \sum \frac{H^2}{3} [(\varphi_0 + \psi_0)^2 - 4\varphi_0\psi_0]}{(\varphi_0 + \psi_0) \sum \frac{H^2}{3} - P_n} \right\} =$$

$$= n\left\{\frac{1}{2} + 2\,tgi\left[\frac{\varphi_0 + \psi_0}{2} + \frac{\frac{1}{2}((\varphi_0+\psi_0)^2 - 4\varphi_0\psi_0)}{(\varphi_0+\psi_0) - \frac{P_n}{\sum\frac{H^2}{3}}}\right]\right\}$$

Величина прибавки должна быть вычисляема тѣмъ съ большею точностью, чѣмъ больше высота насыпи, такъ какъ осадка $\triangle h$ растетъ съ увеличеніемъ h. Но чѣмъ больше высота h, тѣмъ менѣе будетъ членъ $\frac{P_n}{\sum\frac{H^2}{3}}$. Напримѣръ, при $h_1 = h_2 = 1$ сж., $tgi = \frac{2}{3}$ и ширинѣ насыпи $a_n = 2{,}6$ сж. получимъ

$$\frac{P_n}{\sum\frac{H^2}{3}} = 0{,}161.$$

Если же $h_1 = h_2 = 2$ сж., то $\frac{P_n}{\sum\frac{H^2}{3}} = 0{,}068.$

Такимъ образомъ, для болѣе или менѣе высокихъ насыпей, когда требуется и наибольшая точность, можно принять что $\frac{P_n}{\sum\frac{H^2}{3}} = 0.$

Тогда величина прибавки выразится

$$\frac{\triangle Q_n}{Q_n} = n\left\{\frac{1}{2} + 2\,tgi\left[(\varphi_0+\psi_0) - \frac{2\varphi_0\psi_0}{\varphi_0+\psi_0}\right]\right\} =$$

$$= n\left\{\frac{1}{2} + 2tgi\left[\varphi_0+\psi_0 - \frac{1}{\frac{1}{2\varphi_0} + \frac{1}{2\psi_0}}\right]\right\}$$

Но

$$\frac{1}{\frac{1}{2\varphi_0} + \frac{1}{2\psi_0}} = \frac{1}{2(tgi + tg\alpha_0 + tgi + tg\beta_0)} = \frac{1}{4\left(tgi + \frac{tg\alpha_0 + tg\beta_0}{2}\right)} = \xi \quad (77)$$

Величина ξ того же типа какъ φ_0 и ψ_0 (см. ур. 21). Слѣдовательно окончательно имѣемъ

$$\triangle Q = n\left\{\frac{1}{2} + 2tgi(\varphi_0+\psi_0-\xi)\right\} Q_n. \quad . \quad . \quad . \quad (78)$$

При однообразномъ уклонѣ, т. е. когда $tg\alpha_1 = -tg\beta_1$, и $tg\alpha_2 = -tg\beta_2$ величина ξ (ур. 77) равна постоянной, а именно

$$\xi = \frac{1}{4tgi}$$

тогда ур. 78 упростится

$$\triangle Q_n = n \quad 2tgi(\varphi_0 + \psi_0)Q_n \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (79)$$

Для прибавокъ на осадку при полупасыпяхъ остаются тѣ же ур. 75 какъ и для одной стороны съ тѣмъ лишь, что при опредѣленіи $\triangle V_n$ величины φ_0 или ψ_0 берутся для той стороны, которая принадлежитъ еще чистой насыпи и вмѣсто объема Q_n берется $Q_n + v_n$. Такъ для случая на чер. 14

$$\triangle V_n = n\left(2\psi_0 tgi + \frac{1}{2}\right)(Q_n + \text{лв. } v_n) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (80)$$

При опредѣленіи же величины $\triangle W_n$ выборъ величинъ φ_0 или ψ_0 не представляетъ сомнѣнія. Для случая на чер. 15

$$\triangle W_n = n\left(2\varphi_0 tgi + \frac{1}{2}\right) W_n \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (81)$$

Когда высота насыпи болѣе 3 саж. (§ 2), боковые откосы имѣютъ два различныхъ уклона (tgi и tgi') и весь объемъ можно разбить на 2 части1(чер. 7) $BEFC$ и $ABCD$, для которыхъ прибавка на осадку опредѣляется при помощи ур. 78.

Означимъ

$$\text{об. } BEFC = Q'_n, \quad \text{об. } ABCD = Q_n'' \quad \text{и} \quad \text{об. } ABEFCD = Q_n,$$

тогда

$$Q_n = Q'_n + Q_n''.$$

Прибавка къ объему Q'_n, для котораго $tg\alpha$ и $tg\beta = 0$, будетъ

$$\triangle Q_n = nQ_n'.$$

Прибавка къ объему Q_n''

$$\triangle Q_n'' = n\left[\frac{1}{2} + 2tgi'(\varphi_0 + \psi_0 - \xi)\right]Q''_n,$$

но $Q_n'' = Q_n - Q'_n$, слѣдовательно

$$\triangle Q_n'' = n\left[\frac{1}{2} + 2tgi'(\varphi_0 + \psi_0 - \xi)\right](Q_n - Q'_n).$$

Полная же прибавка на весь объемъ будетъ равна суммѣ отдѣльныхъ прибавокъ,

$$\triangle Q_n = \triangle Q'_n + \triangle Q''_n = n\left[\frac{1}{2}\left(1 + \frac{Q'_n}{Q_n}\right) + \right.$$

$$\left. + 2tgi'(\varphi_0 + \psi_0 - \xi)\left(1 - \frac{Q'_n}{Q_n}\right)\right] Q_n \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (82)$$

Такъ какъ величина Q'_n есть постоянная при всѣхъ объемахъ Q_n (въ случаѣ $h>3$), то не представляется большого затрудненія опредѣлить отношеніе $\frac{Q'_n}{Q_n}$ и рѣшить уравненіе 82. Величины φ_0, ψ_0 и ξ берутся при tgi'.

Такимъ образомъ полный объемъ насыпи со включеніемъ прибавки на осадку въ различныхъ случаяхъ, будетъ $= Q_n + \triangle Q_n$, $V_n + \triangle V_n$ и $W_n + \triangle W_n$,

но

$$Q_n + \triangle Q_n = \left(1 + \frac{\triangle Q_n}{Q_n}\right), \qquad V_n + \triangle V_n = V_n\left(1 + \frac{\triangle V_n}{V_n}\right),$$

$$W_n + \triangle W_n = W_n\left(1 + \frac{\triangle W_n}{W_n}\right)$$

называя вообще отношеніе прибавки къ общему объему черезъ n_x, т. е. $\frac{\triangle Q_n}{Q_n} = n_x$ и т. д., то

$$Q_n + \triangle Q_n = Q_n(1 + n_x), \quad V_n + \triangle V_n = V_n(1 + n_x) \text{ и т. д.} \qquad (83)$$

Значенія величины n_x, понятно, опредѣляются соотвѣтственными уравненіями 78, 79, 80, 81 и 82. Такъ для чистой насыпи

$$n_x = n\left\{\frac{1}{2} + 2tgi(\varphi_0 + \psi_0 - \xi)\right\} \text{ и т. д.}$$

---

§ 9. Разрыхленіе грунта. Для возможности сравненія объемовъ насыпей и выемокъ, необходимо первыя увеличивать на величину осадки $\triangle Q_n$, а вторыя на величину разрыхленія $\triangle Q_v$.

Величина прибавки на разрыхленіе ростетъ прямо пропорціонально всему объему выемки и выражается

$$\triangle Q_n = r \,.\, Q_v \,. \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (83)$$

Величина r зависитъ отъ рода грунта и опредѣляется

Песокъ и гравій	$r = 0{,}10$	до 0,20
Глина	$r = 0{,}20$	„ 0,25
Мергель, суглинокъ	$r = 0{,}25$	„ 0,30
Твердая глина.	$r = 0{,}30$	„ 0.35
Скалистый грунтъ	$r = 0{,}35$	„ 0,50

Такимъ образомъ

$$Q_v + \triangle Q_v = Q_v(1 + r) \,. \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (83bis)$$

---

§ 10. Примѣръ точнаго вычисленія объемовъ.

Предварительно опредѣлимъ величины постоянныхъ, входящихъ въ составъ уравненій [1])

1. Ширина полотна $a_n = 2{,}6$ сж., $tgi = \frac{2}{3}$.

2. *Насыпь* $\leqslant$ *3 сж.* $h_0 = \frac{a_n}{2} tgi = \frac{2{,}6}{2} \,.\, \frac{2}{3} = 0{,}867$

$$P_n = \frac{h_0^{\,2}}{tgi} = 1{,}127.$$

3 *Насыпь* $\geqslant$ *3 сж.* $h''_0 = (h_0 + 3)\,\frac{6}{7} = 3{,}314$, $h''_0 - 3 = 0{,}314$,

$$tgi' = \frac{4}{7}$$

$$P_n = \frac{h'^{\,2}_0}{tgi'} - \frac{3 + 3h_0}{tgi} \,.\, 3 = -2{,}08\,.$$

---

[1]) Въ примѣрѣ сточный треугольникъ не принятъ во вниманіе (см. Примѣчаніе въ концѣ § 6).

4. *Выемка.* Ширина кювета по верху $b = 0{,}95$
глубина=0,30, ширина по низу=0,20

слѣдовательно

$$2k = 0{,}345, \qquad k = 0{,}173.$$

Ширина выемки по низу

$$a_v = a_n + 2b = 4{,}50$$

$$h'_0 = \frac{a_n}{2} tgi = 1{,}50 \quad P_v = \frac{h'^2_0}{tgi} - 2k = 3{,}03.$$

Всѣ остальныя (переменныя) данныя, равно какъ и результатъ подсчета вписываются въ спеціальную вѣдомость согласно приложенному образцу.

Вѣдомость эта заключаетъ въ себѣ слѣдующія графы;

1. версты;
2. пикеты;
3. разстояніе между пикетами (L);
4. рабочія или красныя отмѣтки (h) [1];
4, поперечныя уклоны мѣстности: $tg\alpha$ — для лѣвой и $tg\beta$ — для правой стороны сооруженія;
6. $H = h + h_0$—для насыпи и $H = h + h'_0$ для выемки.
7. Величина членовъ $\frac{H_1^2}{3}(\varphi_1 + \psi_1)$, $\frac{(H_1 + H_2)^2}{3}(\varphi_0 + \psi_0)$,

$$\frac{H_2^2}{3}(\varphi_2 + \psi_2).$$

8. Сумма найденныхъ трехъ слагаемыхъ за вычетомъ постояннаго члена: P_n—для насыпи, P_v — для выемки, что, для краткости означено $\sum \frac{H^2}{3}(\varphi + \psi) - P$.

9. величина прибавки при закругленіяхъ $\frac{q}{L}$ и отъ уступовъ $\frac{u}{L}$ подъ насыпью.

10. величины T_n и T_v (для смѣшанныхъ работъ), для правой и лѣвой стороны отдѣльно.

---

[1]) Эти и слѣдующія данныя, до поверстныхъ итоговъ включительно, вписываются для насыпей и выемокъ отдѣльно.

11. величина членовъ $\frac{T_1^2}{3}\mu_1$, $\frac{(T_1+T_2)^2}{3}\mu_0$, $\frac{T_2^2}{3}\mu_2$.

12. сумма этихъ членовъ $\sum\frac{T^2}{3}\mu$—для насыпи и $\sum\frac{T^2}{3}\mu \pm k$—для выемки. Знакъ (+) передъ k берется при опредѣленіи объема выемки W_v, знакъ (—) при опредѣленіи прибавки v_v.

13. Объемы, означенные $\Sigma_n . L$ и $\Sigma_v . L$. Подъ Σ подразумѣвавается сумма величинъ, взятыхъ изъ графъ 8, 9, 12.

14, объемъ насыпи, включая избытокъ на осадку $\Sigma_n . L(1+n_x)$ объемы выемокъ, включая излишекъ на разрыхленіе $\Sigma_n . L(1+r)$.

15. поверстные итоги.

Въ отдѣлѣ выемокъ, кромѣ того имѣются графы:

1) R—радіусъ закругленія.

2) „Родъ грунта“ что обусловливаетъ величину tgi, n и r.

Всѣ постоянныя данныя удобнѣе внести въ соотвѣтствующія, насыпи и выемки, графы примѣчаній.

ПРИМѢРЪ ПОДСЧЕТА.

Версты	Пикеты	Разстояніе L	Отмѣтки h	Поперечный уклонъ мѣстности лв. $tg\alpha$	Поперечный уклонъ мѣстности пр. $tg\beta$	H	$\frac{H^2}{3}(\varphi+\psi)$	$\sum\frac{H^2}{3}(\varphi+\psi)-P_n$	$\frac{q_n}{L}$ и $\frac{a}{L}$	T лв.	T пр.	$\frac{T^2}{3^\mu}$	$\sum\frac{T^2}{3^\mu}$	$\sum_n . L$	$\sum_n . L(1+n_x)$	Итого на версту	ПРИМѢЧАНІЯ
	N 0		4,14	— 0,12	+ 0,17	4,45	5,880										$a_n = 2,6$
		23,0		— 0,135	+ 0,185	7,76	18,136	29,447	0,017					677,67	726,87		при $h \leqslant 3$, $P_n = 1,127$
						3,31	3,351										$h_0 = 0,87$
			3,00	— 0,15	+ 0,20												при $h > 3, P_n = -2,08$
						3,87	3,856										
		27,0		— 0,165	+ 0,215	6,42	10,750	15,197	0,030					411,13	442,25		$h_0'' = 0,31$
	N 1		1,68	— 0,18	+ 0,23	2,55	1,718										
		50,0		— 0,21	+ 0,275	3,98	4,293	5,456	0,010					283,30	305,65		
	N 2		0,56	— 0,24	+ 0,32	1,43	0,572										
		17,3		— 0,26	+ 0,285	2,70	2,134	2,073						35,86	38,87		
	+ 17,3		0,40	— 0,28	+ 0,25	1,27	0,494				— 0,07						
		29,0		— 0,29	+ 0,22	2,14	1,444	1,057					0,028	31,47	34,62		
			0	— 0,30	+ 0,19	0,87	0,246			0,39	0,25	0,077					
		3,7								0,73		0,269	0,404	1,49	1,64		
	N 3									0,34		0,058					
		7,5								0,46		0,111	0,177	1,33	1,46		
	+ 7,5									0,12		0,008					
		42,5											0,002	0,09	0,10		
	N 4									— 1,39							
		21,4															
	+ 21,4										— 0,73						
		28,6											0,001	0,03	0,03		
	N 5										0,10	0,006					
		14,8									0,50	0,128	0,214	3,17	3,55		
			0	+ 0,23	— 0,31	0,87	0,247			0,30	0,40	0,080					
		12,7		+ 0,245	— 0,245	2,17	1,362	0,923					0,035	12,17	13,29		
	+ 27,5		0,43	+ 0,26	— 0,18	1,30	0,441			— 0,09							
		22,5		+ 0,20	— 0,19	3,10	2,604	2,831						63,70	68,65		
	N 6		0,93	+ 0,14	— 0,20	1,80	0,913										
		15,8		+ 0,14	— 0,25	2,89	2,534	2,713						42,87	46,45		
	+ 15,8		0,22	+ 0,14	— 0,30	1,09	0,393			— 0,04							
		21,3		+ 0,175	— 0,275	2,09	1,363	0,924					0,008	19,85	21,52		
	+ 37,1		0,13	+ 0,21	— 0,25	1,00	0,295			0,14							
		12,9		+ 0,18	— 0,225	2,62	1,973	1,877					0,003	24,25	26,43		
	N 7		0,75	+ 0,15	— 0,20	1,62	0,736			— 0,55							

Отмѣтки h	Поперечный уклонъ мѣстности лв. $tg\alpha$	пр. $tg\beta$	H	$\frac{H^2}{3}(\varphi+\psi)$	$\sum\frac{H^2}{3}(\varphi+\psi)-P_v$	$\frac{q_v}{L}$	T лв.	T пр.	$\frac{T^2}{3\mu}$	$\sum\frac{T^2}{3\mu}\pm k$	$\sum_v . L$	$\sum_v . L(1+r)$	Итого на версту	Радіусъ закругленія R	Родъ грунта	ПРИМѢЧАНІЯ
														$R=+500$	$r=0,15$, $n=0,0714$. $tgi={}^2/_3$	$a_v=4,5$
																$k=0,173$, $h'_0=1,50$
																$P_v=3,03$
								— 1,16								
										0,024	1,20	1,38				
								0,16	0,013							
								0,32	0,052	0,252	4,36	5,01				
								0,16	0,014							
								0,59	0,197	0,497	14,47	16,64				
0	+ 0,30	— 0,19	1,50	0,587			0,68	0,43	0,113							
	+ 0,30	— 0,185	3,05	2,412	0,588		1,31		0,493	0,320	3,36	3,86				
0,05	+ 0,30	— 0,18	1,55	0,619			0,63									
	+ 0,26	— 0,15	3,22	2,605	0,881		0,96		0,319	0,146	7,70	8,86				
0,17	+ 0,22	— 0,12	1,67	0,687			0,33									
	+ 0,15	— 0,01	4,67	4,993	4,634				0,013	— 0,025	195,88	225,26				
1,50	+ 0,08	+ 0,10	3,00	1,984			— 1,32									
	— 0,02	+ 0,17	5,55	7,038	7,582						162,25	186,59				
1,05	— 0,12	+ 0,24	2,55	1,590				— 0,51								
	— 0,16	+ 0,35	4,55	5,102	4,673				0,032	— 0,042	132,45	152,32				
0,50	— 0,20	+ 0,46	2,00	1,011				0,54								
	— 0,215	+ 0,385	3,50	3,232	1,834			1,24	0,316	0,143	29,26	33,65				
0	— 0,23	+ 0,31	1,50	0,621			0,52	0,70	0,150							
							0,68		0,248	0,584	7,42	8,53				
							0,16		0,013							
										0,042	0,95	1,09				
							— 0,62									
										0,026	0,41	0,47				
							0,10		0,008							
							0,44		0,125	0,373	7,94	9,13				
							0,34		0,067							
										0,145	1,87	2,15				
							— 0,41									

Черноземный грунтъ

$tgi={}^2/_3$, $n=0,0714$, $r=0,15$

Вписывая изъ продольнаго профиля пикеты, оставляютъ двойные промежутки тамъ, гдѣ должны быть вычислены промежуточные профиля: для $h_n = 3$ и $h = 0$.

Въ нашемъ примѣрѣ имѣемъ промежуточный профиль съ отмѣткою $h_n = 3$ между пикетами № 0 и № 1, который и вычислимъ.

По ур. 33

$$l_1 = \frac{4,14 - 3}{4,14 - 1,68} \cdot 50 = 0,46 \cdot 50 = 23,0$$

по ур. 9

$$h = 4,14 - (4,14 - 1,68)0,46 = 3,00$$

по ур. 10

$$tg\alpha = -0,12 - (-0,12 + 0,18)0,46 = -0,15$$

$$tg\beta = +0,17 - (0,17 - 0,23)0,46 = +0,20.$$

Кромѣ того, между профилями $N2+17,3$—$N3$ и $N5$—$N5+27,5$ имѣются точки перехода, для которыхъ также слѣдуетъ вычислить промежуточные профиля.

Для $N2 + 17,3 - N3$.

По ур. 58

$$l_n = \frac{0,40}{0,40 + 0,05} \cdot 32,7 = 0,889 \cdot 32,7 = 29,0$$

по ур. 59

$$tg\alpha_n = -0,28 - (-0,28 + 0,30)0,889 = -0,30$$

$$tg\beta_n = +0,25 - (0,25 - 0,18)0,889 = +0,19.$$

Подобнымъ же образомъ опредѣляется профиль и для другой точки перехода.

Всѣ полученныя данныя промежуточныхъ профилей, равно какъ и длл всѣхъ остальныхъ, вписываются въ соотвѣтствующія графы: h, $tg\alpha$ и $tg\beta$, а также и разстоянія между профилями L. Вмѣстѣ съ тѣмъ одредѣляются среднія значенія $tg\alpha_0$ и $tg\beta_0$, для каждой пары смежныхъ профилей и вписываются въ промежуткахъ между соотвѣтствующими tg-ми.

Далѣе опредѣляются и вписываются величины: $H = h + h_0$, $H_1 + H_2$, T и $T_1 + T_2$.

Затѣмъ уже приступаютъ къ опредѣленію объемовъ.

Для примѣра опредѣлимъ объемъ между пикетами $N1$ и $N2$.

Для $tg\alpha_1 = -0,18$, по табл. I $\varphi_1 = 0,5137$

„ $tg\beta_1 = +0,23$, „ $\psi_1 = 0,2788$

$$\varphi_1 + \psi_1 = 0,7925$$

По таблицамъ H и φ (графическимъ) имѣемъ (см. § 7) приблизительно (по вертикальнымъ масштабамъ)

$$\frac{H_1^2}{3}(\varphi_1 + \psi_1) \backsim \frac{2{,}6^2}{3} 0{,}8 = 1, \ldots$$

Точно (по сложному масштабу)

$$\frac{H_1}{3}(\varphi_1 + \psi_1) = 1{,}718,$$

каковая величина вписывается въ соотвѣтствующую графу.

Далѣе

для $tg\alpha_0 = -0{,}21$, по табл. I $\varphi_0 = 0{,}5474$

„ $tg\beta_0 = +0{,}275$, „ (интерполированіемъ) $\psi_0 = \frac{0{,}2669 + 0{,}2641}{2} = 0{,}2655$

$$\varphi_0 + \psi_0 = 0{,}8129$$

по таблицѣ H и φ приблизительно

$$\frac{(H_1 + H_2)^2}{3}(\varphi_0 + \psi_0) \backsim \frac{4^2}{3} 0{,}8 = 4, \ldots$$

точно

$$\frac{(H_1 + H_2)^2}{3}(\varphi_0 + \psi_0) = 4{,}293$$

и наконецъ

для $tg\alpha_2 = -0{,}24$, $\varphi_2 = 0{,}5859$

„ $tg\beta_2 = +0{,}32$, $\psi_2 = 0{,}2534$

$$\varphi_2 + \psi_2 = 0{,}8393$$

По таблицѣ H и φ приблизительно

$$\frac{H_2^2}{3}(\varphi_2 + \psi_2) \backsim \frac{1{,}4^2}{3} \cdot 0{,}8 = 0{,}5 \ldots$$

точно

$$\frac{H_2^2}{3}(\varphi_2 + \psi_2) = 0{,}572.$$

Такимъ же точно образомъ находимъ значенія $\frac{H^2}{3}\varphi$ для всѣхъ профилей въ отдѣлѣ насыпей, а затѣмъ и въ отдѣлѣ выемокъ. Послѣ этого найденныя величины суммируются по три и изъ суммы

вычитается постоянная величина P_n или P_v, соотвѣтственно опредѣляемому объему. Результатъ вписывается въ графы:

$$\sum \frac{H^2}{3}(\varphi + \psi) - P_n \quad \text{и} \quad \sum \frac{H^2}{3}(\varphi + \psi) - P_n.$$

Такимъ образомъ для объема между пикетами $N1$ и $N2$ имѣемъ

$$\sum \frac{H^2}{3}(\varphi + \psi) - P_n = 1{,}718 + 4{,}293 + 0{,}572 - 1{,}127 = 5{,}456.$$

Если есть закругленія пути или уступы подъ насыпью, то соотвѣтствующія величины $\frac{q}{L}$ и $\frac{u}{L}$, будучи вычислены по ур. 27 или 27*bis* и ур. 36 или 39, вписываются въ соотвѣтствующія графы.

По заполненіи предыдущихъ графъ приступаютъ къ опредѣленію величинъ $\frac{T^2}{3}\mu$. Такъ какъ этими величинами опредѣляются объемы насыпей или выемокъ W_n и W_v, а также прибавки v_n и v_v, то подсчетъ ведутъ отдѣльно. Сначала опредѣляютъ для W_n, т. е. T_n при h_v и tg_v—, затѣмъ то же T_v при h_n и tg_n—.

Найдемъ, для примѣра, значеніе $\frac{T^2}{3}\mu$ для объема насыпи, заключающагося между пикетами $N3$ и $N3 + 7{,}5$.

При опредѣленіи величинъ W въ значеніяхъ μ слѣдуетъ брать разность $tgi - tg\alpha$, слѣдовательно

для $tg\alpha_1 = -0{,}30$ по табл. I $\mu_1 = 1{,}515$.

По табл. H и φ

приблизительно $\frac{T_1^2}{3}\mu_1 \backsim \frac{0{,}34^2}{3}1{,}5 = 0{,}06\ldots$

точно $\frac{T_1^2}{3}\mu_1 = 0{,}058$

Для $tg\alpha_0 = -0{,}26$ по табл. I $\mu_0 = 1{,}576$

По табл. H и φ

приблизительно $\frac{(T_1 + T_2)^2}{3}\mu_0 \backsim \frac{0{,}46^2}{3}1{,}6 = 0{,}1\ldots$

точно $\frac{(T_1 + T_2)^2}{3}\mu_0 = 0{,}111.$

Для $tg\alpha_2 = -0{,}22$ по табл. I $\mu_2 = 1{,}696$

По табл. H и φ

приблизительно $\frac{T_2^2}{3}\mu_2 \backsim \frac{\overline{0{,}12}^2}{3}\,1{,}7 = 0{,}008$

точно $\frac{T_2^2}{3}\mu_2 = 0{,}008.$

Такимъ образомъ поступаемъ для всѣхъ положительныхъ величинъ T_n.

Точно также опредѣляются величины $\frac{T^2}{3}\mu$ въ отдѣлѣ выемокъ. Найденныя величины суммируются по три и вписываются въ графу $\sum\frac{T^2}{3}\mu$ для насыпей; въ отдѣлѣ же выемокъ къ найденной суммѣ прибавляется площадь кювета $k = 0{,}173$ и тогда уже результатъ записываютъ въ графу $\sum\frac{T^2}{3}\mu \pm k$.

Послѣ этого приступаютъ къ опредѣленію тѣхъ же величинъ $\frac{T^2}{3}\mu$ для прибавокъ v_n и v_v. Въ прилагаемой таблицѣ при опредѣленіи прибавокъ v_n и v_v мы пользовались упрощенной формулой (49*bis* и 52*bis*). а потому полученный результатъ вписывался прямо въ графу $\sum\frac{T^2}{3}$.

Такъ какъ величины прибавокъ v_n и v_v, а также объемы W_n и W_v, въ тѣхъ случаяхъ, когда для двухъ смежныхъ профилей величины T имѣютъ различный знакъ, часто оказываются очень незначительными, то таковыми пренебрегаютъ. Хотя, впрочемъ, это допустимо только при очень малыхъ разстояніяхъ L и когда абсолютное значеніе отрицательной величины T значительно превосходитъ таковую же—положительнаго T. Такъ напримѣръ въ отдѣлѣ выемки

между пикет. $N1$ и $N2$, при $L = 50$, но при $\frac{T}{T} = \frac{1{,}16}{0{,}16} = 7{,}25.$

$W_v = 1{,}20$ кб. сж.

тогда какъ между пикет. $N6+37{,}1$ и $N7$, при $L=12{,}9$, т. е. меньшемъ почти въ 4 раза чѣмъ въ первомъ случаѣ, но при $\frac{T}{T}=\frac{0{,}41}{0{,}31}=$ $=1{,}32$ имѣемъ

$$W_v = 1{,}87 \text{ кб. сж.}$$

Такимъ образомъ, слѣдуетъ опредѣлить величины v_n, v_v, W_n W_v, также и въ случаѣ различныхъ знаковъ сосѣднихъ T, тѣмъ болѣе, что эти опредѣленія уже не составятъ особаго обремененія.

Напримѣръ вычислимъ въ отдѣлѣ выемокъ величину прибавки между пикетами $N4+21{,}4$ и $N5$, примѣняя ур. 67.

$T_1=-0{,}51$, $T_2=0{,}54$, слѣговат. $\frac{T_2}{T_2-T_1}=\frac{0{,}54}{0{,}54+0{,}51}==0{,}514$.

По табл. I для $tg\beta_0=0{,}35$, $\mu_0=0{,}68$, слѣдов. $2\mu_0=0{,}936$.

По табл. H и φ

приблизительно $\frac{T_2^2}{3}0{,}936 \backsim 0{,}09$

точно $\frac{T_2^2}{3}0{,}936=0{,}091$

Такимъ образомъ

$$\frac{v_v}{L}=(0{,}091-0{,}173)0{,}514=-0{,}042.$$

2. Приближенное вычисленіе объемовъ.

§ 11. Для приблизительнаго вычисленія объемовъ предлагается графическій способъ, который значительно облегчая работу, даетъ, вмѣстѣ съ тѣмъ, результаты достаточно близкіе къ истиннымъ.

Примѣненіе графическаго метода непосредственно къ выведенденнымъ уравненіямъ не представляетъ особенной выгоды, но лишь при незначительномъ упрощеніи этихъ уравненій преимущество этого метода становится весьма ощутительнымъ.

Такъ какъ величина прибавки при закругленіи пути оказывается вообще очень незначительной (не болѣе $3^0/_0$ общаго объема), то таковою можно пренебречь и считать весь путь за прямолинейный.

Кромѣ того, величина объема оказывается, сравнительно, мало отличающейся отъ дѣйствительной, если въ ур. 24 положить

$$tg\alpha_1 = tg\alpha_2 = \frac{tg\alpha_1 + tg\alpha_2}{2} = tg\alpha_0 \quad \text{и} \quad tg\beta_1 = tg\beta_2 = \frac{tg\beta_1 + tg\beta_2}{2} = tg\beta_0.$$

тогда

$$\varphi_1 = \varphi_2 = \varphi_0 \quad \text{и} \quad \psi_1 = \psi_2 = \psi_0$$

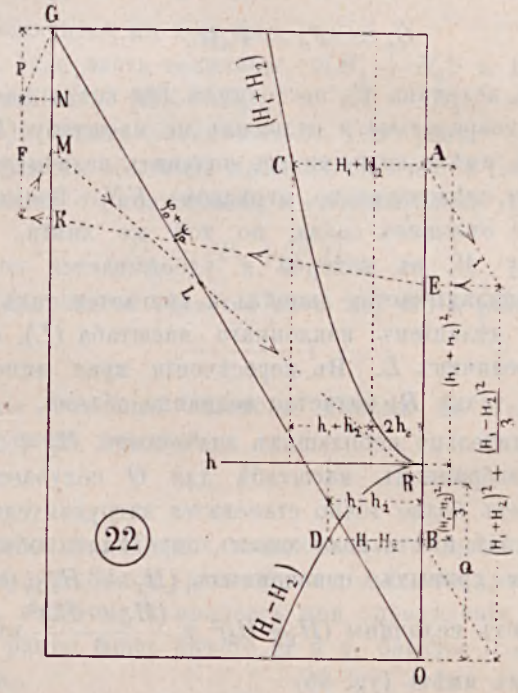
и все ур. 24 приметъ видъ

$$Q_n = \left\{[H_1^2 + H_1H_2 + H_2^2]\frac{2(\varphi_0 + \psi_0)}{3} - P_n\right\} L,$$

которое легко привести къ виду

$$Q_n = \left\{\left[(H_1+H_2)^2 + \frac{(H_1-H_2)^2}{3}\right]\frac{\varphi_0+\psi_0}{2} - P_n\right\}L \quad . \quad (84)\ ^{1)}$$

Для рѣшенія этого уравненія составлена таблица Q. На правой сторонѣ таблицы нанесены кривыя (параболы), дающія зависимость между (H_1+H_2) и $(H_1+H_2)^2$ и между (H_1-H_2) и $\frac{(H_1-H_2)^2}{3}$. Первая парабола означена (H_1+H_2), вторая (H_1-H_2). На самихъ кривыхъ нанесены дѣленія, соотвѣтствующія величинамъ H_1+H_2 и H_1-H_2.



Отмѣтивъ точку C (чер. 22) на кривой (H_1+H_2) соотвѣтственно данной величинѣ, проектируютъ ее на крайнюю правую, вертикальную линію и въ полученную точку A устанавливаютъ остріе иглы, удерживая послѣднюю лѣвой рукой. Точно также находятъ точку B соотвѣтственно величинѣ (H_1-H_2). Разстояніе отъ точки A до B берутъ циркулемъ и откладываютъ его отъ точки O вверхъ по той же линіи. Положимъ, что одна изъ точекъ циркуля установится въ точкѣ E. Удерживая ножку циркуля въ точкѣ E прикладываютъ линейку и двигаютъ ее до тѣхъ поръ, пока край ея, проходящій черезъ

[1]) См. Приложеніе I-е въ концѣ текста.

точку E, не пройдетъ черезъ дѣленіе, соотвѣтствующее данной величинѣ $\varphi_0 + \psi_0$, взятой на наклонномъ масштабѣ $(\varphi_0 + \psi_0)$. Пересѣченіе края линейки съ лѣвою крайнею вертикальной линіей дастъ точку K. Отрѣзокъ GK, будучи измѣренъ по соотвѣтствующему масштабу, дастъ величину

$$F_n = \left[(H_1 + H_2)^2 + \frac{(H_1 - H_2)^2}{3}\right] \frac{\varphi_0 + \psi_0}{2} \quad . \quad . \quad . \quad (85)$$

При такомъ обозначеніи объемъ выразится (ур. 84).

$$Q_n = (F_n - P_n)L. \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (86)$$

Такъ какъ величина P_n постоянна для всѣхъ насыпей, то вычисливъ ее предварительно и отложивъ по масштабу (P) отъ точки G до N будемъ имѣть возможность получить величину $F_n - P_n$, которая выразится, слѣдовательно, отрѣзкомъ KN. Взявъ эту величину циркулемъ и отложивъ снова, по той же линіи, отъ точки G, получимъ точку M, въ которой и удерживается остріе циркуля. Къ циркулю прикладывается линейка и двигается такъ, чтобы край ея совпалъ съ дѣленіемъ наклоннаго масштаба (L), соотвѣтствующимъ данной величинѣ L. Въ пересѣченіи края линейки съ масштабомъ Q (въ точкѣ R) читается величина объема.

При сравнительно небольшихъ значеніяхъ $H_1 + H_2$, величина объема, при избранномъ масштабѣ для Q получается столь малою, что отсчетъ болѣе точно становится затруднительнымъ. Дабы и въ этомъ случаѣ имѣть возможность опредѣлять объемы, проведена вторая пара кривыхъ, означенныхъ $(H_1 + H_2)_{10}$ и $(H_1 - H_2)_{10}$. Эти кривыя даютъ величины $(H_1 + H_2)^2$ и $\frac{(H_1 - H_2)^2}{3}$ въ 10 разъ большія, т. е. будемъ имѣть (ур. 85)

$$F_n' = 10\left[(H_1 + H_2)^2 + \frac{(H_1 - H_2)^2}{3}\right] \frac{\varphi_0 + \psi_0}{2} = 10\, F_n.$$

Если же теперь отъ точки G до N (чер. 22) отложимъ $10P_n$, то ур. 86 дастъ

$$Q'_n = (F_n' - 10P_n)L = 10[F_n - P_n]L,$$

т. е. получаемая величина объема Q'_n будетъ въ 10 разъ болѣе дѣйствительной.

При болѣе малыхъ значеніяхъ величину опредѣляемаго объема можно еще болѣе увеличить тѣмъ, что на кривыхъ $(H_1 + H_2)$

и $(H_1 - H_2)$ взять величины въ 10 разъ большія, т. е. $10(H_1 + H_2)$ и $10(H_1 - H_2)$, тогда по ур. 85 получимъ

$$F_n'' = 100\left[(H_1 + H_2)^2 + \frac{(H_1 - H_2)^2}{3}\right]\frac{\varphi_0 + \psi_0}{2} = 100F_n$$

и откладывая отъ точки G до N (чер. 22) величину $100P_n$ будемъ имѣть

$$Q_n = 100(F_n - P_n)L,$$

т. е. объемъ увеличится въ 100 разъ

Наконецъ, если взять величины $10(H_1 + H_2)$ и $10(H_1 - H_2)$ на кривыхъ, означенныхъ $(H_1 + H_2)_{10}$ и $(H_1 - H_2)_{10}$ и откладывать уже $1000P_n$, то и объемъ увеличится въ 1000 разъ.

При опредѣленіи объемовъ насыпей высотою $h > -3$ саж, величина P_n получается отрицательной, а слѣдовательно ур. 86 будетъ

$$Q_n = (F_n + P_n)L \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (86bis)$$

Дальнѣйшій процессъ остается тотъ же, что и ранѣе.

Опредѣленіе объемовъ выемокъ ничѣмъ не отличается отъ опредѣленія объемовъ насыпей.

При смѣшанныхъ работахъ, какъ видѣли, опредѣляются величины V и W выражающіяся уравненіями подобными уравненіямъ для чистыхъ работъ, а потому и процессъ при опредѣленіи ихъ остается тотъ же, что и ранѣе, лишь вмѣсто H и φ_0 берутся соотвѣтственно величины T и μ_0.

Здѣсь слѣдуетъ еще указать способъ полученія объемовъ, включая прибавки: $\triangle Q_n$ — на осадку насыпи и $\triangle Q_v$ — на разрыхленіе грунта въ выемкѣ.

Полный объемъ насыпи, со включеніемъ прибавки на осадку, опредѣляется ур. 83.

$$Q_n + \triangle Q_n = Q_n(1 + n_x)$$

вставимъ вмѣсто Q_n его значеніе изъ ур. 86, тогда

$$Q_n + \triangle Q_n = (F_n - P_n)(1 + n_x)L$$

или, означая

$$n_x L = \triangle L \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (87)$$

будемъ имѣть

$$Q_n + \triangle Q_n = (F_n - P_n)(L + \triangle L) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (88)$$

Сравнивая полученное ур. 88 съ ур. 86 видимъ, что они отличаются лишь тѣмъ, что въ ур. 86 входитъ разстояніе L, тогда какъ въ ур. 88 разстояніе $L + \triangle L$. Поэтому опредѣленіе объема $Q_n + \triangle Q_n$ производится тѣмъ же путемъ, какъ Q_n, но лишь для новаго разстоянія $L + \triangle L$.

Для полученія послѣдней необходимо опредѣлить $\triangle L$ согласно ур. 87, въ которомъ величина n_x опредѣляется въ различныхъ случаяхъ ур. 78, 79, 80 и 81.

Такъ для чистой насыпи по ур. 78 и 87 будемъ имѣть

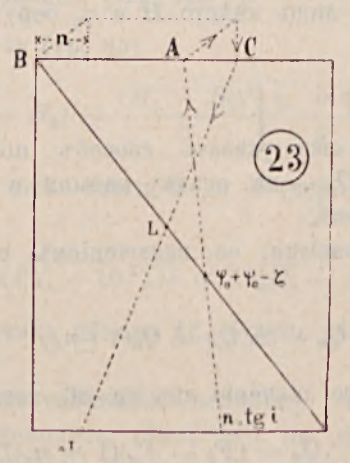
$$\triangle L = n\left\{\frac{1}{2} + 2tgi(\varphi_0 + \psi_0 - \xi)\right\} . L$$

или

$$\triangle L = \left[\frac{n}{2} + 2ntgi(\varphi_0 + \psi_0 - \xi)\right] L \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (89)$$

Это уравненіе рѣшается помощью той же таблицы Q.

Предварительно вычисляютъ величину $n \,.\, tgi$, которая остается постоянной для даннаго грунта. Эту величину отсчитываютъ по масштабу $(n \,.\, tgi)$ (чер. 23) и на полученную точку ставятъ иглу или остріе карандаша, къ которому прикладываютъ край линейки и дви-



гаютъ ее до тѣхъ поръ, пока край ея не совпадетъ съ точкой, соотвѣтствующей величинѣ $\varphi_0 + \psi_0 - \xi$, взятой на наклонномъ масштабѣ $(\varphi_0 + \psi_0)$. Пересѣченіе края линейки съ верхней горизонтальной линіей дастъ точку A. На масштабѣ (n) должна быть отмѣчена соотвѣтствующая величина. Взявъ циркулемъ сумму $AB+n$ и отложивъ отъ точки B получимъ точку C, къ каковой снова прикладывается линейка и двигается до тѣхъ поръ, пока ея край не совпадетъ съ точкой соотвѣтствующей величинѣ L, взятой на наклонномъ масштабѣ (L). Въ пересѣченіи края линейки съ нижней горизонтальной линіей читается величина $\triangle L$ по масштабу $(\triangle L)$.

При смѣшанныхъ работахъ, пользуясь ур. 80 совмѣстно съ ур. 87 будемъ имѣть

$$\triangle L = \left[\frac{n}{2} + 2ntgi \,.\, \varphi_0\right] L \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (90)$$

которое отличается отъ ур. 89 только тѣмъ, что вмѣсто $\varphi_0 + \psi_0 - \xi$ здѣсь входитъ φ_0, слѣдовательно и рѣшеніе его нисколько не отличается отъ предыдущаго.

При опредѣленіи объема насыпи высотою $h > 3$ сж. величина прибавки выражается ур. 82, а слѣдовательно

$$\triangle L = \left[\frac{n}{2}\left(1 + \frac{Q'_n}{Q_n}\right) + 2ntgi'(\varphi_0 + \psi_0 - \xi)\left(1 - \frac{Q'_n}{Q_n}\right)\right] L \quad (91)$$

Здѣсь, слѣдовательно, необходимо прежде всего опредѣлить постоянный объомъ Q'_n и величину объема Q_n для разстоянія L. Зная эти величины слѣдуетъ вычислить:

$$n\left(1 + \frac{Q'_n}{Q_n}\right) \quad \text{и} \quad (\varphi_0 + \psi_0 - \xi)\left(1 - \frac{Q'_n}{Q_n}\right)$$

каковыя и взять на соотвѣтствующихъ масштабахъ: (n) и $(\varphi_0 + \psi_0)$.

Увеличенный объемъ выемки выражается подобнымъ же ур. 88, гдѣ

$$\triangle L = rL \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (92)$$

r—коэффиціентъ разрыхленія (см. § 9).

Величину r берутъ по масштабу (r) на таблицѣ Q (вверху) прикладываютъ линейку и двигаютъ ее, пока край ея не совпадетъ съ точкой, соотвѣтствующей величинѣ L, взятой на масштабѣ (L). Въ точкѣ пересѣченія края линейки съ масштабомъ $(\triangle L)$ читается значеніе послѣдней.

Такимъ образомъ, при опредѣленіи объемовъ $Q_n + \triangle Q_n$ и $Q_v + \triangle Q_v$ необходимо предварительно опредѣлить $\triangle L_n$ и $\triangle L_v$, а затѣмъ $L_n + \triangle L_n$ и $L_v + \triangle L_v$, по каковымъ значеніямъ и остальнымъ даннымъ опредѣляется искомый объемъ.

Ко всему слѣдуетъ добавить, что вѣрность того или иного опредѣленія зависитъ отъ правильности порядка соединенія точекъ на различныхъ масштабахъ таблицы. Нельзя, напримѣръ, соединить (чер. 23) точку *ntgi* сначала съ L, а потомъ съ $\varphi_0 + \psi_0$, такъ какъ тогда получимъ невѣрное значеніе для $\triangle L$. То же относится и къ случаю опредѣленія объемовъ.

Для указанія порядка направленія соединительныхъ линій на таблицѣ Q сдѣланы схемы, гдѣ стрѣлками показанъ путь рѣшенія.

Для лучшаго уясненія всего сказаннаго приведемъ нѣсколько примѣровъ, взявъ послѣдніе изъ примѣра точнаго подсчета (§ 10).

1) Между пикетами $N0$ и $N0 + 23$.

$$H_1 + H_2 = 7{,}76; \quad H_1 - H_2 = 1{,}14, \quad \varphi_0 + \psi_0 = 0{,}90, \quad L = 23, \quad P_n = -2{,}08.$$

Возьмемъ значенія $H_1 + H_2$ и $H_1 - H_2$ на кривыхъ означенныхъ $(H_1 + H_2)_{10}$ и $(H_1 - H_2)_{10}$, тогда какъ было указано, слѣдуетъ на масштабѣ (P) отмѣтить точку соотвѣтствующую $P_n = -2{,}08 \,.\, 10 = -20{,}8$ (вверхъ отъ нулевой точки). Полученный объемъ будетъ въ 10 разъ болѣе истиннаго.

При взятыхъ условіяхъ таблица Q даетъ

$$Q_n = 6700 \text{ кб. сж.}$$

слѣдовательно дѣйствительный объемъ будетъ

$$Q_n = 670 \text{ кб. сж.}$$

Точное вычисленіе даетъ $Q_n = 677{,}67$ кб. сж. и въ такомъ случаѣ ошибка лишь немногимъ превыситъ $1\,^0/_0$.

2) Объемъ насыпи между пикетами $N1$ и $N2$.

$$H_1 + H_2 = 3{,}98, \quad H_1 - H_2 = 1{,}12, \quad \varphi_0 + \psi_0 = 0{,}81, \quad L = 50, \quad P_n = 1{,}127.$$

Величины $H_1 + H_2$ и $H_1 - H_2$ возьмемъ на кривыхъ $(H_1 + H_2)_{10}$ и $(H_1 - H_2)_{10}$, и на масштабѣ P отложимъ $P_n = 11{,}27$ (внизъ), тогда объемъ получится въ 10 разъ болѣе дѣйствительнаго.

Таблица Q даетъ

$$Q_n = 2800,$$

слѣдовательно дѣйствительное значеніе будетъ

$$Q_n = 280 \text{ кб. сж.}$$

Точное вычисленіе даетъ $Q_n = 283{,}3$ кб. сж.

Чтобы опредѣлить объемъ насыпи со включеніемъ прибавки на осадку предварительно слѣдуетъ найти значеніе $\triangle L$.

$$n = 0{,}0714, \; tgi = \frac{2}{3}$$

слѣдовательно

$$ntgi = 0{,}047,$$

кромѣ того

$$\varphi_0 + \psi_0 - \xi = 0{,}81 - 0{,}36 = 0{,}45$$

По таблицѣ Q имѣемъ (ур. 89)

$$\triangle L = 4 \text{ сж.}$$

слѣдовательно $L + \triangle L = 54$ сж. и для этого разстоянія при остальныхъ прежнихъ данныхъ получимъ

$$Q_n = \frac{3000}{10} = 300 \text{ кб. сж.}$$

3) Объемъ насыпи, со включеніемъ прибавки на осадку, между пикетами $N3$ и $N3 + 7{,}5$.

$$T_1 + T_2 = 0{,}46, \qquad T_1 - T_2 = 0{,}22, \qquad \varphi_0 = 0{,}615,$$

$$\mu_0 = 1{,}58, \qquad L = 7{,}5$$

По табл. Q (значенія n и tgi, что и ранѣе (ур. 90)

$$\triangle L = 0{,}5 \text{ сж}, \qquad L + \triangle L = 7{,}5 + 0{,}5 = 8 \text{ сж.}$$

Такъ какъ значенія T очень малыя, то примемъ

$$T_1 + T_2 = 0{,}46 \,.\, 10 = 4{,}6, \qquad T_1 - T_2 = 0{,}22 \,.\, 10 = 2{,}2$$

и кромѣ того эти значенія возьмемъ на кривыхъ $(H_1 + H_2)_{10}$ и $(H_1 - H_2)_{10}$.

Тогда объемъ увеличится, какъ видѣли, въ 1000 разъ.

Изъ ур. 50 видно, что постоянная величина (P) здѣсь отсутствуетъ. При этихъ данныхъ получимъ по табл. Q

$$W_n = 1400 \text{ кб. сж.}$$

слѣдовательно дѣйствительное значеніе будетъ въ 1000 разъ менѣе

$$W_n = 1{,}4 \text{ кб. сж.}$$

Точное вычисленіе даетъ 1,46 кб. сж.

4) Объемъ выемки между пикетами $N2$ и $N2 + 17{,}3$, со включеніемъ прибавки на разрыхленіе.

$$T_1 + T_2 = 0{,}32, \qquad T_1 - T_2 = 0, \qquad \psi_0 = 0{,}655, \qquad \mu_0 = 1{,}53,$$

$$k = 0{,}173, \qquad r = 0{,}15.$$

По табл. Q (ур. 92)

$$\triangle L = 2{,}7 \text{ сж.}, \qquad L + \triangle L = 17{,}3 + 2{,}7 = 20{,}0 \text{ сж.}$$

Возьмемъ $T_1 + T_2 = 0{,}32 \,.\, 10 = 3{,}2$, на кривой $(H_1 + H_2)_{10}$

и $k = 0{,}173 \,.\, 1000 = 173$ [1]).

По табл. Q имѣемъ (ур. 53)

$$W_v = 5050 \text{ кб. сж.}$$

слѣдовательно истинный объемъ будетъ въ 1000 разъ менѣе, т. е.

$$W_v = 5{,}05 \text{ кб. сж.}$$

Точное вычисленіе даетъ 5,01 кб. сж.

5) Объемъ выемки между пикетами $N6 + 37{,}1$ и $N7$.

Согласно ур. 66 предварительно найдемъ значеніе $\frac{T_2}{T_2 - T_1} \,.\, L$

$$T_2 = 0{,}34, \qquad T_1 = -0{,}41 \qquad L = 12{,}9$$

тогда

$$\frac{T_2}{T_2 - T_1} L = 5{,}84 \,.$$

для каковаго разстоянія и опредѣлимъ объемъ W_v, причемъ изъ ур. 66 видно, что здѣсь слѣдуетъ брать лишь положительное значеніе T, т. е. $T_2 = 0{,}34$. Кромѣ этого $\mu_0 = 1{,}9$, $k = 0{,}173$.

Какъ и въ предыдущемъ случаѣ примемъ

---

[1]) Величина k откладывается на масштабѣ (P) вверхъ, такъ какъ слѣдуетъ получить $F_v + k$.

$$T_2 = 0{,}34 \,.\, 10 = 3{,}4 \quad \text{на кривой } (H_1 + H_2)_{10},$$

тогда необходимо также принять

$$k = 0.173 \,.\, 1000 = 173 \text{ (отложить вверхъ).}$$

При этихъ значеніяхъ T_2, k, μ_0 и $L = 5{,}84$,

по табл. Q имѣемъ

$$W_v = 1700 \text{ кб. сж.}$$

и истинное значеніе будетъ

$$W_v = 1{,}7 \text{ кб. сж.}$$

По точному вычисланію 1,87 кб. сж.

Такъ какъ значенія постоянныхъ P и k, какъ видимъ, входятъ то со знакомъ (+), то со знакомъ (—), и притомъ увеличенными въ 10, 100 и 1000 разъ, то передъ началомъ опредѣленія объемовъ таковыя величины слѣдуетъ отложить на масштабѣ (P), отъ нулевой точки вверхъ и внизъ при различныхъ увеличеніяхъ, дабы имѣть возможность въ различныхъ случаяхъ получить значенія (ур. 86 и 86*bis*).

$$F + P, \quad F - P, \quad F + k, \quad F - k \quad \text{и т. д.}$$

сообразно тѣмъ уравненіямъ, по которымъ опредѣляется искомый объемъ.

---

§ 12. При предварительныхъ соображеніяхъ нѣтъ надобности достигать даже той точности, которую даетъ только что указанный способъ. Для означенной цѣли величинами прибавокъ $v_н$ и $v_п$ и объемовъ $W_н$ и $W_п$, получающихся при смѣшанныхъ работахъ, вслѣдствіе ихъ незначительности, возможно пренебречь, и пользоваться, слѣдовательно, уравненіями лишь для чистыхъ работъ. Кромѣ того, при предварительныхъ соображеніяхъ нѣтъ надобности опредѣлять tg-ы угловъ отдѣльно для лѣвой и правой стороны, но достаточно опредѣлить средній поперечный уклонъ и считать его постояннымъ на всемъ протяженіи поперечнаго профиля. При такомъ условіи будемъ имѣть

$$tg\alpha_1 = -tg\beta_1 \quad \text{и} \quad tg\alpha_2 = -tg\beta_2$$

слѣдовательно величина $\varphi_0 + \psi_0$ берется прямо изъ табл. I (цыфры напечатанныя жирнымъ шрифтомъ).

Знакъ tg-а пріурочивается уже къ одной какой либо сторонѣ, напр.—лѣвой.

Напримѣръ имѣемъ

$$tg\alpha_1 = +0{,}2, \qquad tg\alpha_2 = -0{,}1.$$

слѣдовательно

$$tg\beta_1 = -0{,}2 \quad \text{и} \quad tg\beta_2 = +0{,}1$$

тогда

$$tg\alpha_0 = \frac{0{,}2 - 0{,}1}{2} = 0{,}05,$$

$$tg\beta_0 = -\frac{0{,}2 - 0{,}1}{2} = -0{,}05 = -tg\alpha_0.$$

и по таблицѣ I

$$\varphi_0 + \psi_0 = 0{,}7542.$$

Дѣло упрощается также и тѣмъ, что въ таблицѣ Q масштабъ (L) для величинъ $H_1 + H_2$ и $H_1 - H_2$ избранъ равнымъ 0,001 сж., т. е. такой, которымъ обыкновенно пользуются при составленіи продольнаго профиля сооруженія. Такъ какъ $H_1 + H_2 = 2h_0 + h_1 + h_2$, то вычисливъ предварительно величину постоянной h_0 и отложивъ $2h_0$ отъ нулевой точки по масштабу (L) (чер. 22 и табл. Q) проводятъ линію || масштабу (Q). Затѣмъ циркулемъ, непосредственно изъ продольнаго профиля, берутъ величину $h_1 + h_2$, каковую откладываютъ отъ проведенной линіи и передвигая циркуль отыскиваютъ ординату AC кривой ($H_1 + H_2$). Въ точку A устанавливаютъ остріе булавки, удерживая ее лѣвой рукой. Затѣмъ снова раздвигая циркуль берутъ изъ продольнаго профиля величину $H_1 - H_2 = h_1 - h_2$ и откладывая ее отъ линіи OA (чер. 22) влѣво и передвигая циркуль отыскиваютъ ординату BD кривой ($H_1 - H_2$).

Отрѣзокъ AB берется циркулемъ, переносится въ точку O и дальнѣйшая работа идетъ тѣмъ же порядкомъ, какъ и ранѣе. Въ концѣ концовъ получимъ величину Q, которая отсчитывается по масштабу (Q). Но такъ какъ въ дальнѣйшемъ, при распредѣленіи земляныхъ массъ величины Q откладываются циркулемъ, то нѣтъ надобности знать числовую величину таковой, но достаточно взять

циркулемъ величину линіи OR (чер. 22) и перенести на вновь составляемый чертежъ.

Масштабъ для Q избранъ въ 0,0000005 сж., такъ что 0,001 сж. соотвѣтствуетъ 200 кб. сж.

При составленіи кривой распредѣленія массъ величины объемовъ суммируются, такъ что откладывая каждый объемъ въ видѣ линейнаго отрѣзка, на продолженіи ранѣе полученныхъ, возможно накопленіе ошибокъ и неточное полученіе суммы $Q_1 + Q_2 + \ldots$

Для избѣжанія этого лучше, опредѣляемый объемъ не брать циркулемъ непосредственно изъ таблицы, но отсчитывать лишь абсолютную величину линіи, выражающей данный объемъ.

Такъ напримѣръ, имѣемъ

$$\left.\begin{array}{rr} Q_1 = & 2{,}5 \\ Q_2 = & 3{,}7 \\ \hline & 6.2 \\ Q_3 = & 11{,}2 \\ \hline & 17{,}5 \\ Q_4 = & 0{,}8 \\ \hline & 18.2 \end{array}\right\} \text{ тысячн. саж.}$$

тогда откладыванію на составляемомъ чертежѣ подлежатъ величины 2,5, 6,2, 17,4, 18,2 и т. д. Само собою разумѣется, что абсолютная длина этихъ линій, взятая по масштабу для Q (0,000005) дастъ числовыя величины соотвѣтствующихъ суммъ объемовъ.

Отсчетъ абсолютной длины отрѣзковъ, выражающихъ искомые объемы, производится по цыфрамъ (табл. Q) поставленнымъ съ лѣвой стороны масштаба Q. Цифры эти означаютъ число тысячныхъ долей сажени.

При опредѣленіи объемовъ указаннымъ способомъ, возможно пользоваться какъ кривыми $(H_1 + H_2)$ и $(H_1 - H_2)$ такъ и кривыми $(H_1 + H_2)_{10}$ и $(H_1 - H_2)_{10}$. Въ послѣднемъ случаѣ лишь слѣдуетъ откладывать по масштабу P величину $10 \,.\, P$ и получаемый объемъ уменьшить въ 10 разъ. Слѣдовательно, если получимъ, что объемъ выражается отрѣзкомъ длиною въ 37,5 тыс. саж., то истинный объемъ долженъ выразится отрѣзкомъ длиною $\frac{37.5}{10} = 3{,}75$ тыс. сж., каковую длину и слѣдуетъ отложить на составляемомъ чертежѣ.

Можетъ случиться, что для отмѣтокъ h и объемовъ Q избраны другіе масштабы,—не тѣ, которые приняты въ таблицѣ Q, то послѣднюю легко исправить для возможности пользованія и въ этомъ случаѣ.

Если новый масштабъ для h будетъ l'_h, то надо построить (по точкамъ) новыя параболы $(H_1 + H_2)$ и $(H_1 - H_2)$ такъ, чтобы величины $(H_1 + H_2)^2$ и $\frac{(H_1 - H_2)^2}{3}$ опредѣлялись тѣмъ же масштабомъ, какой для нихъ избранъ въ таблицѣ Q.

Масштабъ для послѣднихъ величинъ въ таблицѣ Q взятъ въ 0,000075 сж.

Такимъ образомъ координаты кривой будутъ

$$x = l'_h(H_1 + H_2), \qquad y = 0{,}000075(H_1 + H_2)^2$$

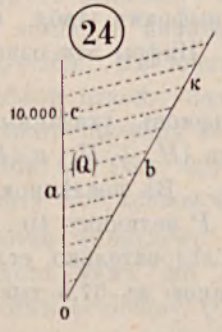
Для другой кривой

$$x' = l'_h(H_1 - H_2), \qquad y' = 0{,}000075\frac{(H_1 - H_2)^2}{3}$$

Для кривыхъ $(H_1 + H_2)_{10}$ и $(H_1 - H_2)_{10}$ величины y и y' должны быть взяты въ 10 разъ большими.

Для измѣренія же величины Q въ иномъ масштабѣ, слѣдуетъ провести отъ нулевой точки масштаба Q линію подъ произвольнымъ угломъ (чер. 24) и на ней отложить по новому масштабу l'_Q величину, соотвѣтствующую, напримѣръ, 10000 кб. сж.

Длина линіи $ok = l'_Q \,.\, 10000$.



Полученную точку соединяютъ съ точкою C прямою, параллельно которой проводятъ линіи черезъ всѣ дѣленія прежняго масштаба. Такимъ образомъ, если абсолютная длина отрѣзка oa выражала иско-

мый объемъ Q въ прежнемъ масштабѣ, то при новомъ масштабѣ тотъ же объемъ выразится длиною отрѣзка ob, который циркулемъ переносится на составляемый чертежъ.

Въ томъ случаѣ, когда отсчитывается абсолютная длина отрѣзковъ, выражающихъ объемы,—на линіи ok слѣдуетъ нанести дѣленія соотвѣтствующія какой либо линейной 1-цѣ мѣры. Само собою разумѣется, что для полученія числовой величины искомаго объема въ составленіи новаго масштаба нѣтъ надобности.

Прибавленіе I (къ § 11).

Ошибка, получающаяся при пользованіи ур. 84 вмѣсто полнаго ур. 24 опредѣлится, если вычтемъ первое изъ второго.

Принимая во вниманіе, что

$$\varphi_0 = \frac{2\varphi_1\varphi_2}{\varphi_1 + \varphi_2} \quad \text{и} \quad \psi_0 = \frac{2\psi_1\psi_2}{\psi_1 + \psi_2}$$

получимъ

$$\delta Q = \left[(H_1^2\varphi_1 - H_2^2\varphi_2)\frac{\varphi_1 - \varphi_2}{\varphi_1 + \varphi_2} + (H_1^2\psi_1 - H_2^2\psi_2)\frac{\psi_1 - \psi_2}{\psi_1 + \psi_2}\right]\frac{L}{3}.$$

Первый членъ этого выраженія представляетъ ошибку для лѣвой стороны сооруженія, второй—для правой. Такъ какъ оба члена одинаковы, то достаточно разсмотрѣть одинъ изъ нихъ.

Слѣдовательно

$$\text{лв. } \delta Q = (H_1^2\varphi_1 - H_2^2\varphi_2)\frac{\varphi_1 - \varphi_2}{\varphi_1 + \varphi_2} \cdot \frac{L}{3} \qquad (a)$$

Это выраженіе обращается въ 0 въ двухъ случаяхъ

1) $\varphi_1 = \varphi_2$

2) $H_1^2\varphi_1 = H_2^2\varphi_2$

во всѣхъ же остальныхъ случаяхъ δQ отлично отъ 0 и для насъ представляетъ интересъ опредѣлить наибольшую возможную ошибку.

Ошибка будетъ < 0, очевидно, при

1) $\varphi_1 > \varphi_2$ и $H_1^2\varphi_1 < H_2^2\varphi_2$, т. е. при $H_1 < H_2$

2) $\varphi_1 < \varphi_2$ и $H_1^2\varphi_1 > H_2^2\varphi_2$, т. е. при $H_1 > H_2$

Ошибка же > 0 будетъ при

$\varphi_1 > \varphi_2$ и $H_1^2\varphi_1 > H_2^2\varphi_2$, т. е. при $H_1 \gtrless H_2$ [1])

Сопоставляя эти неравенства можемъ заключить, что абсолютная величина наибольшей ошибки будетъ соотвѣтствовать положительному ея значенію и при условіяхъ

$$\varphi_1 > \varphi_2 \quad \text{и} \quad H_1 > H_2 \qquad (b)$$

Будемъ разсматривать ошибку на 1-цу разстоянія и приведемъ выраженіе (a) въ слѣдующій видъ.

$$\frac{\text{лв. } \delta Q}{L} = \left(\frac{H_1^2}{1 + \frac{\varphi_2}{\varphi_1}} - \frac{H_2^2}{1 + \frac{\varphi_1}{\varphi_2}} \right) \frac{(\varphi_1 - \varphi_2)}{3} \qquad (c)$$

Принимая во вниманіе неравенство (b) легко замѣтить, что ошибка (ур. c) возрастаетъ съ

1) увеличеніемъ φ_1 и H_1

2) уменьшеніемъ φ_2 и H_2

Но такъ какъ

$$\varphi_1 = \frac{1}{4(tgi + tg\alpha_1)} \qquad \varphi_2 = \frac{1}{4(tgi + tg\alpha_2)}$$

то увеличеніе φ_1 происходитъ съ уменьшеніемъ $tg\alpha_1$

уменьшеніе φ_2 „ съ увеличеніемъ $tg\alpha_2$

Слѣдовательно ошибка будетъ тѣмъ болѣе, чѣмъ болѣе разница между $tg\alpha_1$ и $tg\alpha_2$. Такъ какъ по условію (b) $\varphi_1 > \varphi_2$, то должно быть $tg\alpha_1 < tg\alpha_2$.

Положимъ

$$tg\alpha_2 - tg\alpha_1 = r \qquad (d)$$

тогда $tg\alpha_2 = tg\alpha_1 + r$, при каковомъ значеніи опредѣлимъ величины $\varphi_1 - \varphi_2$ и $\frac{\varphi_1}{\varphi_2}$, входящія въ выраженіе (c)

---

[1]) Замѣтимъ, что всѣ величины, входящія въ составъ выраженія (a) будутъ > 0.

$$\varphi_1 - \varphi_2 = \frac{1}{4(tgi + tg\alpha_1)} - \frac{1}{4(tgi + tg\alpha_1 + r)} =$$

$$= \frac{1}{4(tgi + tg\alpha_1)\left(\frac{tgi + tg\alpha_1}{r} + 1\right)}$$

$$\frac{\varphi_1}{\varphi_2} = 1 + \frac{r}{tgi + tg\alpha_1}$$

Обѣ величины увеличиваются, а слѣдовательно увеличится и ошибка, при

увеличеніи r

уменьшеніи $tg\alpha_1$

Если же изъ ур. (d) опредѣлимъ $tg\alpha_1$, которое будетъ $tg\alpha_1 = tg\alpha_2 - r$, то тогда

$$\varphi_1 - \varphi_2 = \frac{1}{4(tgi + tg\alpha_2)\left(\frac{tgi + tg\alpha_2}{r} - 1\right)}$$

$$\frac{\varphi_1}{\varphi_2} = \frac{1}{1 - \frac{r}{tgi + tg\alpha_2}}$$

Обѣ эти величины увеличиваются съ

увеличеніемъ r

уменьшеніемъ $tg\alpha_2$.

Изъ сопоставленія обоихъ случаевъ видимъ, что большая ошибка будетъ при

1) большемъ r

2) меньшемъ $tg\alpha_1$ и $tg\alpha_2$.

Такъ какъ величина r оказываетъ большее вліяніе, чѣмъ отдѣльныя значенія величинъ $tg\alpha_1$ и $tg\alpha_2$, то прежде всего слѣдуетъ опредѣлить наибольшее значеніе величины r.

Можно предположить, что разность tg-овъ не превозойдетъ величины $\frac{tgi}{3}$.

Такъ какъ $tg\alpha_1 < tg\alpha_2$, то для наименьшаго значенія $tg\alpha_1$ можно принять величину $tg\alpha_1 = -\frac{tgi}{2}$.

При этихъ значеніяхъ найдемъ

$$tg\alpha_2 = tg\alpha_1 + r = -\frac{tgi}{2} + \frac{tgi}{3} = -\frac{tgi}{6}.$$

Далѣе, такъ какъ

$$H_1 = h_0 + h_1, \qquad H_2 = h_0 + h_2 \quad \text{и} \quad h_0 = \frac{a}{2} tgi,$$

то вставляя указанныя значенія въ ур. (c) и раскрывая скобки, получимъ

$$\frac{\text{лв. } \delta Q}{L} = \frac{1}{120}\left[\frac{a^2}{2} tgi + a(5h_1 - 3h_2) + (5h_1^2 - 3h_2^2)\frac{1}{tgi}\right] \qquad (f)$$

Изъ выраженія (f) видно, что ошибка увеличивается съ увеличеніемъ ширины полотна a и увеличеніемъ разности и суммы отмѣтокъ h_1 и h_2.

Полагая $h_1 = 15$ сж. $h_1 - h_2 = 3$ сж. получимъ $h_2 = 12$ сж.

Величину же a возьмемъ для выемки при двухъ путяхъ, которая опредѣлится въ $a = 6{,}5$ сж.

При этихъ значеніяхъ получимъ

$$\frac{\text{лв. } \delta Q}{L} = \frac{1}{120}\left[21{,}125 tgi + 253{,}5 + \frac{683}{tgi}\right].$$

Такъ какъ tgi колеблется между $\frac{2}{3}$ и 10, то легко видѣть, что наибольшая величина ошибки будетъ соотвѣтствовать $tgi = \frac{2}{3}$, а именно

$$\frac{\text{лв. } \delta Q}{L} = 10{,}764.$$

Такимъ образомъ получили, что *max.* абсолютной величины ошибки можно ожидать, примѣрно, въ 11 кб. сж. на 1-у погон. саж. разстоянія. Разумѣется ошибка эта сама по себѣ очень крупная, но если взять отношеніе ея ко всему объему, то получимъ, что ошибка составитъ лишь $\frac{10{,}764}{174{,}7} = 0{,}038$, т. е. около $3{,}8\%$.

Такая ошибка вполнѣ допустима при пользованіи графическимъ методомъ.

При иныхъ данныхъ процентное отношеніе можетъ увеличиться, но вмѣстѣ съ тѣмъ уменьшится абсолютная величина ошибки, что также благопріятствуетъ примѣненію ур. 84. Наприм. при взятыхъ выше a, φ_1 и φ_2, но при $h_1 = 3$ и $h_2 = 0$ получимъ по ур. (c)

$$\frac{\text{лв. } \delta Q}{L} = 1{,}494,$$

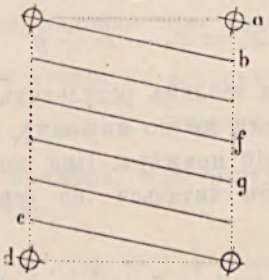
а отношеніе къ объему будетъ $\frac{1{,}494}{14{,}129} = 0{,}1058$, т. е. $10{,}58\%$.

Здѣсь мы собрали всѣ неблагопріятныя обстоятельства, вліяющія на увеличеніе абсолютной величины ошибки, но такое совпаденіе возможно лишь въ исключительныхъ случаяхъ, обыкновенно же какъ абсолютная величина ошибки, такъ и ея процентное отношеніе къ опредѣляемому объему оказываются, вообще, меньшими maxim'альныхъ, какъ это видно изъ примѣровъ, взятыхъ въ § 11.

Прибавленіе II.

Таблицами φ (графическими): одной на прозрачной бумагѣ, а другой—на обыкновенной, можно пользоваться для производства умноженія и дѣленія различныхъ чиселъ. На второй таблицѣ, предварительно, слѣдуетъ отмѣтить какимъ нибудь знакомъ угловыя точки, какъ указано на чер. 25. Линіи, соединяющія угловыя точки

25



должны составлять прямоугольникъ, а разстоянія *ab* и *cd* должны равняться разстоянію *fg*.

Дѣленіе производится слѣдующимъ образомъ. Дѣлимое берется на прозрачной таблицѣ, дѣлитель на таблицѣ изъ простой бумаги. Первая таблица накладывается на вторую такъ, чтобы обѣ отмѣченныя точки (дѣлимаго и дѣлителя) совпали, соблюдая при этомъ, чтобы произошло, по возможности полное совмѣщеніе всѣхъ наклон-

ныхъ линій. Частное читается на прозрачной таблицѣ противъ одного изъ угловыхъ знаковъ $\oplus$.

Чтобы выдѣлить цѣлое число отъ дроби, тотъ же пріемъ повторяемъ, но уже при помощи боковыхъ, вертикальныхъ масштабовъ, гдѣ приблизительный результатъ читается противъ числа 1.

Напримѣръ $\frac{87,35}{437,8}$.

По вертикальнымъ масштабамъ приблизительно около 0,2.

Точно, по таблицамъ, 0,1995. Непосредственное вычисленіе даетъ 0,1995203.

Отдѣлить цѣлое число отъ дроби въ полученномъ результатѣ можно произвести и опредѣливши характеристику его логариема.

Означимъ:

a—дѣлимое, b—дѣлитель и c—частное

и означая характеристики lg-овъ чиселъ x съ соотвѣтствующимъ значкомъ будемъ имѣть

$$\frac{a}{b} = c, \qquad lga - lgb = lgc, \qquad x_a - x_b = x_c$$

Но это значеніе x_c не есть истинное, а къ нему надо придать еще нѣкоторую величину y, такъ что

$$x_c = x_a - x_b + y.$$

Если при наложеніи таблицъ результатъ читается по верхнимъ знакамъ $\oplus$, то $y = 0$, если же по нижнимъ, то $y = -1$.

Возьмемъ предыдущій примѣръ. При совмѣщеніи чиселъ 8735 и 4378 результатъ будетъ читаться по *верхнему* знаку, слѣдовательно $y = 0$, тогда

$$x_c = 1 - 2 + 0 = -1.$$

Такимъ образомъ результатъ $= 0,1995$.

Примѣръ 2-ой. Опредѣлить $\frac{0,542}{0,0883}$.

При наложеніи таблицъ видимъ, что результатъ будетъ читаться по *нижнему* знаку, слѣдовательно $y = -1$, тогда

$$x_c = -1 - (-2) - 1 = 0.$$

Прочитавъ число, будемъ имѣть:

$$\frac{0,542}{0,0883} = 6,14.$$

Умноженіе производится слѣдующимъ образомъ. Множимое и множитель отмѣчаются на таблицахъ, при этомъ одну изъ таблицъ, наприм. верхнюю, поворачиваютъ на 180° и въ такомъ случаѣ всѣ цифры на ней будутъ въ опрокинутомъ видѣ. Это обстоятельство впрочемъ нисколько не затрудняетъ отысканія необходимаго числа. Накладывая прозрачную таблицу на первую до совмѣщенія отмѣченныхъ точекъ и совпаденія всѣхъ линій, читаютъ произведеніе на прозрачной таблицѣ противъ одного изъ угловыхъ знаковъ $\oplus$ нижней таблицы. Для опредѣленія цѣлаго числа пріемъ повторяется при помощи боковыхъ вертикальныхъ масштабовъ, гдѣ читается приблизительный результатъ противъ числа 1 нижней таблицы.

Напримѣръ, $87,35 \times 4,38$.

По вертикальнымъ масштабамъ приблизительно, около 400,...

Точно 382,4. Непосредственное вычисленіе даетъ 382,5183.

Здѣсь, какъ и при дѣленіи можно такъ же опредѣлить характеристику lg-а произведенія, а именно, если a и b множимое и множитель, а c произведеніе, то

$$lgc = lga + lgb \qquad x_c = x_a + x_b + y,$$

гдѣ y добавочный членъ, подобно тому какъ и ранѣе.

Величина y будетъ: при чтеніи по верхнимъ знакамъ $\oplus$, $y=0$,

„ „ „ нижнимъ „ $\oplus$, $y=+1$.

Для предыдущаго примѣра, гдѣ результатъ читается по *нижнеу* знакху, слѣдовательно

$$y = +1, \text{ а } x_c = +1 + 0 + 1 = +2,$$

т. е. число $c = 382,4$.

Однимъ словомъ таблицами ♀ можно пользоваться такъ же, какъ и обыкновенной логариѳмической линейкой, но дающей большую точность (ошибка лишь въ 4-мъ знакѣ).

Одно изъ неудобствъ такихъ таблицъ заключается въ трудности совмѣщенія данныхъ чиселъ, такъ какъ требуется помнить одновременно оба числа (для верхней и нижней таблицы). Чтобы из-

бѣжать это неудобство, необходимо находить прежде число на одной таблицѣ и помѣтить его какимъ нибудь индексомъ, а затѣмъ уже этотъ индексъ совмѣстить съ числомъ на другой таблицѣ. Такую помѣтку удобнѣе всего дѣлать на верхней (прозрачной) таблицѣ, взявъ за индексъ какой либо небольшой грузикъ (напр. монету въ 10 коп.), на которомъ должна быть сдѣлана черта. Лучше если вмѣсто черты возможно грузу придать остріе. Подвинувъ грузикъ по верхней таблицѣ такъ, чтобы черта его совпала съ даннымъ числомъ, передвигаютъ затѣмъ всю верхнюю таблицу до совмѣщенія индекса съ другимъ числомъ, взятымъ на нижней таблицѣ. Такой способъ значительно облегчаетъ работу. Грузикъ удерживается достаточно хорошо на прозрачной бумагѣ, но лучше, если его еще подклеить снизу сукномъ, замшей или резиной.

Такъ какъ прозрачная бумага отъ измѣненія влажности и постояннаго употребленія скручивается (особенно края), то для предупрежденія этого сверху слѣдуетъ наклеить рамку изъ толстаго картона или же на всю таблицу сверху наклеить прозрачное, тонкое стекло.

ТАБЛИЦА I.

значеній коэффиціентовъ $\varphi = \frac{1}{4(tgi \pm tg\alpha)}$, входящихъ въ формулу объема для чистыхъ работъ и коэффиціэнтовъ $\mu = \frac{tgi}{4tg\alpha(tgi \pm tg\alpha)}$, входящихъ въ формулу объема для смѣшанныхъ работъ.

$tg\alpha$	$\varphi = \frac{1}{4(tgi \pm tg\alpha)}$							
	$tgi = \frac{4}{7}$	$tgi = \frac{2}{3}$	$tgi = \frac{4}{5}$	$tgi = 1$	$tgi = 2$	$tgi = 3$	$tgi = 5$	$tgi = 10$
	0,4375	0,3750	0,3125	0,2500	0.1250	0,0833	0,0500	0,0250
0,00	**0,8750**	**0,7500**	**0,6250**	**0,5000**	**0,2500**	**0,1666**	**0,1000**	**0,0500**
	0,4300	0,3695	0,3086	0.2475	0,1244	0,0831	0,0499	0,0250
01	**0,8753**	**0,7503**	**0,6251**	**0,5000**	**0,2500**	**0,1667**	**0,1000**	**0,0500**
	0,4453	0,3808	0,3165	0,2525	0,1256	0,0836	0.0501	0,0250
	0,4227	0,3641	0,3049	0,2451	0,1238	0,0828	0.0498	0,0250
02	**0,8761**	**0,7507**	**0,6254**	**0,5002**	**0,2501**	**0,1666**	**0,1000**	**0,0501**
	0,4534	0,3866	0,3205	0,2551	0,1263	0,0838	0,0502	0,0251
	0,4157	0,3589	0,3012	0.2427	0,1232	0,0825	0,0497	0,0249
03	**0,8774**	**0,7516**	**0,6259**	**0,5004**	**0,2501**	**0,1667**	**0,1000**	**0.0500**
	0,4617	0,3927	0,3247	0,2577	0,1269	0,0842	0,0503	0,0251
	0,4089	0,3538	0,2976	0,2404	0,1226	0,0822	0,0496	0,0249
04	**0,8793**	**0,7527**	**0,6266**	**0,5008**	**0,2502**	**0,1666**	**0.1000**	**0,0500**
	0,4704	0,3989	0.3290	0,2604	0,1276	0,0844	0,0504	0,0251
	0,4023	0,3488	0,2941	0,2381	0,1220	0,0820	0.0495	0,0249
05	**0,8817**	**0,7542**	**0,6274**	**0,5013**	**0,2502**	**0,1668**	**0,1000**	**0,0500**
	0,4794	0,4054	0,3333	0,2632	0,1282	0,0848	0,0505	0,0251
	0,3959	0,3440	0,2907	0,2359	0,1214	0,0817	0,0494	0,0249
06	**0,8847**	**0,7561**	**0,6285**	**0,5019**	**0,2503**	**0,1667**	**0,1000**	**0,0501**
	0,4888	0,4121	0,3378	0,2660	0,1289	0,0850	0,0506	0,0252
	0,3898	0,3394	0,2874	0,2337	0,1208	0,0814	0,0493	0,0248
07	**0,8884**	**0,7584**	**0,6299**	**0,5025**	**0,2503**	**0,1668**	**0,1000**	**0,0500**
	0,4986	0,4190	0,3425	0,2688	0,1295	0,0854	0,0507	0,0252
	0,3838	0,3348	0.2841	0,2315	0,1202	0,0812	0,0492	0,0248
08	**0,8925**	**0,7609**	**0,6313**	**0,5032**	**0,2504**	**0,1668**	**0,1000**	**0,0500**
	0,5087	0.4261	0,3472	0,2717	0,1302	0,0856	0,0508	0,0252
	0,3780	0,3304	0,2809	0,2294	0,1196	0,0809	0,0491	0,0248
09	**0,8973**	**0,7639**	**0,6330**	**0,5041**	**0,2505**	**0,1668**	**0,1000**	**0,0500**
	0,5193	0,4335	0,3521	0,2747	0,1309	0,0859	0,0509	0,0252
	0,3723	0,3261	0,2778	0,2273	0,1191	0,0806	0,0490	0,0248
0,10	**0,9026**	**0,7673**	**0,6349**	**0,5051**	**0,2507**	**0,1668**	**0,1000**	**0,0501**
	0,5303	0,4412	0,3571	0,2778	0,1316	0,0862	0,0510	0,0253
	0,3669	0,3219	0,2747	0,2252	0,1185	0,0804	0,0489	0.0247
11	**0.9087**	**0,7710**	**0,6370**	**0,5061**	**0,2508**	**0,1669**	**0,1000**	**0,0500**
	0,5418	0,4491	0,3623	0,2809	0,1323	0,0865	0,0511	0,0253
	0,3616	0,3178	0,2717	0,2232	0,1179	0,0801	0,0488	0,0247
12	**0,9154**	**0,7751**	**0,6394**	**0,5073**	**0,2509**	**0,1669**	**0,1000**	**0,0500**
	0,5538	0,4573	0,3677	0,2841	0,1330	0,0868	0,0512	0,0253

$tg\alpha$	$\varphi = \frac{1}{4(tgi \pm tg\alpha)}$							
	$tgi = \frac{4}{7}$	$tgi = \frac{2}{3}$	$tgi = \frac{4}{5}$	$tgi = 1$	$tgi = 2$	$tgi = 3$	$tgi = 5$	$tgi = 10$
	0,3564	0,3138	0,2688	0,2212	0,1174	0,0799	0,0487	0,0247
0,13	**0,9228**	**0,7796**	**0,6419**	**0,5086**	**0,2511**	**0,1670**	**0,1000**	**0,0500**
	0,5664	0,4658	0,3731	0,2874	0,1337	0,0871	0,0513	0,0253
	0,3514	0,3099	0,2660	0,2193	0,1168	0,0796	0,0486	0,0247
14	**0,9309**	**0,7846**	**0,6448**	**0,5100**	**0,2512**	**0,1670**	**0,1000**	**0,0501**
	0,5795	0,4747	0,3788	0,2907	0,1344	0,0874	0,0514	0,0254
	0,3465	0,3061	0,2632	0,2174	0,1163	0,0794	0,0485	0,0246
15	**0,9397**	**0,7900**	**0,6478**	**0,5115**	**0,2514**	**0,1671**	**0,1000**	**0,0500**
	0,5932	0,4839	0,3846	0,2941	0,1351	0,0877	0,0515	0,0254
	0,3418	0,3024	0,2604	0,2155	0,1157	0,0791	0,0484	0,0246
16	**0,9494**	**0,7958**	**0,6510**	**0,5131**	**0,2516**	**0,1671**	**0,1001**	**0,0500**
	0,6076	0,4934	0,3906	0,2976	0,1359	0,0880	0,0517	0,0254
	0,3372	0,2988	0,2577	0,2137	0,1152	0,0789	0,0484	0,0246
17	**0,9600**	**0,8022**	**0,6545**	**0,5149**	**0,2518**	**0,1672**	**0,1002**	**0,0500**
	0,6228	0,5034	0,3968	0,3012	0,1366	0,0833	0,0518	0,0254
	0,3327	0,2953	0,2551	0,2119	0,1147	0,0786	0,0483	0,0246
18	**0,9714**	**0,8090**	**0,6583**	**0,5168**	**0,2521**	**0,1673**	**0,1002**	**0,0501**
	0,6387	0,5137	0,4032	0,3049	0,1374	0,0887	0,0519	0,0255
	0,3283	0,2918	0,2525	0,2101	0,1142	0,0784	0,0482	0,0245
19	**0,9837**	**0,8163**	**0,6623**	**0,5187**	**0,2523**	**0,1674**	**0,1002**	**0,0500**
	0,6554	0,5245	0,4098	0,3086	0,1381	0,0890	0,0520	0,0255
	0,3241	0,2885	0,2500	0,2083	0,1136	0,0782	0,0481	0,0245
0,20	**0,9972**	**0,8242**	**0,6667**	**0,5208**	**0,2525**	**0,1675**	**0,1002**	**0,0500**
	0,6731	0,5357	0,4167	0,3125	0,1389	0,0893	0,0521	0,0255
	0,3199	0,2852	0,2475	0,2066	0,1131	0,0779	0,0480	0,0245
21	**1,0116**	**0,8326**	**0,6712**	**0,5231**	**0,2528**	**0,1675**	**0,1002**	**0,0500**
	0,6917	0,5474	0,4237	0,3165	0,1397	0,0896	0,0522	0,0255
	0,3159	0,2820	0,2451	0,2049	0,1126	0,0776	0,0479	0,0245
22	**1,0273**	**0,8417**	**0,6761**	**0,5254**	**0,2531**	**0,1675**	**0,1002**	**0,0501**
	0,7114	0,5597	0,4310	0,3205	0,1405	0,0899	0,0523	0,0256
	0,3119	0,2788	0,2427	0,2033	0,1121	0,0774	0,0478	0,0244
23	**1,0441**	**0,8513**	**0,6813**	**0,5280**	**0,2534**	**0,1677**	**0,1002**	**0,0500**
	0,7322	0,5725	0,4386	0,3247	0,1413	0,0903	0,0524	0,0256
	0,3081	0,2757	0,2404	0,2016	0,1116	0,0772	0,0477	0,0244
24	**1,0624**	**0,8616**	**0,6868**	**0,5306**	**0,2537**	**0,1678**	**0,1002**	**0,0500**
	0,7543	0,5859	0,4464	0,3290	0,1421	0,0906	0,0525	0,0256

$tg\alpha$	$\varphi = \frac{1}{4(tgi \pm tg\alpha)}$							
	$tgi = \frac{4}{7}$	$tgi = \frac{2}{3}$	$tgi = \frac{4}{5}$	$tgi = 1$	$tgi = 2$	$tgi = 3$	$tgi = 5$	$tgi = 10$
	0,3044	0,2727	0,2381	0,2000	0,1111	0,0769	0,0476	0,0244
0,25	**1,0821**	**0,8727**	**0,6927**	**0,5333**	**0,2540**	**0,1678**	**0,1002**	**0,0500**
	0,7777	0,6000	0,4546	0,3333	0,1429	0,0909	0,0526	0,0256
	0,3007	0.2698	0,2359	0,1984	0,1106	0,0767	0,0475	0,0244
26	**1,1035**	**0,8846**	**0,6989**	**0,5362**	**0,2543**	**0,1679**	**0,1002**	**0,0501**
	0,8028	0,6148	0,4630	0,3378	0,1437	0,0912	0,0527	0,0257
	0,2971	0,2669	0,2337	0,1969	0,1101	0,0765	0,0474	0,0243
27	**1,1265**	**0,8972**	**0,7054**	**0,5394**	**0,2546**	**0,1681**	**0,1003**	**0,0500**
	0,8294	0,6303	0,4717	0,3425	0,1445	0,0916	0,0529	0,0257
	0,2936	0,2641	0,2315	0,1953	0,1097	0,0762	0,0473	0,0243
28	**1,1515**	**0,9107**	**0,7123**	**0,5425**	**0,2551**	**0,1681**	**0,1003**	**0,0500**
	0,8579	0,6466	0,4808	0,3472	0,1454	0,0919	0,0530	0,0257
	0,2902	0,2613	0,2294	0,1938	0,1092	0,0760	0,0473	0,0243
29	**1,1785**	**0,9250**	**0,7196**	**0,5459**	**0,2554**	**0,1683**	**0,1004**	**0,0500**
	0,8883	0,6637	0,4902	0,3521	0,1462	0,0923	0,0531	0,0257
	0,2869	0,2586	0,2273	0,1923	0,1087	0,0758	0,0472	0,0243
0,30	**1,2080**	**0,9404**	**0,7273**	**0,5494**	**0,2558**	**0,1684**	**0,1004**	**0,0501**
	0,9211	0,6818	0,5000	0,3571	0,1471	0,0926	0,0532	0,0258
	0,2836	0,2560	0,2252	0,1908	0,1082	0,0755	0,0471	0,0242
31	**1,2399**	**0,9569**	**0,7354**	**0,5531**	**0,2561**	**0,1684**	**0,1004**	**0,0500**
	0,9563	0,7009	0,5102	0,3623	0,1479	0,0929	0,0533	0,0258
	0,2806	0,2534	0,2232	0,1894	0,1078	0,0753	0,0470	0,0242
32	**1,2749**	**0,9746**	**0.7440**	**0,5571**	**0,2566**	**0,1686**	**0,1004**	**0,0500**
	0,9943	0,7212	0,5208	0,3677	0,1488	0,0933	0,0534	0,0258
	0,2773	0,2508	0,2212	0,1880	0,1073	0,0751	0,0469	0,0242
33	**1,3128**	**0,9934**	**0,7531**	**0,5611**	**0,2570**	**0,1687**	**0,1004**	**0,0501**
	1,0355	0,7426	0,5319	0,3731	0,1497	0,0936	0,0535	0,0259
	0,2743	0,2483	0,2188	0,1866	0,1068	0,0749	0,0468	0,0242
34	**1,3545**	**1,0136**	**0,7623**	**0,5654**	**0,2574**	**0,1689**	**0,1004**	**0,0501**
	1,0802	0,7653	0,5435	0,3788	0,1506	0,0940	0,0536	0,0259
	0,2713	0,2459	0,2174	0,1852	0,1064	0,0746	0,0467	0,0242
35	**1,4003**	**1,0354**	**0,7730**	**0,5698**	**0,2579**	**0,1689**	**0,1005**	**0,0501**
	1,1290	0,7895	0,5556	0,3846	0,1515	0,0943	0,0538	0,0259
	0,2684	0,2435	0,2155	0,1838	0,1059	0,0744	0,0466	0,0241
36	**1,4510**	**1,0587**	**0,7837**	**0,5744**	**0,2583**	**0,1691**	**0,1005**	**0,0500**
	1,1826	0,8152	0,5682	0,3906	0,1524	0,0947	0,0539	0,0259

$tg\alpha$	$\varphi = \frac{1}{4(tgi \pm tg\alpha)}$							
	$tgi = \frac{4}{7}$	$tgi = \frac{2}{3}$	$tgi = \frac{4}{5}$	$tgi = 1$	$tgi = 2$	$tgi = 3$	$tgi = 5$	$tgi = 10$
	0,2656	0,2412	0,2137	0,1825	0,1055	0,0742	0,0466	0,0241
0,37	**1,5067**	**1,0839**	**0,7951**	**0,5793**	**0,2589**	**0,1693**	**0,1006**	**0,0501**
	1,2411	0,8427	0,5814	0,3968	0,1534	0,0951	0,0540	0,0260
	0,2628	0,2389	0,2119	0,1812	0,1050	0,0740	0,0465	0,0241
38	**1,5688**	**1,1110**	**0,8071**	**0,5844**	**0,2593**	**0,1694**	**0,1006**	**0,0501**
	1,3060	0,8721	0,5952	0,4032	0,1543	0,0954	0,0541	0,0260
	0,2600	0,2366	0,2101	0,1799	0,1046	0,0737	0,0464	0,0241
39	**1,6380**	**1,1402**	**0,8199**	**0,5897**	**0,2599**	**0,1695**	**0,1006**	**0,0501**
	1,3780	0,9036	0,6098	0,4098	0,1553	0,0958	0,0542	0,0260
	0,2574	0,2344	0,2083	0,1786	0,1042	0,0735	0,0463	0,0240
0,40	**1,7157**	**1,1719**	**0,8333**	**0,5953**	**0,2605**	**0,1697**	**0,1006**	**0,0500**
	1,4583	0,9375	0,6250	0,4167	0,1563	0,0962	0,0543	0,0260
	0,2547	0,2322	0,2066	0,1773	0,1037	0,0733	0,0462	0,0240
41	**1,8034**	**1,2062**	**0,8476**	**0,6010**	**0,2609**	**0,1698**	**0,1007**	**0,0501**
	1,5487	0,9740	0,6410	0,4237	0,1572	0,0965	0,0545	0,0261
	0,2522	0,2301	0,2049	0,1761	0,1033	0,0731	0,0461	0,0240
42	**1,9031**	**1,2437**	**0,8628**	**0,6071**	**0,2615**	**0,1700**	**0,1007**	**0,0501**
	1,6509	1,0136	0,6579	0,4310	0,1582	0,0969	0,0546	0,0261
	0,2496	0,2280	0,2033	0,1748	0,1029	0,0729	0,0460	0,0240
43	**2,0173**	**1,2843**	**0,8791**	**0,6134**	**0,2621**	**0,1702**	**0,1007**	**0,0501**
	1,7677	1,0563	0,6758	0,4386	0,1592	0,0973	0,0547	0,0261
	0,2472	0,2259	0,2016	0,1736	0,1025	0,0727	0,0460	0,0239
44	**2,1494**	**1,3289**	**0,8960**	**0,6200**	**0,2628**	**0,1704**	**0,1008**	**0,0501**
	1,9022	1,1030	0,6944	0,4464	0,1603	0,0977	0,0548	0,0262
	0,2448	0,2239	0,2000	0,1724	0,1020	0,0725	0,0459	0,0239
45	**2,3037**	**1,3778**	**0,9143**	**0,6270**	**0,2633**	**0,1705**	**0,1008**	**0,0501**
	2,0589	1,1539	0,7143	0,4546	0,1613	0,0980	0,0549	0,0262
	0,2424	0,2219	0,1984	0,1712	0,1016	0,0723	0,0458	0,0239
46	**2,4861**	**1,4316**	**0,9337**	**0,6342**	**0,2639**	**0,1707**	**0,1009**	**0,0501**
	2,2437	1,2097	0,7353	0,4630	0,1623	0,0984	0,0551	0,0262
	0,2400	0,2200	0,1969	0,1701	0,1012	0,0720	0,0457	0,0239
47	**2,7047**	**1,4912**	**0,9545**	**0,6418**	**0,2646**	**0,1708**	**0,1009**	**0,0501**
	2,4647	1,2712	0,7576	0,4717	0,1634	0,0988	0,0552	0,0262
	0,2378	0,2180	0,1953	0,1689	0,1008	0,0718	0,0456	0,0239
48	**2,9722**	**1,5573**	**0,9766**	**0,6497**	**0,2653**	**0,1710**	**0,1009**	**0,0502**
	2,7344	1,3393	0,7813	0,4808	0,1645	0,0992	0,0553	0,0263

$tg\alpha$	$\varphi = \frac{1}{4(tgi \pm tg\alpha)}$							
	$tgi = \frac{4}{7}$	$tgi = \frac{2}{3}$	$tgi = \frac{4}{5}$	$tgi = 1$	$tgi = 2$	$tgi = 3$	$tgi = 5$	$tgi = 10$
	0,2355	0,2161	0,1938	0,1678	0,1004	0,0716	0,0455	0,0238
0,49	**3,3057**	**1,6312**	**1,0003**	**0,6580**	**0,2660**	**0,1712**	**0,1009**	**0,0501**
	3,0702	1,4151	0,8065	0,4902	0,1656	0,0996	0,0554	0,0263
	0,2333	0,2143	0,1923	0,1667	0,1000	0,0714	0,0455	0,0238
0,50	**3,7333**	**1,7143**	**1,0256**	**0,6667**	**0,2667**	**0,1714**	**0,1009**	**0,0501**
	3,5000	1,5000	0,8333	0,5000	0,1667	0,1000	0,0554	0,0263
	0,2312	0,2125	0,1908	0,1656	0,0996	0,0712	0,0454	0,0238
51	**4,3010**	**1,8083**	**1,0529**	**0,6758**	**0,2674**	**0,1716**	**0,1011**	**0,0501**
	4,0698	1,5958	0,8621	0,5102	0,1678	0,1004	0,0557	0,0263
	0,2291	0,2107	0,1894	0,1644	0,0992	0,0710	0,0453	0,0238
52	**5,0903**	**1,9152**	**1,0823**	**0,6852**	**0,2681**	**0,1718**	**0,1011**	**0,0502**
	4,8612	1,7045	0,8929	0,5208	0,1689	0,1008	0,0558	0,0264
	0,2270	0,2089	0,1880	0,1634	0,0988	0,0708	0,0452	0,0237
53	**6,2615**	**2,0382**	**1,1139**	**0,6953**	**0,2689**	**0,1720**	**0,1011**	**0,0501**
	6,0345	1,8293	0,9259	0,5319	0,1701	0,1012	0,0559	0,0264
	0,2249	0,2072	0,1866	0,1623	0,0984	0,0706	0,0451	0,0237
54	**8,1795**	**2,1809**	**1,1481**	**0,7058**	**0,2696**	**0,1722**	**0,1012**	**0,0501**
	7,9546	1,9737	0,9615	0,5435	0,1712	0,1016	0,0561	0,0264
	0,2229	0,2055	0,1852	0,1613	0,0980	0,0704	0,0451	0,0237
55	**11,8896**	**2,3483**	**1,1852**	**0,7169**	**0,2704**	**0,1724**	**0,1013**	**0,0502**
	11,6667	2,1428	1,0000	0,5556	0,1724	0,1020	0,0562	0,0265
	0,2210	0,2038	0,1838	0,1603	0,0977	0,0702	0,0450	0,0237
56	**22,0960**	**2,5476**	**1,2255**	**0,7285**	**0,2713**	**0,1727**	**0,1013**	**0,0502**
	21,8750	2,3438	1,0417	0,5682	0,1736	0,1025	0,0563	0,0265
	0,2190	0,2022	0,1825	0,1592	0,0973	0,0700	0,0449	0,0237
57	**∞**	**2,7884**	**1,2722**	**0,7406**	**0,2721**	**0,1729**	**0,1013**	**0,0502**
	∞	2,5862	1,0897	0,5814	0,1748	0,1029	0,0564	0,0265
	0,2171	0,2005	0,1812	0,1582	0,0969	0,0698	0,0448	0,0236
58		**3,0852**	**1,3176**	**0,7534**	**0,2730**	**0,1731**	**0,1014**	**0,0501**
		2,8847	1,1364	0,5952	0,1761	0,1033	0,0566	0,0265
	0,2153	0,1989	0,1799	0,1572	0,0965	0,0696	0,0447	0,0236
59		**3,4598**	**1,3704**	**0,7670**	**0,2738**	**0,1733**	**0,1014**	**0,0502**
		3,2609	1,1905	0,6098	0,1773	0,1037	0,0567	0,0266
	0,2134	0,1974	0,1786	0,1563	0,0962	0,0694	0,0446	0,0236
0,60		**3,9474**	**1,4286**	**0,7813**	**0,2748**	**0,1736**	**0,1014**	**0,0502**
		3,7500	1,2500	0,6250	0,1786	0,1042	0,0568	0,0266

$tg\alpha$	$\varphi = \frac{1}{4(tgi \pm tg\alpha)}$							
	$tgi = \frac{4}{7}$	$tgi = \frac{2}{3}$	$tgi = \frac{4}{5}$	$tgi = 1$	$tgi = 2$	$tgi = 3$	$tgi = 5$	$tgi = 10$
	0,2116	0,1958	0,1773	0,1552	0,0958	0,0693	0,0446	0,0236
0,61		**4,6076**	**1,4931**	**0,7962**	**0,2757**	**0,1739**	**0,1015**	**0,0502**
		4,4118	1,3158	0,6410	0,1799	0,1046	0,0569	0,0266
	0,2098	0,1943	0,1761	0,1543	0,0954	0,0691	0,0445	0.0235
62		**5,5515**	**1,5650**	**0,8122**	**0,2766**	**0,1741**	**0,1016**	**0,0502**
		5,3572	1,3889	0,6579	0,1812	0,1050	0,0571	0,0267
	0,2081	0,1928	0,1748	0,1534	0,0951	0,0689	0,0444	0,0235
63		**7,0110**	**1,6454**	**0,8292**	**0,2776**	**0,1744**	**0,1016**	**0,0502**
		6,8182	1,4706	0,6758	0,1825	0,1055	0,0572	0,0267
	0,2064	0,1913	0,1736	0,1524	0,0947	0,0687	0,0443	0,0235
64		**9,5663**	**1,7361**	**0,8468**	**0,2785**	**0,1746**	**0,1016**	**0,0502**
		9,3750	1,5625	0,6944	0.1838	0,1059	0,0573	0,0267
	0,2047	0,1899	0,1724	0,1515	0,0943	0,0685	0,0443	0,0235
65		**15,1899**	**1,8391**	**0,8658**	**0,2795**	**0,1749**	**0,1018**	**0,0502**
		15,0000	1,6667	0,7143	0,1852	0,1064	0,0575	0,0267
	0,2030	0,1884	0,1712	0,1506	0,0940	0,0683	0,0442	0,0235
66		**37,6884**	**1,9569**	**0,8859**	**0,2806**	**0,1751**	**0,1018**	**0,0503**
		37,5000	1,7857	0,7353	0,1866	0,1068	0,0576	0,0268
	0,2014	0,1870	0,1701	0,1497	0,0936	0,0681	0,0441	0,0234
67		**∞**	**2,0932**	**0,9073**	**0,2816**	**0,1754**	**0,1018**	**0,0502**
		∞	1,9231	0,7576	0,1880	0,1073	0,0577	0,0268
	0,1998	0,1856	0,1689	0,1488	0,0933	0,0679	0,0440	0,0234
68			**2,2522**	**0,9301**	**0,2827**	**0,1757**	**0,1019**	**0,0502**
			2,0833	0,7813	0,1894	0,1078	0,0579	0,0268
	0,1982	0,1843	0,1678	0,1479	0,0929	0,0678	0,0439	0,0234
69			**2,4405**	**0,9544**	**0,2837**	**0,1760**	**0,1019**	**0,0503**
			2,2727	0,8065	0,1908	0,1082	0,0580	0,0269
	0,1967	0,1829	0,1667	0,1471	0,0926	0,0676	0,0439	0,0234
0,70			**2,6667**	**0,9804**	**0,2849**	**0,1763**	**0,1020**	**0.0503**
			2,5000	0,8333	0,1923	0,1087	0,0581	0,0269
	0,1951	0,1816	0,1656	0,1462	0,0923	0,0674	0,0438	0,0233
71			**2,9434**	**1,0083**	**0,2861**	**0,1766**	**0,1021**	**0,0502**
			2,7778	0,8621	0,1938	0,1092	0,0583	0,0269
	0,1936	0,1803	0,1645	0,1454	0,0919	0,0672	0.0437	0,0233
72			**3,2895**	**1,0383**	**0,2872**	**0,1769**	**0,1021**	**0,0502**
			3,1250	0,8929	0,1953	0,1097	0,0584	0,0269

$tg\alpha$	$\varphi = \frac{1}{4(tgi \pm tg\alpha)}$							
	$tgi = \frac{4}{7}$	$tgi = \frac{2}{3}$	$tgi = \frac{4}{5}$	$tgi = 1$	$tgi = 2$	$tgi = 3$	$tgi = 5$	$tgi = 10$
	0,1921	0,1790	0,1634	0,1445	0,0916	0,0670	0,0436	0,0233
0,73			**3,7348**	**1,0704**	**0,2885**	**0,1771**	**0,1021**	**0,0503**
			3,5714	0,9259	0,1969	0,1101	0,0585	0,0270
	0,1906	0,1777	0,1623	0,1437	0,0912	0,0668	0,0436	0,0233
74			**4,3290**	**1,1052**	**0,2896**	**0,1774**	**0,1023**	**0,0503**
			4,1667	0,9615	0,1984	0,1106	0,0587	0,0270
	0,1892	0,1765	0,1613	0,1429	0,0909	0,0667	0,0435	0,0233
75			**5,1613**	**1,1429**	**0.2909**	**0,1778**	**0,1023**	**0,0503**
			5,0000	1,0000	0,2000	0,1111	0,0588	0,0270
	0,1878	0,1752	0,1603	0,1421	0,0906	0,0665	0,0434	0,0232
76			**6,4103**	**1,1838**	**0,2922**	**0,1781**	**0,1024**	0,0503
			6,2500	1,0417	0,2016	0,1116	0,0590	0,0271
	0,1864	0,1740	0,1592	0,1412	0,0903	0,0663	0,0433	0,0232
77			**8,4925**	**1,2309**	**0,2936**	**0,1784**	**0,1024**	**0,0503**
			8,3333	1,0897	0,2033	0,1121	0,0591	0,0271
	0,1850	0,1728	0,1582	0,1405	0,0899	0,0661	0,0433	0,0232
78			**12,6582**	**1,2769**	**0,2948**	**0,1787**	**0,1024**	**0,0503**
			12,5000	1,1364	0,2049	0,1126	0,0592	0,0271
	0,1836	0,1716	0,1572	0,1397	0,0896	0,0660	0,0432	0,0236
79			**25,1572**	**1,3302**	**0,2962**	**0,1791**	**0,1026**	**0,0503**
			25,0000	1,1905	0,2066	0,1131	0,0594	0,0271
	0.1823	0,1705	0,1563	0,1389	0,0893	0,0658	0,0431	0,0231
0,80			∞	**1,3889**	**0,2976**	**0,1794**	**0,1026**	0,0503
			∞	1,2500	0,2083	0.1136	0,0595	0,0272
	0,1810	0,1693	0,1553	0,1381	0,0890	0,0656	0,0430	0,0231
81				**1,4539**	**0,2991**	**0,1798**	**0,1027**	**0,0503**
				1,3158	0,2101	0,1142	0,0597	0,0272
	0,1797	0,1682	0,1543	0,1374	0,0887	0,0654	0,0430	0,0231
82				**1,5263**	**0,3006**	**0,1801**	**0,1028**	**0,0503**
				1,3889	0,2119	0,1147	0,0598	0,0272
	0,1784	0,1670	0,1534	0,1366	0,0883	0,0653	0,0429	0,0231
83				**1,6072**	**0,3020**	**0,1805**	**0,1029**	**0,0504**
				1,4706	0,2137	0,1152	0,0600	0,0273
	0,1771	0,1659	0.1524	0,1359	0,0880	0,0651	0,0428	0,0231
84				**1,6984**	**0,3035**	**0,1808**	**0,1029**	**0,0504**
				1,5625	0,2155	0,1157	0,0601	0,0273

$tg\alpha$	$\varphi = \frac{1}{4(tgi \pm tg\alpha)}$							
	$tgi = \frac{4}{7}$	$tgi = \frac{2}{3}$	$tgi = \frac{4}{5}$	$tgi = 1$	$tgi = 2$	$tgi = 3$	$tgi = 5$	$tgi = 10$
	0,1759	0,1648	0,1515	0,1351	0,0877	0,0649	0,0427	0,0230
0,85				**1,8018**	**0,3051**	**0,1812**	**0,1029**	**0,0503**
				1,6667	0.2174	0,1163	0,0602	0,0273
	0,1747	0,1638	0,1506	0,1344	0,0874	0,0648	0,0427	0,0230
86				**1,9201**	**0,3067**	**0,1816**	**0,1031**	**0,0504**
				1,7857	0,2193	0,1168	0,0604	0,0274
	0,1734	0,1627	0,1497	0,1337	0,0871	0,0646	0,0426	0,0230
87				**2,0568**	**0,3083**	**0,1820**	**0,1031**	**0,0504**
				1,9231	0,2212	0,1174	0,0605	0,0274
	0,1722	0,1616	0,1488	0,1330	0,0868	0,0644	0,0425	0,0230
88				**2,2163**	**0,3100**	**0,1823**	**0,1032**	**0,0504**
				2,0833	0,2232	0,1179	0,0607	0,0274
	0,1711	0,1606	0,1479	0,1323	0,0865	0,0643	0,0424	0,0230
89				**2,4050**	**0,3117**	**0,1828**	**0,1032**	**0,0504**
				2,2727	0,2252	0,1185	0,0608	0,0274
	0,1698	0,1596	0,1471	0,1316	0,0862	0,0641	0,0424	0,0229
0,90				**2,6316**	**0,3135**	**0,1832**	**0,1034**	**0,0504**
				2,5000	0,2273	0,1191	0,0610	0,0275
	0,1687	0,1586	0,1462	0,1309	0,0859	0,0639	0,0423	0,0229
91				**2,9087**	**0,3153**	**0,1835**	**0,1034**	**0,0505**
				2,7778	0,2294	0,1196	0,0611	0,0276
	0,1676	0,1576	0,1454	0,1302	0,0856	0,0638	0,0422	0,0229
92				**3,2552**	**0,3171**	**0,1840**	**0,1035**	**0,0505**
				3,1250	0,2315	0,1202	0,0613	0,0276
	0,1665	0,1566	0,1445	0,1295	0,0853	0,0636	0,0422	0,0229
93				**3,7009**	**0,3190**	**0,1844**	**0,1036**	**0,0505**
				3,5714	0,2337	0,1208	0,0614	0,0276
	0,1654	0,1556	0,1437	0,1289	0,0850	0,0635	0,0421	0,0229
94				**4,2953**	**0,3209**	**0,1849**	**0,1037**	**0,0505**
				4,1667	0,2359	0,1214	0,0616	0,0276
	0,1643	0,1546	0,1429	0,1282	0,0847	0,0633	0,0420	0,0228
95				**5,1282**	**0,3228**	**0,1853**	**0,1037**	**0,0504**
				5,0000	0,2381	0,1220	0,0617	0,0276
	0,1632	0,1537	0,1421	0,1276	0,0845	0,0631	0,0419	0.0228
96				**6,3776**	**0,3249**	**0,1857**	**0,1037**	**0,0505**
				6,2500	0,2404	0,1226	0,0618	0,0277

$tg\alpha$	$\varphi = \frac{1}{4(tgi \pm tg\alpha)}$							
	$tgi = \frac{4}{7}$	$tgi = \frac{2}{3}$	$tgi = \frac{4}{5}$	$tgi = 1$	$tgi = 2$	$tgi = 3$	$tgi = 5$	$tgi = 10$
	0,1622	0,1528	0,1412	0,1269	0,0842	0,0630	0,0419	0,0228
0,97				**8,4602**	**0,3269**	**0,1862**	**0,1039**	**0,0505**
				8,3333	0,2427	0,1232	0,0620	0,0277
	0,1611	0,1518	0,1405	0,1263	0,0839	0,0628	0,0418	0,0228
98				**12,6263**	**0,3290**	**0,1866**	**0,1039**	**0,0505**
				12,5000	0,2451	0,1238	0.0621	0,0277
	0,1601	0,1509	0.1397	0,1256	0,0836	0,0627	0,0417	0,0227
99				**25,1256**	**0,3311**	**0,1871**	**0,1040**	**0,0504**
				25,0000	0,2475	0,1244	0,0623	0,0277
	0,1591	0,1500	0,1389	0,1250	0,0833	0,0625	0,0417	0,0227
1,00				∞	**0,3333**	**0,1875**	**0,1042**	**0,0505**
				∞	0,2500	0,1250	0,0625	0,0278

$tg\alpha$	$\mu = \frac{tgi}{4tg\alpha(tgi \pm tg\alpha)}$						
	$tgi = \frac{2}{3}$	$tgi = \frac{4}{5}$	$tgi = 1$	$tgi = 2$	$tgi = 3$	$tgi = 5$	$tgi = 10$
0,00	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞
01	24,631 25,381	24,691 25,316	24,752 25,253	24,876 25,126	24,917 25,084	24,950 25,050	24,975 25,025
02	12,136 12,887	12,195 12,821	12,255 12,755	12,376 12,626	12,417 12,584	12,450 12,550	12,475 12,525
03	7,975 8,726	8,032 8,658	8,091 8,591	8,210 8,460	8,251 8,418	8,284 8,384	8,308 8,358
04	5,896 6,649	5,952 6,579	6,010 6,510	6,127 6,378	6,168 6,334	6,200 6,300	6,225 6,275
05	4,651 5,405	4,706 5,333	4,762 5,263	4,878 5,128	4,918 5,085	4,950 5,051	4,975 5,025
06	3,823 4,579	3,876 4,505	3,931 4,433	4,045 4,296	4,085 4.252	4,117 4,217	4,142 4,192
07	3,232 3,990	3,285 3,914	3,338 3,840	3,451 3,701	3,490 3,657	3.522 3,622	3,647 3,597
08	2,790 3,551	2,841 3,472	2.894 3,397	3,005 3,255	3,044 3,211	3,076 3,176	3,100 3,150
09	2,447 3,211	2,497 3,130	2,548 3,053	2,658 2,909	2,697 2,864	2,729 2,829	2,753 2,803
0,10	2,174 2,941	2,222 2,857	2,273 2,778	2,381 2,632	2,419 2,586	2,451 2,551	2,475 2,525
11	1,951 2,722	1,998 2,635	2,048 2.554	2,154 2,405	2,192 2,359	2,224 2,324	2,248 2,298
12	1,766 2,541	1,812 2,451	1,860 2,367	1,965 2,216	2,003 2,170	2,035 2,135	2,059 2,109
13	1,609 2,389	1,654 2,296	1,702 2,210	1,806 2,057	1,843 2,010	1,874 1,974	1,898 1,948
14	1,476 2,264	1,520 2,165	1,566 2,076	1,669 1,920	1,706 1,873	1,737 1,837	1,761 1,811
15	1,361 2,151	1,404 2,051	1,449 1,961	1,550 1,802	1,586 1,754	1,618 1,718	1,642 1,692
16	1,260 2,056	1,302 1.953	1,347 1,860	1,447 1,698	1,483 1,651	1,514 1,614	1,538 1,588

$tg\alpha$	$\mu = \frac{tgi}{4tg\alpha(tgi \pm tg\alpha)}$						
	$tgi = \frac{2}{3}$	$tgi = \frac{4}{5}$	$tgi = 1$	$tgi = 2$	$tgi = 3$	$tgi = 5$	$tgi = 10$
0,17	1,172 1,974	1,213 1,867	1,257 1,772	1,355 1,607	1,392 1,559	1,422 1,522	1,446 1,496
18	1,094 1,903	1,134 1,792	1,177 1,694	1,274 1,526	1,310 1,478	1.341 1,441	1,364 1,414
19	1,024 1,840	1,063 1,726	1,106 1,624	1,202 1,454	1,237 1,405	1,268 1,368	1,291 1,341
0,20	0,962 1,786	1,000 1,667	1,042 1,563	1,136 1,389	1,172 1.339	1 202 1,302	1,225 1,275
21	0,905 1,738	0.943 1,614	0,984 1,507	1,077 1,330	1,113 1,280	1.142 1,243	1,166 1,216
22	0,854 1,696	0,891 1,567	0,931 1,457	1,024 1,277	1,059 1,226	1,088 1,189	1,112 1,162
23	0,808 1,659	0,844 1,526	0,884 1,412	0,975 1,228	1,010 1,177	1,039 1,139	1,063 1,113
24	0,766 1,628	0,801 1,488	0,840 1,371	0,930 1,184	0,965 1.132	0,994 1,094	1,017 1,067
25	0.727 1,600	0,762 1,455	0,800 1,333	0,889 1,143	0,923 1,091	0,952 1,053	0,976 1.026
26	0,692 1,576	0,726 1,425	0,763 1,299	0,851 1,105	0,885 1,053	0,914 1,014	0,937 0,987
27	0,659 1,556	0,692 1,398	0,729 1.268	0,816 1,070	0,850 1,018	0,879 0,979	0,902 0.952
28	0,629 1,539	0,661 1,374	0,698 1,240	0,783 1,038	0,817 0,985	0,846 0,946	0,869 0,919
29	0,601 1,526	0,633 1,352	0,668 1,214	0,753 1,008	0,786 0,954	0,815 0,915	0,838 0,888
0,30	0,575 1,515	0,606 1,333	0,641 1,190	0,725 0,980	0,758 0,926	0,786 0,887	0,809 0,859
31	0,551 1,507	0,581 1,317	0,616 1,169	0,698 0,954	0,731 0,899	0,759 0,860	0.782 0,832

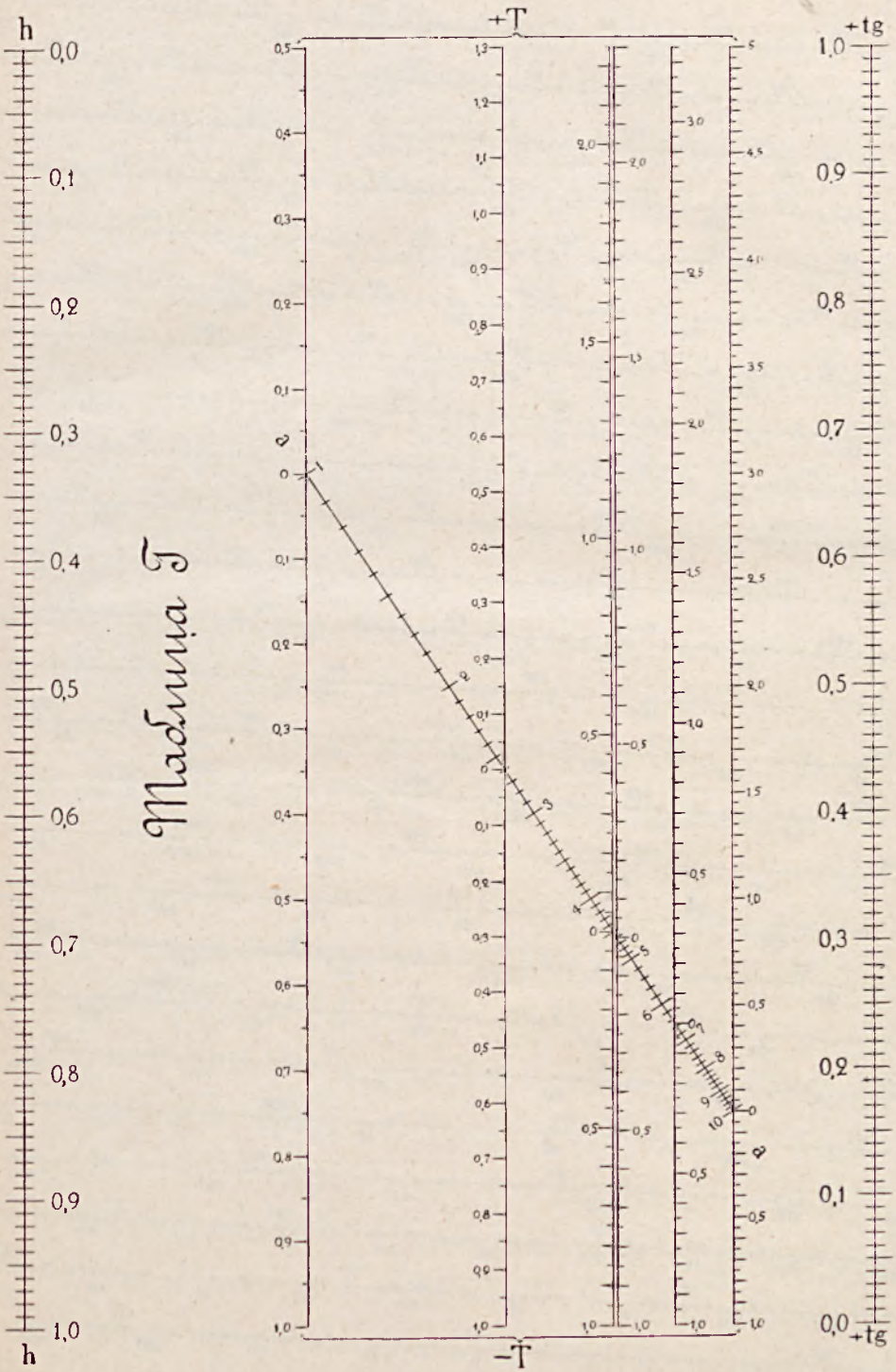
$tg\alpha$	$\mu = \frac{tgi}{4tg\alpha(tgi \pm tg\alpha)}$						
	$tgi = \frac{2}{3}$	$tgi = \frac{4}{5}$	$tgi = 1$	$tgi = 2$	$tgi = 3$	$tgi = 5$	$tgi = 10$
0.32	0,528 1,502	0,558 1,302	0,592 1,149	0,674 0,930	0,706 0,875	0,734 0,835	0,757 0,807
33	0,507 1,500	0,536 1,289	0,570 1,131	0,650 0,907	0,683 0,851	0,711 0,811	0,733 0,783
34	0.487 1,501	0,516 1,279	0,549 1,114	0,629 0,886	0,660 0,829	0,689 0,789	0,711 0,761
35	0,468 1,504	0,497 1,270	0,529 1,099	0,608 0,866	0,640 0,809	0,668 0,768	0,690 0,740
36	0,451 1,510	0,479 1,263	0,511 1,085	0,589 0,847	0,620 0,789	0,648 0,748	0,670 0,720
37	0,435 1,518	0,462 1,257	0.493 1,073	0,570 0,829	0,602 0,771	0,629 0,730	0,652 0,702
38	0,419 1,530	0-446 1,253	0,477 1,061	0,553 0,812	0,584 0,753	0,611 0,712	0,634 0,684
39	0,404 1,545	0,431 1,251	0,461 1,051	0.536 0,796	0,567 0,737	0,595 0,695	0,617 0,667
0,40	0.391 1,563	0,417 1,250	0,446 1,042	0,521 0,781	0,552 0,721	0,579 0,679	0,601 0,651
41	0,378 1,584	0,403 1,251	0,433 1,033	0,506 0,767	0,536 0,706	0,564 0,664	0,586 0,636
42	0,365 1,609	0.390 1,253	0,419 1,026	0,492 0,754	0,522 0,692	0,549 0,650	0,571 0,621
43	0,353 1,638	0,378 1,257	0,407 1,020	0,479 0,741	0,509 0,679	0,535 0,636	0,557 0,608
44	0,342 1.671	0,367 1,263	0,395 1,015	0,466 0,728	0,496 0,666	0.522 0,623	0,544 0,594
45	0,332 1,709	0,356 1,270	0,383 1,010	0,454 0,717	0,483 0,654	0,510 0,611	0,532 0.582
46	0.322 1,753	0,345 1,279	0,372 1,006	0,442 0,706	0,471 0,642	0,498 0,599	0,520 0,570
47	0,312 1,803	0,335 1,289	0,362 1,004	0,431 0,695	0,460 0,631	0,486 0,587	0,508 0,558

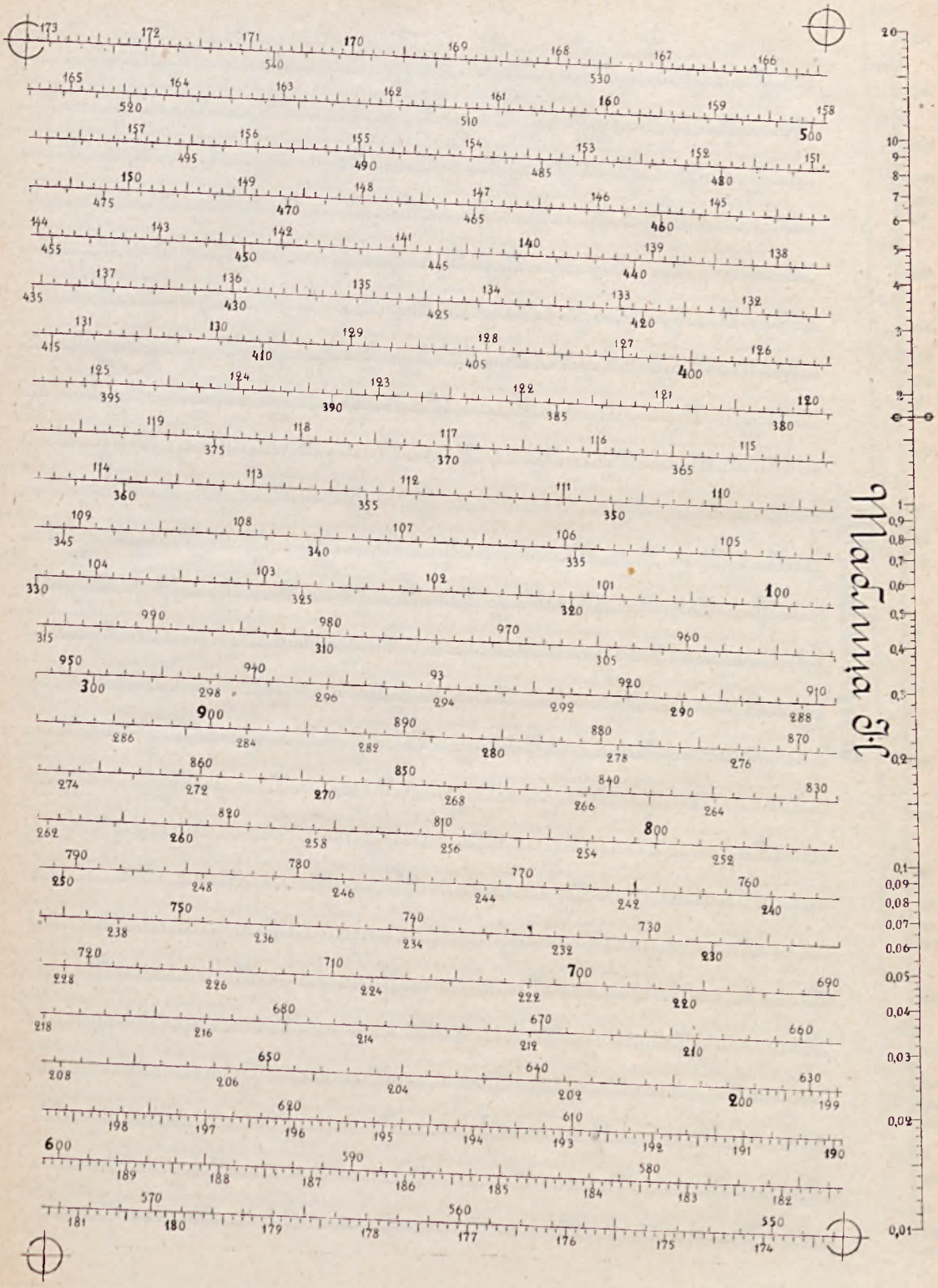
$tg\alpha$	$\mu = \frac{tgi}{4tg\alpha(tgi \pm tg\alpha)}$						
	$tgi = \frac{2}{3}$	$tgi = \frac{4}{5}$	$tgi = 1$	$tgi = 2$	$tgi = 3$	$tgi = 5$	$tgi = 10$
0,48	0,303 1,860	0,326 1,302	0,352 1,002	0,420 0,685	0,449 0,620	0,475 0,576	0,497 0,547
49	0,294 1,925	0,316 1,317	0,342 1,000	0,410 0,676	0,439 0,610	0,465 0,566	0,486 0,531
0,50	0,286 2,000	0,308 1,333	0,333 1,000	0,400 0,667	0,429 0,600	0,455 0,556	0,476 0,526
51	0,278 2,086	0,299 1,352	0,325 1,000	0,391 0,658	0,419 0,591	0,445 0,546	0,466 0,517
52	0,270 2,185	0,291 1,374	0,316 1,002	0,382 0,650	0,410 0,582	0,436 0,537	0,457 0,507
53	0,263 2,301	0,284 1,398	0,308 1,004	0,373 0,642	0,401 0,573	0,427 0,528	0,448 0,498
54	0,256 2,437	0,276 1,425	0,301 1,006	0,365 0,634	0,392 0,565	0,418 0,519	0,439 0,489
55	0,249 2,597	0,269 1,455	0,293 1,010	0,357 0,627	0,384 0,557	0,410 0,511	0,431 0,481
56	0,243 2,790	0,263 1,488	0,286 1,015	0,349 0,620	0,376 0,549	0.402 0,503	0,423 0,473
57	0,236 3,025	0,256 1,526	0,279 1,020	0,341 0,613	0,369 0,542	0,394 0,495	0,415 0,465
58	0,231 3,316	0,250 1,567	0,273 1,026	0,334 0,607	0,361 0,534	0,386 0,488	0,407 0,458
59	0,225 3,685	0,244 1,614	0,267 1,033	0,327 0,601	0,354 0,528	0,379 0,480	0.400 0,450
0,60	0,219 4,167	0,238 1,667	0,260 1,042	0,321 0,595	0,347 0,521	0,372 0,474	0,393 0,443
61	0,214 4,822	0,233 1,726	0,255 1,051	0,314 0,590	0,341 0,514	0,365 0,467	0,386 0,437
62	0,209 5,760	0,227 1,792	0,249 1,061	0,308 0,584	0,334 0,508	0,359 0,460	0,380 0,430

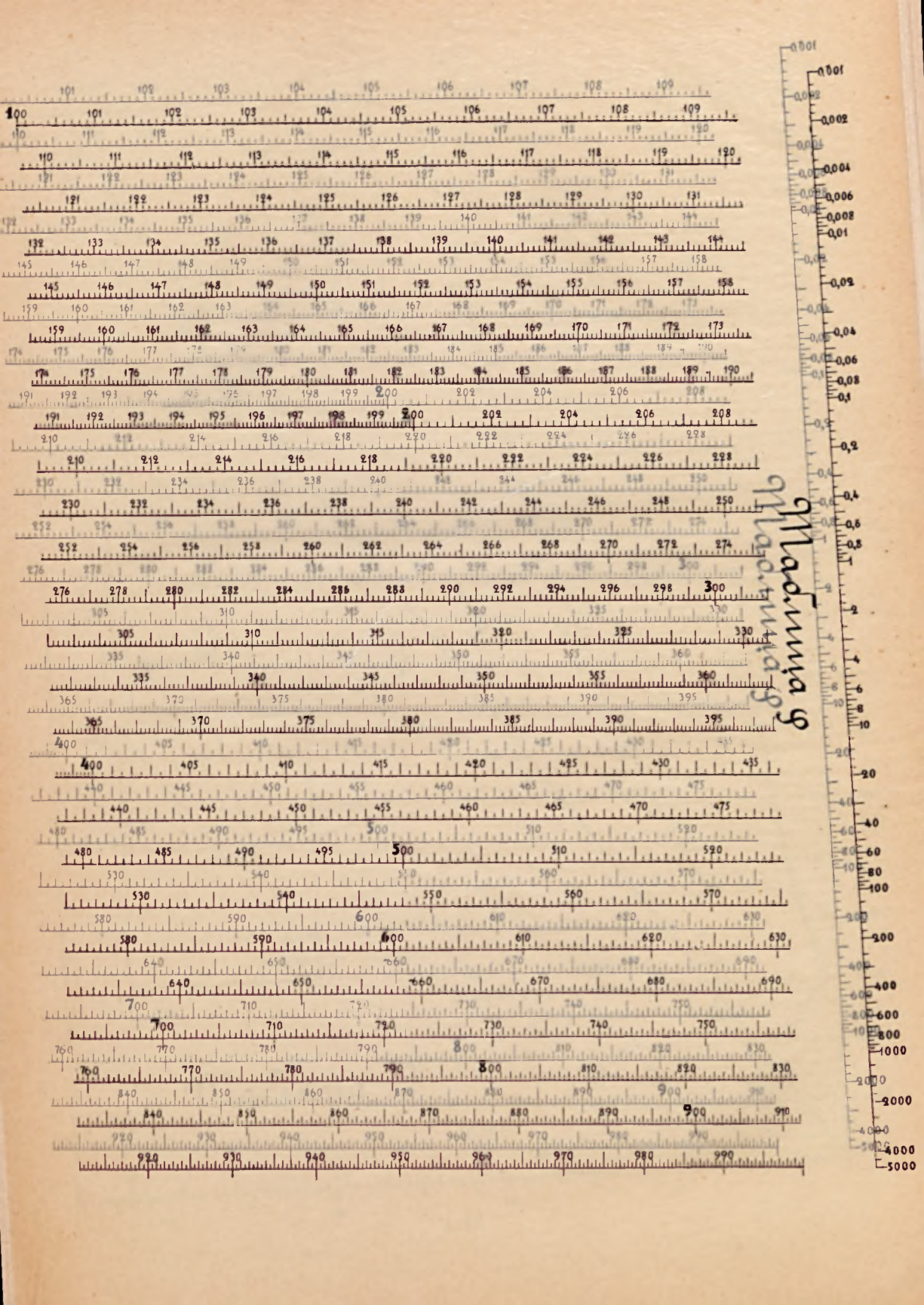
$tg\alpha$	$\mu = \frac{tgi}{4tg\alpha(tgi \pm tg\alpha)}$						
	$tgi = \frac{2}{3}$	$tgi = \frac{4}{5}$	$tgi = 1$	$tgi = 2$	$tgi = 3$	$tgi = 5$	$tgi = 10$
0,63	0,204 7,215	0,222 1,867	0,244 1,073	0,302 0,579	0,328 0,502	0,352 0,454	0,373 0,424
64	0,199 9,766	0,217 1,953	0,238 1,085	0,296 0,574	0,322 0,497	0,346 0,448	0,367 0,417
65	0,195 15,385	0,212 2,051	0,233 1,099	0,290 0,570	0,316 0,491	0,340 0,442	0,361 0,411
66	0,190 37,879	0,208 2,165	0,228 1,114	0,285 0,565	0,311 0,486	0,335 0,436	0,355 0,406
67	0,186 ∞	0,203 2,296	0,223 1,131	0,280 0,561	0,305 0,480	0,329 0,431	0,350 0,400
68	0,182	0,199 2,451	0,219 1,149	0,274 0,557	0,300 0,475	0,324 0,426	0,344 0,394
69	0,178	0,195 2,635	0,214 1,169	0,269 0,553	0,295 0,471	0,318 0,420	0,339 0,389
0,70	0,174	0,191 2,857	0,210 1,190	0,265 0,550	0,290 0,466	0,313 0,415	0,334 0,384
71	0,171	0,187 3,130	0,206 1,214	0,260 0,546	0,285 0,461	0,308 0,411	0,329 0,379
72	0,167	0,183 3,472	0,202 1,240	0,255 0,543	0,280 0,457	0,304 0,406	0,324 0,374
73	0,164	0,179 3,914	0,198 1,268	0,251 0,539	0,275 0,453	0,299 0,401	0,319 0,369
74	0,160	0,176 4,505	0,194 1,299	0,247 0,536	0,271 0,449	0,294 0,397	0,315 0,365
75	0,157	0,172 5,333	0,191 1,333	0,242 0,533	0,267 0,444	0,290 0,392	0,310 0,360
76	0,154	0,169 6,579	0,187 1,371	0,238 0,531	0,263 0.441	0,286 0,388	0,306 0,356
77	0.151	0,165 8,658	0,183 1,412	0,234 0,528	0,258 0,437	0,281 0,384	0,302 0,352
78	0,148	0,162 12,821	0,180 1,457	0,231 0,525	0,254 0,433	0,277 0,380	0,297 0,348

$tg\alpha$	$\mu = \frac{tgi}{4tg\alpha(tgi \pm tg\alpha)}$						
	$tgi = \frac{2}{3}$	$tgi = \frac{4}{5}$	$tgi = 1$	$tgi = 2$	$tgi = 3$	$tgi = 5$	$tgi = 10$
0,79	0,145	0,159 25,316	0,177 1,507	0,227 0,523	0,251 0,430	0,273 0,376	0,293 0,344
0,80	0,142	0,156 ∞	0,174 1,563	0,223 0,521	0,247 0,426	0.269 0,372	0,289 0,340
81	0,139	0,153	0,171 1,624	0,220 0,519	0,243 0,423	0,266 0,368	0,286 0,336
82	0,137	0,151	0,168 1.694	0,216 0,517	0,239 0,420	0,262 0,365	0,282 0,332
83	0,134	0,148	0,165 1,772	0,213 0,515	0,236 0,416	0,258 0,361	0,278 0,328
84	0,132	0,145	0,162 1,860	0,210 0,513	0,233 0,413	0,255 0,358	0,275 0,325
85	0,129	0,143	0,159 1,961	0,206 0,512	0,229 0,410	0,251 0,354	0,271 0,321
86	0,127	0,140	0,156 2,076	0,203 0,510	0,226 0,408	0,248 0,351	0,268 0,318
87	0,125	0,138	0,154 2,210	0,200 0,509	0,223 0,405	0,245 0,348	0,264 0,315
88	0,123	0,135	0,151 2,367	0,197 0,507	0,220 0,402	0,242 0,345	0,261 0,312
89	0,120	0,133	0,149 2,554	0,194 0,506	0,217 0,399	0,239 0,342	0,258 0,308
0,90	0,118	0,131	0,146 2,778	0,192 0,505	0,214 0,397	0,235 0,339	0,255 0,305
91	0,116	0,129	0,144 3,053	0,189 0,504	0,211 0,394	0,232 0,336	0,252 0,302
92	0,114	0,126	0,142 3,397	0,186 0,503	0,208 0,392	0,230 0,333	0,249 0,299
93	0,112	0,124	0,139 3,840	0,184 0,503	0,205 0,390	0,227 0,330	0,246 0,296

$tg\alpha$	$\mu = \frac{tgi}{4tga(tgi \pm tg\alpha)}$						
	$tgi = \frac{2}{3}$	$tgi = \frac{4}{5}$	$tgi = 1$	$tgi = 2$	$tgi = 3$	$tgi = 5$	$tgi = 10$
0,94	0.110	0,122	0,137 4,433	0,181 0,502	0,203 0,387	0,224 0,328	0,243 0,294
95	0,109	0,120	0,135 5,263	0,178 0,501	0,200 0,385	0,221 0,325	0,240 0,291
96	0,107	0,118	0,133 6,510	0,176 0,501	0,197 0,383	0,219 0,322	0,238 0,288
97	0,105	0.117	0,131 8,591	0,174 0,501	0,195 0,381	0,216 0,320	0,235 0,285
98	0,103	0,115	0,129 12,755	0,171 0,500	0,192 0,379	0,213 0,317	0,232 0,283
99	0,102	0,113	0,127 25,253	0,169 0,500	0,190 0,377	0,211 0,315	0,230 0,280
1,00	0,100	0,111	0,125 ∞	0,167 0,500	0,188 0,375	0,208 0,313	0,227 0,278


Madnuia J
h
+T
-T
+tg
+tg


Madrinna G.L.


Mladinska 9
Mlad. tuila 9

Шкала 9

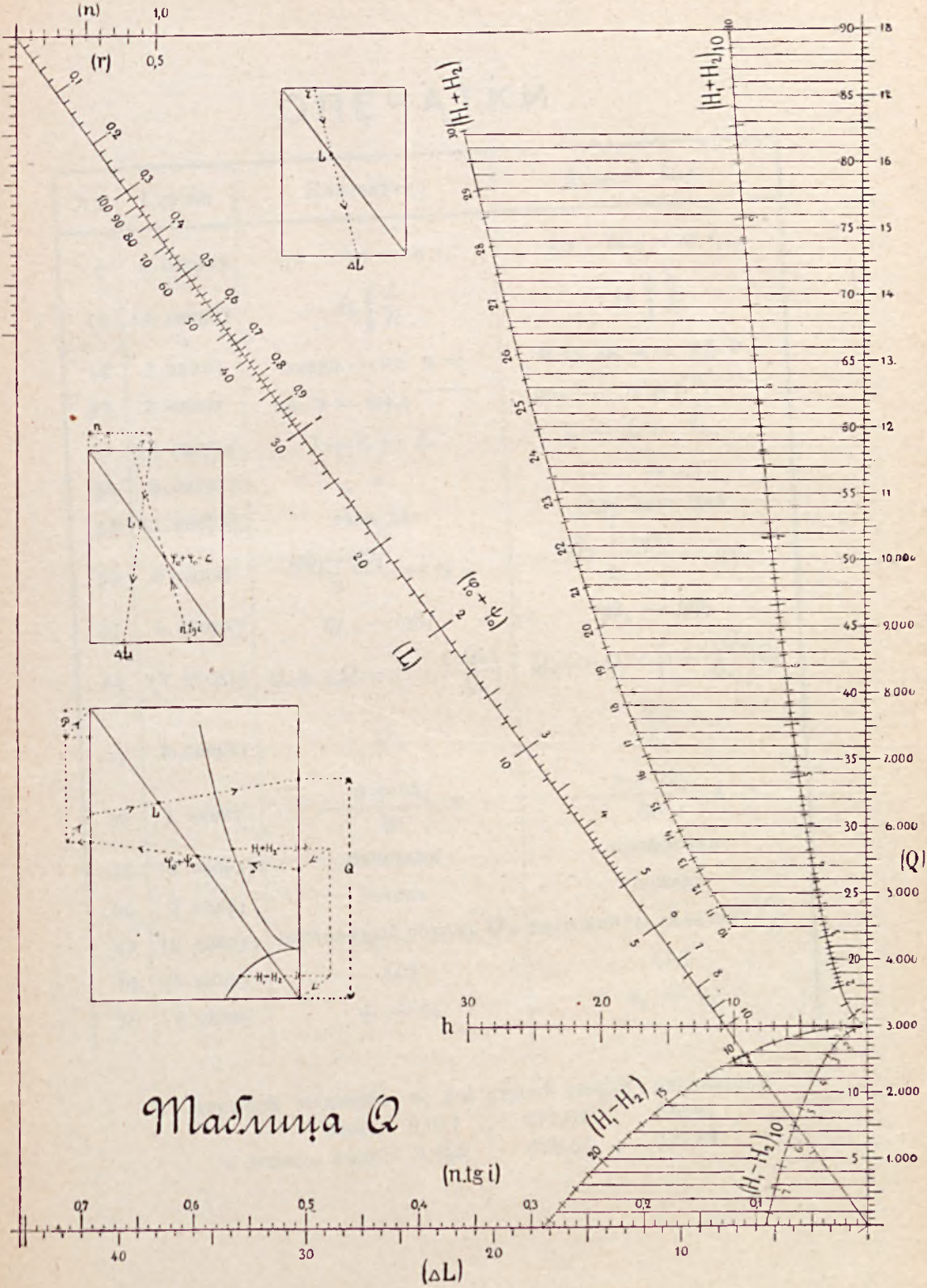

(n)
(r)
(P)
(L)
(Q)
h
(n.tg i)
(ΔL)
(H1+H2)
(H1+H2)/10
(H1-H2)
(H1-H2)/10
(ψ0+ψ0)
ΔL
n.tg i
H1+H2
H1-H2

Таблица Q

ОПЕЧАТКИ.

Стр.	Строка	Напечатано	Должно быть
8	9 сверху	$tg\alpha - tg\alpha = m.l_1$	$tg\alpha - tg\alpha_1 = m.l_1$
12	14 сверху	$- P_n \Big] \frac{L}{R}$	$- p_n \Big] \frac{L}{R}$
16	1 снизу	u=лв. + пр. $u =$	$u =$ лв. u + пр. u
17	3 снизу	пр. $u = m\psi_0 \sqrt{}$	пр. $u = m'\psi_0 \sqrt{}$
27	10 сверху	$l + l_v = L.$	$l_n + l_v = L.$
28	8 сверху	v	v_v
44	11 сверху	такъ для	такъ какъ для
50	6 снизу	$\frac{tg\beta_1 + tg\beta_2}{2} = ty_0$	$\frac{tg\beta_1 + tg\beta_2}{2} = tg\beta_0$
51	5 сверху	$tg_1 - tg\beta_2$	$tg\beta_1 - tg\beta_2$
54	13 сверху	$Q_n + \triangle Q_n = \left(1 + \frac{\triangle Q_n}{Q_n}\right)$	$Q_n + \triangle Q_n = \left(1 + \frac{\triangle Q_n}{Q_n}\right) Q_n$
„	5 сверху	Q'_n	$\frac{Q'_n}{L}$
55	1 снизу	$- \frac{3 + 3h_0}{tgi} . 3$	$- \frac{3 + 2h_0}{tgi} . 3$
56	14 сверху	пикетами	профилями
65	3 снизу	точекъ	ножекъ
69	12 снизу	постоянный объемъ Q'_n	постоянную величину $\frac{Q'_n}{L}$
74	15 снизу	(L)	(h)
78	6 снизу	$\varphi_7 = \varphi_2$	$\varphi_1 = \varphi_2$

Въ примѣрѣ подсчета во 2-й строкѣ сверху напечатаны
числа: 0,017 ; 677,67 ; 726,87
а должно быть: 0,055 ; 678,56 ; 727,82

А. Поспѣловъ.

СПЕКТРЫ

ИСПУСКАНІЯ ПАРОВЪ МЕТАЛЛОВЪ *Cd* и *Zn*

въ положительномъ и отрицательномъ свѣтѣ разряда.

Введеніе.

Въ началѣ спектроскопическихъ изслѣдованій былъ распространенъ взглядъ, что каждому элементу свойственен лишь одинъ спектръ, характерный для даннаго элемента. Различія въ видѣ спектра какого либо элемента или его соединеній, и тогда уже наблюдавшіяся при различныхъ условіяхъ, объясняли большею частью нечистотой взятаго вещества, посторонними примѣсями.

По мѣрѣ накопленія экспериментальныхъ работъ, посвященныхъ спектроскопіи, стало выясняться, что одинъ и тотъ же элементъ можетъ имѣть, смотря по условіямъ, при которыхъ онъ изслѣдуется, два и нѣсколько совершенно различныхъ спектровъ, различныхъ въ смыслѣ числа линій и въ видѣ ихъ. Открытіе Plücker'a и Hittorf'a [1]), что элементарный газъ можно имѣть и полосатый и линейчатый спектръ, было первымъ шагомъ въ указанномъ направленіи; оно вызвало въ свое время много нападокъ, теперь это общепризнанный фактъ. Plücker и Hittorf нашли для азота

---

[1]) Plücker and Hittorf. Phil. Trans. 155, p. 1- 29, (1865).

и сѣры полосатый и линейчатый спектры. Schuster [1]) нашелъ второй линейчатый спектръ кислорода. Оказалось далѣе, что и одноатомные газы, нп. аргонъ, пары ртути также обладаютъ нѣсколькими спектрами. Eder и Valenta [2]) описали полосатый и „богатый линіями“ спектры ртути. Такимъ образомъ не только для металлоидовъ, но и для металловъ были найдены спектры различныхъ порядковъ.

E. Wiedemann и Schmidt [3]) предложили удобный методъ для изслѣдованія паровъ металловъ; изслѣдуемые металлы они помѣщали въ закрытыхъ стеклянныхъ шарахъ и подвергали ихъ дѣйствію электрическихъ колебаній. Названные изслѣдователи нашли полосы въ спектрахъ *Cd* и *Zn*. Въ той же работѣ они указали на различія въ окраскѣ въ различныхъ частяхъ свѣтящаго поля разряда.

Параллельно съ экспериментальными работами появились теоретическія работы, посвященныя вопросу о закономѣрности въ распредѣленіи спектральныхъ линій, таковы работы Balmer'a, Rydberg'a, Kayser'a и Runge [4]). Были найдены уравненія, которымъ подчиняются линіи какого нибудь элемента (по ихъ числамъ колебаній). Одна формула Balmer'a обнимаетъ всѣ линіи водорода.

Для другихъ элементовъ оказалось нужнымъ писать по два, по три и болѣе уравненій, которымъ бы удовлетворяли линіи элемента (правда не всѣ). Deslandres [5]) нашелъ законы строенія полосатыхъ спектровъ. Оказалось, что строеніе полосатыхъ и линейчатыхъ спектровъ не одинаково, такъ что не приходится говорить о „постепенномъ“ переходѣ полосатого спектра въ линейчатый, какъ представляетъ это теорія Wüllner'a; болѣе вѣроятнымъ представляется, что оба рода спектровъ имѣютъ каждый своего носителя.

Вопросъ о строеніи спектровъ элементовъ подвинулся, какъ мы видѣли, далеко впередъ. У металловъ, въ частности, также установлены различія въ спектрахъ дуги и искры. Однако недостаточное знакомство съ механизмомъ дуги и искры не даетъ возможности сдѣлать заключенія объ условіяхъ появленія того или другого спектра. Интереснымъ представляется спектроскопическое изслѣдованіе паровъ металловъ въ разрядныхъ трубкахъ, механизмъ явленій въ которыхъ

---

[1]) A. Schuster. Phil. Trans, 170. 1, p. 37—57. (1879),

[2]) Eder und Valenta. Denckschr, d. Wiener Akad. 61, p. 1, 1894.

[3]) E. Wiedemann und Schmidt. Wied. Ann. 57, p. 454. 1896,

[4]) Balmer. Wied. Ann. 25, p, 80, 1885; Rydberg. Kongl. Sw. Vetensk. Akad. Handl. 23, 1891; Kayser und Runge. Berl. Ber, 1890—1892. См. лит. Kayser. Handbuch der Spectroscopie. B. II.

[5]) Deslandres. Comp. Rend. 103, 1886; 104, 1887.

сравнительно хорошо разработанъ въ послѣднее время. Для ртути Eder и Valenta [1]) и въ послѣднее время I. Stark [2]) много сдѣлали по вопросу объ условіяхъ появленія различныхъ спектровъ. Подобную попытку представляетъ собой настоящая работа: она содержитъ наблюденія надъ спектрами металловъ *Cd* и *Zn*, какъ они появляются въ гейсслеровыхъ трубкахъ и какъ они представляются при разрядахъ въ шарахъ со внѣшними электродами.

Работа эта производилась въ 1906—1907 году въ Физическомъ Институтѣ Эрлангенскаго Университета (Erlangen, Bayern).

Директору Института Prof. E. Wiedemann'у считаю здѣсь умѣстнымъ высказать мою глубокую благодарность за его всегдашнюю готовность оказать поддержку въ работѣ.

---

[1]) Eder und Valenta. Wied. Ann. 55, p. 479. 1895.
[2]) I. Stark. Ann. d. Phys. 16, 1905, p. 490.

Общія соображенія относительно спектровъ, появляющихся при разрядахъ.

1. Возникновеніе свѣченія.

Прежде чѣмъ перейти къ опытной части работы, позволю себѣ изложить существующія взгляды относительно возникновенія спектровъ при свѣченіи разрядной трубки.

Было уже упомянуто предположеніе, что полосатые и линейчатые спектры обусловливаются колебаніями различныхъ субстратовъ.

Если какое нибудь химическое соединеніе при однихъ условіяхъ даетъ полосатый спектръ, при другихъ линейчатый, то не трудно представить, что въ первомъ случаѣ мы имѣемъ дѣло съ излученіемъ молекулы, во втомъ же случаѣ—съ излученіемъ атома.

Другое дѣло будетъ, если одинъ и тотъ же элементъ даетъ при различныхъ условіяхъ то полосатый, то линейчатый спектры. Особенно трудно себѣ представить, какъ это можетъ быть въ случаѣ одноатомнаго элемента (а это, какъ мы видѣли, наблюдается), гдѣ по понятіямъ химиковъ невозможна дальнѣйшая диссоціація. Электронная теорія позволяетъ объяснить эти вопросы.

Разсмотримъ ближе явленія разряда. При разрядѣ отъ катода отрываются отрицательныя частички, отъ анода — положительныя. Если частички эти при своемъ движеніи ударяются объ нейтральные атомы, то они іонизуютъ эти послѣдніе, т. е. отрываютъ отъ нихъ отрицательныя частички — отрицательные электроны, остатокъ будетъ тогда положительно заряженнымъ. Въ объясненіи процессовъ свѣченія въ трубкѣ особенно важны отрицательные электроны, ко-

торые благодаря ихъ малой массѣ и большой скорости оказываются особенно способными вызывать свѣченіе.

Отрицательными электронами вызывается свѣченіе и въ отрицательномъ свѣтѣ (Das negative Glimmlicht), и въ положительной колоннѣ (Die positive Säule).

Чѣмъ объясняется происходящее при разрядѣ свѣченіе? Свѣченіе—излученіе электромагнитной энергіи—происходитъ вслѣдствіе измѣненія, происходящаго въ электромагнитномъ полѣ іона, когда онъ получаетъ ускореніе во время своего движенія.

Излучающій электронъ можетъ оказать связаннымъ въ систему другихъ электроновъ или даже атомовъ. Періодъ его колебаній въ этой системѣ, періодъ его излученія будетъ въ этомъ случаѣ характеристичнымъ для той связи съ атомами, въ какой онъ находится, характеристичнымъ для природы свѣтящаго газа.

J. Stark [1]) ставитъ гипотезу. что линейчатые и полосатые спектры обусловливаются излученіемъ подобныхъ системъ электроновъ, связанныхъ въ атомахъ.

Электроны могутъ также двигаться свободно, могутъ быть іонами. Іонъ можетъ получить ускореніе вслѣдствіе столкновеній съ другими частичками, во время которыхъ измѣняется величина и направленіе скорости его движенія. Періодъ излученія іона въ этомъ случаѣ уже не будетъ обусловливаться химической природой элемента, а только продолжительностью столкновенія.

Такъ какъ въ газѣ, въ которомъ присутствуютъ іоны, могутъ быть всѣ возможныя продолжительности столкновеній, то и излученіе даннаго газа можетъ имѣть всѣ возможныя длины волнъ.

Такимъ образомъ, іонизованный газъ можетъ испускать непрерывный спектръ.

2. Происхожденіе линейчатаго и полосатаго спектровъ.

Если какой нибудь нейтральный атомъ іонизуется, если такимъ образомъ отрывается отъ него отрицательный электронъ, то другіе связанные въ атомѣ электроны. составляющіе теперь положительный остатокъ, испытываютъ извѣстное сотрясеніе, получаютъ нѣкоторый запасъ кинетической энергіи, каковую могутъ они затѣмъ излучать. Такимъ образомъ, этотъ положительно заряженный остатокъ—положительный атоміонъ—можетъ быть разсматриваемъ какъ источникъ

[1]) J. Stark. Die Elektrizität in Gasen. 1902. p. 440.

(носитель) электромагнитнаго излученія. Это излученіе положительнаго атоміона даетъ по теоріи Stark'а линейчатый спектръ элемента.

Пусть далѣе нейтральный атомъ іонизованъ: отъ него стало быть отдѣлился отрицательный электронъ. Можетъ оказаться, что тотъ посторонній отрицательный электронъ, который своимъ ударомъ вызвалъ іонизацію, задержится вблизи положительнаго остатка и, находясь все время въ періодическомъ движеніи, будетъ постепенно приближаться къ нему и наконецъ сольется съ нимъ, образуя такимъ образомъ новый нейтральный атомъ. Кинетическая энергія отрицательнаго электрона преобразуется въ кинетическую энергію электроновъ атома, что вызоветъ свѣченіе. Stark принимаетъ, что излученіе подобныхъ составныхъ системъ—положительный остатокъ+отрицательный электронъ — въ моментъ образованія изъ этой системы нейтральнаго атома даетъ начало полосатому спектру.

3. Подтвержденія гипотезы Stark'а.

Гипотеза Stark'а, которой онъ самъ даетъ названіе „рабочей", имѣетъ за себя уже нѣкоторыя факты. Stark самъ наблюдалъ [1]) разрядъ въ парахъ ртути подъ малымъ давленіемъ.

Зеленая окраска, свѣтящаго разряда сотвѣтствовавшая полосатому спектру (при малыхъ токахъ и сравнительно низкой средней температурѣ ниже—300°C), переходила въ бѣловатую при повышеніи температуры: тогда появлялся линейчатый спектръ.

Разрядная трубка была устроена съ боковой трубкой, куда можно было выводить пары металла изъ электромагнитнаго поля разряда. Въ боковой трубкѣ были помѣщены двѣ пластины конденсатора, которыя заряжались до 300 Volt разности потенціаловъ. Оказалось, что катодъ заряженнаго конденсатора отталкиваетъ бѣловатый „лучъ" паровъ ртути. Бѣловатое свѣченіе, какъ мы уже знаемъ, должно обусловливаться присутствіемъ положительныхъ атоміоновъ, а для образованія этихъ послѣднихъ должны быть на лицо все новые и новые отрицательные электроны.

Катодъ отталкиваетъ, анодъ притягиваетъ отрицательные электроны—возбудители свѣченія; бѣловатый „лучъ" отталкивается катодомъ. На зеленое облако паровъ ртути, гдѣ, согласно гипотезѣ, преобладаютъ нейтральные атомы, пластины конденсатора не оказываютъ никакого дѣйствія.

---

[1]) J. Stark. Wied. Ann. 14, p. 529. 1904; Wied. Ann. 16, p. 490—1905.

4. Слѣдствія гипотезы.

Гдѣ и когда мы можемъ ждать появленія непрерывнаго, полосатаго и линейчатаго спектровъ?

Непрерывный спектръ можетъ быть наблюдаемъ, какъ мы уже видѣли. во всякомъ іонизованномъ газѣ, парѣ, пламени; достаточная оптическая толщина сдѣлаетъ этотъ спектръ видимымъ.

Полосатый спектръ можетъ существовать всюду, гдѣ есть условія, способствующія образованію и поддержанію связи системы: положительный атоміонъ+отрицательный электронъ.

Чѣмъ выше средняя температура газа, чѣмъ больше скорость отрицательныхъ электроновъ, тѣмъ менѣе благопріятны условія для существованія полосатаго спектра. Въ положительной колоннѣ разряда (гдѣ скорость отрицательныхъ электроновъ наименьшая) и при сравнительно низкой температурѣ (слѣдовательно при слабыхъ токахъ, слѣдуетъ ожидать появленія полосатаго спектра. Это слѣдствіе гипотезы Stark'а подтверждается и болѣе ранними работами, и работой самого Stark'а надъ парами ртути. Настоящая работа также даетъ подтвержденіе указаннаго слѣдствія.

Линейчатый спектръ мы можемъ ждать всюду, гдѣ есть положительные атоміоны, всюду. гдѣ газъ электропроводенъ.

Въ отрицательномъ свѣтѣ, въ положительной колоннѣ одинаково мы можемъ поэтому встрѣтить линейчатый спектръ элемента.

Однако въ этихъ двухъ рѣзко различныхъ областяхъ свѣченія разряда возбудители свѣченія—отрицательные электроны—обладаютъ весьма различными свойствами. Скорость движенія ихъ въ отрицательномъ свѣтѣ во много разъ больше таковой же въ положительной колоннѣ (для ртути паденіе напряженія, которымъ обусловливается ихъ скорость, въ отрицательномъ свѣтѣ 340 Volt, въ положительной колоннѣ — 8 Volt) [1]. Это обстоятельство не можетъ остаться безъ вліянія на родъ сотрясеній, испытываемыхъ нейтральными атомами при ударѣ отрицательныхъ электроновъ. Если отрицательный элек-

---

[1]) Мои опыты съ парами кадмія и цинка приводятъ (см. ниже: „Потенціальныя измѣренія въ парахъ кадмія и цинка".) къ подобнымъ же заключеніямъ о неравенствѣ скоростей электроновъ въ отрицательномъ свѣтѣ и въ положительной колоннѣ. Для кадмія скорости эти оказались таковы: 300 вольтъ на 1 сант. въ отрицательномъ свѣтѣ и 16 вольтъ на 1 сант. въ положительной колоннѣ, для цинка тѣ же скорости имѣютъ значенія: 220 вольтъ на 1 сант. и 20 вольтъ на 1 сант.

тронъ при той малой скорости, которой онъ обладаетъ въ положительной колоннѣ, способенъ оторвать отъ нейтральнаго атома одинъ отрицательный электронъ. то отрицательные электроны съ гораздо большей скоростью—электроны отрицательнаго свѣта—могутъ оторвать здѣсь два и болѣе электроновъ отъ нейтральнаго атома. Линейчатый спектръ, обусловливаемый излученіемъ положительнаго атоміона въ первомъ случаѣ („одновалентнаго") можетъ отличаться отъ линейчатаго спектра „дву-и-болѣе валентнаго" атоміона въ отрицательномъ свѣтѣ. Такимъ образомъ линейчатый спектръ отрицательнаго свѣта можетъ имѣть новыя линіи сравнительно со спектромъ положительной колонны. Такъ какъ, далѣе, и въ отрицательномъ свѣтѣ, наряду съ болѣе быстрыми электронами, могутъ встрѣчаться и болѣе медленные электроны и могутъ привносить съ собой линейчатый спектръ положительной кононны, то ясно слѣдствіе: *линейчатый спектръ отрицательнаго свѣта разряда въ трубкѣ долженъ быть богаче линіями сравнительно съ линейчатымъ спектромъ положительной колонны.*

Это слѣдствіе теоріи вполнѣ подтверждается опытами съ парами ртути. Тотъ „богатый линіями" спектръ ртути, который описали еще Eder и Valenta, оказался въ существенныхъ чертахъ тождественнымъ съ спектромъ отрицательнаго свѣта, какъ это нашелъ Stark [1]).

Задача спектроскопическаго изслѣдованія спектровъ другихъ металловъ [2]) (конечно болѣе или менѣе летучихъ, т. е. способныхъ къ дестилляціи), особенно съ обращеніемъ вниманія на различныя части разряда, значительно труднѣе, чѣмъ это имѣетъ мѣсто для ртути.

Нужна довольно высокая температура для того, чтобы пары металла получили упругость достаточную для существованія разряда. Стекло сосудовъ, въ которыхъ долженъ находиться изслѣдуемый металлъ, особенно у трубокъ съ впаянными электродами, становится при такой температурѣ ненадежнымъ; стекло лопается тѣмъ легче, что часто пары металла дѣйствуютъ на стекло.

Это объясняетъ, почему въ этой области сдѣлано не много.

---

[1]) J. Stark. Ann. d. Phys. 16, p. 509. 1905.

[2]) Какъ увидимъ ниже („Результаты" и ранѣе), то же слѣдствіе электронной теоріи подтверждается и для металловъ: кадмія и цинка; и здѣсь линейчатый спектръ отрицательнаго свѣта богаче линіями сравнительно съ линейчатымъ спектромъ положительной колонны.

Изъ существующихъ по этому вопросу работъ назову лишь три: E. Wiedemann'a и Schmidt'a [1]) — работа, уже цитированная выше; Jones'a [2]) и A. Kalähne [3]). Jones изслѣдовалъ спектры *Cd*, *Zn* и нѣкоторыхъ соединеній ртути, но безъ обращенія вниманія на отдѣльныя части разряда. Kalähne также дѣлалъ свои наблюденія и фотометрированіе въ положительной колоннѣ разряда, происходившаго въ парахъ *Cd* [4]).

Авторъ настоящей работы изслѣдовалъ *Cd* и *Zn* въ трубкахъ съ внутренними электродами, а также въ шарахъ со внѣшними электродами; различію въ видѣ спектра въ различныхъ частяхъ разряда посвящено въ работѣ исключительное вниманіе; заключительная глава работы посвящена потенціальнымъ измѣреніямъ въ изслѣдуемыхъ парахъ металловъ.

---

[1]) E. Wiedemann und Schmidt. Wied. Ann. 57, p. 454. 1896.

[2]) A. Jones. Wied. Ann. 62, p. 30. 1897.

[3]) A. Kalähne. Wied. Ann. 65, p. 826. 1898.

[4]) Изъ другихъ работъ, относящихся къ вопросу о различныхъ спектрахъ паровъ металловъ, слѣдуетъ также указать работы:

J. Stark'a. Wied. Ann. 16, 410. 1905.

J. Stark und Siegl. Ann. d. Ph. 21, 457. 1906.

J. Stark und Kinoshita. Ann. d. Ph. 21, 470. 1906.

Пары натрія изслѣдовалъ R. Wood. Phil. Mag. 8, 293. 1904.

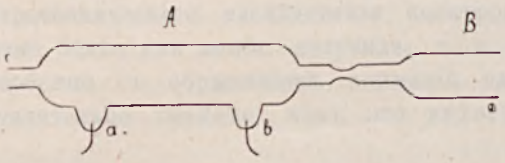
Аппараты.

Разрядная трубка

Форма разрядной трубки измѣнялась въ рядѣ опытовъ.

Простѣйшая форма трубки представлена на фиг. 1 и состоитъ изъ

Фиг. 1.



двухъ частей *A* и *B*. Изслѣдуемый металлъ кладется въ часть *B*, послѣ чего конецъ трубки *B* запаивается.

Трубку *B* и часть трубки *A* вставляютъ затѣмъ въ электрическую печь (см. ниже). Ртутнымъ насосомъ достигается разрѣженіе до 0,01 *mm*. Печь разогрѣвается до 400—500° C. Металлъ плавится и дестиллируется въ трубку *A*. Послѣ пяти, шести часовъ подобной операціи прекращаютъ нагрѣваніе. Изъ остывшей печи выдвигаютъ трубку *B* и отдѣляютъ ее пламенемъ горѣлки отъ трубки *A*. Вдвигаютъ затѣмъ трубку *A* въ печь, нагрѣваютъ печь до плавленія металла, послѣ чего распредѣляютъ жидкій металлъ въ оба углубленія *a* и *b*, подниманіемъ то одного то другого конца печи. Прежде, чѣмъ окончательно отдѣлить трубку *A* отъ ртутнаго насоса, пропускаютъ черезъ трубку токъ отъ индукціонной катушки при все

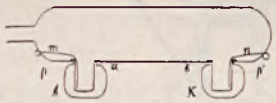
время дѣйствующемъ насосѣ. Затѣмъ запаиваютъ трубку *A*, отдѣляя ее тѣмъ самымъ отъ насоса.

Приготовленіе подобныхъ трубокъ соединено съ большими трудностями.

Опыты показываютъ, что трубки эти почти не переносятъ охлажденія. разъ онѣ нагрѣты. Лопаніе трубки можетъ произойти и во время опыта отъ многихъ причинъ: малѣйшая струя холоднаго воздуха, неравенство температуры въ разныхъ мѣстахъ печи или трубки, образованіе сплава изъ платины электродовъ и паровъ металла— все это можетъ быть причиной неудачнаго опыта.

Болѣе выносливa трубка съ вкладывающимися въ углубленія стаканчиками, въ которыхъ помѣщается отдестиллированный металлъ. Трубка подобной формы изображена на фиг. 2.

Фиг. 2.



Стеклянные стаканчики *p* и *p'* входятъ въ шейки *a* и *b* углубленій *A* и *K* и свободно висятъ въ нихъ. Электроды *m* и *n* изолированы стекломъ до нижняго конца, который лежитъ на днѣ стаканчика.

Нѣсколько проще были трубки съ желѣзными наперстками вмѣсто стеклянныхъ стаканчиковъ. Наперстки передъ употребленіемъ прокаливались. Электроды впаивались въ такомъ случаѣ какъ обыкновенно въ углубленія *A* и *K*.

Шары безъ внутреннихъ электродовъ, также употреблявшіеся при работѣ, описаны ниже.

Полученіе низкихъ давленій въ трубкахъ.

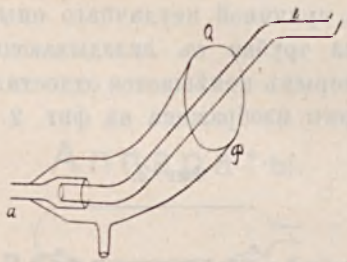
Опыты ставились большей частью съ малыми давленіями: 0,01; 0,1; 1 *mm* и 2 *mm*. ртутнаго столба—то были преимущественно употреблявшіяся давленія. Достигались они дѣйствіемъ ртутнаго насоса формы Sprengel'я, соединеннаго съ водянымъ насосомъ для подниманія ртути.

Mac-Leod — манометръ измѣрялъ давленія; выше 5 *mm* давленія измѣрялись обыкновеннымъ ртутнымъ манометромъ.

Выше было упомянуто о необходимости распредѣлять расплавленный металлъ въ углубленіяхъ трубки. Для этого необходимо

горизонтально лежащую разрядную трубку, соединенную съ насосомъ (соединенія, конечно, стеклянныя), вращать около нѣкоторой горизонтальной оси. Такъ какъ работа велась исключительно съ ртутными затворами и существующіе шлифы и краны [1]) не удовлетворяли поставленнымъ требованіямъ, оказалось необходимымъ конструировать новую форму горизонтальнаго ртутнаго затвора, допускающаго достаточное вращеніе частей. Фиг. 3 представляетъ этотъ затворъ [2]).

Фиг. 3.



Выдутое эллиптически въ направленіи PQ отверстіе трубки M позволяетъ трубкѣ l и соединенной съ ней разрядной трубкѣ вращенія около нѣкоторой горизонтальной оси.

Добываніе азота.

Чтобы устранить возможность окисленія металла въ разрядной трубкѣ, опыты велись исключительно съ азотомъ. Хотя полученіе его довольно общеизвѣстно, представляется однако небезполезнымъ дать описаніе способа полученія азота съ тѣми видоизмѣненіями сравнительно съ общепринятымъ методомъ, каковыхъ полезность доказана опытомъ.

Для полученія азота [3]) всего чаще берутъ NH_4NO_2 азотистокислый аммоній, разлагающійся на азотъ и воду. Продуктъ этотъ изъ за его легкой разлагаемости и дороговизны выгодно замѣнить $NaNO_2$ азотистокислымъ натріемъ въ соединеніи съ хлористымъ аммоніемъ NH_4Cl.

Ходъ реакціи будетъ таковъ:

---

[1]) Kahlbaum. Zeitschr. für Instr. 14, p. 21. 1894 и тамъ-же 21, p. 265 1901.

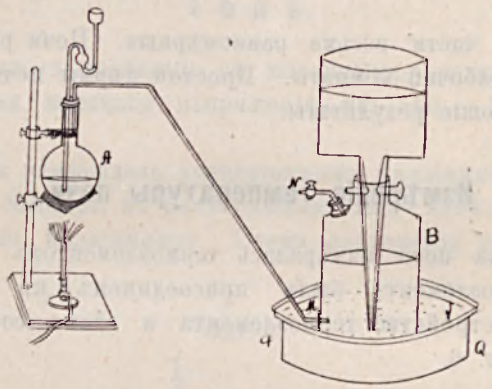
[2]) Приборъ изготовленъ былъ Эрлангенскимъ университетскимъ стеклодувомъ, г. Hildebrand.

[3]) Erdmann. Anorganische Chemie, p. 151. (1900).

$$NaNO_2+NH_4Cl=NH_4NO_2+NaCl=N_2+2H_2O+NaCl.$$

Для опыта берутъ оба вещества: $NaNO_2$ и NH_4Cl въ количествахъ равныхъ ихъ молекулярнымъ вѣсамъ, что даетъ приблизительно 70 *gr.* $NaNO_2$ и 53 *gr.* NH_4Cl. Растворяютъ NH_4Cl въ 200 *cct.* воды, слегка нагрѣваютъ и выливаютъ растворъ въ колбу съ $NaNO_2$.

Фиг. 4.



Колбу *A* (фиг. 4) съ полученнымъ растворомъ осторожно нагрѣваютъ.

Реакція, разъ она началась, особенно при концентрированномъ растворѣ, идетъ очень бурно. При недостаточномъ регулированіи истеченія воды изъ газометра *B*, излишекъ образовавшагося газа можетъ вызвать вылетаніе пробокъ и т. п. непріятныя осложненія.

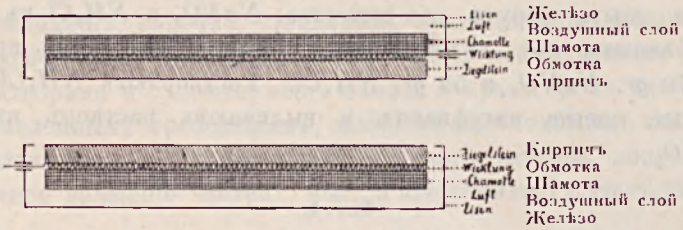
Въ виду этого оказалось удобнымъ располагать опытъ такъ, какъ показано на фиг. 4. Газъ изъ колбы *A* идетъ не въ верхнее, а *въ нижнее* отверстіе *M* газометра *B*, *поставленнаго въ тазъ съ водой*. Въ такомъ случаѣ и предохранительный манометръ, вставляемый обычно на пути газа къ газометру, оказывается излишнимъ.

Полученный такимъ способомъ газъ, прежде чѣмъ быть допущеннымъ въ насосъ и разрядную трубку, пропускается черезъ пирогалловую кислоту для поглощенія остатковъ кислорода и черезъ концентрированную сѣрную кислоту для поглощенія паровъ воды.

Электрическая печь.

Электрическія печи обладаютъ важными преимуществами: онѣ позволяютъ получать весьма высокія температуры, притомъ въ сред-

Фиг. 5.

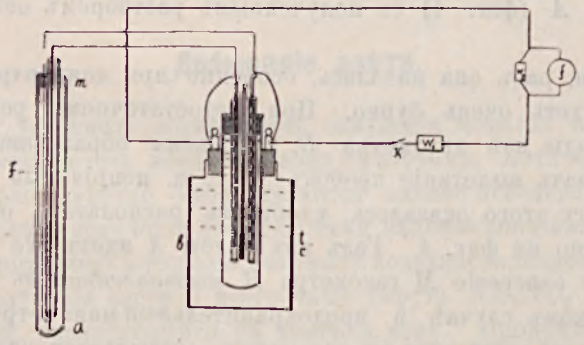


ней внутренней части весьма равномѣрныя. Печи работаютъ безъ порчи воздуха рабочей комнаты. Простой формы печь (фиг. 5) давала весьма хорошіе результаты.

Измѣреніе температуры печи.

Температура печи измѣрялась термоэлементомъ „Константанъ-желѣзо". Термоэлементъ былъ присоединемъ къ гальванометру D'Arsonwal'я. Устройство термоэлемента и схема соединеній представлены на фиг. 6.

Фиг. 6.



Желѣзная и константановая проволоки спаяны серебромъ, что образуетъ спай *a*, подвергающійся затѣмъ дѣйствію высокой температуры.

Проволочки изолированы одна отъ другой стеклянной трубочкой, вмѣстѣ съ которой онѣ входятъ въ болѣе широкую трубку *F*; въ мѣстѣ *m*—скрѣпленіе сургучемъ. Концы проволокъ термоэлемента припаяны (спаи *b* и *c*) къ мѣднымъ проволокамъ, погруженнымъ въ парафиновое масло и удерживаемымъ при комнатной температурѣ t^0 сравнительно большой массой воды сосуда *M*. Мѣдныя проволоки

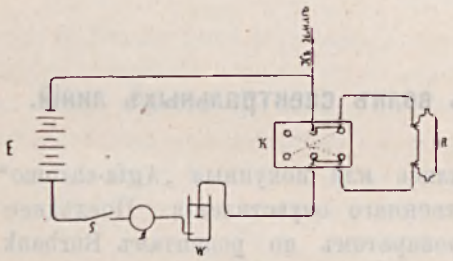
входятъ въ клеммы, соединенныя съ гальванометромъ G. W_1 и W_2 сопротивленія, K — ключъ. Прежде всего градуировалась шкала гальванометра, для чего наблюдались отклоненія зеркальца гальванометра при погруженіи термоэлемента въ пары кипящей воды и въ пары кипящей сѣры. Изъ полученной такимъ путемъ кривой температуръ, это — прямая линія — путемъ экстраполированія находились высшія температуры.

Токъ.

Въ опытахъ съ трубками съ впаянными электродами употреблялась баттарея высокаго напряженія изъ 500 — 1000 аккумуляторовъ.

Сила тока измѣрялась прецизіоннымъ милліамперметромъ фирмы Kaiser und Schmidt; въ ряду опытовъ она измѣнялась въ предѣлахъ 0,2 — 20 милліамперъ. Схема соединеній представлена на фиг. 7.

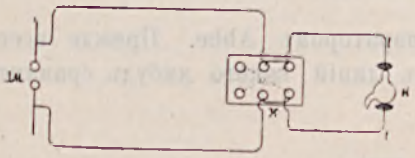
Фиг. 7.



E Баттарея аккумуляторовъ
S Выключатель
A Милліамперметръ
K Коммутаторъ
W Сопротивленіе
R Разрядная трубка

Въ опытахъ съ шарами безъ внутреннихъ электродовъ токъ доставляла большая съ двадцатью кругами электростатическая машина, которую приводилъ въ движеніе небольшой водяной двигатель. Схема соединеній на фиг. 8.

Фиг. 8.



IM Полюсы электростатической машины
K Коммутаторъ
l l' Провода
R Разрядной шаръ

Спектральный аппаратъ.

Оптическія части аппарата(призмы и линзы) были въ однихъ опытахъ изъ стекла, въ другихъ—изъ кварца. Лучи, идущіе изъ разрядной трубки, собирались линзой 4 *cm* фокуснаго разстоянія на щель спектроскопа (линза эта также могла быть изъ кварца). Въ установкѣ со стекломъ дисперсія аппарата была такова, что *Cd*—линіи 480$\mu\mu$ и 361$\mu\mu$ отстояли на фотографической пластинѣ (при установкѣ на наименьшее отклоненіе для λ=480$\mu\mu$) на 21,5 *mm* одна отъ другой. Кварцевая установка давала меньшую дисперсію: тѣ же линіи находились въ этомъ случаѣ въ растояніи 15 *mm* одна отъ другой.

Установка камеры достигалась тѣмъ, что передъ щелью аппарата какъ разъ на мѣстѣ разрядной трубки, располагалась вольтова дуга; въ положительный уголь вводилась тонкая стеклянная трубка, стекло плавилось, двойная *Na* — линія дѣлалась при этомъ настолько яркой, что позволяла точную установку матоваго стекла камеры.

Опредѣленіе длинъ волнъ спектральныхъ линій.

Для съемокъ употреблялись или покупныя „Agfa-chromo“ пластинки, или пластинки собственнаго очувствленія. Послѣднее производилось ціаниновымъ препаратомъ по рецептамъ Burbank [1]) — Hermann'a [2]).

Экспозиція—$^1/_2$ часа—1 ч. для трубокъ съ впаянными электродами и 3—4 часа въ опытахъ съ шарами.

На пластинѣ кромѣ изслѣдуемаго спектра снимался „сравнительный спектръ“, часто также шкала.

Сравнительными спектрами были: спектръ искры *Cd*, спектръ искры *Zn*, спектръ искры сплава *Cd* — *Zn* — *Pb* (по Eder'y) [3]).

Линіи измѣрялись компараторомъ Abbe. Прежде всего измѣрялись разстоянія отдѣльныхъ линій какого нибудь сравнительнаго

---

[1]) Burbank. Phil. Mag. 26, 1888.
[2]) Hermann. Wied. Ann. 16, p. 689. 1905.
[3]) Eder und Valenta. Beitrage zur Photochemie... p. 48.

спектра отъ выбранной нормали, напр. *Cd* 480$\mu\mu$. Данныя измѣреній вмѣстѣ съ принадлежащими линіямъ длинами волнъ сводились въ таблицу. Измѣрялись затѣмъ разстоянія отдѣльныхъ линій въ изслѣдуемомъ спектрѣ отъ той или другой хорошо отличаемой нормали. Длины волнъ опредѣляемыхъ линій находились тогда простой интерполяціей.

Опыты съ трубками, имѣющими внутренніе электроды.

Пары *Cd*.

Картина свѣченія трубки съ парами *Cd* измѣнялась съ измѣненіемъ средней температуры пара и давленія. Впрочемъ трудно говорить о температурѣ пара, находящагося подъ дѣйствіемъ разряда, когда извѣстна лишь температура окружающей среды, въ нашемъ случаѣ—температура электрической печи. Въ послѣдующемъ будетъ однако приводиться температура печи въ виду несомнѣннаго вліянія ея на явленія, происходящія въ трубкѣ.

Можно различать слѣдующія главныя стадіи свѣченія:

1. Начальная стадія — при низкой температурѣ. При 320° С замѣтно небольшое голубое свѣченіе на катодѣ и бѣловато-зеленое на анодѣ. Въ предѣлахъ 340—360° С катодный свѣтъ фіолетовый съ желтымъ первымъ катоднымъ слоемъ. Положительный свѣтъ (безслоистый) зеленый съ красноватымъ анодным слоемъ.

2. Стадія слоенія. При 390—400° начинали появляться слои въ положительной колоннѣ. Явленіе въ этой стадіи было особенно богато красками. Слои положительной колонны къ катоду обращены выпуклостью, къ аноду — заострены. Окраска ихъ зеленовато-голубоватая съ красными остріями. Отрицательный свѣтъ красновато-фіолетовый. Стадія эта неустойчива.

3. Безслоистая положительная колонна. Эта стадія свѣченія довольно устойчивая въ предѣлахъ 450° — 500°, состоитъ изъ двухъ довольно рѣзко ограниченныхъ частей. Отрицательный свѣтъ крас-

ный; положительная безслоистая колонна сперва зеленаго цвѣта, при повышеніи температуры голубая и наконецъ синяя.

4. Конечная стадія. Съ дальнѣйшемъ повышеніемъ температуры сильно развивается отрицательный свѣтъ, его окраска принимаетъ желтоватый оттѣнокъ (см. ниже: опыты съ парами *Zn*.)

Названіе этой стадіи свѣченія *конечной* выбрано потому, что явленія свѣченія въ этой стадіи уже ненормальны въ смыслѣ раздѣленія цвѣтовъ и спектровъ отдѣльныхъ частей разряда. Окраска блѣднѣла, различія спектровъ отдѣльныхъ частей, наблюдавшіяся доселѣ, начинали сглаживаться. Кромѣ того эта форма разряда была обыкновенно признакомъ скораго прекращенія свѣченія.

При разсмотрѣніи указанныхъ формъ свѣченія разрядной трубки, слѣдуетъ принять во вниманіе измѣненіе давленія въ трубкѣ съ повышеніемъ температуры. Разрядныя трубки запаивались обыкновенно подъ низкимъ давленіемъ азота, при $1—5.10^{-3}$ *mm*.

Но пары *Cd* при высокой температурѣ обладаютъ уже значительной собственной упругостью, какъ это слѣдуетъ изъ работы Barus'a [1]).

Barus наблюдалъ упругость паровъ металловъ (*Cd*, *Zn*, *Bi*, *S*), свои наблюденія онъ выразилъ съ помощію формулы Dupré-Hertz'a. Формула имѣетъ видъ:

$$\log p = k - m \log T - \frac{n}{T}$$

гдѣ p — упругость пара, T — абсолютная температура, k, m и n постоянныя. Barus находитъ слѣдующія значенія этихъ постоянныхъ (для кадмія и цинка).

ТАБЛИЦА I.

	k	m	n
Кадмій	20,63	7443	3.868
Цинкъ	20,98	8619	3.868

[1]) Barus. Phil. Mag. (5). 29. 141. 1890.

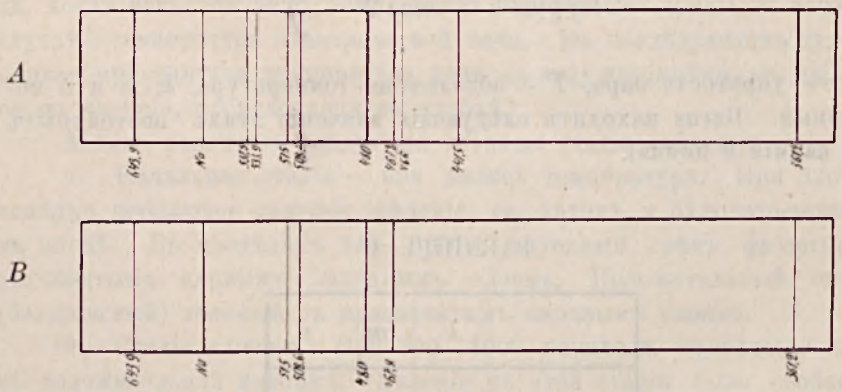
Вычисляя по этой формулѣ упругости паровъ у данныхъ металловъ при различныхъ температурахъ, получимъ:

ТАБЛИЦА II.

	300°	400°	500°	600°	700°
Кадмій	0,0093 *mm*	0,4266 *mm*	7,12 *mm*	53,09 *mm*	260 *mm*
Цинкъ	0,0019 „	0,017 „	0,479 „	5,31 „	36,3 „

Изъ указанныхъ формъ свѣченія первая и вторая не могли быть фотографируемы, первая влѣдствіе своей малой яркости, вторая вслѣдствіе своей неустойчивости. Окулярныя наблюденія во второй стадіи свѣченія дали кромѣ линейчатыхъ спектровъ двѣ полосы въ положительной колоннѣ, края полосъ лежатъ на 450μμ и 430μμ [1]). Въ отрицательномъ свѣтѣ яркой была линія 441μμ.

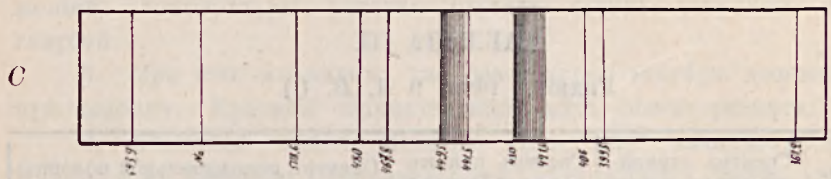
Фиг. 9.



A. Спектръ отрицательнаго свѣта.
B. Спектръ положительной колонны.

---

[1]) Полосы эти наблюдали также E. Wiedemann und Schmidt, Jones и Kalähne.



C. Спектръ положительной колонны съ полосами.

Спектръ отрицательнаго свѣта, какъ видно изъ фиг. 9, богаче линіями сравнительно со спектромъ положительной колонны, линіи, лишнія противъ спектра положительной колонны, слѣдующія: $\lambda =$ $= 537{,}9\mu\mu$; $\lambda = 533{,}9\mu\mu$; $\lambda = 441{,}5\mu\mu$. Линія $\lambda = 361{,}2\mu\mu$ обыкновенно бываетъ въ положительной колоннѣ, въ отрицательномъ свѣтѣ она наблюдается при высокой температурѣ. Линіи $\lambda = 406\mu\mu$, $\lambda = 399{,}5\,\mu\mu$ наблюдаются рѣдко и при высокомъ давленіи азота въ трубкѣ.

Возрастающее давленіе азота (до 3 *mm*) измѣняетъ картину свѣченія трубки.

Въ окраскѣ свѣченія преобладаетъ теперь голубой цвѣтъ.

Въ спектрѣ положительнаго свѣта появляется непрерывный фонъ, простирающійся отъ $467\mu\mu$ до $420\mu\mu$; появляются обѣ полосы: отъ $449{,}5\mu\mu$ до $441{,}5\mu\mu$ и отъ $430\mu\mu$ до $421{,}5\mu\mu$.

Въ таблицѣ III собраны наблюденія, относящіяся къ парамъ кадмія; при этомъ дана и оцѣнка яркости отдѣльныхъ линій, принимая для наиболѣе яркой линіи число 10.

ТАБЛИЦА III.

Кадмій. (Фиг. 9 *A*, *B*, *C*).

Длина волны	Спектръ отрицательнаго свѣта *A*	Спектръ положительной колоны *B*	Спектръ положительной колонны *C*
643,9	10 (яркая)	8 (дов. ярк.)	8 (довольно яркая)
537,9	6 (сред. ярк.)	нѣтъ	нѣтъ
533,9	6 „ „	нѣтъ	„
508,6	9 (яркая)	9 (яркая)	9 (яркая)
480	10 „	10 „	10 „
467,8	9 „	9 „	9 „
449,5	нѣтъ	нѣтъ	Край полосы 7 (дов. яркій)
441,5	7 (ср. ярк.)	нѣтъ	Полоса (при большомъ давленіи)
430	нѣтъ	нѣтъ	Край полосы 7 (дов. яркій)
421,5			Полоса
406	1 (оч. слабая)	4 (слабая)	4 (слабая)
399.5	1 „	4 „	4 „
361,2	9 (яркая)	10 (яркая)	10 (яркая)

Пары *Zn*.

Разрядныя трубки съ парами *Zn* были большей частью съ вкладывающимися стаканчиками; стекло бралось для нихъ болѣе тугоплавкое (jenaer Hartglas), чѣмъ для *Cd*, въ виду того, что точка плавленія *Zn* выше таковой же у *Cd*. (Для *Zn* точка плавленія 412°, для *Cd* 315° при нормальномъ давленіи.) Въ свѣченіи наблюдались тѣже стадіи, что и у *Cd*.

1. Начальная форма — розовато-красная окраска.

2. Слоеніе начинается при 470° С. (при давленіи азота 2.5 mm). Первый катодный слой голубой. Отрицательный свѣтъ красный. Положительная колонна насчитываетъ до 5 слоевъ, выпуклостью обращенныхъ къ катоду. Анодный слой также розовый. Съ повы-

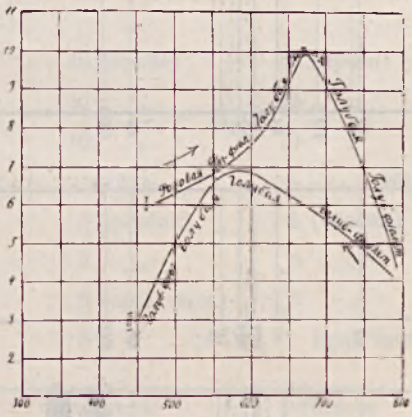
шеніемъ температуры розовая окраска слоевъ уступаетъ мѣсто голубой.

3. При 600° мы видимъ уже безслоистую голубую положительную колонну. Красный отрицательный свѣтъ сильно развитъ.

4. Конечная стадія. Немного выше 600° начинаетъ примѣшиваться къ красному отрицательному свѣту желтый цвѣтъ, особенно въ нижней части (въ первомъ катодномъ слоѣ). При дальнѣйшемъ повышеніи температуры желтая окраска начинаетъ преобладать въ отрицательномъ свѣтѣ (при 760° С). Голубая положительная колонна укорачивается. Красное свѣченіе окружаетъ голубое свѣченіе съ обѣихъ сторонъ.

Измѣненіе окраски и формы свѣченія паровъ *Zn* при измѣненіи температуры печи [1]) настолько поразительно, что интересно прослѣдить ближе это явленіе. Прилагаемыя кривыя (фиг. 10) рисуютъ это измѣненіе въ величинѣ и окраскѣ свѣченія (въ положительной колоннѣ только, отрицательный свѣтъ измѣняется меньше). Абсциссы представляютъ температуры, ординаты—длину положительной колонны (за единицу принято 0,5 *cm.*)

Фиг. 10.



Кривая I представляетъ явленіе при повышеніи температуры.

[1]) Здѣсь, какъ и въ другихъ случаяхъ, измѣненіе характера свѣченія слѣдуетъ приписать не самой температурѣ, а упругости паровъ металла, которая, какъ мы видѣли, довольно значительна при высокой температурѣ, что слѣдуетъ изъ работы Barus'a.

Вдоль кривыхъ нанесены измѣненія въ окраскѣ.

Вторая кривая (пониженія температуры) гораздо болѣе отлогая чѣмъ первая кривая.

Положительная колонна при охлажденіи уже не достигла прежняго maximum'а; ея maximum передвинулся въ сторону низшихъ температуръ. Розовая начальная окраска уже не вернулась.

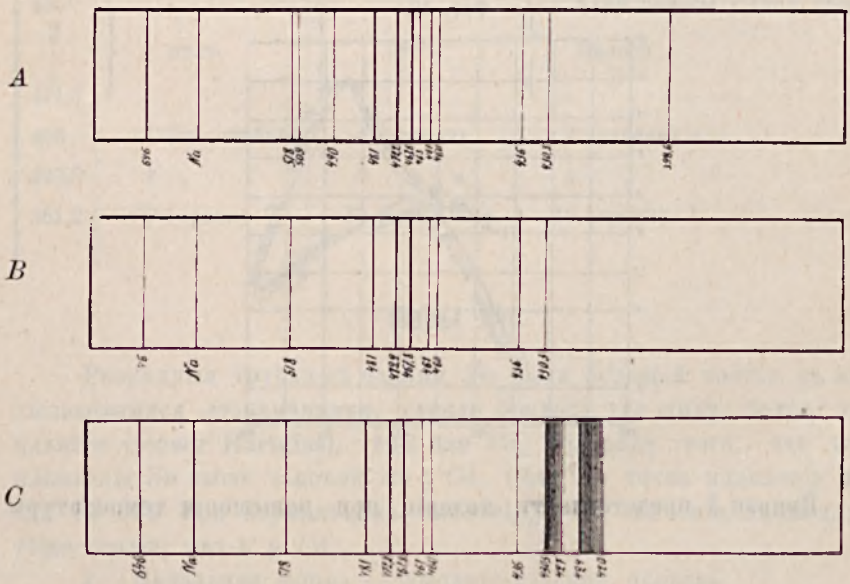
Снимки дали слѣдующіе результаты:

1. Удалось получить снимки положительной слоистой колонны. Температура 540°—560° С, давленіе азота въ трубкѣ 2,5 *mm*. Кромѣ линій констатированы полосы, края которыхъ рѣзкія въ сторону красной части спектра измѣрены были подъ 430μμ и 424μμ. Полосы были видны и въ конечной стадіи, но здѣсь перевѣшивалъ

2. непрерывный спектръ. Онъ простирался отъ 470μμ до 420μμ (температура 650°, давленіе 5.10^{-2} *mm*).

3. Линейчатые спектры отрицательнаго свѣта и положительной безслоистой колонны, имѣютъ такой видъ (фиг. 11).

Фиг. 11.



A. Спектръ отрицательнаго свѣта.
B. Спектръ положительной колонны.
C. Онъ же съ полосами.

Какъ видимъ, спектръ отрицательнаго свѣта богаче линіями сравнительно со спектромъ положительной колонны.

Слѣдуетъ также замѣтить, что линіи $\lambda = 436$ и $\lambda = 430,3$ въ отрицательномъ свѣтѣ встрѣчаются лишь въ стадіи конечной ($T = 760^0$), въ положительной колоннѣ наблюдаются и при нисшей температурѣ. Линія $\lambda = 463\mu\mu$ выступаетъ почти всегда въ отрицательномъ свѣтѣ, однако она наблюдалась въ положительной колоннѣ той стадіи, когда положительная колонна состояла изъ красноватыхъ слоевъ.

Тѣ же результаты снимковъ въ парахъ цинка передаетъ таблица IV.

ТАБЛИЦА IV.

Длина волны	Спектръ отрицательнаго свѣта *A*	Спектръ положительной колонны *B*	Спектръ положительной колонны съ полосами *C*
646	10 (яркая)	8 (дов. ярк.)	8 (довольно яркая)
518	6 (сред. ярк.)	6 (сред. яр.)	6 (сред. яркая)
509	4 (слабая)	нѣтъ	нѣтъ
490	6 (сред. ярк.)	„	„
481	10 (яркая)	10 (яркая)	10 (яркая)
472,2	10 „	10 „	10 „
467,8	10 „	10 „	10 „
463	6 (сред. ярк.)	нѣтъ	нѣтъ
461	3 (слабая)	3 (слабая)	3 (слабая)
460	3 „	3 „	3 „
436	3 „	5 (сред. ярк.)	3 „
430,3	3 „	5 „	Край полосы 5 (ср. ярк.)
↓ 427	нѣтъ	нѣтъ	Полоса
424	нѣтъ	нѣтъ	Край полосы 4 (слабый)
↓ 420			Полоса
398,6	8 (дов. ярк.)	нѣтъ	нѣтъ

Опыты съ шарами безъ внутреннихъ электродовъ.

Методъ E. Wiedemann'a и Schmidt'a состоитъ какъ извѣстно въ томъ, что нагрѣваютъ стеклянный шаръ, содержащій разрѣженные пары металла, помѣщаютъ его въ поле высокаго напряженія, образуя на пути тока искру. Стеклянныя стѣнки шара при достаточно высокой температурѣ дѣлаются проводящими для тока высокаго напряженія.

Нагрѣтый шаръ находится между двумя проводниками (металлическія кольца съ натянутой на нихъ мѣдной сѣткой), при прохожденіи тока между сѣткой и шаромъ проскакиваютъ маленькія искры, и пары металла начинаютъ свѣтить. Вообще говоря, свѣченіе вызвать не трудно [1]), но свѣченіе съ типическими явленіями разряда можетъ существовать только при извѣстныхъ условіяхъ. Важную роль играютъ въ этомъ отношеніи подходящее давленіе и температура.

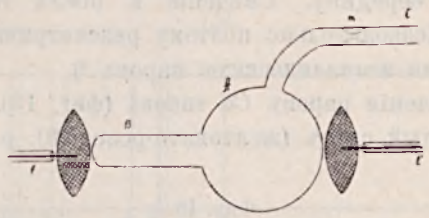
Шаръ съ парами *Cd*, запаянный подъ 0,1 *mm* давленія азота, давалъ наилучшіе результаты. Для *Zn* лучше оказался шаръ при 1 *mm* давленія.

Форма шара также вліяетъ на свѣченіе. Постоянное и яркое свѣченіе давали шары съ боковымъ отросткомъ (фиг. 12). Шаръ

[1]) Таково напр. свѣченіе шара между пластинами конденсатора въ Lecher'овской системѣ въ аппаратѣ Ebert'a W. A. 53. p. 144. 1894—свѣченіе безъ раздѣленія окрасокъ.

A изъ іенскаго стекла 4 *cm* діаметра, боковой отростокъ *B* около 4 *cm* длины и 15 *mm* просвѣта; боковая трубка *C* къ насосу.

Фиъ. 12.



Приготовленіе шара таково. Кладутъ небольшой кусочекъ металла въ шаръ, дѣлаютъ затѣмъ въ мѣстѣ *m* боковой трубки *C* съуженіе; пришлифивываютъ къ концу трубки *C* подходящую трубку изъ мягкаго стекла, которая соединена съ насосомъ. Пришлифованное мѣсто запаиваютъ сургучемъ. Разрѣжаютъ воздухъ и впускаютъ азотъ. Послѣ двукратнаго или трикратнаго впусканія азота выкачиваютъ его теперь уже до желаемаго давленія. За это время нагрѣваютъ [1]) также шаръ до плавленія металла, измѣряютъ еще разъ давленіе и, въ случаѣ наличности желаемаго давленія, запаиваютъ шаръ въ мѣстѣ съуженія.

Приготовленный такимъ способомъ шаръ вставляютъ затѣмъ въ электрическую печь, которая должна быть въ этомъ случаѣ особенно заботливо выложена внутри слюдой. Проводники, приводящіе токъ отъ машины, также должны быть хорошо изолированы.

Авторъ, пользовался такимъ приспособленіемъ. Два толстыхъ слюдяныхъ кружка, плотно входящихъ въ каналъ печи, просверлены въ центрѣ и держатъ пропущенную черезъ центры кружковъ стеклянную трубку. Въ этой трубкѣ свободно можетъ передвигаться другая стеклянная трубка меньшаго діаметра, въ которую плотно входитъ мѣдная проволока, оканчивающаяся кольцомъ съ сѣткой и служащая для приведенія тока.

Подходящая температура была для *Cd* 450°—500° *C*, для *Zn* 500°—550°.

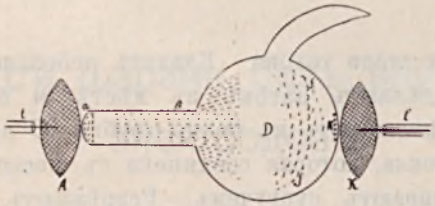
---

[1]) Были также поставлены опыты, при которыхъ металлъ находился не въ шарѣ, а передъ съуженіемъ *m*. При достаточномъ разрѣженіи дестиллируютъ металлъ въ шаръ черезъ съуженіе. Результаты этихъ опытовъ были однако такіе-же, какъ и въ выше описанныхъ опытахъ.

Одинъ и тотъ же шаръ оказывался въ состояніи выдерживать продолжительную работу; онъ могъ остывать, снова нагрѣваться и т. д. Послѣ продолжительной работы металлъ изъ середины шара часто уходитъ въ боковыя трубки, но его легко бываетъ нагрѣваніемъ перевести опять въ середину. Свѣченіе и послѣ такой операціи не бываетъ хуже. Позволительно поэтому разсматривать подобные шары какъ лампы для металлическихъ паровъ [1]).

Картина свѣченія паровъ *Cd* такова (фиг. 13). *A*—анодъ, *K*—катодъ, *a* — анодный свѣтъ (желтовато-розовый); *p* — положительная

Фиг. 13.



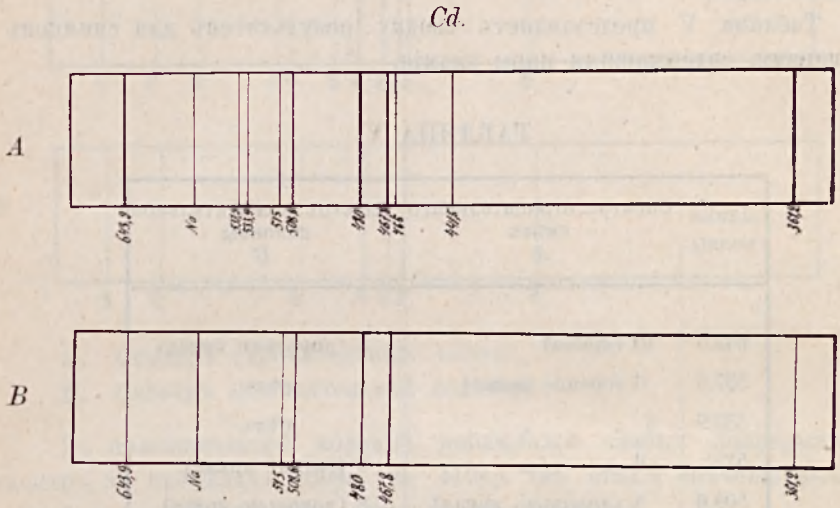
колонна, она голубая въ боковомъ отросткѣ и зеленая въ шарѣ. При низкой температурѣ положительный свѣтъ вообще зеленой окраски. Положительная колонна въ опытахъ съ шарами наблюдалась большей частью безслоистая. *G*—отрицательный свѣтъ розовато-красной окраски, при низкихъ температурахъ окраска его красновато-фіолетовая. Высокая температура вызываетъ, аналогично стадіи конечной въ опытахъ съ трубками, сильное развитіе отрицательнаго свѣта съ желтымъ оттѣнкомъ.

---

[1]) Hamy (Comp. Rend. 124, p. 749. 1897) описываетъ одну такую *Cd* лампу. Это гейслерова трубка безъ внутреннихъ электродовъ, въ которую положенъ кусочекъ *Cd*. Токъ отъ индуктивной катушки съ конденсаторомъ идетъ къ металлическимъ наружнымъ обкладкамъ трубки. Трубка подвѣшена въ толстой мѣдной трубкѣ съ окошечкомъ для продольнаго разсматриванія свѣченія; рядъ горѣлокъ нагрѣваетъ трубку. Отдѣльныя части разряда по этому способу не могутъ быть изслѣдуемы.

Фиг. 14 представляетъ сектры, полученные отъ подобнаго шара. (Шаръ былъ запаянъ при 0,1 *mm* давленія, $T = 480^0$ C).

Фиг. 14.



A. Спектръ отрицательнаго свѣта
B. Спектръ положительной колонны.

Какъ видимъ, и здѣсь спектръ отрицательнаго свѣта богаче линіями сравнительно съ спектромъ положительной колонны. Лишнія линіи въ немъ слѣдующія, $\lambda = 537{,}9\mu\mu$; $\lambda = 533{,}9\mu\mu$; $\lambda = 466\ \mu$; $\lambda = 441{,}5\mu\mu$.

Въ положительной колоннѣ наблюдался также слабый непрерывный спектръ, простиравшійся отъ отъ $530\mu\mu$ до $420\mu\mu$.

При температурѣ 360^0 стирается различіе между обоими спектрами. Окраска дѣлается монотонной. Въ отрицательномъ свѣтѣ линіи съ болѣе длинными волнами $\lambda = 533{,}4\mu\mu$; $\lambda = 537{,}9\mu\mu$ становятся ярче. Линіи, обычно свойственныя отрицательному свѣту, показываются теперь въ положительномъ свѣтѣ и на анодѣ.

Стóитъ температурѣ повыситься, и эти чуждыя линіи начинаютъ исчезать изъ положительнаго свѣта. Прежде всего исчезаютъ линіи $\lambda = 533{,}9\mu\mu$; $\lambda = 537{,}9\mu\mu$: При температурѣ 440^0 C исчезазаетъ линія $\lambda = 441{,}5\mu\mu$, и показывается нормальная картина спектровъ обѣихъ частей разряда съ ихъ крупными различіями и съ соотвѣтственной крупной разницей въ окраскѣ.

Въ описанномъ только что явленіи мы очевидно встрѣчаемся съ однимъ изъ случаевъ примѣненія закона, что болѣе низкая температура дѣлаетъ болѣе яркими линіи болѣе длинныхъ волнъ; высокая температура наоборотъ усиливаетъ яркость линій съ короткой длиной волны.

Таблица V представляетъ сводку результатовъ для снимковъ съ шарами, содержащими пары кадмія.

ТАБЛИЦА V.

Длина волны	Спектръ отрицательнаго свѣта *A*	Спектръ положительной колонны *B*
613,9	10 (яркая)	8 (довольно яркая)
537,9	6 (средне яркая)	нѣтъ
533;9	6 „ „	нѣтъ
515	6 „ „	6 (средне яркая)
508,6	8 (довольно яркая)	8 (довольно яркая)
480	10 (яркая)	10 (яркая)
467,8	9 „	9 „
466	5 (средне яркая)	нѣтъ
441,5	7 „ „	нѣтъ
361,2	8 (довольно яркая)	10 (яркая)

Пары *Zn*.

Явленіе сѣченія въ парахъ *Zn* представляется въ слѣдующемъ видѣ. Положительная колонна въ промежуткѣ 500°—550° C голубая, анодъ — розовый. Отрицательный свѣтъ имѣетъ розовую окраску.

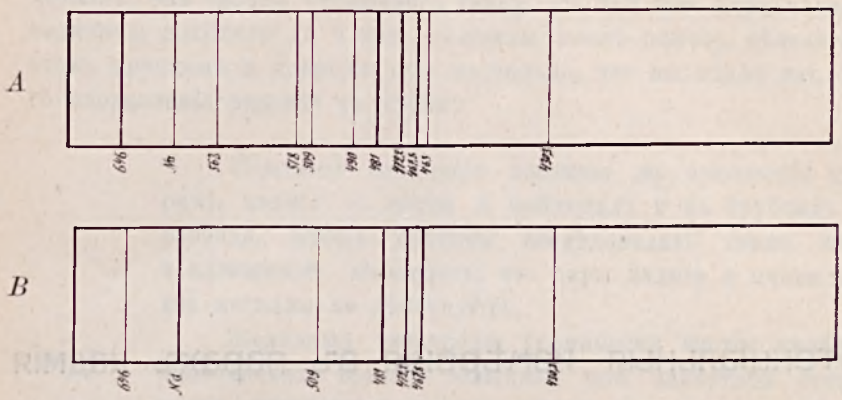
Разница въ спектрахъ обѣихъ главныхъ частей разряда замѣтна.

Фиг. 15 представляетъ оба спектра.

Какъ и раньше спектръ отрицательнаго свѣта кромѣ линій положительной колонны заключаетъ въ себѣ новыя линіи; таковы: $\lambda = 568\mu\mu$; $\lambda = 518\mu\mu$; $\lambda = 490\mu\mu$; $\lambda = 463\mu\mu$.

Фиг. 15.

Zn.



A. Спектръ отрицательнаго свѣта.

B. Спектръ положительной колонны.

Въ положительной колоннѣ наблюдался слабый непрерывный спектръ въ предѣлахъ 460μμ до 410μμ (въ стадіи свѣченія аналогичной конечной стадіи въ опытахъ съ трубками).

Сводку данныхъ, относящихся къ спектрамъ паровъ цинка, въ шарахъ съ внѣшними электродами, находимъ въ таблицѣ VI.

ТАБЛИЦА VI.

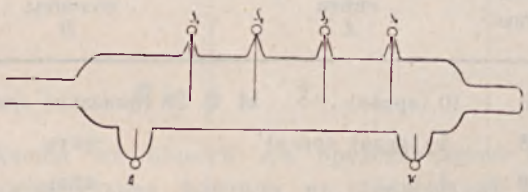
Длина волны	Спектръ отрицательнаго свѣта *A*	Спектръ положительной колонны *B*
646	10 (яркая)	8 (довольно яркая)
568	5 (средне яркая)	нѣтъ
518	6 „ „	нѣтъ
509	5 „ „	5 (средне яркая)
490	6 „ „	нѣтъ
481	10 (яркая)	10 (яркая)
472,2	10 „	10 „
467,8	10 „	10 „
463	6 (средне яркая)	нѣтъ
430	4 (слабая)	4 (слабая)

Потенціальныя измѣренія въ парахъ кадмія и цинка.

Въ виду того, что на появленіе различныхъ спектровъ въ разрядной трубкѣ существенное вліяніе оказываетъ паденіе потенціала въ трубкѣ, мной были произведены потенціальныя измѣренія въ изслѣдуемыхъ парахъ.

Разрядная трубка, употреблявшаяся для этой цѣли, имѣла форму, показанную на фиг. 16.

Фиг. 16.



Размѣры трубки, разстоянія между зондами (платиновыя проволоки, впаянныя въ трубку) измѣнялись въ ряду опытовъ сравнительно мало. (Типическій примѣръ разрядной трубки даетъ трубка слѣдующихъ размѣровъ: ширина трубки 3 *ст.*, разстояніе $A - K$ — 14 *ст.*; $S_4 - K$ 1 *ст.*; $S_4 - S_3$ 3,5 *ст.*; $S_3 - S_2$ 3,5 *ст.*; $S - S_1$ 3,5 *ст.*; $S_1 - A$ 2,5 *ст.*). Трубки приготовлялись изъ тюрингенскаго стекла средней твердости. По окончаніи опыта при охлажденіи трубка обыкновенно лопалась. Кромѣ того

и во время самого опыта послѣ 5 — 6 часовой работы зонды дѣлались часто негодными, на платиновыхъ проволокахъ откладывался металлъ, онѣ сильно утолщались (напр. съ 0,3 *mm.* первоначальной величины доходили до 9 *mm.* толщины послѣ опыта), дѣлались при этомъ хрупкими и искривлялись настолько, что выходили изъ осеваго направленія разряда въ трубкѣ.

Подобное поведеніе платины въ отношеніи къ парамъ кадмія и цинка я наблюдалъ и въ трубкахъ безъ разряда. Кромѣ платины изслѣдовались также желѣзо и аллюминій. Оказалось, что пары кадмія и цинка на эти два металлы не дѣйствуютъ.

Желѣзные электроды (химически чистое желѣзо въ проволочкахъ 0,4 *mm* толщины) при извѣстной осторожности впаиваются непосредственно въ стекло; въ виду этого для опытовъ съ парами металловъ въ трубкахъ можно рекомендовать предпочтительно *желѣзные* электроды.

Опыты, какъ и раньше, велись съ предварительнымъ наполненіемъ разрядной трубки азотомъ.

Печь употреблялась электрическая 50 *cm* длины, 67 *mm.* просвѣта, обмотка — проволока химически чистаго никкеля — около 55 метровъ длины; сопротивленіе печи при комнатной температурѣ было около 11Ω, при 515° около 30Ω.

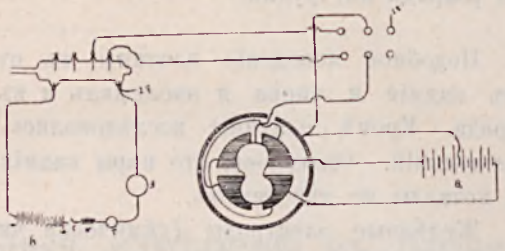
Опыты требовали достиженія возможно болѣе равномѣрной температуры вдоль трубки; средняя часть печи, гдѣ находилась трубка, вполнѣ удовлетворяла этому требованію при достаточномъ числѣ азбестовыхъ кружковъ, вложенныхъ съ обоихъ концовъ печи. Второе необходимое условіе для надежности потенціальныхъ измѣреній при такихъ условіяхъ — хорошая изоляція проводниковъ, соединяющихъ зонды съ электрометромъ.

Достаточно хорошей оказалась изоляція со помощью слюдяныхъ прокладокъ между азбестовыми кружками; въ этихъ азбестово-слюдяныхъ кружкахъ были сдѣланы подходящія отверстія для стеклянныхъ трубочекъ, сквозь которыя проходили болѣе узкія стеклянныя трубочки съ заключенными въ нихъ изолированными проволоками.

Измѣренія разностей потенціаловъ производились съ помощью квадратнаго электрометра въ т. н. „Nadelschaltung“. Схема соединеній показана на фиг. 17; здѣсь *B*—главная баттарея аккумулято-

ровъ, S — ключъ, w — весьма большое сопротивленіе, T—телефонъ, A—милліамперметръ; z. E.—къ землѣ, B_1 — вспомагательная баттарея изъ 20 — 40 малыхъ аккумуляторовъ.

Фиг. 17.



Передъ и послѣ каждой серіи опытовъ опредѣлялась электрометрическая постоянная.

Въ послѣдующемъ даны результаты потенціальныхъ измѣреній въ нѣкоторыхъ трубкахъ съ парами кадмія и цинка. V_k обозначаетъ въ таблицахъ разность потенціаловъ между катодомъ и зондомъ S_4, V_A — между анодомъ и зондомъ S_1. Среднее паденіе потенціала вдоль трубки, измѣренное въ вольтахъ на сантиметръ, обозначено $\frac{\triangle V}{\triangle x}$.

Температура печи, какъ показали опыты, имѣетъ большое вліяніе на величину потенціальныхъ разностей вдоль разрядной трубки. Съ большой вѣроятностью можно сказать, что здѣсь, какъ и прежде [1]), вліяетъ скорѣй не температура сама по себѣ, а упругость паровъ металла, измѣняющаяся съ температурой. Выше нѣкоторой температуры вообще не наблюдалось нормальное паденіе потенціала на катодѣ.

Измѣренія показали также, что распредѣленіе потенціала вдоль трубки иногда подвергается значительнымъ измѣненіямъ въ то время, когда сопутствующія физическіе факторы остаются видимо неизмѣнными. Повидимому въ такихъ случаяхъ играетъ роль сильное раскаленіе катода подъ дѣйствіемъ продолжительнаго разряда.

Таблицы VII и VIII относятся къ нормальному паденію потенціала на катодѣ въ парахъ кадмія. Положительная колонна — безъ

---

[1]) Относительно упругости паровъ какъ функціи абсолютной температуры, см. выше—формулу Dupré-Hertz'a и измѣренія Barus'a стр. 19.

слоевъ — простиралась немного болѣе, чѣмъ до половины трубки, такъ что зонды S_1, S_2 всегда находились въ положительномъ свѣтѣ. Катодное паденіе потенціала оказалось независящимъ отъ силы тока и первоначальнаго давленія азота въ трубкѣ, иначе говоря, паденіе потенціала на катодѣ при данной температурѣ печи оказалось нормальнымъ, его среднее значеніе составляетъ 302,9 вольтъ. Паденіе потенціала въ положительной колоннѣ на протяженіи одного сантиметра или т. н. „потенціальные градіенты" съ увеличеніемъ силы тока уменьшались, что, какъ это наблюдалось и въ другихъ случаяхъ (напр. съ азотомъ), довольно хорошо можно изобразить формулой вида:

$$g = \alpha - \beta i$$

гдѣ α и β — постоянныя, i — сила тока, g — потенціальный градіентъ.

ТАБЛИЦА VII.

Кадмій. P — давленіе азота въ трубкѣ 3 *mm*; температура $T = 495^0$ C (вѣроятная упругость пара 0,46 *mm.*); L — діаметръ сѣченія трубки 30 *mm.*

Для потенціальнаго градіента $S_2 - S_1$ $\alpha = 14,9$; $\beta = 0.8$.

i въ 10^{-3} амп.	V_k $a_5 = 1,2$ *cm.*	$\frac{\Delta V}{\Delta x}$ между $S_4 - S_3$ $a_4 = 3,8$	$S_2 - S_1$ $a_2 = 3,8$	V_A $a_1 = 1,2$ *cm.*
1	306,7	41,4	14,2	108
1,5	306,5	36,7	13,7	107,5
1,8	308	35,5	13,4	97 5
2,8	311	32,2	12,6	96,7

ТАБЛИЦА VIII.

$T = 495^0$ C (вѣроятная упругость пара 0,46 *mm.*); i (сила тока) $= 1,5 . 10^{-3}$ амп.; $L = 30$ *mm.*

P (давленіе азота)	V_k
0,2 *mm.*	300 вольть
0,5 „	295,2
1 „	291,3
1,3 „	295,8
2,15 „	305,2
3,3 „	309

ТАБЛИЦА IX.

Кадмій. $T = 550 — 554^0$ C (вѣроятная упругость пара 30 — 32 *mm*); $i = 2.10^{-3}$ амп.; $L = 30$ *mm* [1])

P (давленіе азота)	V_k $a_3 = 1,2$ *cm*	$\frac{\triangle V}{\triangle x}$ между $S_4 — S_3$ $a_4 = 3,8$	$\frac{\triangle V}{\triangle x}$ между $S_2 — S_1$ $a_2 = 3,8$	V_A $a_1 = 1,2$ *cm.*
0,13	800	9	4	217
0,2	754	20	6,5	178
0,5	605	29,5	8	175
0.8	380	27,8	12.8	172
1	371	31,7	13,4	172
1,2	350	34,7	13,8	160
1,5	340	34,8	14,4	151
3	309	38,3	14,8	149

[1]) Паденіе потенціала на катодѣ при данной температурѣ уже не было нормальнымъ.

Таблица X даетъ результаты измѣреній при различныхъ температурахъ печи (при различныхъ упругостяхъ паровъ кадмія).

ТАБЛИЦА X.

Кадмій $P = 3$ *mm.*; $i = 3{,}10^{-3}$ амп.; $L = 30$ *mm.*

T	Вѣроятная упругость пара	V_k $a_5 = 1{,}3$ *cm.*	$\frac{\Delta V}{\Delta x}$ между $S_4 - S_3$ $a_4 = 3{,}8$ *cm*	$\frac{\Delta V}{\Delta x}$ между $S_2 - S_1$ $a_2 = 3{,}8$ *cm.*	V_A $a_1 = 1{,}2$ *cm.*
604	54,93 *mm.*	340,8	38,6	10,4	150,8
594	47,79	337	36	12	121,5
580	43,9	333	36	12,2	110
502	8	305.8	35,2	17	85,8
450	3,62	363	34,2	23,2	65,8
440	2,9	257	31,8	25,3	69
324	0,07	242	24	34	70
296	очень малая	265	9,6	37	83

Таблицы XI и XII относятся къ нормальному паденію потенціала на катодѣ въ парахъ цинка. Нормальное паденіе потенціала на катодѣ и въ парахъ цинка оказалось возможнымъ лишь при сравнительно низкихъ температурахъ, и въ такихъ случаяхъ его значеніе не зависѣло отъ силы тока и давленія азота въ трубкѣ; среднее значеніе его около 224 вольтъ.

ТАБЛИЦА XI.

Цинкъ. $L = 30$ *mm.*; $T = 435^0$ (вѣроятная упругость пара 0.2 *mm.*) i (сила тока) въ 10^{-3} амп.

i	V_k $a = 1$ *cm.* P (давленіе азота)=2,7 *mm.*	i	V_k $l = 1,8$ *mm.*	i	V_k $P = 1,2$ *mm.*
2,25	245	1,6	186	0,7	203
2,4	245	2	196	1,55	224
2,5	244	2,8	200	2,5	224
3,5	249	4,5	211	2,6	218
4,5	250			3,5	234
5,1	255				

ТАБЛИЦА XII.

Цинкъ. $L = 30$ *mm.* $T = 435^0$ C (вѣроятное давленіе 0,2 *mm*); $i = 2,5 \cdot 10^{-3}$ амп.

P (давленіе азота)	V_k
0,13 *mm.*	240 вольтъ
0,25 „	216 „
1,1 „	244 „
1,2 „	224 „
1,7 „	200 „
1,8 „	200 „
1,96 „	200 „
2,7 „	244 „

Таблица XIII показываетъ распредѣленіе потенціала въ трубкѣ при уже ненормальномъ паденіи потенціала на катодѣ. Потенціальные градіенты въ положительной колоннѣ съ возрастаніемъ силы тока убываютъ, каковая зависимость довольно хорошо выражается формулой. $g = \alpha - \beta i$ (для $S_2 - S_1$ $\alpha = 27$, $\beta = 2{,}8$).

ТАБЛИЦА XIII.

Цинкъ. Давленіе азота въ трубкѣ 1 *mm.* $T = 670^0$ C (вѣроятная упругость 25,6 *mm.*). $L = 30$ *mm.*

i въ 10^{-3} амп.	V_k $a=1$ *cm.*	$\frac{\triangle V}{\triangle x}$ между $S_1 - S_3$ 3,5 *cm.*	$S_3 - S_2$ 3,5 *cm.*	$S_2 - S_1$ 3,5 *cm.* наблюденное значеніе	$S_2 - S_1$ 3,5 *cm.* вычисленное по формулѣ	V_A 2,5 *cm.*
1	305	19	22,5	24	24,2	228
1,5	315	19	22	22,6	22,8	224
2	365	13	15	21,6	21,4	227
2,5	415	11	13	19,8	20	244
3,3	418	10	11,4	17,6	17,8	237

Въ таблицѣ XIV параллельно со значеніями средняго потенціальнаго градіента (въ вольтахъ на сантиметръ) въ безслоистой положительной колоннѣ у паровъ кадмія и цинка — представлены таковыя же для азота и ртути на основаніи изслѣдованій другихъ наблюдателей. L, какъ и раньше, обозначаетъ діаметръ сѣченія разрядной трубки, i — силу тока, p — давленіе газа въ трубкѣ.

ТАБЛИЦА XIV.

Кадмій. $L=30$ *mm.* Вѣроятная упругость пара 30 *mm.* $i=2.10^{-3}$ амп.		Цинкъ. $L=30$ *mm.* Вѣроятная упругость 25,6 *mm.* $i=3,3.10^{-3}$ амп.		N_2 $L=30$ *mm.* $i=1,2.10^{-3}$ амп.		Hg $L=24$ *mm.* $i=0,35.10^{-3}$ амп.	
p въ *mm.*	$\frac{\triangle V}{\triangle x}$	p	$\frac{\triangle V}{\triangle x}$	p	$\frac{\triangle V}{\triangle x}$	p	$\frac{\triangle V}{\triangle x}$
0,1	6	0,1	15	0,1		4,8	11,2
0,4	13	0,4	18	0,4	17	6,4	12,7
0,9	20	0,9	20	0,9	32	9,2	14,8
1,4	24	1,4	22	1,4	43	13	16,9
1,9	25	1,9	24	1,9	54		
2,4	26	2,4	30	2,4	62	16,7	18,6
3	27	3	32	3	77		
Наблюдатель Поспѣловъ.		Наблюдатель Поспѣловъ.		Наблюдатель A. Hertz [1])		Наблюдатель J. Stark [2])	

[1]) A Herz. Wied. Ann. 54. 254. 1895.
[2]) J. Stark. Die Elektrizität in Gasen (Winkelmann IV, 515).

Результаты.

1. Пары кадмія и цинка обладаютъ спектрами различныхъ порядковъ, смотря по обстоятельствамъ, при которыхъ они изслѣдуются, и въ различныхъ частяхъ разряда, будь то въ трубкахъ съ внутренними электродами или въ трубкахъ съ внѣшними электродами. Послѣднія могутъ быть разсматриваемы, какъ „лампы съ металлическими парами".

2. Непрерывный спектръ названные пары металловъ обнаруживаютъ при достаточной оптической толщинѣ. Преимущественно впрочемъ является непрерывный спектръ въ положительной колоннѣ.

3. Изслѣдуемые металлы обнаруживаютъ полосы въ положительной колоннѣ.

4. Линейчатый спектръ отрицательнаго свѣта у паровъ *Cd* и *Zn* богаче линіями сровнительно со спектромъ положителной колонны.

5. Длина и окраска положительной колонны сильно измѣняются съ измѣненіемъ упругости паровъ изслѣдуемыхъ металловъ (подъ дѣйствіемъ измѣняющейся температуры печи).

6. Параллельно измѣненію окраски въ положительной колоннѣ идетъ измѣненіе сопровождающаго ее спектра въ томъ направленіи, что при большей упругости паровъ (при высшей температурѣ) появляются преимущественно линіи съ болѣе короткими волнами, при меньшей упругости — появляются линіи съ болѣе длинными волнами.

7. Нормальное паденіе потенціала на катодѣ въ парахъ *Cd* и *Zn* встрѣчается лишь при сравнительно низкихъ упругостяхъ паровъ

8. Нормальное паденіе потенціала на катодѣ достигаетъ въ парахъ кадмія 303 вольтъ, въ парахъ цинка 224 вольтъ.

9. Потенціальные градіенты въ положительной колоннѣ убываютъ съ возрастающей силой тока.

10. Съ возрастаніемъ давленія азота въ трубкѣ возрастаютъ потенціальные градіенты положительной колонны.

О разложеніи азотистокислыхъ солей третичныхъ алифатическихъ аминовъ.

Какъ извѣстно, Гейтеръ [1]) показалъ, что вторичные алифатическіе амины отличаются отъ третичныхъ и своимъ отношеніемъ къ азотистой кислотѣ; между тѣмъ какъ вторичные амины съ этой кислотой легко даютъ при выдѣленіи элементовъ частицы воды нитрозамины, третичные же не реагируютъ. На этихъ отношеніяхъ Гейнтцъ [2]) основалъ и свой способъ раздѣленія аминовъ другъ отъ друга. Но затѣмъ Гейтеръ [3]) же нашелъ, что при сильномъ кипяченіи раствора соли тріэтиламина съ азотистокаліевою солью образуется незначительное количество нитрозодіэтиламина. Точно также Кижнеръ [4]) при нагрѣваніи раствора соли діэтилментиламина съ азотистокаліевой солью наблюдалъ образованіе нитрозоэтилментиламина. Наконецъ В. Мейеръ [5]) приводитъ въ своемъ учебникѣ частное сообщеніе Баннова съ химической фабрики Кальбаума, что при подобной обработкѣ третичные амины главнымъ образомъ остаются безъ измѣненія, но при этомъ даютъ въ незначительномъ количествѣ нитрозамины, выдѣляя одинъ органическій остатокъ въ видѣ альдегида.

Вопросъ о разложеніи азотистокислыхъ солей алифатическихъ третичныхъ аминовъ я постарался изслѣдовать болѣе подробно и для

---

[1]) Ann. $128_{,151}$.
[2]) Ann. $138_{,319}$.
[3]) Zeits. f. Ch. $1866_{,513}$.
[4]) Ж. Р. Х. О. $27_{,532}$.
[5]) Lehrbuch d. org. Chemie I 232.

этой цѣли ввелъ въ кругъ своихъ изслѣдованій 44 третичныхъ аминовъ по возможности съ разнообразными остатками.

Изслѣдованіе велось слѣдующимъ образомъ. Концентрированный кислый растворъ хлористоводородной [1]) соли третичнаго амина смѣшивался съ избыткомъ (отъ 2 до $2^1/_2$ противъ теоріи) 30% воднаго раствора азотистонатріевой соли. При этомъ часто, если аминъ былъ не малаго частичнаго вѣса, какъ напр. тріизобутиламинъ, то на поверхности выдѣлялся маслянистый слой соли этаго амина. Эта смѣсь помѣщалась въ колбу, къ горлышку которой былъ пришлифованъ стеклянный холодильникъ, и затѣмъ подвергалась кипяченію въ продолженіи отъ 2 до 5 часовъ. Для облегченія кипѣнія въ жидкость помѣщались стеклянные капилляры, запаянные съ одной стороны. Если въ колбѣ находились два слоя, то при нагрѣваніи верхній маслянистый слой начиналъ обыкновенно быстро исчезать, а нижній водный, бывшій совершенно прозрачнымъ, начиналъ мутнѣть. Послѣ 2—5 часоваго кипяченія обыкновенно получался надъ водной жидкостью маслянистый желтоватый слой, величина котораго сильно варіировала. При нѣкоторыхъ аминахъ, какъ напр. триметиламинѣ, не наблюдалось вовсе никакого выдѣленія слоя. Этотъ маслянистый, обыкновенно желтоватый, хотя бывалъ иногда и бурымъ, слой состоялъ главнымъ образомъ изъ нитрозамина съ небольшой примѣсью свободнаго третичнаго амина и заключалъ часто въ себѣ и альдегидъ, продуктъ окисленія одного изъ остатковъ выдѣлившихся изъ третичнаго амина. Водный слой, бывшій до кипяченія всегда кислымъ, послѣ кипяченія всегда оказывался щелочнымъ. Изслѣдованіе продуктовъ реакціи велось двоякимъ образомъ. По первому способу содержимое колбы послѣ подкисленія подвергалось отгонкѣ въ струѣ водянаго пара. Водный перегонъ по подкисленіи извлекался эфиромъ и полученная эфирная вытяжка послѣ осушенія надъ сплавл. $CaCl_2$ подвергалась отгонкѣ на водяной банѣ. Остатокъ, полученный при этомъ, въ большинствѣ случаевъ прямо не изслѣдовался, а находившійся въ немъ нитрозаминъ превращался въ хлористоводородную соль вторичнаго амина. Для этаго онъ смѣшивался съ избыткомъ дымящейся соляной кислоты, полученный растворъ [2]) нагрѣвался на водяной банѣ въ продолженіи 3—4 часовъ и затѣмъ испа-

---

[1]) Лишь въ одномъ случаѣ сѣрнокислой.

[2]) При этомъ иногда не все переходило въ растворъ. Остававшееся нерастворенным масло отдѣлялось отъ раствора. Подробному изслѣдованію онѣ не подвергались. При испытаніи на характерныя альдегидныя реакціи, съ реактивомъ Толленса и фуксиносѣрнистой кислотой, онѣ весьма явственно показывали ихъ.

рялся до суха на водяной банѣ. Полученныя при этомъ соли вторичныхъ аминовъ подвергались подробному изслѣдованію.

По второму способу къ содержимому колбы прямо прибавлялся эфиръ; полученная эфирная вытяжка нѣсколько разъ энергично взбалтывалась съ разведенной соляной кислотой, промывалась водой, сушилась надъ сплавл. $CaCl_2$ и подвергалась отгонкѣ нагрѣваніемъ на водяной банѣ. Полученный остатокъ тоже обыкновенно перерабатывался на хлористоводородныя соли вторичныхъ аминовъ.

Числа, приводимыя далѣе въ статьѣ для выходовъ нитрозамина относятся къ сырому нитрозамину, образовавшемуся только при однократномъ кипяченіи раствора соли третичнаго амина съ азотистонатріевою солью и полученному изъ эфирной вытяжки послѣ отгонки эфира нагрѣваніемъ на водяной банѣ. Эти нитрозамины часто заключали въ себѣ примѣси, нерастворявшіяся въ дымящейся соляной кислотѣ и имѣвшія въ себѣ альдегиды.

При такомъ изслѣдованіи мною были найдены слѣдующія правильности:

1) Рѣшительно всѣ испытанные мною алифатическіе третичные амины болѣе или менѣе легко давали нитрозамины; при этомъ ни разу не наблюдалось полнаго превращенія третичнаго амина. Максимумъ получавшагося нитрозамина не превышалъ ни при одномъ аминѣ 40% возможнаго теоретическаго выхода.

2) Чѣмъ энергичнѣе былъ взятый аминъ, тѣмъ меньшее количество получалось нитрозамина и наоборотъ, чѣмъ слабѣе былъ аминъ, тѣмъ больше образовывалось нитрозамина. Такъ изъ триметиламина и тетраэтил-этилендіамина, очень энергичныхъ основаній, получалось лишь незначительное количество нитрозаминовъ, въ особенности изъ триметиламина. Изъ тріизобутиламина же — слабаго основанія, нитрозаминъ получался уже въ большомъ количествѣ, почти 40% возможнаго теоретическаго выхода. Изъ диметилизобутиламина получалось нитрозамина менѣе, чѣмъ изъ метилдіизобутиламина, изъ дипропилизобутиламина менѣе, чѣмъ изъ пропилдіизобутиламина и т. д.

3) Если третичный аминъ содержалъ два различныхъ остатка, то обыкновенно реакція шла въ двухъ возможныхъ направленіяхъ, т. е. вытѣснялись остатки того и другаго рода. Но при этомъ преимущественно замѣщались тѣ остатки, которые легче входили въ составъ соединенія, болѣе способные къ реакціямъ, болѣе, такъ сказать, легко подвижные. При сильномъ различіи въ свойствахъ остатковъ реакція шла иногда почти исключительно въ одномъ направленіи. Остатокъ метилъ очень реакціоспособный, очень легко входя-

щій въ составъ соединеній и легче другихъ остатковъ вытѣсняется. Остатокъ этилъ легче замѣщается остатка нор.пропила, послѣдній легче изобутила и т. д. Остатокъ нор.пропилъ легче изопропила. Изъ четырехъ бутильныхъ остатковъ легче всего замѣщается нор. бутилъ, затѣмъ изобутилъ, потомъ втор.бутилъ и наконецъ тр.бутилъ замѣщается труднѣе всѣхъ. Очень реакціеспособный и легко входящій остатокъ аллилъ и очень легко вытѣсняется.

Такъ напр. изъ метилдинор.пропиламина получается наряду съ незначительнымъ количествомъ метилпропилнитрозамина главнымъ образомъ динор.пропилнитрозаминъ, изъ этилдинор.пропиламина вмѣстѣ съ небольшимъ количествомъ этилпропилнитрозамина образуется главный продуктъ дипропилнитрозаминъ, изъ этилдіизобутиламина—тоже вмѣстѣ съ незначительнымъ количествомъ этилизобутилнитрозамина главный продуктъ діизобутилнитрозаминъ; изъ динор. бутилизобутиламина — главный продуктъ нор.бутилизобутилнитрозаминъ съ небольшимъ количествомъ динор.бутилнитрозамина. Изъ тетраэтил—, тетрапропил—, тетраизобутил—и тетраизоамил-этилендіаминовъ получались смѣси нитрозаминовъ, моноаминовъ и діаминовъ, при чемъ производное моноамина образовывалось изъ 1-аго діамина лишь въ ничтожномъ количествѣ, изъ 2-аго діамина уже въ большемъ количествѣ и т. д., такъ что изъ 4-аго діамина производнаго моноамина получалось уже больше, чѣмъ производнаго діамина. Изъ изоамилдинор.пропиламина получался почти исключительно изоамилпропилнитрозаминъ, изъ трет.бутилдіэтиламина — исключительно тр. бутилэтилнитрозаминъ, изъ тр. бутилдинор.бутиламина—исключительно тр. бутилнор.бутилнитрозаминъ, изъ втор.октилдипропиламина — исключительно втор.октилпропилнитрозаминъ, изъ діаллилэтиламина— почти исключительно аллилэтилнитрозаминъ и т. д.

4) Но не только качество, но и количество остатковъ играетъ большую роль и вліяетъ на направленіе реакціи въ ту или другую сторону. Такъ изъ этилдинор.пропиламина, какъ было уже выше упомянуто, вытѣсняется главнымъ образомъ остатокъ этилъ, но получается также хотя и въ небольшомъ количествѣ производное отъ вытѣсненія болѣе трудно замѣщаемаго остатка пропила. Если же взять діэтилнор.пропиламинъ, то тутъ получается почти исключительно одинъ продуктъ — этилпропилнитрозаминъ, продукта же вытѣсненія пропильнаго остатка образуются только слѣды. Изъ этилдіизобутиламина получается наряду съ небольшимъ количествомъ продукта замѣщенія болѣе трудно замѣщаемаго остатка изобутила главнымъ образомъ діизобутилнитрозаминъ, изъ діэтилизобутиламина—почти исключительно этилизобутилнитрозаминъ. Изъ нор. про-

пилдіизопропиламина хотя получается главнымъ образомъ продуктъ болѣе легко замѣщаемаго остатка нор. пропила—діизопропилнитрозаминъ, все таки образуется и продуктъ замѣщенія изопропильнаго остатка — нор.пропилизопропилнитрозаминъ; изъ динор.пропилизопропиламина же получается исключительно продуктъ замѣщенія нор. пропиловаго остатка. Наконецъ въ динор.бутилизобутиламинѣ замѣщается главнымъ образомъ болѣе легко замѣщающійся остатокъ нор. бутилъ, въ діизобутилнор.бутиламинѣ же главнымъ образомъ происходитъ вытѣсненіе болѣе трудно замѣщаемаго остатка изобутила.

Какъ видно изъ всего вышеприведеннаго этимъ отношеніемъ азотистокислыхъ солей алифатическихъ третичныхъ аминовъ можно часто съ удобствомъ воспользоваться при установкѣ строенія остатковъ, входящихъ въ составъ третичнаго амина. Довольно крупнымъ недостаткомъ при этомъ является только то обстоятельство, что для изслѣдованія нужно располагать довольно таки порядочнымъ количествомъ третичнаго амина.

Кромѣ того, основываясь на этихъ отношеніяхъ, можно часто съ удобствомъ приготовлять вторичные амины изъ третичныхъ.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ.

I. *Третичные моноамины съ тремя одинаковыми остатками.*

1) Триметиламинъ $(CH_3)_3N$

Для полной увѣренности въ отсутствіи примѣси диметиламина этотъ аминъ былъ приготовленъ мною перегонкой воднаго раствора гидрата окиси тетраметиламмонія.

Смѣсь хлористоводородной соли этаго амина съ 30% раствором $NaNO^2$ кипятилась въ продолженіи 5 часовъ. При этомъ не было замѣчено никакого выдѣленія слоя. Образовавшійся нитрозаминъ не изслѣдовался отдѣльно, а переводился въ HCl-ую соль амина. Изъ 100 гр. HCl-ой соли триметиламина (въ видѣ очень густаго сиропа) было получено менѣе 1 гр. HCl-ой соли диметиламина. Образованіе формальдегида очень легко было открыть съ помощью реакціи съ фуксиносѣрнистой кислотой. Изъ полученной соли диметиламина были приготовлены: хлороплатинатъ и хлорауратъ.

Хлороплатинатъ состава $((CH_3)_2NHHCl)_2\ PtCl_4$ — не трудно растворимъ въ водѣ, трудно въ спиртѣ. Игольчатые кристаллы, плавящіеся при 194°—195° съ разложеніемъ.

Анализъ его далъ:

0.2517 гр. хлороплатината оставили при прокаливаніи 0,0838 гр. мет. платины.

	Получено	Требуется для $C_4H_{16}N_2PtCl_6$
Pt	38,85%	38,98%

Хлораураторъ состава $(CH_3)_2NH.HCl.AuCl_3$ — трудновато растворимъ въ холодной водѣ, не трудно въ горячей, легко въ спиртѣ. Игольчатыя пластинки, плавящіяся при 204°.

Анализъ его далъ:

0,1058 гр. хлораурата оставили при прокаливаніи 0,0541 гр. мет. Au.

	Получено	Требуется для $C_2H_8NAuCl_4$
Au	51,13%	51,21%

2) Трипропиламинъ $(C_3H_7)_3N$

Чтобъ устранить всякое сомнѣніе въ присутствіи примѣси дипропиламина, трипропиламинъ, полученный отъ Кальбаума, подвергался слѣдующей обработкѣ. HCl соль его была смѣшана съ теор. количествомъ воднаго раствора $NaNO^2$ и затѣмъ подвергнута нагрѣванію на водяной банѣ въ продолженіи 2 часовъ. Образовавшійся при этомъ нитрозаминъ былъ удаленъ отгонкой въ струѣ водянаго пара. Изъ остатка прибавленіемъ ѣдкой щелочи былъ выдѣленъ трипропиламинъ. Точка кипѣнія такимъ образомъ обработаннаго и употреблявшагося для изслѣдованія амина была 156°—157°.

Для изслѣдованія отношенія его азотистокислой соли къ нагрѣванію HCl-ая соль его въ смѣси съ избыткомъ 30% раствора $NaNO_2$ подвергалась кипяченію въ продолженіи 3 часовъ. При этомъ было обнаружено образованіе пропіоноваго альдегида. Выходъ нитрозамина тутъ уже значительно большій, чѣмъ при триметиламинѣ. Такъ изъ 50 гр. амина было получено около 6 гр. нитрозамина. Точка кипѣнія послѣдняго была 194°—196°. Для него дается т. к. при 195,9°. Обработкой дым. соляной кислотой изъ него была получена HCl-ая соль дипропиламина, а изъ послѣдней были приготовлены хлорауратъ и сульфобензольное производное.

Хлорауратъ состава $(C_3H_7)_2NH.HCl.AuCl_3$ — трудно растворимъ въ водѣ, легко въ спиртѣ. Изъ воднаго раствора осаждается сразу въ видѣ масла, скоро затвердѣвающаго. Изъ разведеннаго спирта выдѣляется въ пластинчатыхъ кристаллахъ, плавящихся при 73°—74°.

Анализъ его далъ:

0,286 гр. хлораурата оставили при прокаливаніи 0,128 гр. мет. Au.

	Получено	Требуется для $C_6H_{16}NAuCl_4$
Au	44,74%	44,7%

Сульфобензольное производное, полученное дѣйствіемъ избытка хлорангидрида сульфобензоловой кислоты и ѣдкаго кали на HCl-ую соль, представляло собой бѣлые пластинчатые кристаллы, плавившіеся

при 51°, температурѣ найденной мною [1]) для бензолсульфодипропиламида $C_6H_5SO_2N(C_3H_7)_2$.

Разложеніе азотистокислой соли трипропиламина съ образованіемъ дипропилнитрозамина можетъ происходить и при комнатной температурѣ. Такъ водный растворъ этой соли, приготовленной обработкой крѣпкаго раствора HCl-ой соли трипропиламина азотистосеребрянной солью, при испареніи въ эксикаторѣ надъ сѣрной кислотой далъ очень густую жидкость, пахнувшую нитрозаминомъ и дававшую съ водой мутную жидкость.

---

3) Тріизобутиламинъ (из$C_4H_9)_3N$

Аминъ былъ полученъ отъ Кальбаума. Для полнаго очищенія отъ вторичнаго амина онъ подвергался такой же обработкѣ, какъ и трипропиламинъ. Точка кипѣнія употреблявшагося амина была 185°—186°.

При смѣшеніи растворовъ HCl-ой соли амина и азотистонатріевой соли уже на холоду наблюдалось выдѣленіе на поверхности жидкости маслянистаго слоя. Послѣдній не представлялъ собой нитрозамина и при слабомъ подкисленіи растворялся на цѣло въ водѣ. Кипяченіе смѣси продолжалось около 4 часовъ; по окончаніи его получался довольно большой верхній желтоватый маслянистый слой. Выходъ нитрозамина тутъ былъ еще большій, чѣмъ при трипропиламинѣ. Такъ изъ 50 гр. тріизобутиламина его было получено около 18 гр. При перегонкахъ сыраго нитрозамина въ первыхъ порціяхъ былъ обнаруженъ изобутиловый альдегидъ.

Изъ нитрозамина обработкой дым. соляной кислотой была получена HCl-ая соль діизобутиламина, а изъ послѣдней были приготовлены хлорауратъ и сульфобензольное производное.

Хлорауратъ состава $(C_4H_9)_2NH.HCl.AuCl_3$—почти нерастворимъ въ водѣ, легко въ спиртѣ. Изъ воднаго спирта тонкія игольчатыя пластинки. Плавится съ разложеніемъ при 196°—197°.

Анализъ его далъ:

0,3321 гр. хлораурата оставили при прокаливаніи 0,1394 гр. мет. Au

	Получено	Требуется для $C_8H_{20}NAuCl_4$
Au	41,97%	42,04%

---

[1]) Ж. Р. Ф. Х. О. 30,451.

Сульфобензольное производное, полученное изъ HCl-ой соли амина дѣйствіемъ избытка хлорангидрида сульфобензоловой кислоты и ѣдкаго кали, представляло собой бѣлые пластинчатые кристаллы, плавившіеся при 56°. Такую же температуру плавленія я раньше [1]) нашелъ для бензолсульфондіизобутиламида $C_6H_5SO_2N(изC_4H_9)_2$.

II. Третичные моноамины съ остатками двоякаго рода.

1) Всѣ остатки предѣльные.

a) Остатки различныхъ частичныхъ вѣсовъ.

4) Метилдинор.пропиламинъ $CH_3N(нC_3H_7)_2$

Этотъ аминъ былъ полученъ при разложеніи хлористыхъ четвертичныхъ аммоніевъ: хл. диметилдипропиламмонія $(CH_3)_2(нC_3H_7)_2NCl$, хл. изобутенилдинор.пропилметиламмонія $(C_4H_7)(нC_3H_7)_2(CH_3)NCl$ и др. Метилдинор.пропиламинъ кипѣлъ при 117°—118°.

Хлороплатинатъ приготовленный изъ него, имѣлъ составъ $((CH_3)(C_3H_7)_2N.HCl)_2PtCl_4$. Легко растворимъ въ водѣ, труднѣе значительно въ спиртѣ. Игольчатые кристаллы, плавящіеся съ разложеніемъ при 204°—205°. Анализъ его далъ:

1) 0,235 гр. хлороплатината оставили при прокаливаніи 0,0715 гр. мет. Pt.
2) 0,2663 гр. хлороплатината дали 0,081 гр. мет. Pt.

	Получено 1.	2.	Требуется для $C_{14}H_{36}N_2PtCl_6$
Pt	30,42%	30,41%	30,45%

Хлорауратъ его плавился при 57°—58° и далъ при анализѣ:

1) 0,398 гр. хлораурата оставили при прокаливаніи 0,1712 гр. мет. Au
2) 0,2415 гр. хлораурата дали 0,1046 гр. мет. Au.

	Получено 1.	2.	Требуется для $C_7H_{18}NAuCl_4$
Au	43,25%	43,31%	43,33%

Смѣсь HCl-ой соли этаго амина съ 30% растворомъ $NaNO^2$ подвергалась кипяченію въ продолженіи 3 часовъ. По окончаніи кипяченія былъ замѣтенъ небольшой слоекъ желтоватой маслянистой жидкости. Изъ 80 гр. амина было получено около 8 гр. нитрозамина. Послѣдній обработкой дым. соляной кислотой переводился въ HCl-ую

---

[1]) Ж. Р. Ф. Х. О. 30,451.

соль амина. Изъ полученной соли аминъ былъ выдѣленъ ѣдкой щелочью и затѣмъ сушился надъ сплавленнымъ ѣдкимъ кали. При изслѣдованіи его дробными перегонками онъ оказался смѣсью: динор. пропиламина (около $^3/_4$ всего кол.) и нор. пропилметиламина (около $^1/_4$).

Изъ *дипропиламина* (т. к. 110°—111°) были приготовлены: хлорауратъ и сульфобензольное производное.

Хлорауратъ — игольчатыя пластинки изъ воднаго спирта; плавился при 73°—74° и при анализѣ далъ:

0,2328 гр. хлораурата оставили при прокаливаніи 0,1038 гр. мет. Au

	Получено	Требуется для $C_6H_{16}NAuCl_4$
Au	44.59%	44,7%

Сульфобензольное производное было приготовлено дѣйствіемъ на аминъ избытка хлорангидрида сульфобензоловой кислоты и ѣдкаго кали. Бѣлые пластинчатые кристаллы, плавящіеся при 51°.

Метил.нор.пропиламинъ $(CH_3)(nC_3H_7)NH$ — легко растворимая въ водѣ жидкость кипящая при 63°—65°.

Хлороплатинатъ его состава $((CH_3)(C_3H_7)NH.HCl)_2PtCl_4$ легко растворимъ въ водѣ, труднѣе въ спиртѣ. Игольчатыя пластинки, плавящіяся съ разложеніемъ около 194°—196°.

Анализъ его далъ:

0,2738 гр. хлороплатината оставили при прокаливаніи 0,0958 гр. мет. Pt

	Получено	Требуется для $C_8H_{24}N_2PtCl_6$
Pt	34,98%	35,05%

Хлорауратъ состава $(CH_3)(C_3H_7)NH.HCl.AuCl_3$ — трудно растворимъ въ водѣ, легко въ спиртѣ. Изъ воднаго спирта выдѣляется въ видѣ тоненькихъ игольчатыхъ кристалловъ, плавящихся при 114°—115°. Анализъ его далъ:

0,2216 гр. хлораурата оставили при прокаливаніи 0,1054 гр. мет. Au

	Получено	Требуется для $C_4H_{12}NAuCl_4$
Au	47.56%	47,73%

Сульфобензольное производное $C_6H_5SO_2N(CH_3)(C_3H_7)$ приготовленное дѣйствіемъ избытка хлорангидрида сульфобензоловой кислоты и ѣдкаго кали, представляетъ собой масло, не застывавшее при долгомъ стояніи.

Анализъ его далъ:

0,1885 гр. амида дали по способу Каріуса 0,2029 гр. $BaSO_4$.

	Получено	Требуется для $C_{10}H_{15}NSO_2$
S	14,78%	15,04%

Итакъ въ метилдинор.пропиламинѣ замѣщается группой NO остатки и метилъ и нор.пропилъ. Но не смотря на то, что пропильныхъ остатковъ два на одинъ метильный, замѣщается главнымъ образомъ болѣе реакціеспособный остатокъ метилъ

---

5) Диметилнор.пропиламинъ $(CH_3)_2N(nC_3H_7)$

Этотъ аминъ былъ полученъ при разложеніи хлористаго нор. пропилтриметиламмонія $(CH_3)_3(nC_3H_7)NCl$ и гидрата окиси диметилдипропиламмонія $(CH_3)_2(nC_3H_7)_2NOH$. Безцвѣтная жидкость, легко растворимая въ водѣ и кипящая при 65°—66°. HCl-ая соль расплывается на воздухѣ.

Хлороплатинатъ состава $((CH_3)_2(C_3H_7)NHCl)_2PtCl_4$ легко растворимъ въ водѣ, значительно труднѣе въ спиртѣ. Длинные игольчатые кристаллы. Анализъ его далъ:

0,288 гр. хлороплатината оставили при прокаливаніи 0,0965 гр. мет. Pt

	Получено	Требуется для $C_{10}H_{28}N_2PtCl_6$
Pt	33,5%	33,37%

*Хлораурат*ъ состава $(CH_3)_2(C_3H_7)N.HCl.AuCl_3$ — трудно растворимъ въ водѣ, легко въ спиртѣ. Изъ воднаго спирта при медленной кристаллизаціи выдѣляется въ ромбическихъ табличкахъ. Плавится при 80°—81°. Анализъ его далъ:

0,268 гр. хлораурата оставили при прокаливаніи 0,124 гр. мет. Au

	Получено	Требуется для $C_5H_{14}NAuCl_4$
Au	46,26%	46,17%

Пикратъ не трудно растворимъ въ водѣ, значительно легче въ спиртѣ. Игольчатые кристаллы, плавящіеся при 111°—112°.

Смѣсь HCl-ой соли этаго амина съ избыткомъ 30% раствора $NaNO^2$ кипятилась въ продолженіи 3 часовъ. Выходъ нитрозамина былъ значительно меньшій, чѣмъ у метилдипропиламина. Нитрозаминъ прямо переводился въ HCl-ую соль амина. При этомъ получилась соль метилпропиламина, если и заключавшая въ себѣ примѣсь соли диметиламина, то въ весьма незначительномъ количествѣ.

Хлороплатинатъ, приготовленный изъ нея, представлялъ собой игольчатые кристаллы, плавившіеся при 194°—196° съ разложеніемъ.

При анализѣ его получено:

1) 0,2141 гр. хлороплатината оставили при прокаливаніи 0,0748 гр. мет. Pt

2) 0,2325 гр. хлороплатината дали 0,0811 гр. мет. Pt

	Получено 1.	Получено 2.	Требуется для $C_8H_{21}N_2PtCl_6$
Pt	34,93%	34,88%	35,05%

*Хлораурат*ъ — игольчатые кристаллы, плавившіеся при 114°—115°. При анализѣ далъ:

0,2834 гр. хлораурата оставили при прокаливаніи 0,1355 гр. мет. Au

	Получено	Требуется для $C_4H_{12}NAuCl_4$
Au	47,81%	47,73%

Итакъ въ диметилпропиламинѣ вытѣсняется почти исключительно остатокъ метилъ, между тѣмъ какъ въ дипропилметиламинѣ, какъ было приведено выше, замѣщаются оба остатка — пропильный и метильный, хотя главнымъ образомъ вытѣсняется болѣе реакціеспособный метильный остатокъ.

---

6) Динор.пропилэтиламинъ $(н.C_3H_7)_2NC_2H_5$

Этотъ аминъ приготовлялся дѣйствіемъ іодистаго этила на дипропиламинъ. Для этаго къ 2 частицамъ амина постепенно прибавлялась 1 ч. іодюра. Въ началѣ взаимодѣйствіе шло довольно энергично; по прилитіи всего количества іодюра смѣсь нагрѣвалась еще на водяной банѣ въ продолженіи 4 часовъ. Затѣмъ по прибавленіи воды продуктъ реакціи былъ подвергнутъ отгонкѣ въ струѣ водянаго пара. Весь іодюръ при этомъ прореагировалъ—перешедшій въ перегонѣ аминъ нацѣло растворялся въ разв. соляной кислотѣ. Аминъ сушился надъ спл. КНО и подвергался дробнымъ перегонкамъ, при чемъ помимо небольшой нижекипящей порціи, заключавшей въ себѣ дипропиламинъ, былъ выдѣленъ дипропилэтиаминъ. Выходы его очень хороши. Въ остаткѣ послѣ отгонки амина находились НІ-ыя соли. По прибавленіи небольшаго избытка ѣдкаго кали было подвергнуто отгонкѣ въ струѣ водянаго пара. При изслѣдованіи перегнавшагося амина оказалось, что онъ состоитъ изъ дипропиламина съ небольшою примѣсью дипропилэтиламина. Изъ остатка послѣ этой отгонки прибавленіемъ избытка твердаго ѣдкаго кали былъ выдѣленъ въ незначительномъ количествѣ іодистый дипропилдіэтиламмоній $(C_3H_7)_2(C_2H_5)_2NI$. Изъ 100 гр амина (2 ч.) и 77 гр. іодюра (1 ч.) его получалось около 4 гр.

Динор.пропилэтиламинъ — безцвѣтная жидкость, трудно растворимая въ водѣ. Кипитъ при 134°—135°. Пассонъ [1]), получившій его дѣйствіемъ на дипропиламинъ большаго избытка этилосѣрнокаліевой соли, даетъ т. к. при 132°—134°.

HCl-ая соль его легко расплывается на воздухѣ.

Хлороплатинатъ состава $((C_3H_7)_2(C_2H_5)NHCl)_2PtCl_4$ не трудно растворимъ въ водѣ и трудно въ спиртѣ. Призматическіе кристаллы, плавящіеся при 184°—185°. Анализъ его далъ:

0,347 гр. хлороплатината оставили при прокаливаніи 0,1006 гр. мет. Pt.

	Получено	Требуется для $C_{16}H_{40}N_2PtCl_6$
Pt	28,99%	29,17%

Хлораураті состава $(C_3H_7)_2(C_2H_5)NHClAuCl_3$ — трудно растворимъ въ водѣ, легко въ спиртѣ. Изъ воднаго спирта длинныя игольчатыя пластинки, плавящіяся при 94°. П. даетъ т. пл. при 96°.

Анализъ его далъ:

0,2172 гр. хлораурата оставили при прокаливаніи 0,091 гр. мет. Au

	Получено	Требуется для $C_8H_{20}NAuCl_4$
Au	41,89%	42,03%

Пикратъ трудно растворимъ въ водѣ, легко въ спиртѣ. Длинные игольчатые кристаллы, плавящіеся при 66°—67°.

Смѣсь HCl-ой соли этаго амина съ 30% растворимъ $NaNO^2$ кипятилась въ продолженіи 3 часовъ. Изъ 40 гр. амина было получено около 9 гр. нитрозамина. Послѣдній переводился въ HCl-ую соль амина. Выдѣленный изъ послѣдней и осушенный спл. ѣдкимъ кали аминъ былъ подвергнутъ дробнымъ перегонкамъ. При этомъ оказалось, что аминъ состоитъ изъ смѣси дипропиламина (около $^2/_3$ всего кол.) и этилпропиламина (около $^1/_3$ вс. кол.).

Изъ *дипропиламина* (т. к. 110°—111°) былъ приготовленъ *хлорауратъ*, плавившійся при 73°—74° и давшій при анализѣ:

0,2335 гр. хлораурата оставили при прокаливаніи 0,1047 гр. мет. Au

	Получено	Требуется для $C_6H_{16}NAuCl_4$
Au	44,88%	44,7%

Изъ *этилнор.пропиламина* (съ т. кип. 81°—82°) были приготовлены: хлороплатинатъ, хлорауратъ, пикратъ и сульфобензольное производное.

---

[1]) Berl. Ber. 24,1680.

Хлороплатинатъ состава $((C_3H_7)(C_2H_5)NH.HCl)_2PtCl_4$ легко растворимъ въ водѣ, трудно въ спиртѣ; призматическіе кристаллы, плавящіеся при 184°—185° съ разложеніемъ.

Анализъ его далъ:

1) 0,2446 гр. хлороплатината оставили при прокаливаніи 0,0812 гр. мет. Pt
2) 0,2115 гр. хлороплатината дали 0,0703 гр. мет. Pt.

	Получено 1.	Получено 2.	Требуется для $C_{10}H_{28}N_2PtCl_6$
Pt	33,19%	33,23%	33,37%

*Хлораурат*ъ и *пикрат*ъ—масла.

Бензолсульфонэтилнор.пропиламидъ $C_6H_5SO_2N(C_2H_5)(nC_3H_7)$ полученный изъ амина дѣйствіемъ избытка хлорангидрида сульфобензоловой кислоты и ѣдкаго кали, представляетъ собой маслянистую жидкость, не застывающую при долгомъ стояніи. Нерастворимъ въ водѣ и ѣдкихъ щелочахъ, легко въ спиртѣ и эфирѣ.

Анализъ его далъ:

0,1955 гр. амида дали по способу Каріуса 0,2049 гр. $BaSO_4$

	Получено	Требуется для $C_{11}H_{17}NSO_2$
S	14,39%	14,11%

Какъ видно изъ вышеприведеннаго и въ этилдипропиламинѣ, какъ и въ метилдипропиламинѣ главнымъ образомъ замѣщаются остатокъ этилъ или метилъ. Пропильный же остатокъ, хотя и вытѣсняется, но слабо; въ первомъ аминѣ въ зависимости отъ нахожденія этила вмѣсто метила вытѣсненіе пропильнаго остатка происходитъ сильнѣе, чѣмъ въ первомъ аминѣ.

---

7) Діэтилнор.пропиламинъ $(C_2H_5)_2NnC_3H_7$

Этотъ аминъ былъ полученъ при разложеніи хлористаго и гидрата окиси тріэтилнор.пропиламмонія $(nC_3H_7)(C_2H_5)_3Cl$.

Это жидкость кипящая при 112°—113°. HCl-ая соль его легко растворима въ водѣ и спиртѣ и на воздухѣ расплывается.

Хлороплатинатъ состава $((C_2H_5)_2(C_3H_7)NHCl)_2PtCl_4$ легко растворимъ въ водѣ, трудно въ спиртѣ. Игольчатые кристаллы, плавящіеся съ разложеніемъ при 190°—191°.

Анализъ его далъ:

0,1466 гр. хлороплатината оставили при прокаливаніи 0,0445 гр. мет. Pt.

	Получено	Требуется для $C_{14}H_{36}N_2PtCl_6$
Pt	30,35%	30,45%

*Хлораурат*ъ состава $(C_2H_5)_2(C_3H_7)N.HCl.AuCl_3$ — трудно растворимъ въ водѣ, легко въ спиртѣ. Изъ воды осаждается сразу въ видѣ масла, медленно застывающаго. Пластинчатые кристаллы, плавящіеся при 39°—41°. Анализъ его далъ:

0,2238 гр. хлораурата оставили при прокаливаніи 0,0965 гр. мет. Au

	Получено	Требуется для $C_7H_{18}NAuCl_4$
Au	43,11%	43,33%

*Пикрат*ъ трудновато растворимъ въ водѣ, легче въ спиртѣ. Игольчатые кристаллы, плавящіеся при 85°.

Смѣсь HCl-ой соли этаго амина съ 30% растворомъ $NaNO^2$ кипятилась въ продолженіи 3 часовъ. Полученный нитрозаминъ переводился въ HCl-ую соль амина. Выдѣленный изъ послѣдней и высушенный надъ спл. ѣдкимъ кали аминъ былъ подвергнутъ дробнымъ перегонкамъ. При этомъ оказалось, что онъ представляетъ собой почти чистый этилпор.пропиламинъ съ незначительною примѣсью діэтиламина. Была выдѣлена лишь очень незначительная порція съ т. к. 60°—70°. Главнымъ образомъ кипѣніе происходило при 78°—81°. Изъ этилп.пропиламина (т. к. 81°—82°) былъ приготовленъ хлороплатинатъ и хлорауратъ.

Первый—плавился при 183°—185° съ разложеніемъ и при анализѣ далъ:

0,2107 гр. хлороплатината оставили при прокаливаніи 0,0699 гр. мет. Pt.

	Получено	Требуется для $C_{10}H_{28}N_2PtCl_6$
Pt	33,17%	33,37%

*Хлораурат*ъ—масло.

Итакъ въ этомъ аминѣ въ зависимости отъ бо́льшаго количества этильныхъ остатковъ замѣщеніе пропильнаго, если и происходитъ, то въ незначительномъ количествѣ.

---

8) Диметилизобутиламинъ $(CH_3)_2NизC_4H_9$

Этотъ аминъ былъ полученъ при разложеніи хлористаго изобутилтриметиламмонія $(изC_4H_9)(CH_3)_3NCl$. Жидкость кипящая при 86°—87°. HCl-ая соль легко растворима въ водѣ и спиртѣ, на воздухѣ расплывается.

Хлороплатинатъ состава $((C_4H_9)(CH_3)_2NHCl)_2PtCl_4$ трудновато растворимъ въ водѣ. Призматическіе кристаллы, плавящіеся при 159°. Анализъ его далъ:

0,2335 гр. хлороплатината оставили при прокаливаніи 0,0738 гр. мет. Pt

	Получено	Требуется для $C_{12}H_{32}N_2PtCl_6$
Pt	31,6%	31,84%

*Хлораурат*ъ состава $(C_4H_9)(CH_3)_2N.HCl.AuCl_3$ — трудно растворимъ въ водѣ, легко въ спиртѣ. Изъ воднаго спирта выдѣляется въ листоватыхъ кристаллахъ, плавящихся при 97°.

Анализъ его далъ:

1) 0,2488 гр. хлораурата оставили при прокаливаніи 0,111 гр. мет. Au.
2) 0,1958 гр. хлораурата дали 0,0871 гр. мет. Au.

	Получено		Требуется дхя $C_6H_{16}NAuCl_4$
	1.	2.	
Au	44,61%	44,48%	44,71%

*Пикрат*ъ — трудновато растворимъ въ водѣ, легче въ спиртѣ; таблички плавящіяся при 124°.

Смѣсь HCl-ой соли этаго амина съ 30% растворомъ $NaNO^2$ кипятилась въ продолженіи 4 часовъ. Какъ и заранѣе можно было ожидать образовался только продуктъ замѣщенія метильнаго остатка. Полученный нитрозаминъ былъ переведенъ въ HCl-ую соль амина, а изъ послѣдней были приготовлены: хлороплатинатъ, хлорауратъ и сульфобензольное производное.

Хлороплатинатъ состава $((C_4H_9)(CH_3)NH.HCl)_2PtCl_4$ легко растворимъ въ водѣ, трудно въ спиртѣ. Призматическіе кристаллы, плавящіеся при 190°—192°. Для него Штермеръ и Лепель [1]) даютъ т. пл. при 192°. Анализъ его далъ:

0,2403 гр. хлороплатината оставили при прокаливаніи 0,0801 гр. мет. Pt.

	Получено	Требуется для $C_{10}H_{28}N_2PtCl_6$
Pt	33,33%	33,37%

Хлорауратъ —масло, не застывающее при долгомъ стояніи.

Бензолсульфонизобутилметиламидъ $C_6H_5SO_2N(изC_4H_9)(CH_3)$ былъ приготовленъ дѣйствіемъ избытка хлорангидрида сульфобензоловой кислоты и ѣдкаго кали. Пластинчатые кристаллы (изъ разведеннаго спирта) нерастворимые въ водѣ и ѣдкихъ щелочахъ и легко въ спиртѣ и эфирѣ. Плавится при 70°.

---

[1]) Berl. Ber. 29,2115.

Анализъ его далъ:

0,2335 гр. амида дали по способу Каріуса 0,2424 гр. $BaSO_4$

	Получено	Требуется для $C_{11}H_{17}NSO_2$
S	14,38%	14,11%

---

9) Діизобутилметиламинъ (из$C_4H_9)_2NCH_3$

Этотъ аминъ былъ полученъ при разложеніи хлористаго діизобутилдиметиламмонія (из$C_4H_9)_2(CH_3)_2NCl$. А также онъ былъ приготовленъ дѣйствіемъ іодистаго метила на діизобутиламинъ. Для этаго къ 2 частицамъ амина постепенно прабавлялась 1 ч. іодюра. Реакція идетъ уже и при комнатной температурѣ; для окочанія ея смѣсь нагрѣвалась на водяной банѣ въ продолженіи 5 часовъ. Затѣмъ по прибавленіи воды было подвергнуто отгонкѣ въ струѣ водянаго пара. Къ остатку послѣ отгонки свободныхъ аминовъ было прибавлено въ небольшомъ избыткѣ ѣдкое кали и подвергнуто отгонкѣ въ струѣ водянаго пара. Перегнавшійся аминъ преимущественно состоялъ изъ діизобутиламина. Къ остатку послѣ отгонки аминовъ было прибавлено опять въ большомъ избыткѣ твердаго ѣдкаго кали. При этомъ выдѣлился образовавшійся при этой реакціи іодистый диметилдіизобутиламмоній $(CH_3)_2$(из$C_4H_9)_2NI$. Изъ 20 гр. амина (2 частицы) и 11 гр. іодистаго метила (1 частица) было получено ея около 0,9 гр. Увеличивая количество амина отъ 2 частицъ до 3, 4 и даже 8 ч. на 1 ч. іодюра во всѣхъ случаяхъ можно было обнаружить образованіе этой соли. Такъ изъ 30 гр. амина (3 ч.) и 11 гр. іодюра было получено около 0,4 гр.; изъ 40 гр. амина (4 ч.) и 11 гр. іодюра было получено—около 0,3 гр. и наконецъ изъ 80 гр. амина (8 ч.) на 11 гр. іодюра было получено около 0.08 гр. Іодистый диметилдіизобутиламмоній легко растворимъ въ водѣ, спиртѣ и хлороформѣ, нерастворимъ въ эфирѣ. Плавится при 185°—186°. Приготовленный изъ него хлороплатинатъ состава $((CH_3)_2(C_4H_9)_2NCl)_2PtCl_4$— трудно растворимъ въ холодной водѣ, легче въ горячей.

Анализъ его далъ:

0,2763 гр. хлороплатината оставили при прокаливаніи 0,0751 гр. мет. Pt

	Получено	Требуется для $C_{20}H_{48}N_2PtCl_6$
Pt	27,19%	26,91%

Хлорауратъ состава $(CH_3)_2(C_4H_9)_2NCl.AuCl_3$ — очень трудно растворимъ въ водѣ, не трудно въ спиртѣ. Листоватые кристаллы, плавящіеся при 115°.

Анализъ его далъ:

0,3032 гр. хлораурата оставили при прокаливаніи 0,1204 гр. мет. Au

	Получено	Требуется для $C_{10}H_{24}NAuCl_4$
Au	39,7%	39,67%

Пикратъ—трудно растворимъ въ водѣ, легче въ спиртѣ; игольчатые кристаллы, плавящіеся при 83°—84°.

Перешедшій аминъ заключалъ въ себѣ кромѣ образовавшагося третичнаго амина также и небольшое количество непрореагировавшаго діизобутиламина. Въ виду близости ихъ точекъ кипѣнія прибѣгалось къ слѣдующему способу очищенія. Амины превращались въ HCl-ыя соли и затѣмъ нагрѣвались на водяной банѣ въ продолженіи 2 часовъ съ растворомъ теорет. количества азотистонатріевой соли. Образовавшійся при этомъ нитрозаминъ отгонялся затѣмъ въ струѣ водянаго пара, а изъ остатка прибавленіемъ ѣдкой щелочи выдѣлялся діизобутилметиламинъ. Послѣ сушки надъ спл. ѣдкимъ кали, послѣдній перегонялся. При обработкѣ отдѣльной пробы такого амина избыткомъ хлорангидрида сульфобензоловой кислоты и ѣдкаго кали не было получено даже и слѣдовъ амида, а слѣдовательно испытуемый аминъ не заключалъ вовсе діизобутиламина.

Діизобутилметиламинъ (из$C_4H_9)_2NCH_3$ — жидкость, кипящая при 144°. Опредѣленіе его удѣльнаго вѣса дало:

Вѣсъ пустаго пикнометра	14,3231 гр.
„ „ „ съ водой при 0°	— 33,2114 гр.
„ „ „ съ аминомъ при 0°	— 28,6288 гр.

Откуда удѣльный вѣсъ при 0° = 0,7573.

HCl-ая соль его расплывается на воздухѣ.

Хлороплатинатъ состава $((C_4H_9)_2(CH_3)NHCl)_2PtCl_4$ трудновато растворимъ въ водѣ, еще труднѣе въ спиртѣ. Плавится около 180° съ разложеніемъ. Анализъ его далъ:

0,3626 гр. хлороплатината оставили при прокаливаніи 0,1012 гр. мет. Pt

	Получено	Требуется для $C_{18}H_{44}N_2PtCl_6$
Pt	27,9%	27,99%

Хлорауратъ состава $(C_4H_9)_2(CH_3)NHCl.AuCl_3$—очень трудно растворимъ въ водѣ, легко въ спиртѣ. Листоватые кристаллы изъ разведеннаго спирта. Плавится при 112°. Анализъ его далъ:

0,2454 гр. хлораурата оставили при прокаливаніи 0,1001 гр. мет. Au

	Получено	Требуется для $C_9H_{22}NAuCl_4$
Au	40,79%	40,82%

Пикратъ трудно растворимъ въ водѣ, легче въ спиртѣ; осаждается сразу въ видѣ масла, постепенно затвердѣвающаго; плавится при 80°—81°.

Смѣсь HCl-ой соли этаго амина съ 30% растворомъ $NaNO^2$ кипятилась въ продолженіи 4 часовъ. Изъ 60 гр. амина было получено около 16 гр. нитрозамина. Послѣдній былъ переведенъ въ HCl-ую соль амина. Выдѣленный изъ соли и высушенный надъ сплавл. ѣдкимъ кали аминъ былъ подвергнутъ дробнымъ перегонкамъ. При этимъ оказалось, что аминъ состоитъ главнымъ образомъ изъ діизобутиламина съ небольшимъ количествомъ (около $^1/_7$ всего кол.) метилизобутиламина.

Изъ порціи, переходившей при 138°—140° былъ приготовленъ хлорауратъ, плавившійся при 196°—197° и при анализѣ давшій для содержанія золота число, требуемое формулой хлораурата діизобутиламина.

0,2554 гр. хлораурата оставили при прокаливаніи 0,1072 гр. мет. Au

	Получено	Требуется для $C_8H_{20}NAuCl_4$
Au	41,97%	42,04%

Изъ порціи съ т. к. 78°—80° (метилизобутиламинъ кипитъ при 78°) были приготовлены: хлорауратъ и сульфобензольное производное. Первый представлялъ собой — незастывающее масло, второй— бѣлые пластинчатые кристаллы, плавившіеся при 70°.

---

10) Діэтилизобутиламинъ $(C_2H_5)_2N$изC_4H_9

Этотъ аминъ былъ полученъ при разложеніи гидрата окиси изобутилтріэтиламмонія $($из$C_4H_9)(C_2H_5)_3NOH$.

Это — безцвѣтная жидкость, кипящая при 127°—128°. HCl-ая соль—пластинчатые кристаллы легко растворимые въ водѣ и спиртѣ; на воздухѣ расплывается.

Хлороплатинатъ состава $((C_4H_9)(C_2H_5)_2NHCl)_2PtCl_4$ — не трудно растворимъ въ водѣ, трудно въ спиртѣ. Плавится около 172°.

Анализъ его далъ:

0,2028 гр. хлороплатината оставили при прокаливаніи 0,0589 гр. мет. Pt

	Получено	Требуется для $C_{16}H_{40}N_2PtCl_6$
Pt	29,04%	29,17%

*Хлораурат*ъ состава $(C_4H_9)(C_2H_5)_2NHClAuCl_3$ — трудно растворимъ въ водѣ, легко въ спиртѣ. Изъ разведеннаго спирта листоватые кристаллы, плавящіеся при 120°. Анализъ его далъ:

0,189 гр. хлораурата оставили при прокаливаніи 0,0791 гр. мет. Au.

	Получено	Требуется для $C_8H_{20}NAuCl_4$
Au	41,85%	42,04%

Пикратъ — трудновато растворимъ въ водѣ, легче въ спиртѣ; игольчатые кристаллы, плавящіеся при 93°.

Кипяченіе смѣси HCl-ой соли этаго амина съ 30% растворомъ $NaNO_2$ продолжалось около 3 часовъ. Изъ 40 гр. амина было получено около 9 гр. нитрозамина. Послѣдній переводился въ HCl-ую соль, изъ которой былъ выдѣленъ ѣдкой щелочью аминъ. По осушеніи надъ сплавл. ѣдкимъ кали аминъ былъ подвергнутъ дробнымъ перегонкамъ. При этомъ, кромѣ очень небольшой нижекипящей порціи, повидимому содержавшей діэтиламинъ, былъ выдѣленъ только одинъ аминъ *этилизобутиламинъ* $(C_2H_5)(изC_4H_9)NH$. Перегонялся онъ при 97° — 98°. Для него Марквальдъ и Гюльсгеймъ [1]) даютъ т. к. при 98°.

Хлороплатинатъ, приготовленный изъ него, имѣлъ составъ $((C_4H_9)(C_2H_5)NH.HCl)_2PtCl_4$. Легко растворимъ въ водѣ, труднѣе въ спиртѣ. Игольчатые кристаллы, плавящіеся при 198°—199°. М. и Г. даютъ т. пл. при 201°. Анализъ его далъ:

0,3295 гр. хлороплатината оставили при прокаливаніи 0,1042 гр. мет. Pt

	Получено	Требуется для $C_{12}H_{32}N_2PtCl_6$
Pt	31,62%	31,84%

*Хлораурат*ъ состава $(C_4H_9)(C_2H_5)NH.HCl.AuCl_3$—трудно растворимъ въ водѣ, легко въ спиртѣ. Изъ разведеннаго спирта пластинчатые кристаллы, плавящіеся при 159°—160°.

Анализъ его далъ:

0.292 гр. хлораурата оставили при прокаливаніи 0,13 гр. мет. Au

	Получено	Требуется для $C_6H_{16}NAuCl_4$
Au	44,52%	44.71%

Пикратъ трудновато растворимъ въ водѣ, легко въ спиртѣ. Пластинчатые кристаллы, плавящіеся при 151°.

Бензолсульфонизобутилэтиламидъ $C_6H_5SO_2N(C_2H_5)(изC_4H_9)$ былъ приготовленъ дѣйствіемъ на аминъ избытка хлорангидрида сульфобензоловой кислоты и ѣдкаго кали. Нерастворимъ въ водѣ и ѣдкихъ щелочахъ, легко въ спиртѣ и эфирѣ. Очень легко переохлаждается и долго остается въ жидкомъ состояніи. Крупные призматическіе кристаллы. Плавится при 35°. Анализъ его далъ:

0,3048 гр. амида дали по способу Каріуса 0,304 гр. $BaSO_4$

	Получено	Требуется для $C_{12}H_{19}NSO_2$
S	13,72%	13,4%

---

[1]) Berl. Ber. 32,562.

11. Этилдіизобутиламинъ $(изC_4H_9)_2NC_2H_5$

Этотъ аминъ былъ приготовленъ дѣйствіемъ іодистаго этила на діизобутиламинъ. Для этаго къ 2 частицамъ амина прибавлялась 1 ч. іодюра; взаимодѣйствіе наступало при комнатной температурѣ. Смѣсь затѣмъ нагрѣвалась на водяной банѣ въ продолженіи 8 час. и потомъ по прибавленіи воды, подвергалась отгонкѣ въ струѣ водянаго пара.

По отгонкѣ третичнаго амина къ остатку было прибавлено въ небольшомъ избыткѣ ѣдкаго кали и подвергнуто опять отгонкѣ въ струѣ водянаго пара. Перегнавшійся аминъ состоялъ изъ діизобутиламина съ незначительною примѣсью третичнаго амина. По прибавленіи къ остатку большаго количества твердаго ѣдкаго кали, было получено очень небольшое количество іодистаго діизобутилдіэтиламмонія $(изC_4H_9)_2(C_2H_5)_2NI$. Изъ 100 гр. амина (2 ч.) и 60 гр. (1 ч.) іодюра было получено около 0,3 гр. этой соли. Если взять на 1 частицу іодюра не 2, а 4 частицы амина, то точно также образуется эта соль, но еще въ меньшемъ количествѣ. Такъ изъ 100 гр. амина (4 ч.) и 30 гр. іодюра (1 ч.) было получено ея около 0,08 гр. Іодистый діизобутилдіэтиламмоній легко растворимъ въ водѣ и спиртѣ. Пластинчатые кристаллы, плавящіеся при 190°—192° съ разложеніемъ. Приготовленный изъ него хлорауратъ имѣлъ составъ $(C_4H_9)_2(C_2H_5)_2NCl.AuCl_3$. Нерастворимъ въ водѣ, не трудно въ спиртѣ. Изъ разведеннаго спирта пластинчатые кристаллы, плавящіеся при 63°—64°. Анализъ его далъ:

0,2867 гр. хлораурата оставили при прокаливаніи 0,1082 гр. мет. Au

	Получено	Требуется для $C_{12}H_{28}NAuCl_4$
Au	37,76%	37,55%

Пикратъ—масло.

Аминъ, перешедшій въ перегонъ, сушился надъ сил. ѣдкимъ кали и подвергался дробнымъ перегонкамъ. При этомъ, кромѣ очень небольшаго количества діизобутиламина, былъ полученъ при очень хорошихъ выходахъ *діизобутилэтиламинъ* $(изC_4H_9)_2(C_2H_5)N$. Это — безцвѣтная жидкость, кипящая при 160°—161°. Опредѣленіе его удѣльнаго вѣса дало:

Вѣсъ пикнометра пустаго . . . . — 14,3231 гр.
„ „ съ водой при 0° . — 33,2114 гр.
„ „ съ аминомъ при 0° — 28,8065 гр.

Откуда удѣльный вѣсъ при 0° . . . = 0,7667.

HCl-ая соль легко растворима въ водѣ, спиртѣ и хлороформѣ, на воздухѣ расплывается.

Хлороплатинатъ состава $((C_4H_9)_2(C_2H_5)HCl)_2PtCl_4$ — трудновато растворимъ въ въ водѣ. Плавится съ разложеніемъ при 183°—184°.

Анализъ его далъ:

0,4028 гр. хлороплатината оставили при прокаливаніи 0,1082 гр. мет. Pt

	Получено	Требуется для $C_{20}H_{48}N_2PtCl_6$
Pt	26,86%	26,9%

*Хлораурат*ъ состава $(C_4H_9)_2(C_2H_5)NHCl.AuCl_3$—очень трудно растворимъ въ водѣ, легко въ спиртѣ. Изъ разведеннаго спирта листочки. Плавится при 127°. Анализъ его далъ:

1) 0,224 гр. хлораурата оставили при прокаливаніи 0,0885 гр. мет. Au
2) 0,305 гр. хлораурата дали 0,1208 гр. мет. Au

	Получено 1.	Получено 2.	Требуется для $C_{10}H_{21}NAuCl_4$
Au	39,5%	39,63%	39,67%

*Пикрат*ъ—масло, не застывающее при долгомъ стояніи.

Смѣсь HCl-ой соли этаго амина съ 30% растворомъ $NaNO^2$ кипятилась въ продолженіи 4 часовъ. Изъ 50 гр. амина получилось около 19 гр. нитрозамина; выходъ значительно большій, чѣмъ изъ діэтилизобутиламина. Нитрозаминъ былъ переведенъ въ HCl-ую соль амина. Выдѣленный ѣдкой щелочью и высушенный надъ силав. ѣдкимъ кали, аминъ былъ подвергнутъ дробнымъ перегонкамъ. При этомъ аминъ оказался смѣсью діизобутиламина и этилизобутиламина, при чемъ главною составною частью и тутъ являлся продуктъ вытѣсненія этильнаго остатка—діизобутиламинъ (приблизительно около $^5/_6$ всего кол.), продуктъ же замѣщенія изобутильнаго остатка—этилизобутиламинъ получился въ небольшомъ количествѣ (около $^1/_6$ всего кол.).

Изъ діизобутиламина (т. к. 139°—140°) былъ приготовленъ хлорауратъ, плавившійся при 196°—197° и давшій при анализѣ:

0,1889 гр. хлораурата оставили при прокаливаніи 0,0794 гр. мет. Au

	Получено	Требуется для $C_8H_{20}NAuCl_4$
Au	42,03%	42,04%

Изъ этилизобутиламина (т. к. 98°—100°) хлорауратъ плавился при 158°—159° и при анализѣ далъ:

0,337 гр. хлораурата оставили при прокаливаніи 0,1497 гр. мет. Au

	Получено	Требуется для $C_6H_{16}NAuCl_4$
Au	44,42%	44,7%

12. Нор.бутилдіэтиламинъ $(C_2H_5)_2Nн.C_4H_9$

Этотъ аминъ былъ полученъ при разложеніи гидрата окиси нор.-бутилтріэтиламмонія $(нC_4H_9)(C_2H_5)_3NOH$. Это—безцвѣтная жидкость, кипящая при 132°—133°. Опредѣленіе его удѣльнаго вѣса дало:

Вѣсъ пикнометра пустаго		7,11 гр.
„ „	съ водой при 0°	11,151 гр.
„ „	съ аминовъ при 0°	10,2015 гр.

Откуда удѣльный вѣсъ при 0°=0,765.

HCl-ая соль легко растворима въ водѣ, спиртѣ и хлороформѣ; на воздухѣ расплывается.

Хлороплатинатъ состава $((C_4H_9)(C_2H_5)_2NHCl)_2PtCl_4$ трудновато растворимъ въ холодной водѣ, легко въ горячей. Таблицеобразные кристаллы. Плавится при 106°—107° безъ разложенія. При анализѣ далъ:

0,3676 гр. хлороплатината оставили при прокаливаніи 0,1064 мет. Pt

	Получено	Требуется для $C_{16}H_{40}N_2PtCl_6$
Pt	28,94%	29,17%

*Хлораурат*ъ состава $(C_4H_9)(C_2H_5)_2NHCl.AuCl_3$ — трудно растворимъ въ водѣ, легко въ спиртѣ. Изъ воднаго раствора осаждается сразу въ видѣ масла, постепенно застывающаго. Пластинчатые кристаллы изъ разведеннаго спирта. Плавится при 62°.

Анализъ его далъ:

0,2895 гр. хлораурата оставили при прокаливаніи 0,1211 гр. мет. Au

	Получено	Требуется для $C_8H_{20}NAuCl_4$
Au	41,83%	42,04%

Смѣсь HCl-ой соли этаго амина съ 30% растворимъ $NaNO^2$ кипятилась въ продолженіи 3 часовъ. Полученный нитрозаминъ переводился въ HCl-ую соль амина. Выдѣленный ѣдкой щелочью и высушенный надъ сил. ѣдкимъ кали, аминъ былъ подвергнутъ дробнымъ перегонкамъ. При этомъ были получены: главный продуктъ нор.бутилэтиламинъ и въ незначительномъ количествѣ діэтиламинъ. Послѣдній, по видимому, получился въ нѣсколько большемъ количествѣ, чѣмъ изъ изобутилдіэтиламина.

Нор бутилэтиламинъ $(нC_4H_9)(C_2H_5)NH$—жидкость кипящая при 110°—111°.

Хлороплатинатъ, приготовленный изъ него, имѣлъ составъ $((C_4H_9)(C_2H_5)NH.HCl)_2PtCl)_4$. Довольно легко растворимъ въ водѣ, труднѣе въ спиртѣ. Большія тонкія листообразныя таблицы.

Анализъ его далъ:

0,1436 гр. хлороплатината оставили при прокаливаніи 0,0458 гр. мет. Pt

	Получено	Требуется для $C_{12}H_{32}N_2PtCl_6$
Pt	31,89%	31,84%

Хлораураті состава $(C_4H_9)(C_2H_5)NH.HCl.AuCl_3$—трудно растворимъ въ водѣ, легко въ спиртѣ и хлороформѣ. Осаждается сразу въ видѣ масла, медленно твердѣющаго. Плавится при 48°.

Анализъ его далъ:

0,2073 гр. хлораурата оставили при прокаливаніи 0,0921 гр. мет. Au

	Получено	Требуется для $C_6H_{16}NAuCl_4$
Au	44,42%	44,7%

Бензолсульфонэтилнор.бутиламидъ $C_6H_5SO_2N(nC_4H_9)(C_2H_5)$ былъ приготовленъ изъ амина дѣйствіемъ избытка хлорангидрида сульфобензоловой кислоты и ѣдкаго кали. Нерастворимъ въ водѣ и ѣдкихъ щелочахъ. Легко растворимъ въ спиртѣ и эфирѣ. Масло, незастывающее ни при долгомъ стояніи, ни при охлажденіи до—20°.

Анализъ его далъ:

0,3224 гр. амида дали по способу Каріуса 0,3082 гр. $BaSO_4$

	Получено	Требуется для $C_{12}H_{19}NSO_2$
S	13,15%	13,4%

---

13) Втор.бутилдіэтиламинъ $(втC_4H_9)(C_2H_5)_2N$.

Аминъ былъ полученъ при разложеніи гидрата окиси вт.бутилтріэтиламмонія $(вт.C_4H_9)(C_2H_5)_3NOH$. Жидкость кипящая при 129°—130°. Опредѣленіе его удѣльнаго вѣса дало:

Вѣсъ пикнометра пустаго	. . . . —	7,2824 гр.
„ „ съ водой при 0°	. —	13,7732 гр.
„ „ съ аминомъ при 0°	—	12,2638 гр.

Откуда удѣльный вѣсъ при 0° = 0,7674.

HCl-ая соль легко растворима въ водѣ, спиртѣ и хлороформѣ, на воздухѣ расплывается.

Хлороплатинатъ состава $((C_4H_9)(C_2H_5)_2NHCl)_2PtCl_4$—трудновато растворимъ въ водѣ. Выше 185° начинаетъ спадаться и плавится съ разложеніемъ при 191°—193°.

Анализъ его далъ:

1) 0,3043 гр. хлороплатината оставили при прокаливаніи 0,0884 гр. мет. Pt
2) 0,2352 гр. хлороплатината дали 0,0684 гр. мет. Pt.

	Получено 1.	Получено 2.	Требуется для $C_{16}H_{40}N_2PtCl_6$
Pt	29,05%	29,08%	29,17%

*Хлораурат*ъ—масло, не застывающее при долгомъ стояніи.

*Пикрат*ъ — трудновато растворимъ въ водѣ, легче въ спиртѣ. Длинные игольчатые кристаллы, плавящіеся при 117°.

Смѣсь HCl-ой соли этаго амина съ 30% растворомъ $NaNO^2$ кипятилась въ продолженіи 3 часовъ. Полученный нитрозаминъ переводился въ HCl-ую соль амина. Выдѣленный ѣдкой щелочью и высушенный надъ сплавл. ѣдкимъ кали аминъ былъ подвергнутъ дробной перегонкѣ, при чемъ оказался чистымъ вт.бутилэтиламиномъ, если и содержащимъ примѣсь діэтиламина, то минимальную.

Вт.бутилэтиламинъ (вт.C_4H_9)(C_2H_5)NH—жидкость кипящая при 97°—98°. Такую же т. к. даетъ для него и И. И. Бевадъ [1]).

*Хлороплатинат*ъ состава $((C_4H_9)(C_2H_5)NH.HCl)_2PtCl_4$ — легко растворимъ въ водѣ, труднѣе въ спиртѣ. Плавится при 118°—119°. Б. даетъ т. пл. при 118°—120°.

Анализъ его далъ:

0,2252 гр. хлороплатината оставили при прокаливаніи 0,0719 гр. мет. Pt

	Получено	Требуется для $C_{12}H_{32}N_2PtCl_6$
Pt	31,92%	31,84%

*Хлораурат*ъ состава $(C_4H_9)(C_2H_5)NH.HCl.AuCl_3$ - трудно растворимъ въ водѣ, легко въ спиртѣ. Осаждается сразу въ видѣ масла, медленно твердѣющаго. Анализъ его далъ:

0,2145 гр. хлораурата оставили при прокаливаніи 0,096 гр. мет. Au

	Получено	Требуется для $C_6H_{16}NAuCl_4$
Au	44,74%	44,7%

*Бензолсульфонвт.бутилэтиламид*ъ $C_6H_5SO_2N$(вт.C_4H_9)(C_2H_5) былъ приготовленъ изъ амина дѣйствіемъ избытка хлорангидрида сульфобензоловой кислоты и ѣдкаго кали. Пластинчатые кристаллы, нерастворимые въ водѣ и ѣдкихъ щелочахъ, легко растворимые въ спиртѣ и эфирѣ и довольно трудно въ лигроинѣ. Въ жидкомъ состояніи очень легко переохлаждается. Плавится при 46°. (Б. даетъ т. пл. 43°—44°).

---

[1]) О реакціи азотистыхъ эфировъ и нитропарафиновъ съ цинкалкилами. Варшава, 1899 г. стр. 63.

Анализъ его далъ:

0,3402 гр. амина дали по способу Каріуса 0,3379 гр. $BaSO_4$

	Получено	Требуется для $C_{12}H_{19}NSO_2$
S	13,66%	13,4%

Парабромбензолсульфонэт.бутилэтиламидъ п.$C_6H_4BrSO_2$(втC_4H_9)(C_2H_5) былъ приготовленъ изъ амина дѣйствіемъ избытка хлорангидрида парабромсульфобензоловой кислоты и ѣдкаго кали. Нерастворимъ въ водѣ и ѣдкихъ щелочахъ, не трудно въ спиртѣ и эфирѣ. Пластинчатые кристаллы, плавящіеся при 54°.

Анализъ его далъ:

0,2566 гр. амида дали по способу Каріуса 0,1521 гр. AgBr

	Получено	Требуется для $C_{12}H_{18}NBrSO_2$
Br	25,22%	24,97%

---

14) Трет.бутилдіэтиламинъ (трC_4H_9)(C_2H_5)$_2$N

Этотъ аминъ былъ приготовленъ дѣйствіемъ іодистаго этила на тр.бутиламинъ. Для этаго къ 2 частицамъ амина прибавлялось постепенно при охлажденіи холодной водой 1 частица іодюра. Послѣ этаго смѣсь оставлялась стоять при комнатной температурѣ въ продолженіи сутокъ и затѣмъ къ продукту реакціи [1]) прибавлялось немного воды, около $2^1/_2$ частицъ ѣдкаго кали и $3^1/_2$ частицъ іодюра, послѣ чего смѣсь оставлялась опять стоять въ продолженіи сутокъ, а затѣмъ нагрѣвалась на водяной банѣ въ продолженіи 8 часовъ. Затѣмъ продуктъ реакціи былъ отогнанъ въ струѣ водянаго пара [2]). Къ перегону, заключавшему въ себѣ аминъ, было прибавлено въ небольшомъ избыткѣ разведенной соляной кислоты, при чемъ осталось нерастворенным очень небольшое количество іодюра. Отдѣленная отъ послѣдняго, кислая водная жидкость была сгущена испареніемъ

---

[1]) Продуктъ реакціи состоялъ изъ бѣлой кристаллической массы, пропитанной жидкостью. При изслѣдованіи его оказалось, что образовался почти исключительно вторичный аминъ, третичный же если и получился, то въ ничтожномъ количествѣ. Что же касается до того, въ какомъ состояніи находились первичный и вторичный амины, то какъ въ свободномъ состояніи, такъ и въ видѣ HI-ой соли находились и тотъ и другой амины; но первичный преимущественно въ видѣ соли, а вторичный въ свободномъ состояніи.

[2]) При изслѣдованіи остатка послѣ отгонки аминовъ не было найдено даже и слѣдовъ іодистаго тр.бутилтріэтиламмонія.

на водяной банѣ и затѣмъ смѣшана съ растворомъ ѣдкой щелочи. Выдѣлившійся аминъ осушался надъ сплавл. ѣдкимъ кали и подвергался дробнымъ перегонкамъ. При этомъ былъ легко выдѣленъ при хорошихъ выходахъ третичный аминъ.

Трет.бутилдіэтиламинъ $(трC_4H_9)(C_2H_5)_2N$ — безцвѣтная жидкость, кипящая при 125°—126°. Опредѣленіе его удѣльнаго вѣса дало:

Вѣсъ пикнометра пустаго	. . . .	7,2824 гр.
„ „ съ водой при 0°	.	13,7732 гр.
„ „ съ аминомъ при 0°		12,3093 гр.

Откуда удѣльный вѣсъ при 0° = 0,7744.

HCl-ая соль легко растворима въ водѣ и спиртѣ, на воздухѣ расплывается.

Хлороплатинатъ состава $((C_4H_9)(C_2H_5)_2NHCl)_2PtCl_4$—не трудно растворимъ въ водѣ, значительно труднѣе въ спиртѣ. Призматическіе кристаллы, плавящіеся съ сильнымъ разложеніемъ около 192°—194°. Анализъ его далъ:

0,2374 гр. хлороплатината оставили при прокаливаніи 0,0695 гр. мет. Pt.

	Получено	Требуется для $C_{16}H_{40}N_2PtCl_6$
Pt	29,27%	29,17%

*Хлораурат*ъ состава $(C_4H_9)(C_2H_5)_2N.HCl.AuCl_3$ — трудно растворимъ въ водѣ, легко въ спиртѣ. Пластинчатые кристаллы, плавящіеся при 84°—85°. Анализъ его далъ:

0,452 гр. хлораурата оставили при прокаливаніи 0,1893 гр. мет. Au.

	Получено	Требуется для $C_8H_{20}NAuCl_4$
Au	41,88%	42,04%

*Пикрат*ъ трудно растворимъ въ водѣ, легче въ спиртѣ; игольчатые кристаллы, плавящіеся съ сильнымъ разложеніемъ около 212°.

Смѣсь HCl-ой соли этаго амина съ 30% растворомъ $NaNO^2$ кипятилась въ продолженіи 4 часовъ. Полученный нитрозаминъ представлялъ собой чистый *тр.бутилэтилнитрозаминъ* $(трC_4H_9)(C_2H_5)N.NO$. Перегонялся [1]) онъ при 194°—195°. Желтоватая жидкость съ харак-

---

[1]) При перегонкѣ сыраго нитрозамина было получено небольшое количество нижекипящей порціи, состоявшей, какъ оказалось, изъ неотогнавшагося на водяной банѣ эфира и тр.бутилэтилнитрозамина. Эта порція цѣликомъ была обработана дым. соляной кислотой. Получившаяся HCl-ая соль состояла изъ чистой HCl-ой соли тр.бутилэтиламина, какъ это показалъ приготовленный изъ нея хлорауратъ. Послѣдній плавился при 144°—145° и при анализѣ далъ:

0,1062 гр. хлораурата оставили при прокаливаніи 0,0474 гр. мет, Au

	Получено	Требуется для $C_6H_{16}NAuCl_4$
Au	44,63%	44,71%

терпымъ для нитрозаминовъ запахомъ. При охлажденіи ледяной водой застывалъ въ совершенно бѣлую кристаллическую массу, плавившуюся при вынутіи изъ ледяной воды.

Анализъ его далъ:

0,1555 гр. нитрозамина дали при сожженіи въ открытой трубкѣ съ окисью мѣди и мѣдными пробками 0,3144 гр. CO_2 и 0,1498 гр. H_2O.

	Получено	Требуется для $C_6H_{11}N_2O$
C	55,15%	55,31%
H	10,78%	10,84%

Въ виду того, что этотъ нитрозаминъ сравнительно трудно поддавался дѣйствію дым. HCl кислоты, онъ нагрѣвался съ большимъ избыткомъ дым. соляной кислоты въ запаянныхъ трубкахъ на водяной банѣ. По испареніи продукта реакціи на водяной банѣ получилась бѣлая кристаллическая масса HCl-ой соли.

Хлороплатинатъ, приготовленный изъ нея, легко растворимъ въ водѣ, трудно въ спиртѣ.

Анализъ его далъ:

0,1483 гр. хлороплатината оставили при прокаливаніи 0,0469 гр. мет. Pt

	Получено	Требуется для $C_{12}H_{32}N_2PtCl_6$
Pt	31,62%	31,84%

*Хлораурат*ъ состава $(C_4H_9)(C_2H_5)NH.HCl.AuCl_3$—трудновато растворимъ въ водѣ, легко въ спиртѣ. Пластинчатые кристаллы, плавящіеся при 144°—145°.

Анализъ его далъ:

0,1954 гр. хлораурата оставили при прокаливаніи 0,0874 гр. мет. Au

	Получено	Требуется для $C_6H_{16}NAuCl_4$
Au	44,72%	44,71%

Бензолсульфонтр.бутилэтиламидъ $C_6H_5SO_2N(трC_4H_9)(C_2H_5)$ былъ приготовленъ изъ соли амина дѣйствіемъ избытка хлорангидрида сульфобензоловой кислоты и ѣдкаго кали. Безцвѣтное масло, не застывавшее при долгомъ стояніи. Нерастворимъ въ водѣ и ѣдкихъ щелочахъ, легко въ спиртѣ и эфирѣ. При анализѣ его получено:

0,4634 гр. амида дали по способу Каріуса 0,435 гр. $BaSO_4$

	Получено	Требуется для $C_{12}H_{19}NSO_2$
S	12,91%	13,28%

Если сопоставить разложеніе азотистокислыхъ солей третичныхъ аминовъ, содержащихъ 2 этильныхъ остатка и 1 бутильный

различнаго строенія, то, какъ видно изъ выше изложеннаго, третичный и вторичный бутильные остатки совсѣмъ не вытѣсняются, первичные же хотя и очень слабо, но замѣщаются, при чемъ норм. бутилъ повидимому бóльше, чѣмъ изобутилъ.

---

15) Діизобутилнор.пропиламинъ

$(изC_4H_9)_2(нC_3H_7)N$

Этотъ аминъ приготовлялся дѣйствіемъ іодистаго норм. пропила на діизобутиламинъ. Для этаго смѣсь 2 частицъ амина съ 1 ч. іодюра нагрѣвалась на водяной банѣ въ продолженіи сутокъ. Затѣмъ продуктъ реакціи былъ подвергнутъ отгонкѣ въ струѣ водянаго пара [1]). Къ перегону, заключавшему аминъ, прибавлялось въ избыткѣ разведенной соляной кислоты, при чемъ въ большинствѣ случаевъ все растворялось. Если же оставалось нерастворенным незначительное количество іодюра, то водная кислая жидкость отфильтровывалась отъ него черезъ мокрый фильтръ и сгущалась испареніемъ на водяной банѣ. За тѣмъ прибавленіемъ ѣдкой щелочи выдѣлялся аминъ, который сушился надъ сплавл. ѣдкимъ кали и подвергался дробнымъ перегонкамъ. При этомъ кромѣ небольшой порціи, заключавшей діизобутиламинъ, получался при хорошихъ выходахъ третичный аминъ.

Діизобутилнор.пропиламинъ $(изC_4H_9)_2(нC_3H_7)N$ — безцвѣтная жидкость, кипящая при 177°—178°. Опредѣленіе его удѣльнаго вѣса дало:

Вѣсъ пикнометра пустаго	. . . .	11,854
„ „	съ водой при 0° .	21,8612
„ „	съ аминомъ при 0°	19,6845

Откуда удѣльный вѣсъ при 0° = 0,7825.

HCl-ая соль легко растворима въ водѣ и спиртѣ, на воздухѣ расплывается.

---

[1]) Въ остаткѣ послѣ отгонки третичнаго амина были найдены: HI-ая соль діизобутиламина съ незначительной примѣсью третичнаго амина, а также очень небольшое количество іодистаго діизобутилдинор.пропиламмонія $(изC_4H_9)_2(нC_3H_7)_2NI$. Послѣдній, очищенный раствореніемъ въ абсолютномъ спиртѣ и осажденіемъ изъ хлороформнаго раствора эфиромъ, представлялъ собой игольчатыя пластинки, плавившіяся съ разложеніемъ при 239°.

Хлороплатинатъ состава $((C_4H_9)_2(C_3H_7)NHCl)_2PtCl_4$ — трудно растворимъ въ водѣ. Призматическіе кристаллы. Выше 180° начинаютъ чернѣть и плавятся съ сильнымъ разложеніемъ около 185°—186°. Анализъ его далъ:

1) 0,3135 гр. хлороплатината оставили при прокаливаніи 0,0806 гр. мет. Pt
2) 0,382 гр. хлороплатината дали 0,0985 гр. мет. Pt.

	Получено 1.	Получено 2.	Требуется для $C_{22}H_{52}N_2PtCl_6$
Pt	25,7%	25,78%	25,9%

Хлорауратъ состава $(C_4H_9)_2(C_3H_7)NHCl.AuCl_3$ — нерастворимъ въ водѣ, не трудно въ спиртѣ и хлороформѣ. Пластинчатые кристаллы (изъ разведеннаго спирта), плавящіеся при 168°—169°.

Анализъ его далъ:

1) 0,1545 гр. хлораурата оставили при прокаливаніи 0,06 гр. мет. Au
2) 0,2426 гр. хлораурата дали 0,0937 гр. мет. Au.

	Получено 1.	Получено 2.	Требуется для $C_{11}H_{26}NAuCl_4$
Au	38,83%	38,62%	38,58%

Пикратъ—трудно растворимъ въ водѣ, легче въ спиртѣ; игольчатые кристаллы, плавящіеся при 75°.

Смѣсь HCl-ой соли этаго амина съ 30% растворомъ $NaNO^2$ кипятилась въ продолженіи 4 часовъ. Изъ 40 гр. амина было получено около 15 гр. нитрозамина. Послѣдній былъ переведенъ въ HCl-ую соль амина. Выдѣленный ѣдкой щелочью и осушенный надъ сплавл. ѣдкимъ кали, аминъ былъ подвергнутъ дробнымъ перегонкамъ, при чемъ онъ оказался смѣсью діизобутиламина (около $^3/_5$ всего кол.) и нор.пропилизобутиламина (около $^2/_5$).

Діизобутиламинъ (т. к. 138° — 140°) былъ характеризованъ приготовленными изъ него хлорауратомъ и сульфобензольнымъ производнымъ. Хлорауратъ плавился при 196°—197° и при анализѣ далъ:

0,1664 гр. хлораурата оставили при прокаливаніи 0,0697 гр. мет. Au

	Получено	Требуется для $C_8H_{20}NAuCl_4$
Au	41,88%	42,04%

Сульфобензольное производное, полученное дѣйствіемъ на аминъ избытка хлорангидрида сульфобензоловой кислоты и ѣдкаго кали, пластинчатые кристаллы, плавящіеся при 56°.

Нор.пропилизобутиламинъ $(изC_4H_9)(nC_3H_7)NH$ — жидкость, ки-

нящая при 124°—125°. Марквальдъ [1]) даетъ для него т. к. при 123°, а Лебель [2]) при 125°.

Приготовленный изъ него *хлороплатинатъ* имѣлъ составъ $((C_4H_9)(C_3H_7)NH.HCl)_2PtCl_4$; не трудно растворимъ въ водѣ, труднѣе въ спиртѣ. Призматическіе кристаллы, плавящіеся при 186°—188°. М. даетъ т. пл. 187°—188°.

Анализъ его далъ:

0,356 гр. хлороплатината оставили при прокаливаніи 0,1078 гр. мет. Pt

	Получено	Требуется для $C_{14}H_{36}N_2PtCl_6$
Pt	30,28%	3),44%

*Хлораурат*ъ состава $(C_4H_9)(C_3H_7)NH.HCl.AuCl_3$—трудно растворимъ въ водѣ, легко въ спиртѣ и хлороформѣ. Пластинчатые кристаллы, плавящіеся при 191°. М. даетъ т. пл. при 187°—188°.

Анализъ его далъ:

0,2832 гр. хлораурата оставили при прокаливаніи 0,1225 гр. мет. Au

	Получено	Требуется для $C_7H_{18}NAuCl_4$
Au	43,25%	43,33%

Бензолсульфоннор.пропилизобутиламидъ $C_6H_5SO_2N(нC_3H_7)(изC_4H_9)$ былъ приготовленъ изъ амина дѣйствіемъ избытка хлорангидрида бензолсульфоновой кислоты и ѣдкаго кали. Бѣлые пластинчатые кристаллы, плавящіеся при 36°. Въ жидкомъ состояніи очень легко и сильно переохлаждается. Нерастворимъ въ водѣ и ѣдкихъ щелочахъ, легко въ спиртѣ и эфирѣ, трудновато въ лигроинѣ.

Анализъ его далъ:

0,3144 гр. амида дали по способу Каріуса 0,2807 гр. $BaSO_4$

	Получено	Требуется для $C_{13}H_{21}NSO_2$
S	12,28%	12,56%

---

16) Динор.пропилизобутиламинъ

$(нC_3H_7)_2(изC_4H_9)N$

Этотъ аминъ былъ приготовленъ дѣйствіемъ іодистаго изобутила на дипропиламинъ. Для этаго смѣсь 2 частицъ амина съ 1 ч. іодюра

[1]) Berl. Ber. 35,3509.
[2]) C. r. 129,549.

нагрѣвалась на водяной банѣ въ продолженіи сутокъ. Затѣмъ продуктъ реакціи подвергался отгонкѣ въ струѣ водянаго пара[1]). Къ перегону прибавлялось въ избыткѣ разведенной соляной кислоты, отфильтровывалось отъ оставшагося нерастворенным незначительнаго количества іодюра и сгущалось испареніемъ на водяной банѣ. Выдѣленный ѣдкой щелочью и высушенный надъ сплавл. ѣдкимъ кали, аминъ подвергался дробнымъ перегонкамъ. При этомъ былъ выдѣленъ при хорошихъ выходахъ третичный аминъ.

Динор.пропилизобутиламинъ $(нC_3H_7)_2(изC_4H_9)N$—жидкость, кипящая при 166°—167°. HCl-ая соль его легко расплывается на воздухѣ.

Хлороплатинатъ состава $((C_3H_7)_2(C_4H_9)NHCl)_2PtCl_4$—трудновато растворимъ въ водѣ, еще труднѣе въ спиртѣ. Призматическіе кристаллы, плавящіеся съ разложеніемъ при 205°—206°.

Анализъ его далъ:

1) 0,2493 гр. хлороплатината оставили при прокаливаніи 0,068 гр. мет. Pt
2) 0,2646 гр. хлороплатината дали 0,0725 гр. мет. Pt.

	Получено 1.	Получено 2.	Требуется для $C_{20}H_{48}N_2PtCl_6$
Pt	27,27%	27,4%	27,53%

*Хлораурат*ъ состава $(C_4H_9)(C_3H_7)_2NHCl.AuCl_3$ — очень трудно растворимъ въ водѣ, легко въ спиртѣ. Пластинчатые кристаллы, плавящіеся при 173°—174°.

Анализъ его далъ:

1) 0,2521 гр. хлораурата оставили при прокаливаніи 0,1 гр. мет. Au
2) 0,3152 гр. хлораурата дали 0,1246 гр. мет. Au.

	Получено 1.	Получено 2.	Требуется для $C_{10}H_{21}NAuCl_4$
Au	39,66%	39,53%	39,67%

*Пикрат*ъ трудно растворимъ въ водѣ, легче въ спиртѣ; игольчатые кристаллы, плавящіеся при 99°.

Смѣсь HCl-ой соли амина съ 30% растворимъ $NaNO^2$ кипятилась въ продолженіи 3 часовъ. Полученный нитрозаминъ переводился въ HCl-ую соль амина. Выдѣленный ѣдкой щелочью и высушенный спл. ѣдкимъ кали аминъ былъ подвергнутъ дробнымъ перегонкамъ. При этомъ оказалось, что онъ состоитъ главнымъ обра-

---

[1]) Въ остаткѣ не было обнаружено даже и слѣдовъ іодистаго дізобутилдипропиламмонія.

зомъ изъ нор.пропилизобутиламина; дипропиламинъ былъ тоже полученъ, но въ небольшомъ количествѣ. Приблизительно на 5 частей перваго амина приходилась 1 часть втораго. Кромѣ точекъ кипѣнія амины были охарактеризованы приготовленными изъ нихъ хлораурaтами.

Хлораурaтъ изъ дипропиламина (т. к. 109°—112°) плавился при 71°—73° и при анализѣ далъ:

0,2363 гр. хлораурaта оставили при прокаливаніи 0,1051 гр. мет. Au.

	Получено	Требуется для $C_6H_{16}NAuCl_4$
Au	44,47%	44,70%

Хлораурaтъ изъ пропилизобутиламина (т. к. 123°—125°) плавился при 190°—191° и при анализѣ далъ:

0,2444 гр. хлораурaта оставили при прокаливаніи 0,1062 гр. мет. Au

	Получено	Требуется для $C_7H_{18}NAuCl_4$
Au	43,45%	43,33%

Итакъ какъ въ діизобутилнор.пропиламинѣ, такъ и въ изобутилдинор.пропиламинѣ происходитъ замѣщеніе обоихъ остатковъ; такъ какъ пропилъ — остатокъ болѣе легко реагирующій, чѣмъ изобутилъ, то онъ преимущественно и замѣщается; въ зависимости отъ количества остатковъ пропилъ въ первомъ аминѣ вытѣсняется въ меньшемъ размѣрѣ, чѣмъ во второмъ.

---

17) Изоамилдинор.пропиламинъ

$$(\text{из}C_5H_{11})(\text{н}C_3H_7)_2N$$

Этотъ аминъ былъ полученъ при разложеніи гидрата окиси изоамилтринор.пропиламмонія $(\text{из}C_5H_{11})(\text{н}C_3H_7)_3NOH$.

Жидкость кипящая при 186°—187°. HCl-ая соль легко растворима въ водѣ и спиртѣ; на воздухѣ расплывается.

Хлороплатинатъ состава $((C_5H_{11})(C_3H_7)_2NHCl)_2PtCl_4$ — трудно растворимъ въ водѣ. Осаждается сразу въ видѣ масла, затвердѣвающаго въ листообразные кристаллы. Плавится при 144°—146° со слабымъ разложеніемъ. Анализъ его далъ:

0,2689 гр. хлороплатината оставили при прокаливаніи 0,0697 гр. мет. Pt

	Получено	Требуется для $C_{22}H_{52}N_2PtCl_6$
Pt	25,91%	25,9%

Хлорауратъ состава $(C_5H_{11})(C_3H_7)_2NHCl.AuCl_3$ — нерастворимъ въ водѣ, легко въ спиртѣ. Изъ разведеннаго спирта игольчатыя пластинки. Плавится при 167°—168°.

Анализъ его далъ:

0,222 гр. хлораурата оставили при прокаливаніи 0,0856 гр. мет. Au

	Получено	Требуется для $C_{11}H_{26}NAuCl_4$
Au	38,55%	38,58%

Пикратъ — трудно растворимъ въ водѣ, легче въ спиртѣ; тоненькія игольчатыя пластинки, плавящіяся при 97°—98°.

Смѣсь HCl-ой соли этаго амина съ 30% растворомъ $NaNO^2$ кипятилась въ продолженіи 4 часовъ. Полученный нитрозаминъ превращался въ HCl-ую соль амина. Выдѣленный ѣдкой щелочью и высушенный надъ сил. ѣдкимъ кали, аминъ подвергался дробнымъ перегонкамъ. При этомъ кромѣ незначительной ниже кипящей порціи, очевидно содержавшей дипропиламинъ, былъ выдѣленъ только одинъ аминъ. — *изоамилнор.пропиламинъ* $(изC_5H_{11})(нC_3H_7)NH$.

Жидкость кипящая при 151° — 152°. HCl-ая соль его бѣлые пластинчатые кристаллы, не трудно растворимые въ водѣ и легче въ спиртѣ. Анализъ ея далъ:

0,2884 гр. соли дали при осажденіи азотносеребряною солью 0,2529 гр. AgCl

	Получено	Требуется для $C_8H_{20}NCl$
Cl	21,68%	21,4%

Хлороплатинатъ состава $((C_5H_{11})(C_3H_7)NHHCl)_2PtCl_4$ трудновато растворимъ въ водѣ. Листоватые кристаллы, плавящіеся со слабымъ разложеніемъ при 176°—177°.

Анализъ его далъ:

0,285 гр. хлороплатината оставили при прокаливаніи 0,0826 гр. мет. Pt

	Получено	Требуется для $C_{16}H_{40}N_2PtCl_6$
Pt	28,98%	29,17%

Хлорауратъ состава $(C_5H_{11})(C_3H_7)NH.HCl.AuCl_3$ — трудно растворимъ въ водѣ, легко въ спиртѣ. Желтыя листочки, выше 190° начинающія краснѣть и плавящіяся со слабымъ разложеніемъ при 196°—197°. Анализъ его далъ:

0,3548 гр. хлораурата оставили при прокаливаніи 0,1486 гр. мет. Au

	Получено	Требуется для $C_8H_{20}NAuCl_4$
Au	41,88%	42,04%

Бензолсульфонизоамилнор.пропиламидъ $C_6H_5SO_2N(изC_5H_{11})(нC_3H_7)$ приготовленный изъ амина дѣйствіемъ избытка хлорангидрида суль-

фобензоловой кислоты и ѣдкаго кали, — масло, не застывающее при долгомъ стояніи. Нерастворимъ въ водѣ и ѣдкихъ щелочахъ, легко въ спиртѣ и эфирѣ. Анализъ его далъ:

0,2754 гр. амида дали по способу Каріуса 0,234 гр. $BaSO_4$

	Получено	Требуется для $C_{14}H_{23}NSO_2$
S	11,69%	11,9%

---

18) Динор.пропилвт.октиламинъ

$(нC_3H_7)_2(вт.C_8H_{17})N$

Этотъ аминъ былъ приготовленъ дѣйствіемъ іодистаго втор. октила $CH_3(CH_2)_5CHI.CH_3$ на дипропиламинъ. Для этаго смѣсь амина (2 частицы) съ іодюромъ (1 ч.) нагрѣвалась [1]) на водяной банѣ въ продолженіи 2 сутокъ. Затѣмъ продуктъ реакціи былъ подвергнутъ отгонкѣ въ струѣ водянаго пара [2]). Къ перегону была прибавлена въ избыткѣ разведенная соляная кислота, при чемъ осталось нерастворенным легкое масло. Оно было отдѣлено, промыто и высушено надъ сплавл. $CaCl_2$. Изъ 100 гр. іодюра его получалось около 30 гр. При изслѣдованіи оно оказалось смѣсью углеводорода, очевидно октена (2),—около $^2/_3$ всего количества, и непрореагировавшаго іодюра—около $^1/_3$. Кислая же водная жидкость была сгущена испареніемъ на водяной банѣ. Выдѣленный ѣдкой щелочью и высушенный надъ сил. KHO аминъ былъ подвергнутъ дробнымъ перегонкамъ, при чемъ легко былъ выдѣленъ образовавшійся третичный аминъ. Выходы его были далеко ниже теоретическихъ и ни разу не превышали 45% теор.

Динор.пропилвт.октиламинъ — безцвѣтная жидкость, кипящая при 242°—243°. Опредѣленіе его удѣльнаго вѣса дало:

Вѣсъ пикнометра	пустаго	— 13, 811 гр.
„ „	съ водой при 0° .	— 30,4638 гр.
„ „	съ аминомъ при 0°	— 27,217 гр.

Откуда удѣльный вѣсъ при 0° = 0,805.

HCl-ая соль легко растворима въ водѣ и спиртѣ, на воздухѣ расплывается.

---

[1]) При комнатной температурѣ взаимодѣйствіе идетъ крайне слабо.

[2]) Въ остаткѣ послѣ отгонки амина не было обнаружено даже и слѣдовъ соли четвертичнаго аммонія.

Хлороплатинатъ и *пикратъ* приготовленные изъ него, густыя некристаллизующіяся масла.

Хлораураті состава $(C_8H_{17})(C_3H_7)_2NHCl.AuCl_3$ — нерастворимъ въ водѣ, легко въ спиртѣ и хлороформѣ. Осаждается сразу въ видѣ масла, постепенно твердѣющаго. Плавится при 36°—38°.

Анализъ его далъ:

1) 0,2893 гр. хлораурата оставили при прокаливаніи 0,0999 гр. мет. Au
2) 0,2154 гр. хлораурата дали 0,0764 гр. мет. Au

	Получено 1.	2.	Требуется для $C_{14}H_{32}NAuCl_4$
Au	35,51%	35,46%	35,65%

Смѣсь HCl-ой соли этаго амина съ 30% растворомъ $NaNO^2$ кипятилась въ продолженіи 3 часовъ. Полученный нитрозаминъ превращался въ HCl-ую соль амина. Выдѣленный ѣдкой щелочью и высушенный надъ сплавл. ѣдкимъ кали, аминъ былъ подвергнутъ перегонкѣ. Кромѣ весьма небольшой нижекипящей порціи, въ которой могъ находиться дипропиламинъ, былъ полученъ только одинъ

втор.октилнорм.пропиламинъ $(вт C_8H_{17})(н C_3H_7)NH$

безцвѣтная жидкость, кипящая при 210°—211°. Анализъ его далъ:

0,1442 гр. амина дали при сожженіи въ открытой трубкѣ съ окисью мѣди и мѣдными пробками 0,4065 гр. CO_2 и 0,1888 гр. H_2O

	Получено	Требуется для $C_{11}H_{25}N$
C	76,88%	77,09%
H	14,65%	14,71%

Хлороплатинатъ, хлорауратъ и *пикратъ* представляли собой густыя, некристаллизующіяся масла.

Парабромбензолвт.октилнор.пропиламидъ

$н.C_6H_4BrSO_2N(C_8H_{17})(C_3H_7)$ былъ приготовленъ изъ амина дѣйствіемъ избытка хлорангидрида парабромбензолсульфоновой кислоты [1]) и ѣдкаго кали. Нерастворимъ въ водѣ и ѣдкихъ щелочахъ, легко въ спиртѣ и эфирѣ, труднѣе въ лигроинѣ. Игольчатыя пластинки (изъ лигроина) плавящіяся при 39°—40°. Анализъ его далъ:

1) 0,2655 гр. амида дали по способу Каріуса 0,1268 гр. AgBr
2) 0,3226 гр. „ „ „ „ „ 0,1984 гр. $BaSO_4$

	Получено		Требуется для $C_{17}H_{28}NBrSO_2$
Br	20,33%	—	20,49%
S	—	8,46%	8,21%

---

[1]) Соотвѣтствующее производное изъ $C_6H_5SO_2Cl$ представляло собой масло.

19) Динор.пропил-γ-феноксилпропиламинъ

$(нC_3H_7)_2(C_6H_5OCH_2CH_2CH_2)N$

Этотъ аминъ былъ приготовленъ дѣйствіемъ 1бром3феноксилпропана (т. к. 211°—212° при 200 мм. давленія) на дипропиламинъ. Для этаго смѣсь бромюра (1 частица) съ аминомъ (2 ч.) нагрѣвалась [1]) въ запаянныхъ трубкахъ на водяной банѣ въ продолженіи 2 сутокъ. Затѣмъ содержимое трубокъ обработывалось водой. Верхній маслянистый слой, отдѣлялся отъ водной жидкости [2]) и обработывался избыткомъ разведенной соляной кислоты; при этомъ обыкновенно все растворялось; если же оставалось нерастворенным незначительное количество непрореагировавшаго бромюра, то водная кислая жидкость освобождалась отъ него фильтрованіемъ черезъ мокрый фильтръ. По сгущеніи испареніемъ на водяной банѣ прибавлялась въ избыткѣ ѣдкая щелочь. Выдѣлившійся аминъ сушился надъ сплавл. KHO и подвергался дробнымъ перегонкамъ. Выходы третичнаго амина были очень хороши.

Динор.пропилγфеноксилпропиламинъ $(C_3H_7)_2(C_6H_5OC_3H_6)N$ безцвѣтная жидкость, кипящая подъ атмосфернымъ давленіемъ при 291°—292°, а подъ давленіемъ 40 мм. при 193°—194°.

Опредѣленіе его удѣльнаго вѣса дало:

Вѣсъ пикнометра пустаго	—	7,0125 гр.
„ „ съ водой при 0° .	—	16,9755 „
„ „ съ аминомъ при 0°	—	16,3661 „

Откуда удѣльный вѣсъ при 0° = 0,9388.

Анализъ его далъ:

0,2425 гр. амина дали при сожженіи въ открытой трубкѣ съ окисью мѣди и мѣдными пробками 0,679 гр. CO^2 и 0,2329 гр. H^2O.

	Получено	Требуется для $C_{15}H_{25}NO$
C	76,38%	76,52%
H	10,75%	10,71%

HCl-ая соль его легко растворима въ водѣ и спиртѣ; на воздухѣ не расплывается. Пластинчатые кристаллы, плавящіеся при 94°—95°.

Хлороплатинатъ—густое масло, не кристаллизующееся при стояніи; трудно растворимо въ водѣ, въ спиртѣ легче.

---

[1]) При комнатной температурѣ реагированіе идетъ медленно.

[2]) При изслѣдованіи ея не было обнаружено соли четвертичнаго аммонія.

*Хлораурат*ъ—густое масло; очень трудно растворимъ въ водѣ, не трудно въ спиртѣ.

Смѣсь HCl-ой соли этаго амина съ 30% растворомъ $NaNO^2$ кипятилась въ продолженіи 3 часовъ. Жидкость при этомъ сильно бурѣла. Къ продукту реакціи былъ прибавленъ эфиръ, эфирная вытяжка была промыта водой, взболтана тщательно съ разведенной соляной кислотой, опять промыта, взболтана съ разведенной ѣдкой щелочью и промыта. Затѣмъ эфиръ былъ отогнанъ на водяной банѣ и полученный остатокъ обработкой дым. соляной кислотой превращенъ въ HCl-ую соль амина. Выдѣленный ѣдкой щелочью и высушенный надъ сплавл. ѣдкимъ кали аминъ былъ подвергнутъ дробнымъ перегонкамъ. Были выдѣлены: дипропиламинъ и нор.пропил-γфеноксилпропиламинъ. Послѣдняго амина получилось почти въ 5 разъ больше, чѣмъ перваго.

Дипропиламинъ былъ характеризованъ своей точкой кипѣнія (109°—111°), а также т. пл. (73°—74°) и анализомъ хлораурата:

0,1838 гр. хлораурата оставили при прокаливаніи 0,0819 гр. мет. Au

	Получено	Требуется для $C_6H_{11}NAuCl_4$
Au	44,56%	44,7%

Норм.пропил-γфеноксилпропиламинъ

$(nC_3H_7)(C_6H_5OCH_2CH_2CH_2)NH$ — жидкость, кипящая при 271°—272°. Въ водѣ нерастворимъ. HCl-ая соль нетрудно растворима въ водѣ и спиртѣ. Пластинчатые кристаллы, плавящіеся безъ разложенія при 160°—161°. Анализъ ея далъ:

0,266 гр. соли дали при осажденіи азотносеребряною солью 0,1695 гр. AgCl

	Получено	Требуется для $C_{12}H_{20}NOCl$
Cl	15,76%	15,43%

Хлороплатинатъ — некристаллизующееся густое масло, трудно растворимое въ водѣ, легче въ спиртѣ.

Хлорауратъ состава $(C_3H_7)(C_9H_{11}O)NH.HCl.AuCl_3$—нерастворимъ въ водѣ, легко въ спиртѣ. Листочки, плавящіяся при 94°.

Анализъ его далъ:

0,2322 гр. хлораурата оставили при прокаливаніи 0,0855 гр. мет. Au

	Получено	Требуется для $C_{12}H_{20}NAuCl_4O$
Au	36,82%	36,99%

Сульфобензольное производное $C_6H_5SO_2N(C_3H_7)(C_6H_5OC_3H_6)$, приготовленное дѣйствіемъ на аминъ избытка хлорангидрида сульфобензоловой кислоты и ѣдкаго кали, представляетъ собой безцвѣтное

масло, нерастворимое въ водѣ и ѣдкихъ щелочахъ, легко въ спиртѣ и эфирѣ. Анализъ его далъ:

0,2955 гр. амида дали по способу Каріуса 0,2005 гр. $BaSO_4$

	Получено	Требуется для $C_{18}H_{23}NSO_3$
S	9,33%	9,62%

б) Остатки всѣ одинаковаго частичнаго вѣса.

20) Изопропилдинор.пропиламинъ

$(нC_3H_7)_2(изC_3H_7)N$

Исходнымъ продуктомъ для приготовленія этаго амина служилъ изопропиламинъ, полученный отъ Кальбаума. Т. к. употреблявшагося амина была 32° — 33°. Обработкой избыткомъ хлорангидрида сульфобензоловой кислоты и ѣдкаго кали аминъ былъ превращенъ въ бензолсульфонизопропиламидъ [1]). Полученный амидъ затѣмъ нагрѣвался на водяной банѣ въ продолженіи 8 часовъ въ растворѣ въ водномъ спиртѣ съ іодистымъ нор.пропиломъ и ѣдкимъ кали, взятыми въ небольшомъ избыткѣ. По удаленіи спирта испареніемъ на водяной банѣ остатокъ обработывался нѣсколько разъ 10% растворомъ ѣдкаго кали для удаленія непрореагировавшаго бензолсульфонизопропиламида. Оставшаяся нерастворенной кристаллическая масса по промывкѣ водой перекристаллизовывалась изъ разведеннаго спирта. При этомъ получились бѣлые пластинчатые кристаллы *бензолсульфонизопропилнор.пропиламида* $C_6H_5SO_2N(нC_3H_7)(изC_3H_7)$. Выходы его очень хороши. При медленной кристаллизаціи изъ эфира получаются большіе отлично образованные блестящіе прозрачные призматическіе кристаллы. Плавится при 47°—48°. Въ водѣ и ѣдкихъ щелочахъ нерастворимъ, легко въ спиртѣ и эфирѣ.

Анализъ его далъ:

0.2755 гр. амида дали по способу Каріуса 0,27 гр. $BaSO_4$.

	Получено	Требуется для $C_{12}H_{19}NSO_2$
S	13,48%	13,29%

Этотъ амидъ затѣмъ былъ нагрѣваемъ съ избыткомъ дым. соляной кислоты въ запаянныхъ трубкахъ при 140°—150° въ продол-

---

[1]) Ж. Р. Ф. Х. О. 31 647.

женіи 5 часовъ. Содержимое трубокъ было испарено на водяной банѣ и остатокъ по прибавленіи избытка ѣдкой щелочи былъ подвергнутъ отгонкѣ въ струѣ водянаго пара. Перешедшій въ перегонъ *нор.пропилизопропиламинъ* $(nC_3H_7)(изC_3H_7)NH$ былъ высушенъ надъ сил. KHO и при перегонкѣ почти весь цѣликомъ перегнался при 96°—97°. Трудно растворимъ въ водѣ, при чемъ коэффиціентъ растворимости уменьшается съ повышеніемъ температуры.

HCl-ая соль его легко растворима въ водѣ и спиртѣ, очень трудно въ бензолѣ. Листоватые кристаллы (изъ бензола) плавятся при 214°—215° почти безъ всякаго разложенія.

Анализъ ея далъ:

0,2663 гр. соли дали при осажденіи азотносеребрянною солью 0,2745 гр. AgCl

	Получено	Требуется для $C_6H_{16}NCl$
Cl	25,49%	25,76%

Хлороплатинатъ состава $((nC_3H_7)(изC_3H_7)NH.HCl)_2PtCl_4$ сравнительно легко растворимъ въ водѣ, трудно въ спиртѣ. Хорошо образованные призматическіе кристаллы. Выше 200° начинаетъ спадаться и при 205°—206° плавится съ разложеніемъ.

Анализъ его далъ:

0,4785 гр. хлороплатината оставили при прокаливаніи 0,1515 гр. мет. Pt

	Получено	Требуется для $C_{12}H_{32}N_2PtCl_6$
Pt	31,66%	31,84%

*Хлораурат*ъ состава $(C_3H_7)_2NH.HCl.AuCl_3$ — трудно растворимъ въ водѣ, легко въ спиртѣ. Изъ разведеннаго спирта пластинчатые кристаллы. Плавится при 172°—173°.

Анализъ его далъ:

0,5056 гр. хлорауратa оставили при прокаливаніи 0,2252 гр. мет. Au

	Получено	Требуется для $C_6H_{16}NAuCl_4$
Au	44,55%	44,7%

Пикратъ довольно трудно растворимъ въ водѣ, легко въ спиртѣ; пластинчатые кристаллы, плавящіеся при 86°.

Парабромбензолсульфонизопропилнор.пропиламидъ

$п.C_6H_4BrSO_2N(nC_3H_7)(изC_3H_7)$, приготовленный дѣйствіемъ на аминъ избытка хлорангидрида парабромбензолсульфоновой кислоты и ѣдкаго кали, представляетъ собой бѣлые пластинчатые кристаллы, нерастворимые въ водѣ и ѣдкихъ щелочахъ, но трудно въ спиртѣ и эфирѣ и довольно трудно въ лигроинѣ. Плавится при 58°.

Анализъ его далъ:

0,2273 гр. амида дали по способу Каріуса 0,1319 гр. AgBr

	Получено	Требуется для $C_{12}H_{18}NBrSO_2$
Br	24,69%	24,97%

Если нагрѣвать на водяной банѣ смѣсь раствора HCl-ой соли этаго амина съ растворомъ $NaNO^2$, то на поверхности скоро выдѣляется слой нитрозамина. По отгонкѣ водянымъ паромъ перешедшій въ перегонъ нитрозаминъ былъ промытъ разведенной соляной кислотой и затѣмъ высушенъ надъ сплавл. $CaCl_2$. *Нор.пропилизопропилнитрозаминъ* $(нC_3H_7)(изC_3H_7)N.NO$—свѣтложелтая жидкость, не застывающая при охлажденіи до — 20°. Перегоняется при 195°—196°.

Для приготовленія динор.пропилизопропиламина я дѣйствовалъ на этотъ вторичный аминъ іодистымъ нор.пропиломъ. Для этаго смѣсь амина (2 частицы) съ іодюромъ (1 ч.) нагрѣвалась въ запаянныхъ трубкахъ на водяной банѣ въ продолженіи сутокъ. Затѣмъ продуктъ реакціи по прибавленіи воды былъ подвергнутъ отгонкѣ водянымъ паромъ [1]). Къ перегону прибавлялась разведенная соляная кислота. Обыкновенно все растворялось; если же оставалось нерастворенным незначительное количество іодюра, то кислая водная жидкость отфильтровывалась отъ него черезъ мокрый фильтръ. По сгущеніи испареніемъ на водяной банѣ, прибавлялся избытокъ ѣдкой щелочи и выдѣлившійся аминъ сушился надъ сплавл. KHO и затѣмъ подвергался дробнымъ перегонкамъ. Выходы третичнаго амина были очень хороши.

Динор.пропилизопропиламинъ $(нC_3H_7)_2(изC_3H_7)N$—жидкость, кипящая при 151°—152°. Опредѣленіе ея удѣльнаго вѣса дало:

Вѣсъ пикнометра пустаго	—	13,811 гр.
„ „ съ водой при 0° .	—	30,4638 „
„ „ съ аминомъ при 0°	—	26,7494 „

Откуда удѣльный вѣсъ при 0° = 0,7768.

HCl-ая соль легко растворима въ водѣ и спиртѣ, на воздухѣ расплывается.

Хлороплатинатъ состава $((нC_3H_7)_2(изC_3H_7)NHCl)_2PtCl_4$ не трудно растворимъ въ водѣ, въ особенности горячей. При медленной кристаллизаціи выдѣляется въ хорошо образованныхъ небольшихъ

---

[1]) При изслѣдованіи остатка послѣ отгонки было обнаружено очень небольшое количество іодистаго изопропилтринор.пропиламмонія

$(изC_3H_7)(нC_3H_7)_3NI$.

кристалликахъ, похожихъ на ромбическіе додекаедры. Въ спиртѣ горячемъ растворимъ не трудно; изъ спиртоваго раствора выдѣляется въ игольчатыхъ кристаллахъ. Плавится съ разложеніемъ при 205°—206°. Анализъ его далъ:

0,3913 гр. хлороплатината оставили при прокаливаніи 0,1103 гр. мет. Pt

	Получено	Требуется для $C_{18}H_{41}N_2PtCl_6$
Pt	28,18%	28,07%

*Хлораурат*ъ состава $(нC_3H_7)_2(изC_3H_7)NHCl.AuCl_3$ — трудно растворимъ въ водѣ, легко въ спиртѣ. Изъ разведеннаго спирта листообразные кристаллы. Плавится при 99°—100°.

Анализъ его далъ:

0,3268 гр. хлораурата оставили при прокаливаніи 0,1328 гр. мет. Au

	Получено	Требуется для $C_9H_{22}NAuCl_4$
Au	40,63%	40,82%

*Пикрат*ъ трудно растворимъ въ водѣ, легче въ спиртѣ. Игольчатые кристаллы, плавящіеся при 77°.

Смѣсь HCl-ой соли этаго амина съ 30% растворомъ $NaNO^2$ кипятилась въ продолженіи 4 часовъ. Полученный нитрозаминъ прямо превращался въ HCl-ую соль амина. Выдѣленный ѣдкой щелочью и высушенный надъ сплавл. KHO, аминъ при перегонкѣ весь перешелъ при 95°—99°. Подробное изслѣдованіе амина показало, что онъ состоитъ почти исключительно изъ нор.пропилизопропиламина съ т. к. 96°—97°. Вышекипящей порціи т. к. 97°—103° было получено очень мало и выдѣлить изъ нея дипропиламина не удалось. Очевидно дипропиламинъ, если и былъ, то въ ничтожныхъ количествахъ. Изъ порціи съ т. к. 96°—97° были приготовлены: хлорауратъ, плавившійся при 172°—173°, пикратъ, плавившійся при 86° и сульфобензольное производное, плавившееся при 47°—48°. Точно такіе же точки плавленія мною найдены, какъ это показано выше, для производныхъ нор.пропилизопропиламина.

---

21) Діизопропилнор.пропиламинъ

$(изC_3H_7)_2(нC_3H_7)N$

Исходнымъ продуктомъ для приготовленія этаго амина былъ діизопропиламинъ, полученный по способу Цандо [1]) нагрѣваніемъ

[1]) Rec. 8,205.

іодистаго изопропила съ спиртовымъ растворомъ амміака. Т. к. употреблявшагося амина была 84°—85°.

Для полученія третичнаго амина смѣсь дізопропиламина (2 частицы) съ іодистымъ нор.пропиломъ (1 ч.) нагрѣвалась въ запаянныхъ трубкахъ на водяной банѣ въ продолженіи 2—3 сутокъ. Затѣмъ продуктъ реакціи обработывался водой и подвергался отгонкѣ въ струѣ водянаго пара [1]). Къ перегону прибавлялось въ избыткѣ разведенной соляной кислоты; полученный растворъ солей аминовъ отфильтровывался черезъ мокрый фильтръ отъ небольшаго количества оставшагося нерастворенным непрореагировавшаго іодюра и затѣмъ сгущался испареніемъ на водяной банѣ. Выдѣленный ѣдкой щелочью и высушенный надъ спл. КНО, аминъ подвергался дробнымъ перегонкамъ. Выходы третичнаго амина довольно хорошіе.

Дізопропилнор.пропиламинъ $(нC_3H_7)(изC_3H_7)_2N$—жидкость, кипящая при 149°—150°. HCl-ая соль его легко растворима въ водѣ и спиртѣ, на воздухѣ расплывается.

Хлороплатинатъ состава $((изC_3H_7)_2(нC_3H_7)NHCl)_2PtCl_4$ не трудно растворимъ въ водѣ, трудно въ спиртѣ. Выдѣляется при медленной кристаллизаціи изъ воды въ хорошо образованныхъ табличкахъ. Плавится при 194°—195° съ разложеніемъ.

Анализъ его далъ:

0,2323 гр. хлороплатината оставили при прокаливаніи 0,0647 гр. мет. Pt

	Получено	Требуется для $C_{18}H_{14}N_2PtCl_6$
Pt	27,85%	27,99%

*Хлораурат*ъ состава $(изC_3H_7)_2(нC_3H_7)NHCl.AuCl_3$ — трудно растворимъ въ водѣ, легко въ спиртѣ. Листообразные кристаллы изъ разведеннаго спирта. Плавится при 124°.

Анализъ его далъ:

0,2744 гр. хлораурата оставили при прокаливаніи 0,1115 гр. мет. Au

	Получено	Требуется для $C_9H_{22}NAuCl_4$
Au	40,63%	40,82%

*Пикрат*ъ—трудно растворимъ въ водѣ, легко въ спиртѣ. Игольчатые кристаллы, плавящіеся при 120°.

Смѣсь HCl-ой соли этаго амина съ 30% растворомъ $NaNO^2$ кипятилась въ продолженіи 3 часовъ. Полученный нитрозаминъ представлялъ собой при комнатной температурѣ свѣтложелтую жидкость,

---

[2]) При изслѣдованіи остатка было обнаружено очень незначительное количество іодистаго динор.пропилдізопропиламмонія $(нC_3H_7)_2(изC_3H_7)_2NI$.

которая при охлажденіи до 0° вся застывала въ бѣлые пластинчатые кристаллы, пропитанные масломъ. Эти кристаллы были быстро отфильтрованы отъ масла подъ насосомъ и перекристаллизованы изъ воднаго спирта. Плавились они при 46°, температурѣ даваемой Цанде [1]) для діизопропилнитрозамина $(изC_3H_7)_2N.NO$. Обработкой дым. соляной кислотой они были переведены въ HCl-ую соль діизопропиламина. Изъ послѣдней были приготовлены: хлораураті и сульфобензольное производное.

Хлорауратъ состава $(изC_3H_7)_2NH.HCl.AuCl_3$—трудно растворимъ въ водѣ, легко въ спиртѣ. Плавится при 170°—171°.

При анализѣ далъ:

0,2555 гр. хлораурата оставили при прокаливаніи 0,114 гр. мет. Au

	Получено	Требуется для $C_6H_{16}NAuCl_4$
Au	44,62%	44,7%

Бензолсульфондіизопропиламидъ $C_6H_5SO_2N(изC_3H_7)_2$ былъ приготовленъ дѣйствіемъ избытка хлорангидрида сульфобензоловой кислоты и ѣдкаго кали. Нерастворимъ въ водѣ и ѣдкихъ щелочахъ, легко въ спиртѣ и эфирѣ, трудно въ лигроинѣ. Длинные толстые пластинчатые кристаллы (изъ эфира), плавящіеся при 95°.

Анализъ его далъ:

0,2544 гр. амида дали по способу Каріуса 0,2536 гр. $BaSO_4$

Получено	Требуется для $C_{12}H_{19}NSO_2$
13,71%	13,4%

Жидкій нитрозаминъ, отдѣленный отъ кристалловъ, былъ тоже превращенъ въ HCl-ую соль амина. Выдѣленный ѣдкой щелочью и высушенный надъ сплавл. KHO аминъ подвергался дробнымъ перегонкамъ. При этомъ оказалось, что онъ состоитъ изъ смѣси діизопропиламина и нор.пропилизопропиламина. Порціи, кипѣвшія ниже 95°, были обратно переведены въ нитрозаминъ. При охлажденіи до 0° полученнаго нитрозамина опять выдѣлялись кристаллы діизопропилнитрозамина. Изопропилнор.пропиламинъ (т. к. 95°—97°) былъ характеризованъ приготовленными изъ него: хлорауратомъ и сульфобензольнымъ производнымъ. Первый плавился при 172°—173° и при анализѣ далъ:

0,2115 гр. хлораурата оставили при прокаливаніи 0,0943 гр. мет. Au

	Получено	Требуется для $C_6H_{16}NAuCl_4$
Au	44,58%	44,7%

---

[1]) Rec. 8_{210}.

Сульфобензольное производное представляло собой бѣлые пластинчатые кристаллы, плавившіеся при 47°—48°.

Что же касается до количественнаго отношенія между получающимися нитрозаминами, то діизопропилнитрозамина (твердаго н.) было получено приблизительно въ 2—2½ раза больше, чѣмъ изопропилпор.пропилнитрозамина (жидкаго н.).

Итакъ слѣдовательно какъ въ динор.пропилизопропиламинѣ, такъ и въ діизопропилнор.пропиламинѣ главнымъ образомъ замѣщается болѣе способный къ реакціямъ остатокъ нор.пропилъ, причемъ въ 1-омъ аминѣ, вслѣдствіи нахожденія 2 остатковъ нор.пропила на одинъ изопропильный вытѣсняется почти исключительно нор.пропилъ а во 2-омъ аминѣ, въ которомъ наоборотъ на 2 изопропильныхъ остатка лишь одинъ нор.пропилъ, замѣщается отчасти и изопропильный остатокъ.

---

22) Динор.бутилизобутиламинъ

$(нC_4H_9)_2(изC_4H_9)N$

Исходнымъ продуктомъ для приготовленія этаго амина служилъ изобутиламинъ, полученный отъ Кальбаума. Точка кипѣнія употреблявшагося амина была 68°—69°. Дѣйствіемъ хлорангидрида сульфобензоловой кислоты и ѣдкаго кали аминъ превращался въ сульфобензольное производное [1]) $C_6H_5SONHизC_4H_9$. При нагрѣваніи на водяной банѣ въ продолженіи 10 часовъ водноспиртоваго раствора этаго производнаго съ небольшимъ избыткомъ іодистаго нор.бутила и ѣдкаго кали былъ полученъ при хорошихъ выходахъ бензолсульфонизобутилнор.бутиламидъ. Послѣдній разлагался нагрѣваніемъ съ дым. соляной кислотой въ запаянныхъ трубкахъ при 140°—150°. Изъ продукта реакціи по испареніи на водяной банѣ и прибавленіи избытка ѣдкой щелочи былъ отогнанъ водянымъ паромъ образовавшійся нор.бутилизобутиламинъ. По осушеніи сплавл. ѣдкимъ кали онъ былъ подвергнутъ перегонкѣ.

Нор.бутилизобутиламинъ $(нC_4H_9)(изC_4H_9)NH$ — жидкость кипящая при 147°—148°. Опредѣленіе его удѣльнаго вѣса дало:

Вѣсъ пикнометра пустаго	—	6,5815 гр.
„ „ съ водой при 0° .	—	13,0843 „
„ „ съ аминомъ при 0°	—	11,5846 „

Откуда удѣльный вѣсъ при 0° = 0,769.

---

[1]) Ж. Р. Ф. Х. О. 29,107.

HCl-ая соль его легко растворима въ водѣ и спиртѣ, очень трудно въ бензолѣ. Изъ послѣдняго кристаллизуется въ листочкахъ. Плавится при 290°—291° со слабымъ разложеніемъ.

Хлороплатинатъ состава $((нC_4H_9)(изC_4H_9)NH.HCl)_2PtCl_4$ трудновато растворимъ въ водѣ, легче въ спиртѣ. Игольчатые кристаллы. Плавится съ разложеніемъ при 185°—186°.

Анализъ его далъ:

0,1942 гр. хлороплатината оставили при прокаливаніи 0,0569 гр. мет. Pt.

	Получено	Требуется для $C_{16}H_{10}N_2PtCl_6$
Pt	29,29%	29,17%

*Хлораурат*ъ состава $(нC_4H_9)(изC_4H_9)NH.HCl.AuCl_3$—трудно растворимъ въ водѣ, легче въ спиртѣ. Игольчатыя пластинки изъ разведеннаго спирта. Плавится при 187°—188°.

Анализъ его далъ:

0,314 гр. хлораурата оставили при прокаливаніи 0,1318 гр. мет. Au.

	Получено	Требуется для $C_8H_{20}NAuCl_4$
Au	41,97%	42,04%

Пикратъ трудновато растворимъ въ водѣ, легче въ спиртѣ. Игольчатые кристаллы, плавящіеся при 49°—50°.

Бензолсульфонизобутилнорбутиламидъ $C_6H_5SO_2N(нC_4H_9)(изC_4H_9)$ безцвѣтное масло, не застывающее при долгомъ стояніи.

Парабромбензолсульфонизобутилнор.бутиламидъ $п.C_6H_4BrSO_2N(нC_4H_9)(изC_4H_9)$ приготовленный изъ амина дѣйствіемъ избытка хлорангидрида парабромбензолсульфоновой кислоты и ѣдкаго кали, нерастворимъ въ водѣ и ѣдкихъ щелочахъ, легко въ спиртѣ и эфирѣ, трудно въ лигроинѣ. Изъ послѣдняго кристаллизуется въ игольчатыхъ пластинкахъ. Плавится при 57°.

Анализъ его далъ:

0,2766 гр. амида дали по способу Каріуса 0,151 гр. AgBr

	Получено	Требуется для $C_{14}H_{22}NSO_2Br$
Br	23,23%	22,96%

Для полученія третичнаго амина смѣсь этаго амина (2 частицы) съ іодистымъ нор.бутиломъ (1 част.) подвергалась нагрѣванію при 120°—130° въ запаянныхъ трубкахъ въ продолженіи 8 часовъ. При вскрытіи трубокъ давленія никакого не замѣчалось. Затѣмъ продуктъ реакціи по обработкѣ водой подвергался отгонкѣ водянымъ па-

ромъ [1]). Къ перегону прибавлялась въ избыткѣ разведенная соляная кислота. Кислая водная жидкость, отфильтрованная черезъ мокрый фильтръ отъ незначительнаго количества непрореагировавшаго іодюра, сгущалась испареніемъ на водяной банѣ. Выдѣленный ѣдкой щелочью и высушенный надъ сплавл. ѣдкимъ кали аминъ былъ подвергнутъ дробнымъ перегонкамъ. Выходы третичнаго амина были очень хороши.

Динор.бутилизобутиламинъ $(нC_4H_9)_2(изC_4H_9)N$ — жидкость, кипящая при 204°—205°. Опредѣленіе его удѣльнаго вѣса дало:

Вѣсъ пикнометра пустаго	—	7,2824 гр.
„ „ съ водой при 0° .	—	13,7732 „
„ „ съ аминомъ при 0°	—	12,3877 „

Откуда удѣльный вѣсъ при 0° = 0,7865.

HCl-ая соль легко растворима въ водѣ и спиртѣ, на воздухѣ расплывается.

Хлороплатинатъ состава $((изC_4H_9)(нC_4H_9)_2NHCl)_2PtCl_4$ —трудно растворимъ въ холодной водѣ, легче въ горячей. Пластинчатые кристаллы, плавящіеся съ разложеніемъ при 177°—178°.

Анализъ его далъ:

0,2628 гр. хлороплатината оставили при прокаливаніи 0,0656 гр. мет. Pt

	Получено	Требуется для $C_{24}H_{56}N_2PtCl_6$
Pt	24,77%	24,97%

*Хлораурат*ъ состава $(изC_4H_9)(нC_4H_9)_2NHCl.AuCl_3$—нерастворимъ въ водѣ, не трудно въ спиртѣ. Изъ разведеннаго спирта выдѣляются листообразные кристаллы. Плавится при 179°—180°.

Анализъ его далъ:

0,2766 гр. хлораурата оставили при прокаливаніи 0,1036 гр. мет. Au

	Получено	Требуется для $C_{12}H_{28}NAuCl_4$
Au	37,45%	37,55%

*Пикрат*ъ трудно растворимъ въ водѣ, легче въ спиртѣ. Плавится при 86°.

Смѣсь HCl-ой соли этаго амина съ 30% растворомъ $NaNO^2$ кипятилась въ продолженіи 3 часовъ. Выходъ сыраго нитрозамина около 18 гр. изъ 65 гр. амина. Нитрозаминъ [2]) былъ переведенъ

---

[1]) Изъ остатка послѣ отгонки амина мнѣ удалось обнаружить лишь слѣды Hl-ой соли четвертичнаго аммонія.

[2]) Въ сыромъ нитрозаминѣ легко было открыть присутствіе альдегида.

въ HCl-ую соль амина. Выдѣленный ѣдкою щелочью и высушенный надъ сплавл. KHO аминъ былъ подвергнутъ дробнымъ перегонкамъ. Аминъ оказался смѣсью: нор.бутилизобутиламина (около $^4/_5$ всего кол.) и динорбутиламина (около $^1/_5$).

Изъ нор.бутилизобутиламина съ т. к. 147°—149° были приготовлены: хлораураторъ и парабромсульфобензольное производное. *Хлорауратъ* — пластинчатые кристаллы, плавившіеся при 187°—188° и давшіе при анализѣ:

0,2215 гр. хлораурата оставили при прокаливаніи 0,0934 гр. мет. Au

	Получено	Требуется для $C_8H_{20}NAuCl_4$
Au	42,16%	42,04%

Парабромсульфобензольное производное — пластинчатые кристаллы, плавившіеся при 56°—57°.

Изъ *динор.бутиламина* съ т. к. 178°—179° были приготовлены:

Хлороплатинатъ состава $((C_4H_9)_2NH.HCl)_2PtCl_4$ — трудновато растворимъ въ холодной водѣ, значительно легче въ горячей. Длинныя игольчатыя пластинки. Плавится съ разложеніемъ при 193°—194°. Анализъ его далъ:

0,1008 гр. хлороплатината оставили при прокаливаніи 0,0295 гр. мет. Pt

	Получено	Требуется для $C_{16}H_{40}N_2PtCl_6$
Pt	29,26%	29.17%

Хлорауратъ состава $(C_4H_9)_2NH.HCl.AuCl_3$ — трудно растворимъ въ водѣ, легко въ спиртѣ. Длинные игольчатые кристаллы. Плавится при 179°—180°. Бергъ [1]) даетъ температуру плавленія при 170°. Анализъ его далъ:

0,1464 гр. хлораурата оставили при прокаливаніи 0,0618 гр. мет. Au

	Получено	Требуется для $C_8H_{20}NAuCl_4$
Au	42,21%	42,04%

Парабромбензолсульфондинор.бутиламидъ $nC_6H_4BrSO_2N(nC_4H_9)_2$ приготовленный изъ амина дѣйствіемъ избытка хлорангидрида парабромбензолсульфоновой кислоты и ѣдкаго кали, представляетъ собой игольчатыя пластинки изъ разведеннаго спирта. Плавится при 58°.

---

[1]) An. Ch. Phys. (7) 3,291.

23) Діизобутилнор.бутиламинъ

$$(нC_4H_9)(изC_4H_9)_2N$$

Для приготовленія этого амина смѣсь діизобутиламина (2 частицы) съ іодистымъ норм. бутиломъ (1 ч.) нагрѣвалась въ запаянныхъ трубкахъ при 120°—130° въ продолженіи 12 часовъ. При распаиваніи трубокъ давленія никакого не замѣчалось. Продуктъ реакціи былъ обработанъ водой и подвергнутъ отгонкѣ водянымъ паромъ. Къ перегону было прибавлено въ избыткѣ разведенной соляной кислоты. По отфильтрованіи черезъ мокрый фильтръ отъ небольшаго количества не вошедшаго въ реакцію іодюра кислая водная жидкость была сгущена испареніемъ на водяной банѣ. Выдѣленный ѣдкой щелочью и высушенный надъ спл. КНО аминъ былъ подвергнутъ дробнымъ перегонкамъ. Выходы третичнаго амина довольно хорошіе.

Нор.бутилдіизобутиламинъ $(нC_4H_9)(изC_4H_9)_2N$—жидкость кипящая при 195°—196°. Опредѣленіе его удѣльнаго вѣса дало:

Вѣсъ пикнометра пустаго	—	14,3231 гр.
„ „ съ водой при 0°	—	33,2114 гр.
„ „ съ аминомъ при 0°	—	29,097 гр.

Откуда удѣльный вѣсъ при 0° = 0,7821

HCl-ая соль его легко растворима въ водѣ и спиртѣ. на воздухѣ расплывается.

Хлороплатинатъ состава $((нC_4H_9)(изC_4H_9)_2NHCl)_2PtCl_4$ — трудно растворимъ въ водѣ, легче въ спиртѣ. Пластинчатые кристаллы. Плавится около 190° съ разложеніемъ.

Анализъ его далъ:

0,3555 гр. хлороплатината оставили при прокаливаніи 0,0885 гр. мет. Pt.

	Получено	Требуется для $C_{24}H_{56}N_2PtCl_6$
Pt	24,89%	24,97%

*Хлораурат*ъ состава $(нC_4H_9)(изC_4H_9)_2NHCl.AuCl_3$ — нерастворимъ въ водѣ, легко въ спиртѣ. Плавится при 188°—189°.

Анализъ его далъ:

0,2769 гр. хлораурата оставили при прокаливаніи 0,1043 гр. мет. Au

	Получено	Требуется для $C_{12}H_{28}NAuCl_4$
Au	37,67%	37,55%

Пикратъ трудно растворимъ въ холодной водѣ, легче въ горячей, еще легче въ спиртѣ. Плавится при 78°.

Смѣсь HCl-ой соли этого амина съ 30% растворомъ $NaNO^2$ кипятилась въ продолженіи 3 часовъ. Нитрозамина получалось уже нѣсколько больше, чѣмъ изъ динор.бутилизобутиламина. Такъ изъ 75 гр. амина было получено около 28 гр. сырого нитрозамина. Послѣдній [1]) переводился въ HCl-ую соль амина. Выдѣленный ѣдкой щелочью и высушенный спл. KHO аминъ подвергался дробнымъ перегонкамъ. Аминъ оказался смѣсью діизобутиламина (около $^1/_4$ всего кол.) и нор.бутилизобутиламина (около $^3/_4$).

Изъ діизобутиламина съ т. к. 139°—141° были приготовлены хлораураті и сульфобензольное производное. Первый — плавился при 196°—197° и при анализѣ далъ:

0.2224 гр. хлораурата оставили при прокаливаніи 0,0934 гр. мет. Au

	Получено	Требуется для $C_8H_{20}NAuCl_4$
Au	41,99%	42,04%

Сульфобензольное производное, полученное дѣйствіемъ на аминъ избытка хлорангидрида сульфобензоловой кислоты и ѣдкаго кали представляло собой пластинчатые кристаллы, плавящіеся при 56°. Такая т. пл. была найдена мною раньше [2]) для бензолсульфодиизобутиламида.

Изъ н.бутилизобутиламина съ т. к. 146°—148° были приготовлены хлораурать и парабромсульфобензольное производное. Первый плавился при 186°—187°, а второй при 56°—57°.

24) Втор.бутилдинор.бутиламинъ

$$(\text{втор.}C_4H_9)(\text{нор.}C_4H_9)_2N$$

Исходнымъ продуктомъ для приготовленія этого амина служилъ втор.бутиламинъ $C_2H_5CH(NH_2)CH_3$, полученный отъ Кальбаума; т. к. употреблявшагося амина была 63°—64°. Изъ этого амина дѣйствіемъ хлорангидрида сульфобензоловой кислоты и ѣдкаго кали

---

[1]) Въ сыромъ нитрозаминѣ легко было открыть присутствіе альдегида.

[2]) Ж. Р. Ф. Х. О. 30,151

приготовлялся бензолсульфонвт.бутиламидъ [1]); нагрѣваніемъ же этого амида на водяной банѣ въ продолженіи 10 часовъ въ водноспиртовомъ растворѣ съ небольшимъ избыткомъ іодистаго нор.бутила и ѣдкаго кали былъ полученъ бензолсульфонвтор.бутилнор.бутиламидъ. Послѣдній же былъ подвергнутъ нагрѣванію съ избыткомъ дым. соляной кислоты въ запаянныхъ трубкахъ при 140°—150° въ продолженіи 4 часовъ. Продуктъ реакціи былъ испаренъ на водяной банѣ и по прибавленіи избытка ѣдкой щелочи былъ подвергнутъ отгонкѣ водянымъ паромъ. Перегнавшійся аминъ былъ высушенъ надъ сплавл. КНО и перегнанъ.

Нор.бутилвтор.бутиламинъ $(нC_4H_9)(вт.C_4H_9)NH$ — жидкость кипящая при 146°—147°. HCl-ая соль его легко растворима въ водѣ и спиртѣ, трудно въ бензолѣ. Изъ послѣдняго кристализуется въ листочкахъ. Плавится при 201°.

Хлороплатинатъ состава $((нC_4H_9)(вт.C_4H_9)NH.HCl)_2PtCl_4$ трудновато растворимъ въ холодной водѣ, легче значительно въ горячей. Кристализуется въ тоненькихъ игольчатыхъ пластинкахъ. Плавится при 176°—177° почти безъ разложенія.

---

[1]) Приготовляя большія количества этого амида дѣйствіемъ хлорангидрида сульфобензоловой кислоты и ѣдкаго кали на втор.бутиламинъ мнѣ теперь удалось получить въ незначительномъ количествѣ и продуктъ нерастворимый въ ѣдкихъ щелочахъ *дибензолсульфонвт.бутиламидъ* $(C_6H_5SO_2)_2Nвт.C_4H_9$, который я раньше (Ж. Р. Ф. Х. О. 31_{646}) не могъ обнаружить при этой реакціи. Этотъ амидъ нерастворимъ въ водѣ и ѣдкихъ щелочахъ, не трудно въ спиртѣ и эфирѣ. Кристализуется въ пластинчатыхъ кристаллахъ. Плавится при 90°.

Анализъ его далъ:

0,1554 гр. амида дали по способу Каріуса 0,2021 гр. $BaSO_4$

	Получено	Требуется для $C_{16}H_{19}NS_2O_4$
S	17,89%	18,15%

Интересно сопоставленіе той легкости, съ которой образуются дибензолсульфонамиды для четырехъ возможныхъ бутиламиновъ при дѣйствіи на послѣдніе хлорангидрида сульфобензоловой кислоты и ѣдкаго кали. Изъ нор. бутиламина получается дибензолсульфонамида больше, чѣмъ изъ другихъ аминовъ и даже очень трудно совершенно избѣжать его образованія, изъ изобутиламина же онъ получается въ меньшемъ количествѣ и сравнительно не трудно избѣжать образованія его, изъ втор.бутиламина онъ образуется только въ ничтожномъ количествѣ и наконецъ изъ трет. бутиламина мнѣ и совсѣмъ не удалось получить его.

Анализъ его далъ:

0,2114 гр. хлороплатината оставили при прокаливаніи 0,0613 гр. мет. Pt

	Получено	Требуется для $C_{16}H_{40}N_2PtCl_6$
Pt	28,99%	29,17%

Хлораураті состава $(nC_4H_9)(вт.C_4H_9)NH.HCl.AuCl_3$—трудно растворимъ въ водѣ, легко въ спиртѣ. Игольчатыя пластинки. Плавится при 191°.

Анализъ его далъ:

0,185 гр. хлораурата оставили при прокаливаніи 0,0775 гр. мет. Au

	Получено	Требуется для $C_8H_{20}NAuCl_4$
Au	41.89%	42,04%

Пикратъ — масло.

Бензолсульфонвт.бутилнор.бутиламидъ $C_6H_5SO_2N(втC_4H_9)(nC_4H_9)$ — нерастворимъ въ водѣ и ѣдкихъ щелочахъ, легко въ спиртѣ и эфирѣ. Безцвѣтное масло, которое лишь послѣ долгаго стоянія въ эксикаторѣ закристаллизовалось. Пластинчатые кристаллы, плавящіеся при 25°—26°.

Анализъ его далъ:

0,2358 гр. амида дали по способу Каріуса 0,2 гр. $BaSO_4$

	Получено	Требуется для $C_{14}H_{23}NSO_2$
S	11,67%	11,9%

Парабромбензолсульфонвт.бутилнор.бутиламидъ $nC_6H_4BrSO_2N(nC_4H_9)(вт.C_4H_9)$—бѣлые кристаллы, нерастворимые въ водѣ и ѣдкихъ щелочахъ, не трудно въ спиртѣ и эфирѣ, трудно въ лигроинѣ. Плавится при 71°.

Анализъ его далъ:

0,2883 гр. амида дали по способу Каріуса 0,1575 гр. AgBr

	Получено	Требуется для $C_{14}H_{22}NBrSO_2$
Br	23,25%	22,96%

Для приготовленія третичнаго амина смѣсь этого амина (2 частицы) съ іодистымъ норм. бутиломъ (1 ч.) нагрѣвалась въ запаянныхъ трубкахъ на водяной банѣ въ продолженіи $1^1/_2$ недѣль. Реагированіе идетъ довольно медленно. При распаиваніи трубокъ не замѣчалось никакого давленія. Продуктъ реакціи обрабатывался водой и подвергался отгонкѣ водянымъ паромъ [1]). Къ перегону

[1]) Въ остаткѣ послѣ отгонки амина мнѣ не удалось открыть и слѣдовъ HJ-ой соли четвертичнаго аммонія.

прибавлялось въ избыткѣ разведенной соляной кислоты; при этомъ оставалось нерастворенным небольшое количество іодюра. Отфильтрованный отъ послѣдняго кислый водный растворъ сгущался испареніемъ на водяной банѣ. Выдѣленный ѣдкой щелочью и высушенный надъ спл. КНО аминъ подвергался дробнымъ перегонкамъ. Выходы третичнаго амина очень хорошіе.

Втор.бутилдинор.бутиламинъ $(вт C_4H_9)(н.C_4H_9)_2N$ — жидкость, кипящая при 205°—206°. Опредѣленіе его удѣльнаго вѣса дало:

Вѣсъ пикнометра пустого	—	7,11 гр.
„ „ съ водой при 0°	—	11,151 гр.
„ „ съ аминомъ при 0°	—	10,3284

Откуда удѣльный вѣсъ при 0° = 0,7964.

HCl-ая соль легко растворима въ водѣ и спиртѣ, на воздухѣ расплывается.

Хлороплатинатъ состава $((вт.C_4H_9)(нC_4H_9)_2NHCl)_2PtCl_4$—трудно растворимъ въ водѣ, легче въ спиртѣ. Игольчатыя пластинки. Плавится съ разложеніемъ при 204°—205°.

Анализъ его далъ:

0,1884 гр. хлороплатината оставили при прокаливаніи 0,0473 гр. мет. Pt.

	Получено	Требуется для $C_{24}H_{56}N_2PtCl_6$
Pt	25,1%	24,97%

Хлораураті состава $(вт.C_4H_9)(нC_4H_9)_2NHClAuCl_3$—нерастворимъ въ водѣ, не трудно въ спиртѣ. Игольчатыя пластинки. Плавится при 164°—165°.

Анализъ его далъ:

0,2572 гр. хлорауратa оставили при прокаливаніи 0,0962 гр. мет. Au

	Получено	Требуется для $C_{12}H_{28}NAuCl_4$
Au	37,44%	37.55%

Пикратъ трудно растворимъ въ водѣ, легче въ спиртѣ; игольчатые кристаллы, плавящіеся при 87°.

Смѣсь HCl-ой соли этого амина съ 30% растворомъ $NaNO^2$ кипятилась въ продолженіи 3 часовъ. Нитрозаминъ полученный переводился въ HCl-ую соль амина. При изслѣдованіи амина оказалось, что онъ состоитъ изъ смѣси вт.бутилнор.бутиламина (прибл. около $^7/_8$ всего кол.) и динор.бутиламина (около $^1/_8$).

Изъ 1-аго амина (т. к. 146°—148°) были приготовлены — хлорауратъ, плавившійся при 190° и давшій при анализѣ:

0,1663 гр. хлораурата оставили при прокаливаніи 0,0697 гр. мет. Au

	Получено	Требуется для $C_8H_{20}NAuCl_4$
Au	41,91%	42,04%

А также парабромсульфобензольное производное, плавившееся при 70°—71°.

Изъ второго амина (съ т. к. 158°—160°) были тоже приготовлены: хлорауратъ съ т. пл. 178°—179° и парабромсульфобензольное производное съ т. пл. 57°—58°.

---

25) Трет.бутилдинор.бутиламинъ

$$(трC_4H_9)(нC_4H_9)_2N$$

Для приготовленія этого амина исходнымъ продуктомъ служилъ тр.бутиламинъ, полученный отъ Кальбаума. Такъ какъ нельзя было [1]) прибѣгнуть къ способу О. Гинзберга [2]) переходомъ черезъ сульфобензольныя производныя, то вторичный аминъ тр.бутилнор.бутиламинъ готовился дѣйствіемъ іодистаго норм.бутила на тр.бутиламинъ. При смѣшеніи іодюра (1 частица) съ аминомъ (2 ч.) сразу не наблюдается никакого взаимодѣйствія, но спустя нѣкоторое время (приблизительно черезъ $^1/_4$ часа) начинается медленное выдѣленіе тоненькихъ игольчатыхъ кристалликовъ безъ замѣтнаго выдѣленія тепла. Смѣсь эта нагрѣвалась въ запаянныхъ трубкахъ на водяной банѣ въ продолженіи 12 часовъ. При вскрытіи трубокъ никакого давленія не замѣчалось. По обработкѣ водой продуктъ реакціи подвергался отгонкѣ водянымъ паромъ. По прибавленіи къ перегону избытка разведенной соляной кислоты все растворилось, слѣдовательно весь іодюръ прореагировалъ. Полученная кислая водная жидкость сгущалась испареніемъ на водяной банѣ; избыткомъ ѣдкой щелочи изъ нея былъ выдѣленъ аминъ № 1-й, который высушивался надъ сплавл. КНО.

Остатокъ послѣ отгонки амина тоже сгущался испареніемъ на водяной банѣ. Изъ него прибавленіемъ избытка ѣдкой щелочи выдѣлялся аминъ № 2-ой, который высушивался надъ сплавл. КНО.

---

[1]) См. объ этомъ въ моей статьѣ „О замѣщенныхъ бензолсульфонамидахъ съ третичными остатками въ составѣ."

[2]) Ann. Chem. 265,179.

При изслѣдованіи дробными перегонками аминовъ № 1 и № 2 оказалось, что въ аминѣ № 1, который въ продуктахъ реакціи находился въ свободномъ состояніи, находится много вторичнаго амина, порядочно первичнаго и очень немного третичнаго; изъ амина же № 2-ой, находившагося въ продуктахъ реакціи въ видѣ іодистоводородной соли, было выдѣлено много первичнаго амина и порядочно вторичнаго. Вслѣдствіе большой разницы въ точкахъ кипѣнія сравнительно легко было раздѣлить эти амины одними дробными перегонками. Выходы вторичнаго амина очень хороши.

Трет.бутилнор.бутиламинъ $(трC_4H_9)(нC_4H_9)NH$ — жидкость, кипящая при 136°—137°. Опредѣленіе его удѣльнаго вѣса дало:

Вѣсъ пикнометра пустого	—	7,2824 гр.
„ „ съ водой при 0° . .	—	13,7732 гр.
„ „ съ аминомъ при 0° .	—	12,25 гр.

Откуда удѣльный вѣсъ при 0° = 0,7653

HCl-ая соль не трудно растворима въ водѣ и спиртѣ, трудно въ бензолѣ. Изъ послѣдняго кристаллизуется въ листочкахъ. Плавится при 191°.

Хлороплатинатъ состава $[(нC_4H_9)(трC_4H_9)NH,HCl)_2PtCl_4$ — не трудно растворимъ въ водѣ, въ особенности горячей. Игольчатыя пластинки. Плавится съ сильнымъ разложеніемъ при 195°—196°.

Анализъ его далъ:

0,2427 гр. хлороплатината оставили при прокаливаніи 0,0706 гр. мет. Pt

	Получено	Требуется для $C_{10}N_{10}N_2PtCl_6$
Pt	29,08%	29,17%

*Хлораурат*ъ состава $(нC_4H_9)(трC_4H_9)NH.HCl.AuCl_3$ — трудно растворимъ въ водѣ, легко въ спиртѣ. При нагрѣваніи начинаетъ выше 200° постепенно чернѣть и разлагаться.

Анализъ его далъ:

0,2629 гр. хлораурата оставили при прокаливаніи 0,1105 гр. мет. Au

	Получено	Требуется для $C_8H_{20}NAuCl_4$
Au	42,03%	42,04%

Пикратъ — трудно растворимъ въ водѣ, легче въ спиртѣ. Игольчатые кристаллы, плавящіеся при 154°—155°.

Бензолсульфонтр.бутилнор.бутиламидъ $C_6H_5SO_2N(нC_4H_9)(трC_4H_9)$ приготовленный изъ амина дѣйствіемъ избытка хлорангидрида бен-

золсульфоновой кислоты и ѣдкаго кали, представляетъ собой безцвѣтное масло, не застывающее при долгомъ стояніи или при охлажденіи до—20°. Въ водѣ и ѣдкихъ щелочахъ нерастворимъ, въ спиртѣ и эфирѣ легко.

Анализъ его далъ:

0,2336 гр. амида дали по способу Каріуса 0,199 гр. $BaSO_4$

	Получено	Требуется для $C_{14}H_{22}NSO_2$
S	11,72%	11,9%

Парабромбензолсульфонтр.бутилнор.бутиламидъ $п.C_6H_4BrSO_2N(тр.C_4H_9)(нC_4H_9)$ приготовленный изъ амина дѣйствіемъ избытка хлорангидрида парабромсульфобензоловой кислоты и ѣдкаго кали, представляетъ собой пластинчатые бѣлые кристаллы, нерастворимые въ водѣ и ѣдкихъ щелочахъ, легко въ спиртѣ и эфирѣ, труднѣе въ лигроинѣ. Плавится при 65°.

Анализъ его далъ:

0,2361 гр. амида дали по способу Каріуса 0,1257 гр. AgBr

	Получено	Требуется для $C_{14}H_{22}BrNSO_2$
Br	22,66%	22,96%

Для приготовленія третичнаго амина употреблялся не только чистый вторичный аминъ, но и содержащій первичный. Для этого смѣсь амина (2 частицы) съ іодистымъ нор.бутиломъ (1 ч.) нагрѣвалась [1]) въ запаянныхъ трубкахъ на водяной банѣ въ продолженіи 2 недѣль. При распаиваніи трубокъ никакого давленія не замѣчалось. Не смотря на такое продолжительное время нагрѣванія часть іодюра, правда не большая, оставалась непрореагировавшей. Обработка реакціи велась аналогичнымъ путемъ, какъ и при полученіи другихъ третичныхъ аминовъ по этому способу. Третичный аминъ очищался многими дробными перегонками.

Трет.бутилдинор.бутиламинъ $(трC_4H_9)(нC_4H_9)_2N$—жидкость, кипящая при 201°—202°. Опредѣленіе его удѣльнаго вѣса дало:

Вѣсъ пикнометра пустаго	—	11,3625 гр.
„ „ съ водой при 0° . .	—	24,6196 гр.
„ „ съ аминомъ при 0° .	—	21,9595 гр.

Откуда удѣльный вѣсъ при 0° = 0,7994

HCl-ая соля легко растворима въ водѣ и спиртѣ, на воздухѣ расплывается.

---

[1]) Если для ускоренія реакціи нагрѣвать при 150°, то при распаиваніи трубокъ наблюдалось давленіе; образовывался по всей вѣроятности, изобутиленъ.

Хлороплатинатъ состава $((нC_4H_9)_2(тр.C_4H_9)NHCl)_2PtCl_4$—трудно растворимъ въ водѣ, легче въ спиртѣ. Маленькія тоненькія листочки. Начинаетъ чернѣть выше 200° и плавится съ сильнымъ разложеніемъ при 206°—207°.

Анализъ его далъ:

0,1655 гр. хлороплатината оставили при прокаливаніи 0,0412 гр. мет. Pt

	Получено	Требуется для $C_{24}H_{56}N_2PtCl_6$
Pt	24,89%	24,97%

*Хлораурат*ъ состава $(трC_4H_9)(нC_4H_9)_2NHCl.AuCl_3$—нерастворимъ въ водѣ, легко въ спиртѣ. Игольчатыя пластинки. Плавится не разлагаясь при 92°—93°.

Анализъ его далъ:

1) 0,1263 гр. хлораурата оставили при прокаливаніи 0,0475 гр. мет. Au
2) 02344 гр. хлораурата дали 0,0881 мет. Au

	Получено 1	Получено 2	Требуется для $C_{12}H_{28}NAuCl_4$
Au	37,6%	37,58%	37,55%

*Пикрат*ъ трудно растворимъ въ водѣ, легче въ спиртѣ; игольчатые кристаллы, плавящіеся при 105°.

Смѣсь HCl-ой соли этого амина съ 30% растворомъ $NaNO^2$ кипятилась въ продолженіи 3 часовъ. Полученный нитрозаминъ переводился въ HCl-ую соль амина.

Выдѣленный ѣдкой щелочью и высушенный надъ сплав. KHO аминъ былъ подвергнутъ дробнымъ перегонкамъ. При этомъ оказалось, что онъ состоитъ почти исключительно изъ нор.бутилтр.бутиламина съ т. к. 136°—138°; изъ него были приготовлены хлороплатинатъ, плавившійся съ разложеніемъ при 195°—196°, пикратъ съ т.пл. 154°—155° и парабромсульфобензольное производное съ т.пл. 64°—65°. Динор.бутиламинъ, если и находился, то въ самомъ незначительномъ количествѣ и мною выдѣленъ не былъ.

---

26) Діизобутилвт.бутиламинъ

$$(изC_4H_9)_2(вт.C_4H_9)N$$

Исходнымъ продуктомъ для приготовленія этого амина служилъ вт.бутиламинъ. Изъ него получалось сульфобензольное производное $C_6H_5SO_2NHвтC_4H_9$, а изъ послѣдняго нагрѣваніемъ на водяной банѣ въ продолженіи 12 часовъ спиртоваго раствора его съ небольшимъ

избыткомъ ѣдкаго кали и іодистымъ изобутиломъ, получался бензолсульфонизобутилвтор.бутиламидъ $C_6H_5SO_2N(изC_4H_9)(втC_4H_9)$. Выходы послѣдняго были посредственные. Этотъ амидъ разлагался нагрѣваніемъ съ дым. соляной кислотой въ запаянныхъ трубкахъ при 140°—150° въ продолженіи 4 часовъ. Продуктъ реакціи выпаривался на водяной банѣ и по прибавленіи избытка ѣдкой щелочи былъ отогнанъ водянымъ паромъ. Перешедшій въ перегонъ *изобутилвт.бутиламинъ* $(изC_4H_9)(втC_4H_9)NH$—сушился надъ сил. KHO и подвергался перегонкамъ. Этотъ аминъ — жидкость, кипящая при 137°—138°.

Опредѣленіе его удѣльнаго вѣса дало:

Вѣсъ пикнометра пустаго		— 11,3625 гр.
„ „	съ водой при 0° . .	— 24,6106 гр.
„ „	съ аминомъ при 0° .	— 21,515 гр.

Откуда удѣльный вѣсъ при 0° = 0,7658.

HCl-ая соль не трудно растворима въ водѣ и спиртѣ, трудно въ бензолѣ; изъ послѣдняго кристаллизуется въ тоненькихъ листочкахъ, плавящихся при 191°.

Хлороплатинатъ состава $((изC_4H_9)(вт.C_4H_9)NH.HCl)_2\ PtCl_4$ — не трудно растворимъ въ водѣ. Игольчатыя пластинки. Выше 180° начинаетъ спадаться и около 183°—184° плавится съ разложеніемъ.

Анализъ его далъ:

0,1838 гр. хлороплатината оставили при прокаливаніи 0,0533 гр. мет. Pt.

	Получено	Требуется для $C_{16}H_{10}N_2PtCl_6$
Pt	29,0%	29,17%

*Хлораурат*ъ состава $(изC_4H_9)(втC_4H_9)NH.HCl.AuCl_3$ — трудно растворимъ въ водѣ, легко въ спиртѣ. Пластинчатые кристаллы. Плавится съ разложеніемъ около 194°—195°.

Анализъ его далъ:

1) 0,2791 гр. хлораурата оставили при прокаливаніи 0,117 гр. мет. Au.
2) 0,2214 гр. хлораурата дали 0,0929 гр. мет. Au.

	Получено 1	Получено 2	Требуется для $C_8H_{20}NAuCl_4$
Au	41,92%	41,95%	42,04%

*Пикрат*ъ — трудно растворимъ въ водѣ, легче въ спиртѣ; плавится при 109°.

Бензолсульфонизобутилвт.бутиламидъ $C_6H_5SO_2N(изC_4H_9)(втC_4H_9)$ —безцвѣтное масло, которое закристаллизовывается въ пластинчатые

кристаллы лишь послѣ долгаго стоянія въ эксикаторѣ въ холодномъ мѣстѣ. Плавится при 21°—22°. Въ водѣ и ѣдкихъ щелочахъ нерастворимъ, въ спиртѣ и эфирѣ легко.

Анализъ его далъ:

0,2533 гр. амида дали по способу Каріуса 0,2144 гр. $BaSO_4$

	Получено	Требуется для $C_{14}H_{23}NSO_2$
S	11,67%	11,9%

Парабромбензолсульфонизобутилвт.бутиламидъ п.$C_6H_4BrSO_2N$(изC_4H_9)(втC_4H_9)— бѣлые кристаллы, плавящіеся при 79°. Въ водѣ и ѣдкихъ щелочахъ не растворимъ, въ спиртѣ и эфирѣ легко, въ лигроинѣ трудно.

Анализъ его далъ:

0,2444 гр. амида дали по способу Каріуса 0,1302 гр. AgBr

	Получено	Требуется для $C_{14}H_{22}NBrSO_2$
Br	22,67%	22,96%

Для приготовленія третичнаго амина смѣсь этого амина (2 частицы) съ іодистымъ изобутиломъ (1 ч.) нагрѣвалась въ запаянныхъ трубкахъ на водяной банѣ въ продолженіи 2 недѣль. Реагированіе шло медленно и не смотря на такое долгое нагрѣваніе не весь іодюръ оказывался прореагировавшимъ. При распаиваніи трубокъ давленія никакого не замѣчалось. Если для ускоренія реакціи повысить температуру нагрѣванія, то происходило разложеніе, сопровождаемое образованіемъ газовъ. Получался ли при этомъ изобутиленъ или псевдобутиленъ или же смѣсь обоихъ, мною не было изслѣдовано. Выдѣленіе третичнаго амина производилось такимъ же способомъ, какъ и при приготовленіи другихъ аминовъ по этому способу. Вслѣдствіе большой разницы въ точкахъ кипѣнія его легко было отдѣлить отъ вторичнаго амина. Выходы было довольно посредственные.

Діизобутилвтор.бутиламинъ (изC_4H_9)$_2$(вт.C_4H_9)N—жидкость кипящая при 192°—193°. Опредѣленіе его удѣльнаго вѣса дало:

Вѣсъ пикнометра пустаго	. . . . .	— 11,3625 гр.
„ „ съ водой при 0°	. .	— 24,6196 гр.
„ „ съ аминомъ при 0°	.	— 21,9002 гр.

Откуда удѣльный вѣсъ при 0° = 0,7948.

HCl-ая соль легко растворима въ водѣ и спиртѣ, на воздухѣ расплывается.

Хлороплатинатъ состава $((изC_4H_9)_2(втC_4H_9)N.HCl)_2PtCl_4$ — трудно растворимъ въ водѣ, легче въ спиртѣ. При медленной кристаллизаціи изъ воды — кубическіе кристаллики, изъ спирта — листообразные. Плавится съ разложеніемъ около 204°—205°.

Анализъ его далъ:

1) 0,1671 гр. хлороплатината оставили при прокаливаніи 0,042 гр. мет. Pt
2) 0,2014 гр. хлороплатината дали 0,0505 гр. мет. Pt

	Получено 1	Получено 2	Требуется для $C_{24}H_{56}N_2PtCl_6$
Pt	25,13%	25,07	24,97%

*Хлораурат*ъ состава $(изC_4H_9)_2(втC_4H_9)NHCl.AuCl_3$—нерастворимъ въ водѣ, не трудно въ спиртѣ. Изъ разведеннаго спирта игольчатыя пластинки. Плавится при 191°—192° съ небольшимъ разложеніемъ.

Анализъ его далъ:

1) 0,2812 гр. хлораурата оставили при прокаливаніи 0,1053 гр. мет. Au.
2) 0,3016 гр. хлораурата дали 0,1151 гр. мет. Au.

	Получено 1	Получено 2	Требуется для $C_{12}H_{28}NAuCl_4$
Au	37,44%	37,5%	37,55%

*Пикрат*ъ — масло.

Смѣсь HCl-ой соли амина съ 30% растворомъ $NaNO^2$ кипятилась въ продолженіи 3 часовъ. Получавшійся нитрозаминъ переводился въ HCl-ую соль амина. При изслѣдованіи выдѣленнаго изъ этой соли и высушеннаго надъ сплавл. KHO амина удалось съ несомнѣнностью доказать только изобутилвт.бутиламинъ $(изC_4H_9)(втC_4H_9)NH$. Что же касается до діизобутиламина, то констатировать его присутствіе не удалось, хотя можетъ быть онъ и находился, но во всякомъ случаѣ въ незначительномъ количествѣ. Такъ какъ эти амины обладаютъ очень близкими точками кипѣнія, то, конечно, раздѣлить ихъ нельзя было дробными перегонками. Приготовленное изъ амина парабромсульфобензольное производное уже послѣ 2-ой перекристаллизаціи изъ разведеннаго спирта имѣло точку плавленія при 79°, т. е. оказалось парабромбензолсульфоизобутилвт.бутиламидомъ. Для приготовленнаго отдѣльно соотвѣтствующаго производнаго діизобутиламина мною была найдена т. пл. при 125°.

б) Остатки частью предѣльные, частью непредѣльные.

27) Діэтилаллиламинъ.

$$(C_2H_5)_2(C_3H_5)N$$

Этотъ аминъ былъ полученъ при разложеніи хлористаго діаллилдіэтиламмонія $(C_2H_5)_2(C_3H_5)_2NCl$.

Діэтилаллиламинъ $(C_2H_5)_2(C_3H_5)N$ — жидкость, кипящая при 112°—113°. Либерманнъ и Пааль [1]) даютъ т. к. при 110°—113°. HCl-ая соль легко растворима въ водѣ и спиртѣ, на воздухѣ расплывается.

Хлороплатинатъ состава $((C_2H_5)_2(C_3H_5)NHCl)_2PtCl_4$ — легко растворимъ въ водѣ, трудно въ спиртѣ. Игольчатые пластинки; плавится при 129°—130°. Л. и П. даютъ т. п. 128°—130°.

Анализъ его далъ:

0,2352 гр. хлороплатината оставили при прокаливаніи 0,0717 гр. мет. Pt.

	Получено	Требуется для $C_{14}H_{32}N_2PtCl_6$
Pt	30,48%	30,64%

*Хлораурат*ъ — масло.

Пикратъ — не трудно растворимъ въ водѣ, еще легче въ спиртѣ. Длинные игольчатые кристаллы; плавится при 58°.

Смѣсь HCl-ой соли этого амина съ 30% растворомъ $NaNO^2$ подвергалась кипяченію въ продолженіи 4 часовъ. Жидкость при этомъ сильно бурѣла. Полученный нитрозаминъ переводился въ HCl-ую соль амина. При изслѣдованіи послѣдняго оказалось, что онъ состоитъ изъ смѣси діэтиламина (около $^3/_4$ всего кол.) и этилаллиламина (около $^1/_4$).

Изъ *діэтиламина* съ т. к. 56°—58° былъ приготовленъ хлораурат — игольчатыя пластинки, плавившіяся при 131° и давшія при анализѣ:

0,2004 гр. хлораурата оставили при прокаливаніи 0,0958 гр. мет. Au.

	Получено	Требуется для $C_4H_{12}HAuCl_4$
Au	47,8%	47,73%

Кромѣ того дѣйствіемъ избытка хлорангидрида сульфобензоловой кислоты и ѣдкаго кали было приготовлено сульфобензольное производное, плавившееся при 42°. Такую же т. пл. даетъ Ромбургъ [2]) для бензолсульфондіэтиламида $C_6H_5SO_2N(C_2H_5)_2$.

Изъ *этилаллиламина* съ т. к. 83°—84° (для него Либерманнъ и Пааль [3]) даютъ т. к. 84°) были приготовлены:

---

[1]) Berl. Ber. 16,526.
[2]) Rec. 3,11.
[3]) Berl. Ber. 16,526.

Хлороплатинатъ состава $((C_2H_5)(C_3H_5)NH.HCl)_2PtCl_4$—легко растворимъ въ водѣ, трудно въ спиртѣ. Призматическіе кристаллы, плавящіеся при 154°—155°. (Л. и П. даютъ т. пл. 154°—156°).

При анализѣ получено:

0,2236 гр. хлороплатината оставили при прокаливаніи 0,0758 гр. мет. Pt.

	Получено	Требуется для $C_{10}H_{24}N_2PtCl_6$
Pt	33,81%	33,72%

*Хлораурат*ъ состава $(C_3H_5)(C_2H_5)NH.HCl.AuCl_3$ — трудновато растворимъ въ водѣ, легко въ спиртѣ. Плавится при 138°—139°.

Анализъ его далъ:

0,256 гр. хлораурата оставили при прокаливаніи 0,1184 гр. мет. Au

	Получено	Требуется для $C_5H_{12}NAuCl_4$
Au	46,25%	46,37%

Бензолсульфонэтилаллиламидъ $C_6H_5SO_2N(C_3H_5)(C_2H_5)$ приготовленный дѣйствіемъ избытка хлорангидрида сульфобензоловой кислоты [1]) и ѣдкаго кали, — безцвѣтное густое масло. Легко растворимъ въ спиртѣ и эфирѣ, нерастворимъ въ водѣ и ѣдкихъ щелочахъ.

Анализъ его далъ:

0,2055 гр. амида дали по способу Каріуса 0,2163 гр. $BaSO_4$.

Получено	Требуется для $C_{11}H_{15}NSO_2$
14,48%	14,23%

---

28) Діаллилэтиламинъ

$$(C_3H_5)_2(C_2H_5)N$$

Этотъ аминъ былъ полученъ при разложеніи хлористаго этилтріаллиламмонія $(C_2H_5)(C_3H_5)_3NCl$.

Діаллилэтиламинъ—жидкость, кипящая при 133°—134°.

HCl-ая соль его легко растворима въ водѣ и спиртѣ, на воздухѣ расплывается.

Хлороплатинатъ состава $((C_3H_5)_2(C_2H_5)NHCl)_2PtCl_4$ — легко растворимъ въ водѣ, трудно въ спиртѣ. Игольчатые кристаллы.

---

[1]) Точно также и при употребленіи хлорангидрида парабромсульфобензоловой кислоты былъ полученъ амидъ въ видѣ масла.

Анализъ его далъ:

0,2138 гр. хлороплатината оставили при прокаливаніи 0,0625 гр. мет. Pt.

	Получено	Требуется для $C_{16}H_{32}N_2PtCl_6$
Pt	29,23%	29,52%

*Хлораурат*ъ состава $(C_3H_5)_2(C_2H_5)NHClAuCl_3$ — трудно растворимъ въ водѣ, легко въ спиртѣ. Осаждается сразу въ видѣ масла, очень медленно застывающаго. Плавится около 44°—46°,

Анализъ его далъ:

0,2181 гр. хлораурата оставили при прокаливаніи 0,0918 гр. мет. Au.

	Получено	Требуется для $C_8H_{16}NAuCl_4$
Au	42,09%	42,39%

*Пикрат*ъ — трудновато растворимъ въ водѣ, легче въ спиртѣ; игольчатые кристаллы. плавящіеся при 76°.

Смѣсь HCl-ой соли этого амина съ 30% растворонъ $NaNO^2$ кипятилась въ продолженіи 3 часовъ; жидкость сильно при этомъ бурѣла. Нитрозаминъ переводился въ HCl-ую соль амина. Ислѣдованіе послѣдняго показало, что онъ почти исключительно состоитъ изъ *этилаллиламина* (т. к. 83°—85°). Вышекипящей порціи (т. к. 85°—100°), гдѣ повидимому находился діаллиламинъ, кипящій при 110°, было получено ничтожное количество. Изъ этилаллиламина были приготовлены:

*Хлороплатинат*ъ плавившійся при 154°—155° и давшій при анализѣ:

0,2024 гр. хлороплатината оставили при прокаливаніи 0,068 гр. мет. Pt.

	Получено	Требуется для $C_{10}H_{24}N_2PtCl_6$
Pt	33,59%	33,72%

*Хлораурат*ъ — плавившійся при 138°—139° и давшій при анализѣ:

0,2002 гр. хлораурата оставили при прокаливаніи 0,0925 гр. мет. Au.

	Подучено	Требуется для $C_5H_{12}NAuCl_4$
Au	46,2%	46,37%

И такъ, значитъ, остатокъ аллилъ, какъ болѣе способный къ реакціямъ, вытѣсняется значительно легче этильнаго остатка; въ діэтилаллиламинѣ съ преобладаніемъ этильныхъ остатковъ происходитъ отчасти и вытѣсненіе болѣе труднозамѣщаемаго этильнаго остатка; въ діаллилэтиламинѣ же, въ которомъ наоборотъ на 2 аллильныхъ лишь одинъ этильный, вытѣсняется почти исключительно только аллильный остатокъ.

———

29) Нор.бутилдіаллиламинъ

$$(нC_4H_9)(C_3H_5)_2N$$

Этотъ аминъ былъ полученъ разложеніемъ хлористаго нор.бутилтріаллиламмонія $(нC_4H_9)(C_3H_5)_3NCl$. Это — жидкость кипящая при 173°—174°. Опредѣленіе удѣльнаго вѣса его дало:

Вѣсъ пикнометра пустаго	. . . . .	— 7,2824 гр.
„ „ съ водой при 0°	. .	— 13,7732 гр.
„ „ съ аминомъ при 0°	.	— 12,5125 гр.

Откуда удѣльный вѣсъ при 0° = 0,8057.

Хлороплатинатъ состава $((нC_4H_9)(C_3H_5)_2NHCl)_2PtCl_4$ — трудновато растворимъ въ водѣ. Выше 105° начинаетъ спадаться и плавится при 124°—126°.

Анализъ его далъ:

0,1806 гр. хлороплатината оставили при прокаливаніи 0,049 гр. мет. Pt.

	Получено	Требуется для $C_{20}H_{40}N_2PtCl_6$
Pt	27,13%	27,21%

*Хлораурат*ъ состава $(нC_4H_9)(C_3H_5)_2NHCl.AuCl_3$ — нерастворимъ въ водѣ, легко въ спиртѣ. Игольчатыя пластинки изъ разведеннаго спирта. Плавится при 65°—66°.

Анализъ его далъ:

0,2257 гр. хлораурата оставили при прокаливаніи 0,0906 гр. мет. Au.

	Получено	Требуется для $C_{10}H_{20}NAuCl_4$
Au	40,14%	39,98%

*Пикрат*ъ трудно растворимъ въ водѣ, легче въ спиртѣ; игольчатые кристаллы, плавящіеся при 70°—71°.

Смѣсь HCl-ой соли этого амина съ 30% растворомъ $NaNO^2$ кипятилась въ продолженіи $2^1/_2$ часовъ; жидкость при этомъ сильно бурѣла и нитрозаминъ получался въ видѣ чернобураго слоя. По отгонкѣ его водянымъ паромъ въ колбѣ оставалось порядочно смолы. При изслѣдованіи амина, полученнаго изъ нитрозамина, былъ полученъ почти исключительно одинъ аминъ, продуктъ вытѣсненія аллильнаго остатка, нор.бутилаллиламинъ. Діаллиламинъ, если и былъ, то въ самомъ небольшомъ количествѣ. Была получена въ очень небольшомъ количествѣ ниже кипящая порція, гдѣ могъ находиться діаллиламинъ, но послѣдній мною выдѣленъ не былъ.

Нор.бутилаллиламинъ $(нC_4H_9)(C_3H_5)NH$ — жидкость, кипящая при 132°—133°.

Хлороплатинатъ состава $((нC_4H_9)(C_3H_5)NH.HCl)_2PtCl_4$ — не трудно растворимъ въ водѣ, трудно въ спиртѣ. Игольчатые кристаллы. Выше 120° начинаетъ спадаться и плавится около 146°—148°.

Анализъ его далъ:

1) 0,197 гр. хлороплатината оставили при прокаливаніи 0,0602 гр. мет. Pt.
2) 0,3081 гр. хлороплатината дали 0,0945 гр. мет. Pt.

	Получено 1	Получено 2	Требуется для $C_{14}H_{32}N_2PtCl_6$
Pt	30,55%	30,67%	30,64%

*Хлораурат*ъ — масло.

Бензолсульфоаллилнор.бутиламидъ $C_6H_5SO_2N(нC_4H_9)(C_3H_5)$ приготовленный изъ амина дѣйствіемъ избытка хлорангидрида сульфобензоловой кислоты и ѣдкаго кали,— безцвѣтное масло, не застывающее при долгомъ стояніи и при охлажденіи до—20°. Нерастворимъ въ водѣ и ѣдкихъ щелочахъ, легко растворимъ въ спиртѣ и эфирѣ.

Анализъ его далъ:

0,2328 гр. амида дали по способу Каріуса 0,2097 гр. $BaSO_4$

	Получено	Требуется для $C_{13}H_{19}NSO_2$
S	12,39%	12,66%

---

3) Втор.бутилдіаллиламинъ

$$(вт.C_4H_9)(C_3H_5)_2N$$

Этотъ аминъ былъ полученъ при разложеніи хлористаго вт.бутилтріаллиламмонія $(втC_4H_9)(C_3H_5)_3NCl$.

Безцвѣтная жидкость, кипящая при 169°—170°. Опредѣленіе его удѣльнаго вѣса дало:

Вѣсъ пикнометра пустаго . . . . . — 7,2824 гр.
„ „ съ водой при 0° . . . — 13,7732 гр.
„ „ съ аминомъ при 0° . . — 12,5495 гр.

Откуда удѣльный вѣсъ при 0° = 0,8114.

Хлороплатинатъ состава $((в.C_4H_9)(C_3H_5)_2NHCl)_2PtCl_4$ — трудновато растворимъ въ водѣ. Призматическіе кристаллы. Выше 135° начинаетъ спадаться и плавится около 142°—144°.

Анализъ его далъ:

0,1959 гр. хлороплатината оставили при прокаливаніи 0,0531 гр. мет. Pt.

	Получено	Требуется для $C_{20}H_{40}N_2PtCl_6$
Pt	27,1%	27,21%

*Хлораурат*ъ состава $(втC_4H_9)(C_3H_5)_2N.HCl.AuCl_3$ — нерастворимъ въ водѣ, легко въ спиртѣ. Игольчатые кристаллы. Плавится при 81°—82°.

Анлизъ его далъ:

0,1891 гр. хлораурата оставили при прокаливаніи 0,0753 гр. мет. Au.

	Получено	Требуется для $C_{10}H_{20}NAuCl_4$
Au	39,82%	39,98%

*Пикрат*ъ трудно растворимъ въ водѣ, легко въ спиртѣ. Игольчатые кристаллы, плавящіеся при 81°—82°.

Смѣсь HCl-ой соли этого амина съ 30% растворомъ $NaNO^2$ кипятилась въ продолженіи 3 часовъ; жидкость сильно бурѣла; послѣ отгонки водянымъ паромъ нитрозамина въ колбѣ оставалось порядочно смолы. При изслѣдованіи амина, полученнаго изъ нитрозамина, оказалось, что онъ представляетъ собой чистый вт.бутилаллиламинъ. Діаллиламинъ, если и былъ, то въ ничтожныхъ слѣдахъ.

Втор.бутилаллиламинъ $(втC_4H_9)(C_3H_5)NH$ — жидкость, кипящая при 123°—124°.

*Хлороплатинат*ъ состава $((втC_4H_9)(C_3H_5)NH.HCl)_2PtCl_4$ — не трудно растворимъ въ водѣ. Игольчатые кристаллы. Плавится около 119°—120°.

Анализъ его далъ:

1) 0,1475 гр. хлороплатината оставили при прокаливаніи 0,0451 гр. мет. Pt.
2) 0,203 гр. хлороплатината дали 0,0621 гр. мет. Pt.

	Получено 1	Получено 2	Требуется для $C_{14}H_{32}N_2PtCl_6$
Pt	30,57%	30,59%	30,64%

Хлораурат — масло.

Бензолсульфонвт.бутилаллиламидъ $C_6H_5SO_2N(втC_4H_9)(C_3H_5)$ былъ приготовленъ изъ амина дѣйствіемъ избытка хлорангрида сульфобензоловой кислоты и ѣдкаго кали; безцвѣтное масло, которое послѣ 3 мѣсячнаго стоянія въ эксикаторѣ застыло въ пластинчатые кристаллы. Плавится при 39°. Легко растворимъ въ спиртѣ и эфирѣ; нерастворимъ въ водѣ и ѣдкихъ щелочахъ.

Анализъ его далъ:

0,2388 гр. амида дали по способу Каріуса 0.216 гр $BaSO_4$

	Получено	Требуется для $C_{13}H_{19}NSO_2$
S	12,44%	12,66%

31) Динор.пропилбензиламинъ

$$(nC_3H_7)_2(C_6H_5CH_2)N$$

Этотъ аминъ былъ приготовленъ дѣйствіемъ хлористаго бензила на дипропиламинъ. Смѣсь амина (2 частицы) съ хлорюромъ (1 ч.) реагируетъ при комнатной температурѣ, но медленно, безъ замѣтнаго выдѣленія тепла; а потому эта смѣсь подвергалась нагрѣванію на водяной банѣ въ продолженіи сутокъ. Обыкновенно при этомъ весь хлорюръ оказывался прореагировавшимъ. Выдѣленіе третичнаго амина производилось такимъ же способомъ какъ и при другихъ аминахъ. Выходы его были очень хороши.

Динор.пропилбензиламинъ $(nC_3H_7)_2(C_6H_5CH_2)N$ — жидкость кипящая при 243°—244°. Браунъ и Шварцъ [1]) даютъ для него т. к. при 235°—243°. Опредѣленіе его удѣльнаго вѣса дало:

Вѣсъ пикнометра пустаго	. . . . .	— 7,2824 гр.
„ „ съ водой при 0°	. . .	— 13,7732 гр.
„ „ съ аминомъ при 0°	. .	— 13,098 гр.

Откуда удѣльный вѣсъ при 0° = 0,9021.

Хлороплатинатъ состава $((C_3H_7)_2(C_7H_7)NHCl)_2PtCl_4$ — трудно растворимъ въ водѣ и легче въ спиртѣ. Плавится при 157° (Бр. и Ш. даютъ т. пл. 156°).

Анализъ его далъ:

0,2252 гр. хлороплатината оставили при прокаливаніи 0,0548 гр. мет. Pt.

	Получено	Требуется для $C_{26}H_{44}N_2PtCl_6$
Pt	24,37%	24,6%

*Хлораурат*ъ состава $(C_3H_7)_2(C_7H_7)NHCl.AuCl_3$ — нерастворимъ въ водѣ, легко въ спиртѣ. Осаждается сразу въ видѣ густаго масла, которое при стояніи въ холодномъ мѣстѣ застываетъ въ пластинчатые кристаллы. Плавится при 99°.

---

[1]) Berl. Ber. 25,1279.

Анализъ его далъ:

0,3223 гр. хлораурата оставили при прокаливаніи 0,1191 гр. мет. Au.

	Получено	Требуется для $C_{12}H_{22}N.AuCl_4$
Au	36,95%	37,12%

Смѣсь HCl-ой соли этого амина съ 30% растворомъ $NaNO^2$ кипятилась въ продолженіи $2^1/_2$ часовъ. Получившійся нитрозаминъ переводился въ HCl-ую соль амина. При изслѣдованіи послѣдняго оказалось, что онъ состоитъ изъ смѣси дипропиламина (около $^1/_3$) и пропилбензиламина (около $^2/_3$).

Дипропиламинъ (т. к. 110°—112°) былъ характеризованъ также приготовленнымъ изъ него хлорауратомъ; кристаллы плавившіеся при 73°—74° и давшіе при анализѣ:

0,2058 гр. хлораурата оставили при прокаливаніи 0,0918 гр. мет. Au.

	Получено	Требуется для $C_6H_{16}NAuCl_4$
Au	44,6%	44,7%

Нор.пропилбензиламинъ $(nC_3H_7)(C_7H_7)NH$ — жидкость кипящая при 220°—221°. HCl-ая соль трудновато растворима въ холодной водѣ, легче въ горячей и еще легче въ спиртѣ.

Хлороплатинатъ состава $((C_3H_7)(C_7H_7)NH.HCl)_2PtCl_4$ — трудновато растворимъ въ водѣ, легче въ спиртѣ. Осаждается сразу въ видѣ густаго оранжевокраснаго масла, постепенно затвердѣвающаго. Выше 120° начинаетъ спадаться и плавится около 135°.

Анализъ его далъ:

0,2114 гр. хлороплатината оставили при прокаливаніи 0,058 гр. мет. Pt.

Получено	Требуется для $C_{20}H_{22}N_2PtCl_6$
27,43%	27,52%

Хлорауратъ состава $(C_3H_7)(C_7H_7)NH.HCl.AuCl_3$ — трудно растворимъ въ водѣ, легко въ спиртѣ. Осаждается сразу въ видѣ масла, быстро твердѣющаго. Изъ воднаго спирта—игольчатые кристаллы. Плавится при 132°. Анализъ его далъ:

0,2638 гр. хлораурата оставили при прокаливаніи 0,1059 гр. мет. Au

	Получено	Требуется для $C_{10}H_{16}NAuCl_4$
Au	40,14%	40,31%

Парабромбензолсульфонбензилпропиламидъ

$n.C_6H_4BrSO_2N(nC_3H_7)(C_6H_5CH_2)$ — былъ приготовленъ изъ амина дѣйствіемъ избытка хлорангидрида парабромбензолсульфоновой кислоты и ѣдкаго кали. Длинные, тонкіе игольчатые кристаллы [1]) изъ разведен-

---

[1]) Соотвѣтствующее производное сульфобензоловой кислоты — масло, не застывающее при долгомъ стояніи или при охлажденіи до — 20°.

наго спирта. Плавится при 90°. Въ водѣ и ѣдкихъ щелочахъ нерастворимъ, въ спиртѣ и эфирѣ не трудно, въ лигроинѣ довольно трудно.

Анализъ его далъ:

0,2266 гр. амида дали по способу Каріуса 0,1142 гр. AgBr.

	Получено	Требуется для $C_{16}H_{18}BrNSO_2$
Br	21,45%	21,71%

32) Динор.пропилфенетиламинъ

$$(нC_3H_7)_2(C_6H_5CH_2CH_2)N$$

Исходнымъ веществомъ для приготовленія этого амина служилъ фенетиламинъ $C_6H_5CH_2CH_2NH_2$, полученный отъ Кальбаума. Къ 1 частицѣ амина прибавлялось постепенно при охлажденіи холодной водой сперва $^1/_2$ ч. іодистаго нор.пропила; реагированіе шло довольно энергично. Затѣмъ по прибавленіи крѣпкаго воднаго раствора 1 ч. ѣдкаго кали приливалось небольшими порціями еще 1 частица іодюра и потомъ нагрѣвалось на водяной банѣ въ продолженіи 8 часовъ; при этомъ весь іодюръ оказывался прореагировавшимъ. Послѣ этого продуктъ реакціи подвергался отгонкѣ водянымъ паромъ [1]); перешедшій въ перегонъ аминъ послѣ осушенія надъ сплавл. КНО подвергался многимъ дробнымъ перегонкамъ. Выходы третичнаго амина довольно хороши.

Динор.пропилфенетиламинъ $(нC_3H_7)_2(C_6H_5CH_2CH_2)N$ — безцвѣтная жидкость кипящая при 259°—260°. Опредѣленіе его удѣльнаго вѣса дало:

Вѣсъ пикнометра пустаго	— 5,7725 гр.
„ „ съ водой при 0_0 . . .	— 14,7471 гр.
„ „ съ аминомъ при 0° . .	— 13,814 гр.

Откуда удѣльный вѣсъ при 0° = 0,896.

Хлороплатинатъ состава $((C_8H_9)(C_3H_7)_2NHCl)_2PtCl_4$—трудно растворимъ въ водѣ, легче въ спиртѣ. Осаждается сразу въ видѣ очень густаго масла, которое лишь медленно превращается въ кристаллическую массу.

---

[1]) Въ остаткѣ послѣ отгонки амина былъ найденъ въ небольшомъ количествѣ и іодистый трипропилфенетиламоній $(C_3H_7)_3(C_6H_5CH_2CH_2)NJ$, кристаллы, плавящіеся при 126°.

Анализъ его далъ:

0,5158 гр. хлороплатината оставили при прокаливаніи 0,1227 гр. мет. Pt.

	Получено	Требуется дая $C_{28}H_{48}N_2PtCl_6$
Pt	23,78%	23,76%

*Хлораурат*ъ состава $(C_8H_9)(C_3H_7)_2NHClAuCl_3$ — нерастворимъ въ водѣ, легко въ спиртѣ. Изъ воды осаждается сразу въ видѣ масла, скоро твердѣющаго. Листообразные кристаллы изъ разведеннаго спирта. Плавится безъ разложенія при 126°.

Анализъ его далъ:

0,3957 гр. хлораурата оставили при прокаливаніи 0,1429 гр. мет. Au.

	Получено	Требуется для $C_{14}H_{24}NAuCl_4$
Au	36,11%	36,17%

Смѣсь HCl-ой соли этого амина съ 30% растворомъ $NaNO^2$ кипятилась въ продолженіи $2^1/_2$ часовъ. Получившійся нитрозаминъ былъ тяжелѣе воды и заключалъ въ себѣ масло [1]), нерастворимое въ дым. соляной кислотѣ. Полученный изъ нитрозамина аминъ оказался при изслѣдованіи смѣсью дипропиламина (около $^1/_7$) и нор. пропилфенетиламина (около $^6/_7$ всего кол.).

Изъ дипропиламина съ т. к. 110°—112° былъ приготовленъ хлорауратъ, плавившійся при 73°—74°.

Нор.пропилфенетиламинъ $(нC_3H_7)(C_6H_5CH_2CH_2)NH$ — безцвѣтная жидкость, кипящая при 234°—235°. HCl-ая соль трудновато растворима въ холодной водѣ, легко въ спиртѣ. Плавится почти безъ разложенія около 214°.

*Хлороплатинат*ъ состава $((C_8H_9)(C_3H_7)NH.HCl)_2PtCl_4$ — трудновато растворимъ въ водѣ, легче въ спиртѣ. Плавится съ разложеніемъ около 182°—184°.

Анализъ его далъ:

0,1833 гр. хлороплатината оставили при прокаливаніи 0,0486 гр. мет. Pt.

	Получено	Требуется для $C_{22}H_{36}N_2PtCl_6$
Pt	26,51%	26,47%

*Хлораурат*ъ состава $(C_8H_9)(C_3H_7)NH.HClAuCl_3$ — нерастворимъ въ водѣ, легко въ спиртѣ. Осаждается сразу въ видѣ масла, которое постепенно застываетъ въ кристаллическую массу. Плавится при 62°—63°.

---

[1]) Изслѣдованію оно не подвергалось.

Анализъ его далъ:

0,2584 гр. хлораурата оставили при прокаливаніи 0,1013 гр. мет. Au.

	Получено	Требуется для $C_{11}H_{18}NAuCl_4$
Au	39,2%	39,19%

Сульфобензольное производное $C_6H_5SO_2N(C_3H_7)(C_8H_9)$ приготовленное дѣйствіемъ на аминъ избытка хлорангидрида сульфобензоловой кислоты и ѣдкаго кали, представляетъ собой безцвѣтное масло, не застывавшее при долгомъ стояніи или при охлажденіи до — 20°. Нерастворимо въ водѣ и ѣдкихъ щелочахъ, легко въ спиртѣ и эфирѣ.

Анализъ его далъ:

0,2283 гр. амида дали по способу Каріуса 0,1694 гр. $BaSO_4$

	Получено	Требуется для $C_{17}H_{21}NSO_2$
S	10,19%	10,57%

II. Двутретичные діамины.

33) Тетраэтилэтилендіаминъ

1,1,2,2тетраэтил1,2діаминоэтанъ

$$(C_2H_5)_2N.CH_2—CH_2.N(C_2H_5)_2$$

Этотъ діаминъ былъ полученъ дѣйствіемъ діэтиламина на бромистый этиленъ [1]). Точка кипѣнія употреблявшагося діамина была 190°—191°.

Смѣсь HCl-ой соли этого амина съ 30% растворомъ $NaNO^2$ кипятилась въ продолженіи 3 часовъ, при чемъ никакого слоя не выдѣлилось. Затѣмъ по охлажденіи прибавлялся эфиръ. Полученная эфирная вытяжка взбалтывалась тщательно нѣсколько разъ съ разведенной соляной кислотой, промывалась водой и сушилась надъ спл. $CaCl_2$. По удаленіи эфира отгонкой нагрѣваніемъ на водяной банѣ оставался образовавшійся нитрозаминъ. Выходы его были малы. Такъ изъ 50 гр. діамина получалось обыкновенно его не болѣе 1,5 гр.

---

[1]) „О дѣйствіи вторичныхъ аминовъ на дибромиды предѣльныхъ углеводородовъ." Варшава 1906 г. стр. 15.

Для полученія его въ бо́льшемъ количествѣ приходилось непрореагировавшій діаминъ подвергать подобной операціи нѣсколько разъ. Сырой нитрозаминъ переводился въ HCl-ую соль амина. Изъ полученной соли аминъ выдѣлялся крѣпкой ѣдкой щелочью. Сперва при этомъ выдѣлялся въ кристаллическомъ состояніи гидратъ діамина и для разложенія послѣдняго приходилось нагрѣвать со сплавл. ѣдкимъ кали. При дробныхъ перегонкахъ его оказалось, что онъ главнѣйшимъ образомъ состоитъ изъ *сим.діэтилэтилендіамина*, 1,2діэтил1,2діаминоэтана $C_2H_5NH.CH_2.CH_2NH.C_2H_5$, перегонявшагося при 150°—151°. О. Гинзбергъ [1]) даетъ для него т. к. 148°—151°, Шпейдеръ [2]) даетъ при 149°—150°. Ниже кипящей порціи, въ которой вѣроятно находился діэтиламинъ, было получено очень мало.

Изъ діэтилэтилендіамина были приготовлены:

Хлороплатинатъ состава $C_2H_4(NHC_2H_5)_2 2HCl.PtCl_4$—призматическіе кристаллы, трудновато растворимые въ водѣ.

Анализъ его далъ:

0,2035 гр. хлороплатината оставили при прокаливаніи 0,0754 гр. мет. Pt.

	Получено	Требуется для $C_6H_{18}N_2PtCl_6$
Pt	37,05%	37,13%

Пикратъ — трудно растворимъ въ холодной водѣ, легче въ горячей, еще легче въ спиртѣ. Игольчатыя пластинки, плавящіяся при 167°—168°.

Сульфобензольное производное $C_2H_4(N(SO_2C_6H_5)(C_2H_5))_2$ приготовленный дѣйствіемъ на аминъ избытка хлорангидрида сульфобензоловой кислоты и ѣдкаго кали, представляло собой игольчатые кристаллы (изъ разведеннаго спирта), плавившіеся при 153°. Такую же т. пл. даетъ для него и Шпейдеръ.

---

34) Тетрапропилэтилендіаминъ

1,1,2,2тетрапропил1,2діаминоэтанъ $(C_3H_7)_2N—CH_2.CH_2—N(C_3H_7)_2$

Этотъ діаминъ былъ полученъ [3]) дѣйствіемъ дипропиламина на бромистый этиленъ. Т. к. употреблявшагося діамина была 249°—250°.

---

[1]) Ann. Chem. 287,220.
[2]) Berl. Ber. 38,3077.
[3]) l. c. стр. 19.

Смѣсь HCl-ой соли этого амина съ 30% растворомъ $NaNO^2$ кипятилась въ продолженіи 3 часовъ. Обработка продукта реакціи велась такъ же, какъ и при предыдущемъ аминѣ. Нитрозамина получалось уже значительно больше; онъ переводился въ HCl-ую соль амина. Выдѣленный изъ послѣдней крѣпкимъ растворомъ ѣдкой щелочи аминъ нагрѣвался надъ сплавл. KHO. При дробныхъ перегонкахъ онъ оказался смѣсью дипропиламина (около $^1/_3$) и сим.дипропилэтилендіамина ($^2/_3$).

Сим.дипропилэтилендіаминъ, 1,2дипропил1,2діаминоэтанъ $C_2H_4(NHC_3H_7)_2$ — безцвѣтная жидкость, кипящая при 194°—195°. Легко смѣшивается съ водой. Жадно поглощаетъ изъ воздуха водяные пары и углекислый газъ. Съ водянымъ паромъ перегоняется не трудно. Если чашечку съ аминомъ поставить въ эксикаторъ, въ которомъ находится водный растворъ ѣдкаго кали, то аминъ мало по малу превращается въ листоватые кристаллы гидрата. Послѣдній получается также, если къ амину осторожно приливать по немного воды, при чемъ происходитъ выдѣленіе тепла. Точно также этотъ гидратъ можно получить, если прибавить большой избытокъ крѣпкаго раствора ѣдкаго кали къ водному раствору амина или же его соли [1]). Плавится этотъ гидратъ при 38° и имѣетъ составъ $C_2H_4(NHC_3H_7)_2.H_2O$, какъ показалъ его анализъ:

0,2042 гр. вещества дали при сожженіи въ открытой трубкѣ съ окисью мѣди и мѣдными пробками 0,4413 гр. CO_2 и 0,2522 гр. H_2O.

	Получено	Требуется для $C_8H_{22}N_2O$
C	58,95%	59,17%
H	13,82%	13,67%

HCl-ая соль легко растворима въ водѣ, труднѣе въ спиртѣ. Плавится при 284°—286° съ разложеніемъ, начиная спадаться выше 250°.

Хлороплатинатъ состава $C_2H_4(NHC_3H_7)_2 2HCl.PtCl_4$—трудновато растворимъ въ холодной водѣ, легче въ горячей. Таблицеобразные кристаллы, чернѣющіе выше 190° и плавящіеся съ разложеніемъ около 202°—204°.

---

[1]) Свойство образовать такіе кристаллическіе гидраты повидимому принадлежитъ только такимъ сим. двувторичнымъ діаминамъ, у которыхъ оба атома азота стоятъ при остаткахъ CH_2. Какъ будетъ видно дальше, такіе гидраты мною получены для производныхъ этилендіамина, триметилендіамина, гексаметилендіамина и октометилендіамина и не обнаружены при производныхъ пропилендіамина и 1,2діаминобутана.

Анализъ его далъ:

0,2067 гр. хлороплатината оставили при прокаливаніи 0,0724 гр. мет. Pt.

	Получено	Требуется для $C_8H_{22}N_2PtCl_6$
Pt	35,02%	35,18%

Хлораураті состава $C_2H_4(NHC_3H_7)_2 2HCl.2AuCl_3$ — нерастворимъ въ водѣ, легко въ спиртѣ. Изъ разведеннаго спирта листоватые кристаллы. Выше 195° начинаетъ чернѣть и плавится съ сильнымъ разложеніемъ около 199°—200°.

Анализъ его далъ:

0,331 гр. хлораурата оставили при прокаливаніи 0,1578 гр. мет. Au.

	Получено	Требуется для $C_8H_{22}N_2Au_2Cl_8$
Au	47,67%	47,85%

Пикратъ трудно растворимъ въ водѣ, легче въ спиртѣ. Игольчатые кристаллы, плавящіеся при 154°—155°, начиная спадаться выше 150°.

Дибензолсульфондипропилэтилендіамидъ

$C_6H_5SO_2N(C_3H_7)—C_2H_4—N(C_3H_7)C_6H_5SO_2$, полученный изъ амина дѣйствіемъ избытка хлорангидрида сульфобензоловой кислоты и ѣдкаго кали, представляетъ собой игольчатые кристаллы (изъ разведеннаго спирта). Нерастворимъ въ водѣ и ѣдкихъ щелочахъ, не трудно въ спиртѣ. Плавится при 113°.

Анализъ его далъ:

0,2336 гр. амида дали по способу Каріуса 0,2517 гр. $BaSO_4$

	Получено	Требуется для $C_{20}H_{28}N_2S_2O_4$
S	14,82%	15,11%

Дипропилэтилендинитрозодіаминъ $C_2H_4(N(NO)(C_3H_7))_2$ былъ полученъ при нагрѣваніи воднаго раствора HCl-ой соли этого амина съ $NaNO^2$. Бѣлые листовые кристаллы. Плавится при 43°. Легко растворимъ въ спиртѣ, эфирѣ и дым. соляной кислотѣ, очень трудно въ водѣ.

Анализъ его далъ:

0,1881 гр. вещества дали при сожженіи въ открытой трубкѣ съ окисью мѣди и мѣдными пробками 0,3282 гр. CO_2 и 0,1523 гр. H_2O.

	Получено	Требуется для $C_8H_{18}N_4O_2$
C	47,59%	47,45%
H	9,06%	8,95%

35) Тетраизобутилэтилендіаминъ

1,1,2,2тетраизобутил1,2діаминоэтанъ $(изC_4H_9)_2N—C_2H_4—N(изC_4H_9)_2$

Этотъ діаминъ былъ приготовленъ [1]) дѣйствіемъ діизобутиламина на бромистый этиленъ. Т. к. употреблявшагося амина была 274°—275°

Смѣсь HCl-ой соли этого амина съ 30% растворомъ $NaNO^2$ кипятилась въ продолженіи $2^1/_2$ часовъ. Послѣ полнаго охлажденія образовавшійся слой нитрозамина представлялъ собою полутвердую массу. Обработка продуктовъ реакціи велась такимъ же способомъ, какъ и при предыдущихъ діаминахъ. Нитрозаминъ превращался въ HCl-ую соль. При дробныхъ перегонкахъ амина, высушеннаго надъ сплавл. KHO, оказалось, что онъ состоитъ изъ смѣси діизобутиламина и діизобутилэтилендіамина. Послѣдняго амина получилось нѣсколько больше, чѣмъ перваго. Такъ порцій съ т. к. 138°—145° было получено 12,5 гр, порцій съ т. к. 145°-210° — 9 гр. и порцій съ т. к. 210°—216° — 14,5 гр.

Изъ діизобутиламина съ т. к. 138°—140° была приготовлено сульфобензольное производное — бѣлые кристаллы, плавившіеся при 56°.

Сим.діизобутилэтилендіаминъ,1,2діизобутил1,2діаминоэтанъ $C_2H_4(NHизC_4H_9)_2$ — безцвѣтная жидкость, кипящая при 216°—217°. Въ водѣ трудно растворимъ и съ водой не даетъ кристаллическаго гидрата. Жадно поглощаетъ CO^2. HCl-ая соль трудновато растворима въ холодной водѣ, легче въ горячей; въ спиртѣ на холоду трудно, при нагрѣваніи значительно легче. Изъ спиртовыхъ растворовъ выдѣляется въ блестящихъ листоватыхъ кристаллахъ. Выше 280° начинаетъ спадаться и плавится съ разложеніемъ около 287°—288°.

Хлороплатинатъ состава $C_2H_4(NHC_4H_9)_2 2HCl.PtCl_4$ — трудно растворимъ въ холодной водѣ, легче въ горячей. Тоненькіе пластинчатые кристаллы. Выше 210° начинаетъ чернѣть и спадаться и плавится съ сильнымъ разложеніемъ около 248°—250°.

---

[1]) l. c, стр. 23.

Анализъ его далъ:

0,2936 гр. хлороплатината оставили при прокаливаніи 0,0982 гр. мет. Pt.

	Получено	Требуется для $C_{10}H_{26}N_2PtCl_6$
Pt	33,44%	33,48%

Хлораураті состава $C_2H_4(NHC_4H_9)_2 2HCl.2AuCl_3$ — нерастворимъ въ водѣ, въ спиртѣ не трудно. Мелкіе кристаллики; выше 190° начинаютъ чернѣть и плавятся съ сильнымъ разложеніемъ при 205°—207°.

Анализъ его далъ:

0,3544 гр. хлораурата оставили при прокаливаніи 0,1638 гр. мет. Au.

	Получено	Требуется для $C_{10}H_{26}N_2Au_2Cl_8$
Au	46.21%	46,26%

Пикратъ очень трудно растворимъ въ водѣ, значительно легче въ спиртѣ. Листоватые кристаллы. Начинаетъ спадаться выше 190° и плавится при 195°, бурѣя при этомъ.

Дибензолсульфондіизобутилэтилендіамидъ $C_2H_4(N(SO_2C_6H_5)(изC_4H_9))_2$, приготовленный изъ амина дѣйствіемъ избытка хлорангидрида сульфобензоловой кислоты и ѣдкаго кали, — игольчатые кристаллы (изъ воднаго спирта), плавящіеся при 142°. Нерастворимъ въ водѣ и ѣдкихъ щелочахъ, трудновато въ холодномъ спиртѣ, значительно легче въ горячемъ.

Анализъ его далъ:

0,1959 гр. амида дали по способу Каріуса 0,204 гр. $BaSO_6$

	Получено	Требуется для $C_{22}H_{32}N_2S_2O_4$
S	14,32%	14,17%

Сим.діизобутилэтилендинитрозодіаминъ $C_2H_4(N(NO)(C_4H_9))_2$ — представляетъ собой бѣлые листоватые кристаллы, плавящіеся при 94° Въ водѣ нерастворимъ, легко въ спиртѣ и эфирѣ.

---

36) Тетраизоамилэтилендіаминъ

1,1,2,2тетраизоамил1,2діаминоэтанъ $(C_5H_{11})_2N—CH_2.CH_2—N(C_5H_{11})_2$

Этотъ діаминъ былъ полученъ [1]) дѣйствіемъ діизоамиламина на бромистый этиленъ. Т. к. употреблявшагося амина была 318°—320°.

---

[1]) l. c. стр. 25.

Въ виду сравнительно трудной растворимости въ водѣ HCl-ой соли этого діамина бралась сѣрнокислая соль. Смѣсь этой послѣдней съ 30% растворомъ $NaNO^2$ кипятилась въ продолженіи 3 часовъ. Обработка продукта реакціи велась такимъ же способомъ, какъ и при предыдущихъ діаминахъ. Нитрозаминъ переводился въ HCl-ую соль; выдѣленный изъ послѣдней и высушенный надъ сплавл. KHO аминъ былъ подвергнутъ дробнымъ перегонкамъ. При этомъ оказалось, что вмѣстѣ съ діизоамиламиномъ и діизоамилэтилендіаминомъ въ немъ заключался и непрореагировавшій тетраизоамилэтилендіаминъ, а также вѣроятно и тріизоамилэтилендіаминъ. Аминъ кипѣлъ въ предѣлахъ отъ 184° до 315°. А потому порціи, кипѣвшія выше 255° опять переводились въ соль и подвергались кипяченію съ растворомъ $NaNO^2$. Для того чтобы получить совершенно чистый діизоамилэтилендіаминъ, порціи съ т. к. отъ 240° до 270° переводились въ сѣрнокислую соль и нагрѣвались съ растворомъ $NaNO^2$. Образовавшійся при этомъ нитрозаминъ представлялъ собой кристаллическую массу. Послѣдняя промывалась разведенной сѣрной кислотой, затѣмъ водой и наконецъ просушивалась на пористой фарфоровой пластинкѣ. Потомъ этотъ нитрозаминъ переводился въ HCl-ую соль; выдѣленный изъ послѣдней и высушенный надъ сплавл. KHO аминъ подвергался перегонкѣ, причемъ онъ оказался почти чистымъ діизоамилэтилендіаминомъ. Что касается до количественнаго отношенія между полученными вторичными аминами, то діизоамиламина было получено приблизительно въ $1^1/_2$ раза больше, чѣмъ послѣдняго діамина.

Сим.діизоамилэтилендіаминъ, 1,2діизоамил1,2діаминоэтанъ $C_2H_4(NHC_5H_{11})_2$ — безцвѣтная жидкость кипящая при 252°—253°. Опредѣленіе его удѣльнаго вѣса дало:

Вѣсъ пикнометра пустаго	— 6,9694
„ „ съ водой при 0°	— 10,9917
„ „ съ аминомъ при 0° . . .	— 10,3078

Откуда удѣльный вѣсъ при 0° = 0,8299.

Въ водѣ трудно растворимъ и не образуетъ съ ней кристаллическаго гидрата. Жадно поглощаетъ на воздухѣ CO^2, превращаясь въ бѣлую твердую массу.

HCl-ая соль трудно растворима въ водѣ, легче въ спиртѣ. Листоватые кристаллы. Выше 270° начинаетъ чернѣть и плавится съ разложеніемъ при 306°—307°.

Хлороплатинатъ состава $C_2H_4(NHC_5H_{11})_2 2HCl.PtCl_4$ — трудно растворимъ въ водѣ; мелкіе кристаллики. Выше 220° начинаетъ постепенно чернѣть и разлагаться.

0,1668 гр. хлороплатината оставили при прокаливаніи 0,0536 гр. мет. Pt.

	Получено	Требуется для $C_{12}H_{30}N_2PtCl_6$
Pt	32,13%	31,94%

*Хлораурат*ъ состава $C_2H_4(NHC_5H_{11})_2 2HCl.2AuCl_3$ — нерастворимъ въ водѣ, не трудно въ спиртѣ. Листоватые кристаллы. Выше 200° начинаетъ постепенно чернѣть и разлагаться.

Анализъ его далъ:

0,1878 гр. хлораурата оставили при прокаливаніи 0,084 гр. мет. Au.

	Получено	Требуется для $C_{12}H_{30}N_2Au_2Cl_8$
Au	44,72%	44,8%

Пикратъ — очень трудно растворимъ въ водѣ, легче въ спиртѣ. Листоватые кристаллы, плавящіеся при 160°.

Дибензолсульфондіизоамилэтилендіамидъ $C_2H_4(N(C_6H_5SO_2)(C_5H_{11}))_2$ полученный изъ амина дѣйствіемъ избытка хлорангидрида сульфобензоловой кислоты и ѣдкаго кали, — бѣлые игольчатые кристаллы (изъ спирта), плавящіеся при 120°. Въ водѣ и ѣдкихъ щелочахъ нерастворимъ, въ холодномъ спиртѣ трудновато, въ горячемъ значительно легче.

Анализъ его далъ:

0,2055 гр. амида дали по способу Каріуса 0,1954 гр. $BaSO_4$

	Получено	Требуется дзя $C_{21}H_{36}N_2S_2O_4$
S	13,08%	13,34%

Діизоамилэтилендинитрозодіаминъ $C_2H_4(N(NO)(C_5H_{11}))_2$ — бѣлые листоватые кристаллы, плавящіеся при 87°. Въ водѣ нерастворимъ, легко въ спиртѣ и эфирѣ.

---

37) Тетраэтилтриметилендіаминъ

1,1,3,3тетраэтил1,3діаминопропанъ $(C_2H_5)_2N—CH_2.CH_2.CH_2.—N(C_2H_5)_2$

Этотъ діаминъ былъ полученъ [1]) дѣйствіемъ діэтиламина на бромистый триметиленъ. Т. к. употреблявшагося діамина была 209°—210°.

---

[1]) l. c. стр. 27.

Смѣсь HCl-ой соли этого амина съ 30% растворомъ $NaNO^2$ кипятилась въ продолженіи 3 часовъ. Обработка продукта реакціи велась такимъ же способомъ, какъ и при другихъ діаминахъ. Количество образующагося нитрозамина было невелико, Такъ изъ 100 гр. діамина получалось около 4,5 гр. нитрозамина. Послѣдній переводился въ HCl-ую соль амина. Аминъ выдѣлялся крѣпкимъ растворомъ ѣдкой щелочи, сушился надъ сплавл. KHO при нагрѣваніи и затѣмъ подвергался дробнымъ перегонкамъ. При этомъ онъ оказался смѣсью діэтиламина и діэтилтриметилендіамина. Послѣдняго получалось почти въ $1^1/_4$ раза больше, чѣмъ перваго.

Сим.діэтилтриметилендіаминъ 1,3діэтил1,3діаминопропанъ $C_2H_5NH—CH_2CH_2CH_2—NHC_2H_5$ — безцвѣтная жидкость, кипящая при 175°. Смѣшивается съ водой во всѣхъ отношеніяхъ.

HCl-ая соль не трудно растворима въ водѣ, въ спиртѣ труднѣе. Листоватые кристаллы, плавящіеся съ разложеніемъ около 294°—295°.

Хлороплатинатъ состава $C_3H_6(NHC_2H_5)_2 2HCl.PtCl_4$ — не трудно растворимъ въ водѣ, труднѣе въ спиртѣ. Начинаетъ чернѣть около 200° и плавится съ сильнымъ разложеніамъ около 207°—208°.

Анализъ его далъ:

0,1922 гр. хлороплатината оставили при прокаливаніи 0,069 гр. мет. Pt.

	Получено	Требуется для $C_7H_{20}N_2PtCl_6$
Pt	35,9%	36,09%

*Хлораурат*ъ состава $C_3H_6(NHC_2H_5)_2 2HCl.2AuCl_3$ — трудновато растворимъ въ водѣ, легко въ спиртѣ; призматическіе кристаллы. Начинаетъ чернѣть выше 200° и плавится съ разложеніемъ при 205°—206°.

Анализъ его далъ:

1) 0,1907 гр. хлораурата оставили при прокаливаніи 0,0925 гр. мет. Au.
2) 0,3297 гр. хлораурата дали 0,16 гр. мет. Au.

	Получено 1	Получено 2	Требуется для $C_7H_{20}N_2Au_2Cl_8$
Au	48,5%	48,52%	48,68%

Пикратъ — трудно растворимъ въ водѣ, легче въ спиртѣ; плавится при 181°.

Дибензолсульфондіэтилтриметилендіамидъ $C_3H_6(N(C_6H_5SO_2)(C_2H_5))_2$ полученный изъ амина дѣйствіемъ избытка хлорангидрида сульфо-

бензоловой кислоты и ѣдкаго кали, — бѣлые игольчатые кристаллы, плавящіеся при 68°. Нерастворимъ въ водѣ и ѣдкихъ щелочахъ, трудновато въ холодномъ спиртѣ, значительно легче въ горячемъ, очень трудно въ лигроинѣ.

Анализъ его далъ:

0,1774 гр. амида дали по способу Каріуса 0,2 гр. $BaSO_4$

	Получено	Требуется для $C_{19}H_{26}N_2S_2O_4$
S	15,51%	15,62%

Нитрозаминъ — масло.

---

38) Тетрапропилтриметилендіаминъ

1,1,3,3тетрапропил1,3діаминопропанъ

$$(C_3H_7)_2N—CH_2.CH_2.CH_2—N(C_3H_7)_2$$

Этотъ діаминъ былъ полученъ [1]) дѣйствіемъ дипропиламина на бромистый триметиленъ. Т. к. употреблявшагося діамина была 267°—268°.

Смѣсь HCl-ой соли діамина съ 30% растворомъ $NaNO^2$ кипятилась въ продолженіи 3 часовъ. Обработка продукта реакціи такая же, какъ и при другихъ діаминахъ. Выходъ нитрозамина уже значительно большій, Такъ изъ 100 гр. діамина его получалось около 16,5 гр. Нитрозаминъ переводился въ HCl-ую соль амина. Выдѣленный крѣпкой ѣдкою щелочью аминъ сушился при нагрѣваніи надъ сплавл. ѣдкимъ кали. При дробныхъ перегонкахъ онъ оказался смѣсью дипропиламина и дипропилтриметилендіамина. Перваго амина было получено почти въ 2 раза больше, чѣмъ втораго.

Сим.дипропилтриметилендіаминъ, 1,3дипропил1,3діаминопропанъ, $C_3H_7NH—CH_2.CH_2.CH_2—NHC_3H_7$ — безцвѣтная жидкость, кипящая при 214°—215°. Отношеніе его къ водѣ такое же, какъ и дипропилэтилендіамина. Кристаллическій гидратъ его, вѣроятно такого же состава, — листоватые кристаллы, плавящіеся при 35°. Жадно поглощаетъ изъ воздуха CO_2.

---

[1]) l. c. стр. 31.

HCl-ая соль легко растворима въ водѣ, труднѣе въ спиртѣ. Изъ послѣдняго выдѣляется въ широкихъ тонкихъ блестящихъ листочкахъ. Выше 260° начинаетъ темнѣть, выше 300° начинаетъ спадаться и плавится съ разложеніемъ около 308°—309°.

Хлороплатинатъ состава $C_3H_6(NHC_3H_7)_2 2HCl.PtCl_4$—трудновато растворимъ въ водѣ. Выше 210° начинаетъ чернѣть и плавится съ сильнымъ разложеніемъ около 228°—229°.

Анализъ его далъ:

0,1464 гр. хлороплатината оставили при прокаливаніи 0,0503 гр. мет. Pt

	Получено	Требуется для $C_9H_{24}N_2PtCl_6$
Pt	34,35%	34,31%

*Хлораурат*ъ состава $C_3H_6(NHC_3H_7)_2 2HCl.2AuCl_3$—трудновато растворимъ въ водѣ, легко въ спиртѣ. Пластинчатые кристаллы. Плавится съ разложеніемъ при 208°—209°.

Анализъ его далъ:

0,259 гр. хлораурата оставили при прокаливаніи 0,1221 гр. мет. Au

	Получено	Требуется для $C_9H_{24}N_2Au_2Cl_8$
Au	47,14%	47,05%

*Пикрат*ъ—трудно растворимъ въ холодной водѣ, легче въ горячей; еще легче въ спиртѣ. Игольчатые кристаллы, плавящіеся при 165°—166°.

Дибензолсульфондипропилтриметилендіамидъ

$C_3H_6(N(C_6H_5SO_2)(C_3H_7))_2$, приготовленный изъ амина дѣйствіемъ избытка хлорангидрида сульфобензоловой кислоты и ѣдкаго кали,—игольчатые кристаллы, плавящіеся при 44°. Нерастворимъ въ водѣ и ѣдкихъ щелочахъ, не трудно въ спиртѣ и эфирѣ.

Анализъ его далъ:

0,1886 гр. амида дали по способу Каріуса 0,1985 гр. $BaSO_4$

	Получено	Требуется для $C_{21}H_{30}N_2S_2O_4$
S	14,48%	14,62%

Нитрозаминъ — масло.

---

[1]) Соотвѣтствующее производное изъ хлорангидрида парабромбензолсульфоновой кислоты—игольчатые кристаллы, плавящіеся при 68°.

39) Тетраизобутилтриметилендіаминъ,

1,1,3,3тетраизобутил1,3діаминопропанъ

$(C_4H_9)_2N—CH_2.CH_2.CH_2—N(C_4H_9)_2$.

Этотъ діаминъ былъ полученъ [1]) дѣйствіемъ діизобутиламина на бромистый триметиленъ. Т. к. употреблявшагося діамина была 290°—292°. Смѣсь HCl-ой соли этаго діамина съ 30% растворомъ $NaNO^2$ кипятилась въ продолженіи $2^1/_2$ часовъ. Обработка продукта реакціи велась такимъ же способомъ, какъ и при другихъ діаминахъ. Нитрозаминъ переводился въ HCl-ую соль амина. Выдѣленный ѣдкою щелочью и высушенный надъ спл. KHO аминъ былъ подвергнутъ дробнымъ перегонкамъ. Были найдены: діизобутиламинъ и діизобутилтриметилендіаминъ. Перваго амина было получено почти въ $2^1/_2$—$2^3/_4$ раза больше, чѣмъ втораго.

Сим.діизобутилтриметилендіаминъ, 1,3діизобутил1,3діаминопропанъ $C_3H_6(NHC_4H_9)_2$—безцвѣтная жидкость, кипящая при 234°. Опредѣленіе его удѣльнаго вѣса дало:

Вѣсъ пикнометра	пустаго	5,7725
„ „	съ водой при 0° .	13,814
„ „	съ аминомъ при 0°	13,199

Откуда удѣльный вѣсъ при 0° = 0,8275.

Въ водѣ растворимъ трудно. Твердаго кристаллическаго гидрата не было получено. Жадно поглощаетъ CO^2.

HCl-ая соль не трудно растворима въ водѣ, въ спиртѣ на холоду трудно, въ горячемъ значительно легче. Выдѣляется изъ спиртовыхъ растворовъ въ видѣ игольчатыхъ пластинокъ. Выше 270° начинаетъ темнѣетъ и плавится съ сильнымъ разложеніемъ около 290°—291°.

Хлороплатинатъ состава $C_3H_6(NHC_4H_9)_2 2HCl.PtCl_4$—трудно растворимъ въ водѣ. Выше 190° начинаетъ постепенно чернѣть и разлагаться. Анализъ его далъ:

0,1448 гр. хлороплатината оставили при прокаливаніи 0,0407 гр. мет. Pt

	Получено	Требуется для $C_{11}H_{28}N_2PtCl_6$
Pt	28,1%	28,0%

Хлорауратъ состава $C_3H_6(NHC_4H_9)_2 2HCl 2AuCl_3$ — нерастворимъ въ водѣ, не трудно въ спиртѣ. Мелкіе кристаллики, Выше 190° начинаетъ постепенно чернѣть и разлагаться.

---

[1]) I. c., стр. 35.

Анализъ его далъ:

1) 0,1667 гр. хлораурата оставили при прокаливаніи 0,0758 гр. мет. Au
2) 0,1982 гр. хлораурата дали 0,0905 гр. мет, Au.

	Получено 1.	2.	Требуется для $C_{11}H_{28}N_2Au_2Cl_8$
Au	45,47%	45,66%	45,53%

Пикратъ очень трудно растворимъ въ водѣ, легче въ спиртѣ; листоватые кристаллы, Выше 185° начинаетъ бурѣть и плавится съ разложеніемъ около 197°—198°.

Дибензолсульфондіизобутилтриметилендіамидъ $C_3H_6(N(C_6H_5SO_2)(C_4H_9))_2$ полученный изъ амина дѣйствіемъ избытка хлорангидрида сульфобензоловой кислоты и ѣдкаго кали, — игольчатые кристаллы (изъ спирта), нерастворимые въ водѣ и ѣдкихъ щелочахъ, трудновато въ холодномъ спиртѣ, легче въ горячемъ. Плавится при 74°. Анализъ его далъ:

0,1958 гр. амида дали по способу Каріуса 0,1925 гр. $BaSO_4$

	Получено	Требуется для $C_{28}H_{34}N_2S_2O_4$
S	13,52%	13,74%

Нитрозаминъ $C_3H_6(N(NO)(C_4H_9))_2$ — нерастворимъ въ водѣ, легко въ спиртѣ, не трудно въ эфирѣ. Изъ послѣдняго кристаллизуется въ бѣлыхъ табличкахъ. Плавится при 42°.

---

40) Тетраэтилпропилендіаминъ,

1,1,2,2тетраэтил1,2діаминопропанъ

$$\begin{array}{l} CH_3—CH—N(C_2H_5)_2 \\ \quad\quad\;\; | \\ \quad\quad\;\; CH_2—N(C_2H_5)_2 \end{array}$$

Этотъ аминъ былъ полученъ [1]) при дѣйствіи діэтиламина на бромистый пропиленъ. Т. к. употреблявшагося амина была 201°—202°.

Смѣсь HCl-ой соли діамина съ 30% растворомъ $NaNO^2$ кипятилась въ продолженіи $2^1/_2$ часовъ. Обработка продукта реакціи велась такъ же, какъ и при предыдущихъ діаминахъ. Нитрозаминъ переводился въ HCl-ую соль амина. Выдѣленный ѣдкой щелочью и высушенный надъ сплавл. KHO аминъ подвергался дробнымъ перегонкамъ. Были получены: діэтиламинъ и діэтилпропилендіаминъ. Втораго діамина почти въ 2 раза больше, чѣмъ перваго. По сравненію

---

[1]) l. c., стр. 122.

съ тетраэтилтриметилендіаминомъ тутъ получается меньше діэтиламина.

Симдіэтилпропилендіаминъ 1,2діэтил1,2діаминопропанъ $C_2H_5NH—CH(CH_3).CH_2—NHC_2H_5$—безцвѣтная жидкость, кипящая при 160°—161°. Съ водой смѣшивается во всѣхъ отношеніяхъ. Получить кристаллическаго гидрата не удалось. Жадно поглощаетъ CO_2. Опредѣленіе его удѣльнаго вѣса дало:

Вѣсъ пикнометра пустаго	. . . .	— 6,5808 гр.
„ „ съ водой при 0°	.	— 13,0843 гр.
„ „ съ аминомъ при 0°		— 11,9375 гр.

Откуда удѣльный вѣсъ при 0° = 0,8236.

Хлороплатинатъ состава $C_3H_6(NHC_2H_5)_2 2HCl.PtCl_4$—не трудно растворимъ въ водѣ, труднѣе въ спиртѣ.

Анализъ его далъ:

0,1885 гр. хлороплатината оставили при прокаливаніи 0,0676 гр. мет. Pt

	Получено	Требуется для $C_7H_{20}N_2PtCl_6$
Pt	35,86%	36,09%

*Хлораурат*ъ состава $C_3H_6(NHC_2H_5)_2 2HCl.2AuCl_3$ — трудновато растворимъ въ водѣ, легко въ спиртѣ. Игольчатые кристаллы; плавится при 191°—192°.

Анализъ его далъ:

0,2425 гр. хлораурата оставили при прокаливаніи 0,1177 гр. мет. Au

	Получено	Требуется для $C_7H_{20}N_2Au_2Cl_8$
Au	48,53%	48,68%

Пикратъ — трудновато растворимъ въ водѣ, легче въ спиртѣ; игольчатые кристаллы, плавящіеся при 151°.

Диензолсульфондіэтилпропилендіамидъ, $C_3H_6(N(C_6H_5SO_2)(C_2H_5))_2$ полученный изъ амина дѣйствіемъ избытка хлорангидрида сульфобензоловой кислоты и ѣдкаго кали, представляетъ собой игольчатые кристаллы изъ спирта. Плавится при 90°. Нерастворимъ въ водѣ и ѣдкихъ щелочахъ, не трудно въ спиртѣ.

Анализъ его далъ:

0,1835 гр. амида дали по способу Каріуса 0,2053 гр. $BaSO_4$

	Получено	Требуется для $C_{19}H_{26}N_2S_2O_4$
S	15,39%	15,62%

41) Тетрапропилпропилендіаминъ,

1,1,2,2тетрапропил1,2діаминопропанъ $CH_3—CH—N(C_3H_7)_2$
$$\begin{array}{l} CH_3—CH—N(C_3H_7)_2 \\ \quad\quad\;\; | \\ \quad\quad\;\; CH_2—N(C_3H_7)_2. \end{array}$$

Этотъ діаминъ былъ полученъ [1]) дѣйствіемъ дипропиламина на бромистый пропиленъ. Т. к. употреблявшагося діамина была 254°—255°.

Смѣсь HCl-ой соли діамина съ 30% растворомъ $NaNO^2$ кипятилась въ продолженіи 2 часовъ. Обработка продукта реакціи такая же, какъ и при предыдущихъ діаминахъ. Нитрозаминъ переводился въ HCl-ую соль. При изслѣдованіи амина были найдены: дипропиламинъ и сим. дипропилпропилендіаминъ. Перваго амина было получено нѣсколько больше, чѣмъ втораго. При сравненіи съ тетраэтилпропилендіаминомъ тутъ получается уже больше моноамина, чѣмъ тамъ; при сравненіи же съ тетрапропилтриметилендіаминомъ моноамина тутъ получается меньше.

Сим.дипропилпропилендіаминъ 1,2дипропил1,2діаминопропанъ, $C_3H_7NH—CH(CH_3)—CH_2—NHC_3H_7$ — безцвѣтная жидкость, кипящая при 196°—197°. Опредѣленіе его удѣльнаго вѣса дало:

Вѣсъ пикнометра пустаго	—	5,7725 гр.
„ „ съ водой при 0° .	—	14,7471 гр.
„ „ съ аминомъ при 0°	—	13,1876 гр.

Откуда удѣльный вѣсъ при 0° . . . = 0,8262.

Растворяется въ водѣ, но трудновато; при этомъ происходитъ слабое разогрѣваніе. Получить кристаллическій гидратъ, какъ изъ дипропилтриметилендіамина, не удалось. Жадно поглощаетъ CO_2.

HCl-ая соль легко растворима въ водѣ, трудно въ спиртѣ. Пластинчатые кристаллы, плавящіеся съ разложеніемъ около 310°—311°.

Хлороплатинатъ состава $C_3H_6(NHC_3H_7)_2 2HClPtCl_4$—трудновато растворимъ въ холодной водѣ, легче въ горячей. Игольчатыя пластинки. Около 200° начинаетъ чернѣть и плавится съ разложеніемъ при 205°—207°. Анализъ его далъ:

0,196 гр. хлороплатината оставили при прокаливаніи 0,067 гр. мет. Pt

	Получено	Требуется для $C_9H_{24}N_2PtCl_6$
Pt	34,18%	34,31%

*Хлораурат*ъ состава $C_3H_6(NHC_3H_7)_2 2HCl.2AuCl_3$ — трудно растворимъ въ водѣ, легко въ спиртѣ. Игольчатыя пластинки.

---

[1]) l. c., стр. 124.

Анализъ его далъ:

0,2256 гр. хлораурата оставили при прокаливаніи 0,1065 гр. мет. Au

	Получено	Требуется для $C_9H_{24}N_2Au_2Cl_8$
Au	47,2%	47.05%

Пикратъ — трудновато растворимъ въ водѣ, легче въ спиртѣ. Игольчатые кристаллы, плавящіеся при 175°—176°.

Дибензолсульфондипропилпропилендіамидъ $C_3H_6(N(C_6H_5SO_2)(C_3H_7))_2$, приготовленный изъ амина дѣйствіемъ избытка хлорангидрида сульфобензоловой кислоты и ѣдкаго кали, представляетъ собой игольчатые кристаллы, плавящіеся при 129°. Нерастворимъ въ водѣ и ѣдкихъ щелочахъ, трудновато въ холодномъ спиртѣ, значительно легче въ горячемъ, трудно въ лигроинѣ.

Анализъ его далъ:

0,2033 гр. амида дали по способу Каріуса 0,2125 гр. $BaSO_4$

	Получено	Требуется для $C_{21}H_{30}N_2S_2O_4$
S	14,38%	14,62 %

---

42. Тетрапропил-этилэтилендіаминъ,

1,1,2,2тетрапропил1,2діаминобутанъ, $C_2H_5—CH(N(C_3H_7)_2)—CH_2—N(C_3H_7)_2$.

Этотъ діаминъ былъ полученъ [1]) дѣйствіемъ дипропиламина на 1,2дибромбутанъ. Т. к. употреблявшагося амина была 267°—269°.

Смѣсь HCl-ой соли этаго діамина съ 30% растворомъ $NaNO^2$ кипятилась въ продолженіи 2 часовъ. Обработка продуктовъ реакціи велась такъ же, какъ и при предыдущихъ діаминахъ. При изслѣдованіи амина были найдены: дипропиламинъ и дипропил-этилэтилендіаминъ; послѣдняго было получено почти въ 2 раза больше, чѣмъ перваго.

Сим.дипропил-этилэтилендіаминъ, 1,2дипропил1,2діаминобутанъ $C_3H_7NH—CH(C_2H_5)—CH_2—NHC_3H_7$ — безцвѣтная жидкость, кипящая при 214°—215°. Опредѣленіе его удѣльнаго вѣса дало:

Вѣсъ пикнометра пустаго	—	6,9694 гр.
„ „ съ водой при 0° .	—	10,9917 „
„ „ съ аминомъ при 0°	—	10,3085 „

Откуда удѣльный вѣсъ при 0° = 0,8304.

---

[1]) l. c., стр. 131.

Въ водѣ трудно растворимъ; кристаллическаго гидрата получить не удалось.

Хлороплатинатъ состава $C_4H_8(NHC_3H_7)_2 2HCl.PtCl_4$—трудно растворимъ въ водѣ. Пластинчатые кристаллы; выше 200° начинаетъ чернѣть и плавится съ сильнымъ разложеніемъ около 210°—211°.

Анализъ его далъ:

1) 0,3252 гр. хлороплатината оставили при прокаливаніи 0,1087 гр. мет. Pt
2) 0,1838 гр. хлороплатината дали 0,0614 гр. мет. Pt.

	Получено 1.	Получено 2.	Требуется для $C_{10}H_{26}N_2PtCl_6$
Pt	33,43%	33,4%	33,48%

*Хлораурат*ъ—густое масло.

Пикратъ трудно растворимъ въ водѣ, легче въ спиртѣ; игольчатыя пластинки, плавящіяся при 194—195°.

Сульфобензольное производное $C_4H_8(N(C_6H_5SO_2)(C_3H_7))_2$—приготовленное изъ амина дѣйствіемъ избытка хлорангидрида сульфобензоловой кислоты и ѣдкаго кали, нерастворимо въ водѣ и ѣдкихъ щелочахъ, трудновато въ холодномъ спиртѣ, значительно легче въ горячемъ. Выдѣляется изъ спирта въ игольчатыхъ кристаллахъ; изъ лигроина, въ которомъ растворяется трудно, кристаллизуется въ маленькихъ блестящихъ призматическихъ кристалликахъ. Плавится при 108°. Анализъ его далъ:

0,1892 гр. амида дали по способу Каріуса 0,1915 гр. $BaSO_4$

	Получено	Требуется для $C_{22}H_{32}N_2S_2O_4$
S	13 92%	14,17%

---

43) Тетраэтилгексаметилендіаминъ,

1,1,6,6тетраэтил1,6діаминогексанъ

$$(C_2H_5)_2N—CH_2—(CH_2)_4—CH_2—N(C_2H_5)_2.$$

Этотъ діаминъ былъ полученъ частью дѣйствіемъ діэтиламина на 1,6дибромгексанъ [1]), частью разложеніемъ гидрата окиси гексаэтилгексаметилендіаммонія $C_6H_{12}N_2(C_2H_5)_6(OH)_2$. Т. к. употреблявшагося діамина была 266°—267°.

Смѣсь HCl-ой соли діамина съ 30% растворомъ $NaNO^2$ кипятилась въ продолженіи 2 часовъ. Обработка продукта реакціи такая

---

[1]) l. c., стр. 37.

же, какъ и при предыдущихъ діаминахъ. Нитрозаминъ переводился въ HCl-ую соль амина. Выдѣленный крѣпкимъ растворомъ ѣдкой щелочи и высушенный при нагрѣваніи надъ сплавл. KHO, аминъ былъ подвергнутъ дробнымъ перегонкамъ. При этомъ кромѣ очень небольшой нижекипящей порціи, гдѣ повидимому находился діэтиламинъ, былъ полученъ — *сим.діэтилгексаметилендіаминъ*, 1,6діэтил-1,6діаминогексанъ $C_2H_5NH—CH_2—(CH_2)_4—CH_2—NHC_2H_5$. Безцвѣтная жидкость, кипящая при 230°. Изъ воздуха жадно поглощаетъ водяные пары и CO^2. Образуетъ кристаллическій гидратъ, повидимому, состава $C_6H_{12}(NHC_2H_5)_2+H_2O$, плавящійся при 37° и обладающій свойствами гидрата, описаннаго для сим. дипропилэтилендіамина.

Хлороплатинатъ состава $C_6H_{12}(NHC_2H_5)_2 2HCl.PtCl_4$ — трудно растворимъ въ водѣ. Очень мелкіе кристаллики. Выше 200° начинаетъ постепенно чернѣть и разлагаться.

Анализъ его далъ:

0,2231 гр. хлороплатината оставили при прокаливаніи 0,0745 гр. мет. Pt

	Получено	Требуется для $C_{10}H_{26}N_2PtCl_6$
Pt	33,39%	33,48%

Хлораураті состава $C_6H_{12}(NHC_2H_5)_2 2HCl.2AuCl_3$—нерастворимъ въ водѣ, легко въ спиртѣ. Изъ воды осаждается сразу въ видѣ масла, постепенно кристаллизующагося. Игольчатыя пластинки. Плавится при 163°. Анализъ его далъ:

0,2237 гр. хлораурата оставили при прокаливаніи 0,103 гр. мет. Au

	Получено	Требуется для $C_{10}H_{26}N_2Au_2Cl_8$
Au	46,04%	46,27%

Пикратъ — масло.

Дибензолсульфондіэтилгексаметилендіамидъ

$C_6H_{12}(N(C_6H_5SO_2)(C_2H_5))_2$ приготовленный дѣйствіемъ на аминъ избытка хлорангидрида сульфобензоловой кислоты и ѣдкаго кали, нерастворимъ въ водѣ и ѣдкихъ щелочахъ, трудновато въ холодномъ спиртѣ, значительно легче въ горячемъ, трудно въ лигроинѣ. Игольчатые кристаллы изъ спирта. Плавится при 103°.

Анализъ его далъ:

0,2007 гр. амида дали по способу Каріуса 0,2021 гр. $BaSO_4$.

	Получено	Требуется для $C_{22}H_{32}N_2S_2O_4$
S	13,85%	14,17%

44) Тетраэтилоктометилендіаминъ,

1,1,8,8тетраэтил1,8діаминооктанъ

$(C_2H_5)_2N—CH_2—(CH_2)_6—CH_2—N(C_2H_5)_2$.

Этотъ аминъ былъ полученъ дѣйствіемъ діэтиламина на 1,8 дибромоктанъ [1]), а также разложеніемъ гидрата окиси гексаэтилоктометилендіаммонія $C_8H_{16}N_2(C_2H_5)_6(OH)_2$. Т. к. употреблявшагося діамина была 296°—297°.

Смѣсь HCl-ой соли этаго діамина съ 30% растворомъ $NaNO^2$ кипятилась въ продолженіи 2 часовъ. Обработка продукта реакціи такая же, какъ и при предыдущихъ діаминахъ. Нитрозаминъ переводился въ HCl-ую соль діамина. Выдѣленный крѣпкой ѣдкою щелочью и высушенный при нагрѣваніи надъ сплавл. KHO, аминъ былъ подвергнутъ перегонкѣ. При этомъ былъ открытъ только одинъ двувторичный діаминъ; діэтиламинъ, если и находился, то въ самомъ незначительномъ количествѣ.

Сим.діэтилоктометилендіаминъ, 1,8діэтил1,8діаминооктанъ $C_2H_5NH—CH_2—(CH_2)_6—CH_2—NHC_2H_5$ — безцвѣтная жидкость, кипящая при 270°—271°. Жадно поглащаетъ изъ воздуха водяные пары и CO^2. Трудно растворимъ въ водѣ. Съ водой образуетъ съ выдѣленіемъ тепла кристаллическій гидратъ, повидимому, состава $C_8H_{16}(NHC_2H_5)_2+H_2O$—пластинки, плавящіяся около 40°. Кромѣ трудной его растворимости въ водѣ, свойства очень сходны съ гидратомъ дипропилэтилендіамина.

Хлороплатинатъ состава $C_8H_{16}(NHC_2H_5)_2 2HCl.PtCl_4$ — трудно растворимъ въ водѣ. Призматическіе мелкіе кристаллы. Около 195° начинаетъ чернѣть и плавится съ разложеніемъ около 197°—198°.

Анализъ его далъ:

0,2934 гр. хлороплатината оставили при прокаливаніи 0,0936 гр. мет. Pt

	Получено	Требуется для $C_{12}H_{30}N_2PtCl_6$
Pt	31,9%	31,94%

*Хлораурат*ъ состава $C_8H_{16}(NHC_2H_5)2HCl.2AuCl_3$ — нерастворимъ въ водѣ, не трудно въ спиртѣ. Изъ воды осаждается сразу въ видѣ масла, постепенно твердѣющаго. Пластинчатые кристаллы изъ разведеннаго спирта. Плавится при 87°.

---

[1]) l. c., стр. 46.

Анализъ его далъ:

0,2028 гр. хлораурата оставили при прокаливаніи 0,0904 гр. мет. Au

	Получено	Требуется для $C_{12}H_{30}N_2Au_2Cl_8$
Au	44,57%	44,8%

Пикратъ—масло.

Дибензолсульфондіэтилоктометилендіамидъ $C_8H_{16}(N(C_6H_5SO_2)(C_2H_5))_2$ приготовленный изъ амина дѣйствіемъ избытка хлорангидрида сульфобензоловой кислоты и ѣдкаго кали, нерастворимъ въ водѣ и ѣдкихъ щелочахъ, трудновато въ холодномъ спиртѣ, значительно легче въ горячемъ, трудно въ лигроинѣ. Плавится при 91°. Анализъ его далъ:

0,1996 гр. амида дали по способу Каріуса 0,1966 гр. $BaSO_4$

	Получено	Требуется для $C_{24}H_{36}N_2S_2O_4$
S	13,55%	13,34%

Итакъ, какъ видно изъ всего вышеприведеннаго, при разложеніи азотистокислыхъ солей третичныхъ алифатическихъ аминовъ происходитъ замѣщеніе одного изъ углеводородныхъ остатковъ амина группою нитрозо NO. Эта же послѣдняя посредствомъ обработки дым. соляной кислотой легко можетъ быть замѣщена водородомъ. А потому, значитъ, при этой реакціи происходитъ переходъ отъ третичныхъ аминовъ къ вторичнымъ

Разложеніе идетъ по уравненію:

$$\begin{matrix} R\diagdown \\ R\diagdown \\ R\diagdown \\ HO\diagdown \end{matrix} N-NO = R^2N.NO + RHO.$$

Получающійся при этомъ спиртъ частью окисляется въ альдегидъ азотистой кислотой, которая образуется отъ гидролитическаго разложенія соли амина.

Въ литературѣ извѣстенъ еще другой случай перехода отъ третичныхъ аминовъ къ вторичнымъ, а именно совершающійся при дѣйствіи бромистаго ціана на третичные амины. Браунъ [1]), открывшій эту реакцію, показалъ, что при этомъ одинъ изъ углеводородныхъ

---

[1]) Berl. Ber. $33_{,1438,\ 2728,\ 2734}$ $35_{,279}$

остатковъ третичнаго амина замѣщается группою ціанъ и выдѣляется въ видѣ бромистаго алкила; сперва происходитъ присоединеніе бромистаго ціана и затѣмъ разложеніе получающагося продукта:

$$\begin{matrix} R \diagdown \\ R-N \\ R \diagup \end{matrix} + CNBr = \begin{matrix} R \diagdown \\ R \diagdown \\ R \diagup \\ Br \diagup \end{matrix} NCN = R^2NCN + RBr$$

При изслѣдованіи аминовъ съ различными углеводородными остатками Браунъ нашелъ, что легче всего выдѣляется остатокъ аллилъ, затѣмъ метилъ, этилъ, пропилъ и изопропилъ; бензильный остатокъ тоже легко вытѣсняется, а фенильный совсѣмъ не замѣщается. Подъ моимъ руководствомъ студ. Хоецкимъ была произведена эта реакція Брауна съ трет. бутилдіэтиламиномъ, при чемъ оказалось, что происходитъ замѣщеніе исключительно только однаго этильнаго остатка.

Только при аллилдибензиламинѣ Брауномъ было подмѣчено наряду съ выдѣленіемъ аллильнаго остатка и незначительное вытѣсненіе бензильнаго, констатированное по запаху бромистаго бензила; при всѣхъ же другихъ аминахъ имъ были получены продукты вытѣсненія только однаго какого либо остатка. Весьма вѣроятно, что при этой реакціи Брауна, подобно тому какъ мною найдено при разложеніи азотистокислыхъ солей, разложеніе идетъ въ большинствѣ случаевъ по разнымъ направленіямъ и вытѣсняются одновременно различные остатки; Брауномъ же константировано только главное направленіе реакціи; тѣмъ болѣе если принять во вниманіе, что онъ работалъ съ небольшими количествами аминовъ. Для рѣшенія этаго вопроса конечно нужно произвести изслѣдованіе съ большими количествами аминовъ, что я и намѣреваюсь продѣлать.

Если сравнивать данныя, найденныя Брауномъ для третичныхъ аминовъ съ различными остатками съ данными полученными мною при разложеніи азотистокислыхъ солей такихъ же аминовъ, то легко замѣтить, что правильность, найденная мною, можетъ быть примѣнена и для реакціи Брауна, а именно болѣе реакціеспособные, болѣе легко входящіе въ составъ соединеній остатки и легче выдѣляются. Эту правильность можно формулировать и такъ: если при разложеніи какого либо сложнаго соединенія реакція разложенія можетъ пойти по нѣсколькимъ направленіямъ, то при этомъ преимущественно образуются тѣ соединенія, которыя наиболѣе легко могутъ дать обратно то сложное соединеніе, изъ котораго они получились. Или говоря короче: то, что легче присоединяется, то легче и удаляется, отщепляется.

Подобная на первый взглядъ странная правильность была уже высказана Д. П. Коноваловымъ и К. А. Крассускимъ а также выведена А. Михаэлемъ [1]) въ его т. наз. законѣ „Additions-Abspaltungs-Gesetz“ для присоединенія и отщепленія галоидовъ и галоидоводородныхъ кислотъ къ непредѣльнымъ соединеніямъ.

Несомнѣнно эта правильность должна имѣть очень широкое распространеніе. При изученіи разложенія соединеній четвертичныхъ аммоніевъ мнѣ тоже удалось обнаружить ее хотя и въ нѣсколько болѣе сложной формѣ; но объ этомъ я намѣреваюсь вскорѣ опубликовать отдѣльно [2]).

---

[1]) Berl. Ber. 34,4215.

[2]) При изучаемомъ мною теперь дѣйствіи азотной кислоты на двузамѣщенные бензолсульфонамиды $C_6H_6SO_2NRR'$ происходитъ замѣщеніе одного изъ углеводородныхъ остатковъ R или R' группою нитро NO^2, при чемъ получаются однозамѣщенные бензолсульфонитрамиды $C_6H_5SO_2N(NO_2)R$ и совершается, слѣдовательно, переходъ отъ вторичныхъ аминовъ къ первичнымъ. Вытѣсняются же тутъ остатки уже по совершенно другой правильности; такъ метильный остатокъ очень трудно замѣщается, тр.бутильный очень легко; остатокъ этилъ легче вытѣсняется пропила, послѣдній легче изобутила и т. д. Вѣроятно это обусловливается тѣмъ, что эта реакція протекаетъ совершенно иначе, чѣмъ выше разсмотрѣнныя. Тамъ происходитъ разложеніе (въ нѣкоторыхъ случмяхъ предварительное соединеніе взаимодѣйствующихъ веществъ), тутъ же таковое не имѣетъ мѣста и происходитъ лишь окисленіе. Пока это изслѣдованіе мною еще не вполнѣ закончено, а потому и подробное описаніе этаго я отлагаю до ближайшаго будущаго.

О замѣщенныхъ бензолсульфонамидахъ съ третичными остатками въ составѣ.

Бензолсульфонтр.бутиламидъ $C_6H_5SO_2NH(C(CH_3)_3)$ былъ приготовленъ мною дѣйствіемъ на водный растворъ тр.бутиламина избытка хлорангидрида сульфобензоловой кислоты и ѣдкаго кали. При этомъ получается прозрачный растворъ [1]). изъ котораго прибавленіемъ небольшаго избытка соляной кислоты осаждается амидъ. Послѣдній былъ отфильтрованъ, промытъ водой и перекристаллизованъ изъ разведеннаго спирта. Призматическіе кристаллы, плавящіеся при 79°. Большіе отлично образованные прозрачные блестящіе кристаллы его можно получить, оставляя стоять на долгое время на воздухѣ растворъ его въ ѣдкой щелочи. Нерастворимъ въ водѣ, не трудно въ ѣдкихъ щелочахъ, легко въ спиртѣ и эфирѣ и трудно въ лигроинѣ.

Анализъ его далъ:

0,2803 гр. амида дали по способу Каріуса 0,3118 гр. $BaSO_4$

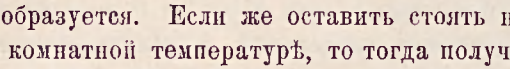
	Получено	Требуется для $C_{10}H_{15}NSO_2$
S	15,3%	15,04%

Этотъ же амидъ былъ полученъ мною и при дѣйствіи іодистаго третичнаго бутила на серебряную соль бензолсульфонамида. По-

---

[1]) При употребленіи даже большаго избытка хлорангидрида не удалось обнаружить образованія даже слѣдовъ продукта нерастворимаго въ ѣдкихъ щелочахъ — дибензолсульфонтр.бутиламида. Сравни Ж. Р. Х. О. 31_{610}.

слѣдняя помѣщалась въ бензолъ и туда прибавлялся небольшой избытокъ іодюра. Реагированіе идетъ медленно. Если для ускоренія прибѣгнуть къ нагрѣванію, то замѣщеннаго амида совсѣмъ не образуется. Если же оставить стоять на продолжительное время при комнатной температурѣ, то тогда получается бензолсульфонтр.бутиламидъ, но въ незначительномъ количествѣ. Главнымъ же образомъ идетъ реакція съ образованіемъ бензолсульфонамида, изобутилена и іодистаго серебра



$$C_6H_5SO_2NHAg + C_4H_9J = C_6H_5SO_2NHC_4H_9 + AgJ$$
$$C_6H_5SO_2NHAg + C_4H_9J = C_6H_5SO_2NH_2 + C_4H_8 + AgJ$$

Въ бензолсульфонтр.бутиламидѣ водородный атомъ при азотѣ легко можетъ быть замѣщенъ углеводородными остатками, результатомъ чего получаются двузамѣщенные амиды. Такъ, нагрѣвая на водяной банѣ въ продолженіи 6 часовъ растворъ въ водномъ спиртѣ смѣси этого амида и взятыхъ въ небольшомъ избыткѣ іодистаго этила и ѣдкаго кали, удаляя затѣмъ испареніемъ на водяной банѣ спиртъ и обрабатывая потомъ нѣсколько разъ остатокъ растворомъ ѣдкаго кали для удаленія непрореагировавшаго амида, я получилъ въ довольно хорошихъ выходахъ *бензолсульфонтр.бутилэтиламидъ* $C_6H_5SO_2N(C_4H_9)(C_2H_5)$ приготовленный мною раньше [1]) дѣйствіемъ хлорангидрида сульфонбезоловой кислоты и ѣдкаго кали на тр.бутилэтиламинъ.

Одно — и двузамѣщенные бензолсульфонамиды, какъ показалъ О. Гинзбергъ [2]), при нагрѣваніи съ дым. соляной кислотой при 120^0—150^0 легко распадаются съ образованіемъ соотвѣтствующихъ первичныхъ или вторичныхъ аминовъ. Если подвергнуть такой обработкѣ амиды съ трет. бутиломъ въ составѣ, то, какъ показали мои опыты, соотвѣтствующіе амины совсѣмъ не получаются, а остатокъ тр. бутилъ выдѣляется въ видѣ хлористаго тр. бутила и образуются или амміакъ или первичный аминъ. Такъ, желая регенерировать вторичный аминъ изъ бензолсульфонтр бутилэтиламида, приготовленнаго дѣйствіемъ на аминъ избытка хлорангидрида бензолсульфоновой кислоты и ѣдкаго кали, я подвергъ нагрѣванію этотъ амидъ съ дым. соляной кислотой въ запаянныхъ трубкахъ при 140^0—150^0 въ продолженіи 3 часовъ. Послѣ такого нагрѣванія въ трубкѣ ясно

---

[1]) О разложеніи азотистокислыхъ солей третичныхъ алифатическихъ аминовъ.
[2]) Ann. 265, 179.

замѣчался верхній чернобурый слой, который мною былъ принятъ за неразложившійся амидъ; а потому трубки были опять подвергнуты нагрѣванію при 140°—150° въ продолженіи 3 часовъ. Но и послѣ этого верхній слой совершенно не уменьшился. Тогда этотъ слой былъ отдѣленъ, промытъ водой и высушенъ надъ спл. $CaCl_2$. При изслѣдованіи онъ оказался тр. хлористымъ бутиломъ $(CH_3)_3CCl$. Перегонялся при 50°—52° и при опредѣленіи содержанія въ немъ хлора далъ:

0,2542 гр. хлорюра дали по способу Каріуса 0,4012 гр. AgCl

	Получено	Требуется для C_4H_9Cl
Cl	39,02%	38,73%

Кислая водная жидкость, отдѣленная отъ верхняго слоя, была испарена на водяной банѣ. По прибавленіи къ остатку избытка ѣдкой щелочи было отогнано въ струѣ водянаго пара, при чемъ въ пріемникъ было предварительно налито разведенной соляной кислоты. При изслѣдованіи амина, перешедшаго въ перегонъ, по О. Гинзбергу [1]) дѣйствіемъ избытка хлорангидрида парабромбензолсульфоновой кислоты [2]) и ѣдкаго кали были получены только производныя этиламина [3]); въ большомъ количествѣ парабромбензолсульфонэтиламидъ п.$C_6H_4BrSO_2NHC_2H_5$., бѣлые кристаллы, плавящіеся при 81° и легко растворимые въ ѣдкихъ щелочахъ, и въ незначительномъ количествѣ дипарабромбензолсульфонэтиламидъ $(пC_6H_4BrSO_2)_2NC_2H_5$—бѣлые кристаллы, плавящіеся при 132°, нерастворимые въ ѣдкихъ щелочахъ и при обработкѣ этилатомъ натрія по О. Гинзбергу и Кесслеру [4]) переходящіе въ растворимый въ ѣдкихъ щелочахъ парабром-

---

[1]) Berl. Ber. $23_{,2963}$.

[2]) Ж. Р. Х. О, $31_{,546}$.

[3]) При дѣйствіи большаго избытка хлорангидрида бензолсульфоновой кислоты и ѣдкаго кали на этиламинъ мною былъ полученъ въ незначительномъ количествѣ и продуктъ нерастворимый въ ѣдкихъ щелочахъ — *дибензолсульфонэтиламидъ* $(C_6H_4SO_2)_2NC_2H_5$, раньше не выдѣленный мною (Ж. Р. Х. О. $31_{,646}$) въ чистомъ состояніи. Это — бѣлые пластинчатые кристаллы (изъ воднаго спирта), плавящіеся при 82°.

Анализъ его далъ:

0,2353 гр. амида дали по способу Каріуса 0,3338 гр. $BaSO_4$

	Получено	Требуется для $C_{14}H_{15}NS_2O_4$
S	19,48%	19,71%

[4]) Berl. Ber. $38_{,906}$.

бензолсульфонэтиламидъ. Производнаго же тр.бутилэтиламина совершенно не было обнаружено.

Точно такъ же нагрѣвая бензолсульфонтр.бутиламидъ съ дымящейся соляной кислотой въ запаянныхъ трубкахъ при 140^0—150^8 въ продолженіи 4 часовъ, я не получилъ и слѣдовъ тр.бутиламина, а только амміякъ и тр. хлористый бутилъ.

Какъ показалъ Ромбургъ [1]) а затѣмъ и я [2]), бензолсульфонамиды первичныхъ какъ моно — такъ и ді — аминовъ при дѣйствіи крѣпкой азотной кислоты легко замѣняютъ свой атомъ водорода у азота остаткомъ нитро, превращаясь въ однозамѣщенные бензолсульфонитрамиды. Если же въ хорошо охлажденную до 0^0 азотную кислоту уд. вѣса 1,48 вносить постепенно по очень маленькимъ порціямъ бензолсульфонтр.бутиламидъ, то происходитъ очень энергичное реагированіе, сопровождаемое сильнымъ выдѣленіемъ газовъ. По влитіи продукта реакціи въ большое количество холодной воды получается совершенно прозрачный растворъ. Послѣ осторожнаго нейтрализованія содой и извлеченія эфиромъ, было получено по испареніи эфирной вытяжки ничтожное количество твердаго остатка, оказавшагося по изслѣдованіи бензолсульфонитрамидомъ $C_6H_5SO_2NH(NO_2)$ — бѣлые кристаллы, плавящіеся съ сильнымъ разложеніемъ при 98^0 и растворимые въ ѣдкихъ щелочахъ. Бензолсульфонтр.бутилнитрамида же не было открыто даже и слѣдовъ.

Если же дѣйствовать такимъ образомъ азотной кислотой на двузамѣщенные бензолсульфонамиды [3]) съ тр.бутиломъ въ составѣ, то получается легко продуктъ замѣщенія остатка тр.бутила остаткомъ нитро. Такъ при внесеніи въ хорошо охлажденную азотную кислоту уд. вѣса 1,48 осторожно по маленькимъ порціямъ бензолсульфонтр.бутилэтиламида замѣчается очень энергичное взаимодѣйствіе, сопровождаемое выдѣленіемъ газовъ. По влитіи въ холодную воду продукта реакціи получается осадокъ; все это было осторожно нейтрализовано содой и извлечено эфиромъ. По удаленіи эфира

---

[1]) Rec. $3_{,14}$

[2]) Ж. Р. Ф. Х. О. $29_{,101}$ и $31_{,640}$.

[3]) Изученіе дѣйствія азотной кислосы на двузамѣщенные бензолсульфонамиды мною уже давно начато, но къ сожалѣнію вслѣдствіе разнообразныхъ причинъ еще не вполнѣ закончено, — но надѣюсь въ скоромъ времени представить его къ напечатанію.

изъ вытяжки получился остатокъ, который по перекристаллизаціи изъ воднаго спирта далъ пластинчатые кристаллы, плавившіеся при 44° и нерастворимые въ ѣдкихъ щелочахъ. Для бензолсульфонэтилнитрамида $C_6H_5SO_2N(C_2H_5)NO_2$) Ромбургъ [1]) даетъ т. пл. при 43°—44°.

Анализъ его далъ:

0,2322 гр. вещества дали по способу Каріуса 0,2391 гр. $BaSO_4$

	Получено	Требуется для $C_8H_{10}N_2SO_4$
S	14,16%	13,92%

Если къ конц. сѣрной кислотѣ прибавить незначительное количество воды и нѣсколько кристалликовъ дифениламина, то по внесеніи въ эту смѣсь малѣйшаго количества этого вещества получается густое синее окрашиваніе [2]).

Точно такіе же отношенія были найдены и для бензолсульфонамидовъ съ третичнымъ амиломъ въ составѣ [3]). Такъ при нагрѣваніи съ дым. соляной кислотой въ запаянной трубкѣ при 140°—150° остатокъ тр. амилъ выдѣлялся въ видѣ хлористаго трет. амила, а при дѣйствіи азотной кислоты вытѣснялся.

Бензолсульфонтр.амиламидъ $C_6H_6SO_2NH(C(CH_3)_2(C_2H_5))$ былъ приготовленъ изъ трет. амиламина дѣйствіемъ хлорангидрида сульфобензоловой кислоты и ѣдкаго кали. Бѣлые пластинчатые кристаллы, плавящіеся при 93°. Нерастворимъ въ водѣ, довольно трудно въ ѣдкихъ щелочахъ, не трудно въ спиртѣ, эфирѣ и бензолѣ. Опредѣленіе частичнаго вѣса въ бензольномъ растворѣ въ приборѣ Бекманна дало:

(Константа для бензола = 50) Бензола 14,997 гр.

Концентрація	Пониженіе точки замерзанія
1) 0,0512 гр.	0,07°
2) 0,0992 гр,	0,14°

---

[1]) Rec 3,14.

[2]) Эта реакція характерна для всѣхъ бензолсульфоннитрамидовъ. Если взять конц. сѣрную кислоту и не прибавить воды, то синяго окрашиванія не получается, а образуется не характерное слабое вишневокрасное окрашиваніе, скоро мутнѣющее.

[3]) Эти изслѣдованія съ бензолсульфонамидами съ тр. амиломъ въ составѣ частью были произведены подъ моимъ руководствомъ студ. И. Ададуровымъ.

Частичный вѣсъ

Вычисленъ для $C_{11}H_{17}NSO_2$	Найденъ	
	1	2
227	244	231

Опредѣленіе содержанія углерода и водорода дало:

0,19 гр. амида дали при сожженіи въ открытой трубкѣ съ окисью мѣди и перекисью свинца 0,4041 гр. CO_2 и 0,1293 гр. H_2O.

	Получено	Требуется для $C_{11}H_{17}NSO_2$
C	58,0%	58,15%
H	7,56%	7,47%