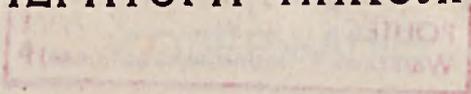


5110
7+8L
ИЗВѢСТІЯ

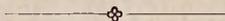
ВАРШАВСКАГО

ПОЛИТЕХНИЧЕСКАГО ИНСТИТУТА

ИМПЕРАТОРА НИКОЛАЯ II.



ВЫПУСКЪ I. — 1908 г.



ВАРШАВА.

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

1909.

N 3 B 3 C T I R

WARSAWSKA

INSTITUT POLITECHNICZNY

BIBLIOTEKA
POLITECHNICZNEJ WARSZAWSKIEJ
Warszawa, (Jedności Robotniczej)

y. 208

Печатано по опредѣленію Совѣта Варшавскаго Политехническаго Института Императора Николая II.

Директоръ профессоръ *В. П. Амаліцкій.*

WARSAWA

1901

СОДЕРЖАНІЕ.

1. Г. Ѳ. Вороной (1868—1908). Некрологъ съ портретомъ покойнаго. Проф. *И. Р. Брайцева*. Стр. 1—15.
2. Къ вопросу объ опредѣленіи количества машинъ, необходимыхъ для оборудованія бумагопрядильной фабрики данной производительности. Проф. *В. К. Задарновскаго*. Стр. 257—322.
3. Изслѣдованіе сплавовъ желѣза съ сѣрой и явленія краснелома стали. Проф. *М. Циглера*. Стр. 1—39.
4. Къ вопросу о строеніи комфена. *Казимира Славинскаго*. Стр. 1—32.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Л. П. Брандман (1885-1907). Исследования по физическим свойствам жидкостей. Изд. 2-е. М. Р. Вайцман, 1907. Стр. 1-14.
2. По вопросу о влиянии температуры на вязкость жидкостей. Изд. 2-е. М. Р. Вайцман, 1907. Стр. 15-22.
3. Исследования о свойствах жидкостей вблизи и вдали от критической точки. Изд. 2-е. М. Р. Вайцман, 1907. Стр. 23-32.
4. По вопросу о термодинамическом состоянии жидкостей. Изд. 2-е. М. Р. Вайцман, 1907. Стр. 33-42.

Редакторъ профессоръ *И. Р. Вайцманъ*.



ПРОФЕССОРЪ
Императорскаго Варшавскаго Университета, Варшавскаго
Политехническаго Института, членъ-корреспондентъ Императорской
Академіи Наукъ

Г. О. ВОРОНОЙ
(† 7 октября 1908 г.)

Г. Θ. ВОРОНОЙ (1868-1908).

7-го ноября 1908 года въ 9 ч. 20 м. утра послѣ тяжкихъ страданій скончался въ Варшавѣ докторъ чистой математики, членъ-корреспондентъ С. Петербургской Академіи Наукъ, ординарный профессоръ Варшавскаго университета и Варшавскаго политехническаго института Георгій Ѳедосѣевичъ Вороной. Умеръ онъ 40 лѣтъ отъ роду, въ полномъ разцвѣтѣ своего мощнаго математическаго таланта. Вся жизнь покойнаго была служеніемъ чистой математикѣ, которой онъ былъ до самоотреченія преданъ.

Г. Θ. Вороной родился 16 апрѣля 1868 года въ мѣстечкѣ Журавка Полтавской губерніи. Отецъ его, къ которому покойный всю жизнь питалъ самыя лучшія сыновьи чувства, былъ сперва исправляющимъ должность профессора Нѣжинскаго лицея князя Безбородко, а потомъ директоромъ гимназій Кишиневской, Бердянской и Прилукской. Среднее образованіе покойный получилъ въ гимназіяхъ Бердянской и Прилукской. Пишущій эти строки не имѣетъ свѣдѣній о жизни усопшаго за этотъ періодъ. Кое-что однако сохранилось въ его „Дневникѣ“, который покойный велъ въ свои студенческіе годы, и притомъ о его пребываніи въ Прилукской гимназіи. Видно, что онъ съ большимъ успѣхомъ занимался математикой. О своемъ же преподавателѣ математики Богословскомъ покойный сохранялъ самыя лучшія воспоминанія. Изъ другого мѣста „Дневника“ можно заключить, что усопшій пользовался славой прекраснаго математика не только среди товарищей, но и ученицъ женской гимназіи города Прилукъ.

Въ бытность свою въ восьмомъ классѣ Прилукской гимназіи покойный особенно любилъ алгебру. Въ это время проф. универ-

ситета Св. Владиміра В. П. Ермаковъ на страницахъ своего „Журнала элементарной математики“ предложилъ тему: „Разложеніе многочленовъ на множители, основанное на свойствѣ корней квадратнаго уравненія“. Юный математикъ принялся за эту тему. Плодомъ его усилій явилась статейка, снабженная изряднымъ количествомъ примѣровъ. Потомъ она была напечатана въ № 1 второго тома (за 1885 годъ) вышеупомянутаго журнала.

Появленіе въ печати, хотя и простого, но все-же самостоятельнаго изслѣдованія побудило автора попытать свои силы на другихъ, болѣе трудныхъ вопросахъ. Новыи темой онъ избралъ слѣдующую: Рѣшить въ цѣлыхъ и положительныхъ числахъ неопредѣленное уравненіе:

$$x^2 + y^2 + z^2 = 2 mxyz,$$

гдѣ m какое-либо цѣлое положительное число.

Но рѣшеніе такого вопроса превосходило его познанія и юныя силы. Уже перебравшись въ августѣ 1885 года въ С. Петербургскій университетъ студентомъ-математикомъ, онъ на первыхъ порахъ еще продолжалъ размышлять надъ этой задачей. Видя тщетность своихъ усилій, онъ долженъ былъ сознаться: „Я, собственно говоря, потерялъ надежду когда-либо рѣшить эту задачу“.

Насколько можно судить по „Дневнику“, этимъ пока и кончаются попытки юнаго математика самостоятельнаго рѣшенія вопроса. Цѣлые два года уходятъ на саморазвитіе. Усердно посѣщая лекціи, дополняя ихъ изученіемъ Serret, Faà de Bruno, Чебышева и др., онъ въ часы, свободные отъ занятій математикой, пополняетъ свое общее образованіе чтеніемъ литературныхъ и философскихъ произведеній. Въ это же самое время онъ совершенствуется въ французскомъ и нѣмецкомъ языкахъ, а также изучаетъ языкъ англійскій. Лѣтніе каникулы онъ обыкновенно проводитъ въ имѣніи своего отца „Журавка“. Въ родной семьѣ, а также у сосѣдей Крицкихъ, родителей своей будущей жены, онъ находитъ отдыхъ и черпаетъ силы для своихъ послѣдующихъ занятій математикой.

Нельзя сказать, чтобы жизнь въ Петербургѣ улыбалась покойному. Средства, которыя могъ ему давать его отецъ, въ особенности выйдя въ 1887 году въ отставку, были недостаточны. Да и покойный принципиально не считалъ себя въ правѣ ими пользоваться. Отецъ присылалъ только плату въ коллегію, гдѣ покойный жилъ все время своего пребыванія въ университетѣ. Все же прочее лужно было добывать уроками или какою-либо другою работою. „Вчера я получилъ урокъ

через одного из товарищей“, говорится в „Дневникѣ“: „Урокъ крайне невыгодный: 15 рублей в мѣсяцъ, каждый день заниматься по часу. Такъ какъ это отъ меня очень далеко, то мнѣ приходится затрачивать болѣе двухъ часовъ. Я уже рѣшилъ, что, если только подвернется какая-либо другая мало-мальски сносная работа, немедленно откажусь отъ урока“. Матеріальная необеспеченность, а также жизнь вдвоемъ в одной комнатѣ и при томъ в шумной коллегіи, мѣшавшія ему свободно предаваться занятіямъ, доставляли ему сильныя нравственныя мученія. В своемъ „Дневникѣ“ онъ постоянно сѣтуетъ на то, что отъ сильной усталости послѣ продолжительной ходьбы по урокамъ и вслѣдствіе условій жизни в коллегіи не можетъ всецѣло отдаться математикѣ. Покойный напрягаетъ всѣ силы, чтобы и при этихъ неблагоприятныхъ условіяхъ выработать въ себѣ привычку безъ всякаго принужденія усаживаться за книгу.

Будучи уже на третьемъ курсѣ, покойный съ особеннымъ пыломъ начинаетъ увлекаться изученіемъ главнымъ образомъ отдѣловъ чистой математики. „Лекціи по чистой математикѣ“, пишетъ онъ: „меня все болѣе и болѣе увлекаютъ. Лекціи проф. С. по спеціальному курсу высшей алгебры я теперь предпочитаю всѣмъ остальнымъ. Теперь у меня есть настоящее желаніе работать безъ всякаго насильственнаго усаживанія за книгу“. Далѣе: „Сегодня я работала тоже порядочно. Записала шесть лекцій, такъ что на послѣдней даже рука отказалась писать. Встаю в 5 часовъ и по утрамъ занимаюсь математикой. Что за прелестная вещь! Хотя и масса формулъ, но всѣ онѣ настолько симметричны, что легко запоминаются“.

До сихъ поръ весь пылъ своего пытливаго ума покойный направлялъ на приобрѣтеніе познаній по математикѣ. Но вотъ мало-помалу начинаетъ мучить его вопросъ, есть ли у него способности, благодаря которымъ изъ него могъ бы впоследствии выработаться ученый. „Главное, что меня занимаетъ“, пишетъ онъ: „есть-ли у меня достаточно способностей...“ „Она (математика) поглощаетъ все мое вниманіе и гнетущій вопросъ, быть-ли мнѣ профессоромъ или не быть“. И вотъ онъ начинаетъ проверять свои способности. Безъ всякаго руководства пробуетъ онъ вычислить въ зависимости отъ коэффициентовъ уравненія

$$x^m + P_1 x^{m-1} + P_2 x^{m-2} + \dots + P_m = 0$$

слѣдующія симметрическія функціи его корней:

$$\sum x_1^2 x_2^2 \dots x_\mu^2 x_{\mu+1} \dots x_\nu;$$

$$\sum x_1^3 x_2^3 \dots x_\mu^3 x_{\mu+1}^2 \dots x_{\mu+\nu}^2 x_{\mu+\nu+1} \dots x_{\mu+\nu+\omega}$$

и достигаетъ полнаго успѣха.

Этотъ результатъ вселяетъ въ немъ увѣренность, что у него есть математическія способности. Эта увѣренность усилилась, когда покойному безъ особаго труда удалось самостоятельно, безъ примѣненія комплексныхъ чиселъ, вычислить опредѣленные интегралы:

$$\int_0^\infty \frac{-x^2}{e^{\nu x^2}} \cos(\nu x^2) dx, \quad \int_0^\infty \frac{-x^2}{e^{\nu x^2}} \sin(\nu x^2) dx$$

при всякомъ вещественномъ ν , а также проинтегрировать дифференціальное уравненіе:

$$\left[\frac{p(x^2+y^2)}{2} - rx + qy + s \right] y'' + \left[py + q - (px-r) y' \right] (1+y'^2) = 0,$$

гдѣ p, q, r и s постоянныя числа, предложенное проф. А. А. Марковымъ.

Всѣ эти результаты убѣдили покойнаго въ существованіи у него математическихъ способностей, и вотъ онъ смѣло приступаетъ къ изысканію новыхъ свойствъ чиселъ Бернулли. Идетъ усиленная плодотворная работа. Слѣды ея хорошо сохранились въ „Дневникѣ“. Мало-по-малу открываеся цѣлый рядъ новыхъ теоремъ, которыя формируются потомъ въ одну общую теорему, составившую сущность его кандидатскаго сочиненія: „О числахъ Бернулли“, представленнаго потомъ въ 1889 году въ государственную комиссію.

Теорема, о которой идетъ рѣчь, состоитъ въ слѣдующемъ:

Если m -тое Бернуллиево число

$$B_m = \frac{P_m}{Q_m},$$

гдѣ $\frac{P_m}{Q_m}$ несократимая дробь, то имѣетъ мѣсто слѣдующее сравненіе:

$$\begin{aligned} & (-1)^{m-1} (a-1) P_m \equiv 2ma \sum_{i=0}^{2m-1} \left[1 - E\left(\frac{a}{N}\right) + \right. \\ & \left. + 2 E\left(\frac{2a}{N}\right) + \dots + (N-1) E\left(\frac{(N-1)a}{N}\right) \right] \pmod{N}. \end{aligned}$$

При этомъ a и N суть какія-угодно цѣлыя положительныя числа, простыя между собою, а $E\left(\frac{a}{N}\right)$ означаетъ цѣлую часть дроби $\frac{a}{N}$.

Изъ этой теоремы авторъ выводитъ рядъ слѣдствій и между прочимъ слѣдующую обобщенную теорему Adams'a:

Если число m , значекъ m -го Бернуллиева числа, имѣеть дѣлитель $k = p_1^{\alpha} p_2^{\beta} \dots p_i^{\lambda}$, гдѣ $p_1, p_2, p_3, \dots, p_i$ простыя числа, не дѣлящія знаменателя m -го Бернуллиева числа, то числитель его будетъ дѣлиться на k .

Эта работа, въ которой въ значительной степени развернулись творческія силы покойнаго, въ 1890 году была напечатана въ „Собщеніяхъ Харьковскаго Математическаго Общества“.

Оцѣнка, которую далъ ей проф. А. А. Марковъ, вполнѣ убѣдила автора, что изъ него можетъ выйти славный ученый, и вотъ онъ, будучи оставленъ въ декабрѣ 1889 года при С. Петербургскомъ университетѣ для приготовленія къ профессорскому званію, отдается самостоятельнымъ изслѣдованіямъ въ области теоріи чисель. Начинаетъ мало-по-малу назрѣвать и создаваться его магистерская диссертация: „О цѣлыхъ числахъ, зависящихъ отъ корня уравненія третьей степени“. Работа подвигается успѣшно. Но молодой ученый особенно не слѣшитъ съ ней. Нужно было еще готовиться къ магистерскимъ испытаніямъ. Да и обладалъ онъ особеннымъ творчествомъ. Теоремы угадывались имъ какъ-бы чутьемъ. Онъ повѣрялъ ихъ какъ можно на большемъ числѣ примѣровъ. Потомъ, съ полной увѣренностью въ ихъ непреложности, приступалъ къ ихъ обоснованію. „Всѣ теоремы, данныя мною“, пишетъ онъ: „возникли совершенно независимо и мнѣ оставалось ихъ только проверять“.

Наконецъ, работа была закончена, напечатана въ 1893 году и въ октябрѣ того-же года представлена въ качествѣ магистерской диссертации въ С. Петербургскій университетъ. Въ этой работѣ авторъ задался сперва цѣлью дать общую форму выраженія цѣлыхъ алгебраическихъ чисель, зависящихъ отъ корня ρ неприводимаго уравненія

$$\rho^3 = r\rho + s,$$

гдѣ r и s обыкновенныя цѣлыя числа.

Для рѣшенія этого столь важнаго вопроса ему пришлось прибѣгнуть къ комплекснымъ числамъ по простому модулю p .

Всякое такое число имѣеть составъ:

$$l + i l',$$

гдѣ l и l' числа обыкновенныя, а i несуществующее рѣшеніе сравненія:

$$i^2 \equiv N \pmod{p},$$

гдѣ N неквадратичный вычетъ по модулю p , т. е., рѣшеніе уравненія:

$$\left(\frac{N}{p}\right) = -1.$$

Пользуясь комплексными числами, авторъ даетъ способъ рѣшать сравненіе третьей степени:

$$x^3 - r x - s \equiv 0 \pmod{p}, \quad (\alpha)$$

гдѣ r и s обыкновенныя цѣлыя числа.

При этомъ устанавливается слѣдующая теорема:

Если p есть какое-либо простое число, на которое не дѣлится

$$\Delta = 27s^2 - 4r^3,$$

то сравненіе (α) или не имѣетъ рѣшеній, или имѣетъ только одно рѣшеніе, или три рѣшенія въ обыкновенныхъ числахъ.

Если p есть простое число, на которое дѣлится Δ , то всегда существуетъ такое обыкновенное число ξ , рѣшеніе сравненія (α) , которое удовлетворяетъ, кромѣ того, сравненію:

$$3\xi^2 - r \equiv 0 \pmod{p}.$$

Число η , опредѣляемое сравненіемъ:

$$\eta \equiv -2\xi \pmod{p},$$

также удовлетворяетъ сравненію (α) , и сравненіе это только тогда имѣетъ одно рѣшеніе, когда число $3\xi^2$ дѣлится на p ; въ остальныхъ случаяхъ ξ и η единственныя различныя рѣшенія сравненія (α) .

Опираясь на этотъ результатъ, авторъ находитъ три основныхъ алгебраическихъ числа:

$$1, \varphi = \frac{-\xi + \rho}{\delta}, \psi = \frac{\xi^2 - r + \xi \rho + \rho^2}{\delta^2 \sigma},$$

при помощи которыхъ всѣ цѣлыя алгебраическія числа, зависящія отъ корня ρ вышеупомянутаго алгебраическаго уравненія третьей степени, могутъ быть представлены въ формѣ:

$$x + x'\varphi + x''\psi,$$

гдѣ x , x' и x'' могутъ быть какія-угодно цѣлыя раціональныя числа.

Замѣтимъ, что ξ есть единственное рѣшеніе, опредѣляемое по модулю $\delta\sigma$, сравненій:

$$\xi^3 - r \xi - s \equiv 0 \pmod{\delta^3 \sigma^2};$$

$$3\xi^2 - r \equiv 0 \pmod{\delta^2 \sigma}.$$

σ означаетъ наибольшее число, для котораго возможны эти сравненія.

Далѣе, число $\delta = d$, если уравненіе

$$\rho_1^3 = \frac{r}{d^2} \rho_1 + \frac{s}{d^3} \quad (\beta)$$

неособенное, и $\delta = 3d$, если это уравненіе особенное; при чемъ d есть наибольшее число, для котораго возможны сравненія:

$$\begin{aligned} r &\equiv 0 \pmod{d^2}; \\ s &\equiv 0 \pmod{d^3}. \end{aligned}$$

Добавимъ, что авторъ называетъ уравненіе (β) особеннымъ, если имѣютъ мѣсто сравненія:

$$\begin{aligned} \frac{r}{d^2} &\equiv 3 \pmod{9}; \\ \frac{s}{d^3} &\equiv \pm \left(1 - \frac{r}{d^2} \right) \pmod{27}. \end{aligned}$$

Пользуясь найденнымъ видомъ цѣлыхъ алгебраическихъ чиселъ кубической области, авторъ находитъ разложеніе на простые идеальные множители всѣхъ простыхъ раціональныхъ чиселъ и даетъ способы для разложенія на простые идеальные множители всѣхъ цѣлыхъ чиселъ разсматриваемой области. Наконецъ, онъ приводитъ таблицу идеаловъ, соотвѣствующихъ однороднымъ идеальнымъ числамъ, и устанавливаетъ теорему, которая позволяетъ съ помощью этой таблицы находить идеаль, соотвѣствующій всякому идеальному числу.

Защита этой диссертациіи состоялась 26 апрѣля 1894 года. 1-го мая 1894 года покойный былъ назначенъ п. д. доцента, а 9 іюня того-же года экстраординарнымъ профессоромъ Варшавскаго университета по кафедрѣ чистой математики.

Переселившись такимъ образомъ въ Варшаву, покойный началъ усиленно работать надъ изысканіемъ новаго алгоритма, который бы для алгебраическихъ чиселъ кубической области позволилъ ему рѣшить вопросы: найти систему основныхъ единицъ, опредѣлить, эквивалентны ли два данные идеала, и, наконецъ, опредѣлить число классовъ идеаловъ. Этотъ алгоритмъ былъ найденъ и представляетъ особое обобщеніе алгоритма непрерывныхъ дробей. Вотъ почему и своей работѣ покойный далъ такое названіе: „Объ одномъ обобщеніи алгоритма непрерывныхъ дробей“. Авторъ находитъ этотъ алгоритмъ, разсматривая относительные *minima* ковариантныхъ линейныхъ формъ. Прежде всего онъ останавливается на системѣ двухъ такихъ формъ, зависящихъ отъ двухъ цѣлыхъ переменныхъ чиселъ x и x' :

$$\omega = x\lambda + x'\mu; \quad \omega' = x\lambda' + x'\mu'. \quad (\gamma)$$

При этомъ относительные *minima* системъ формъ (γ) авторъ опредѣляетъ такъ:

Если при некоторыхъ значеніяхъ переменныхъ x и x' ковариантная форма (γ) получаютъ такія значенія ω_0 и ω'_0 , что нельзя найти цѣлыхъ рациональных чиселъ t и t' , удовлетворяющихъ одновременно неравенствамъ:

$$|t\lambda + t'\mu| < |\omega_0|; |\omega' + t'\mu'| < |\omega'_0|,$$

то числа ω_0 и ω'_0 и суть относительные *minima* ковариантныхъ формъ (γ) или, символически, системы формъ:

$$\begin{bmatrix} \lambda, & \mu \\ \lambda', & \mu' \end{bmatrix}.$$

Не считая системъ (ω, ω') и $(-\omega, -\omega')$ различными, авторъ разсматриваетъ совокупность (s) всѣхъ системъ, представляющихъ относительные *minima* и удовлетворяющихъ условію $\omega > 0$. При этомъ системы совокупности (s) онъ располагаетъ въ бесконечный рядъ:

$$(\delta) \dots\dots\dots (\omega_{-1}, \omega'_{-1}), (\omega_0, \omega'_0), (\omega_1, \omega'_1), \dots\dots ;$$

при чемъ

$$\begin{aligned} \dots\dots\dots &> \omega_{-1} > \omega_0 > \omega_1 > \dots\dots \\ \dots\dots\dots &< |\omega'_{-1}| < |\omega'_0| < |\omega'_1| < \dots\dots \end{aligned}$$

Систему $(\omega_{k+1}, \omega'_{k+1})$, слѣдующую въ этомъ ряду за системой (ω_k, ω'_k) , онъ называетъ первой системой смежной съ (ω_k, ω'_k) , а систему $(\omega_{k-1}, \omega'_{k-1})$ считаетъ второю системой смежной съ (ω_k, ω'_k) .

Предположимъ, что системы (ω_0, ω'_0) и (ω_1, ω'_1) представляютъ относительные *minima* ковариантныхъ формъ (γ), если положить

$$x = P_0, x' = P'_0; \quad x = P_1, x' = P'_1,$$

и система (ω_1, ω'_1) есть первая система смежная съ системой (ω_0, ω'_0) . Тогда оказывается, что опредѣлитель

$$\begin{bmatrix} P_0 & P_1 \\ P'_0 & P'_1 \end{bmatrix}$$

численно равенъ единичѣ.

Имѣя въ виду это свойство предыдущаго детерминанта, авторъ доказываетъ, что, если извѣстны какія-либо двѣ смежныя системы совокупности (δ), то всѣ прочія системы той-же совокупности получаютъ при помощи алгоритма непрерывныхъ дробей.

Отсюда устанавливается новая точка зрѣнія на этотъ алгоритмъ, разсматривая его, какъ совокупность дѣйствій, при помощи которыхъ по даннымъ двумъ смежнымъ системамъ ряда (δ) опредѣляется,

какъ система, слѣдующая въ этомъ ряду за данными системами, такъ и имъ предшествующая.

Пользуясь подстановкой $\begin{pmatrix} P_0 & P_1 \\ P'_0 & P'_1 \end{pmatrix} = \pm 1$ или $\begin{pmatrix} P_1 & P_0 \\ P'_1 & P'_0 \end{pmatrix} = \mp 1$, авторъ преобразуетъ данныя формы (1) въ эквивалентныя имъ: $\begin{bmatrix} \omega_0, \omega_1 \\ \omega'_0, \omega'_1 \end{bmatrix}$ или $\begin{bmatrix} \omega_1, \omega_0 \\ \omega'_1, \omega'_0 \end{bmatrix}$, которыя названы имъ приведенными системами перваго и втораго рода. Потомъ, считая системы $\begin{bmatrix} \lambda, \mu \\ \lambda', \mu' \end{bmatrix}$ и $\begin{bmatrix} \tau\lambda, \tau\mu \\ \tau\lambda', \mu'\tau' \end{bmatrix}$ равнозначными, онъ разсматриваетъ систему $\begin{bmatrix} 1, \varphi \\ 1, \varphi' \end{bmatrix}$, гдѣ $\varphi = \frac{\mu}{\lambda}, \varphi' = \frac{\mu'}{\lambda'}$, названную имъ нормальной. Каждая приведенная система формъ преобразовывается въ приведенную систему перваго или втораго рода при помощи двухъ послѣдовательныхъ подстановокъ $\begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix}$ и $\begin{pmatrix} 1 & \delta \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$; причеъ δ находится съ помощью алгорита непрерывныхъ дробей.

Пользуясь такими подстановками, авторъ получаетъ безконечный рядъ эквивалентныхъ приведенныхъ формъ перваго и втораго рода:

$$\begin{bmatrix} 1, \varphi_0 \\ 1, \varphi'_0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 1, \varphi_1 \\ 1, \varphi'_1 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 1, \varphi_2 \\ 1, \varphi'_2 \end{bmatrix}, \dots$$

Затѣмъ онъ рѣшаетъ вопросъ, когда этотъ безконечный рядъ системъ формъ періодическій, и приходитъ къ слѣдующему положенію:

Для того, чтобы вышеозначенный рядъ приведенныхъ системъ ковариантныхъ формъ, эквивалентныхъ данной системѣ

$$(\lambda) \quad \begin{bmatrix} 1, \varphi \\ 1, \varphi' \end{bmatrix},$$

состоялъ изъ періодически повторяющихся членовъ, необходимо и достаточно, чтобы коэффициенты системы (λ) : φ и φ' были сопряженныя алгебраическія числа, зависящія отъ корней неприводимаго уравненія второй степени съ положительнымъ дискриминантомъ.

Этотъ замѣчательный результатъ позволяетъ для алгебраическихъ чиселъ квадратичной области съ положительнымъ дискриминантомъ разыскать основныя единицы, рѣшить вопросъ объ эквивалентности данныхъ двухъ идеаловъ и найти число классовъ идеаловъ.

Далѣ, авторъ свои предыдущія изслѣдованія распространяеть на ковариантныя формы съ тремя перемѣнными:

$$\begin{aligned} (\mu) \quad \omega &= x\lambda + x'\mu + x''\nu; \\ \omega' &= x(l + il'') + x'(m' + im'') + x''(n' + in''), \end{aligned}$$

гдѣ λ , μ и ν числа дѣйствительныя, а $l + il''$, $m' + im''$ и $n' + in''$ числа комплексныя.

Полученные при этомъ новые результаты дали автору возможность рѣшить вышеуказанныя главныя задачи для алгебраическихъ чиселъ кубической области съ отрицательнымъ дискриминантомъ.

Въ томъ же направленіи авторъ трактуетъ систему трехъ линейныхъ ковариантныхъ формъ:

$$\begin{aligned} \omega &= x\lambda + x'\mu + x''\nu; \\ \omega' &= x\lambda' + x'\mu' + x''\nu'; \\ \omega'' &= x\lambda'' + x'\mu'' + x''\nu''. \end{aligned}$$

Результаты этихъ изслѣдованій позволяютъ ему рѣшить вышеупомянутыя три главныя задачи теоріи алгебраическихъ чиселъ кубической области съ положительнымъ дискриминантомъ.

Замѣтимъ, что новый способъ разысканія основныхъ алгебраическихъ единицъ, данный авторомъ, весьма удобенъ въ практическомъ отношеніи, что подтверждается имъ примѣрами.

20-го мая 1897 года работа была блестяще защищена на степенъ доктора чистой математики въ С. Петербургскомъ университетѣ. Въ-стѣ съ тѣмъ С. Петербургская Академія Наукъ увѣличала объ диссертации преміей имени Буняковского.

Покончивъ такимъ образомъ съ тѣми работами, которыя, хотя и явились, какъ результатъ творческихъ силъ покойнаго, по все-же были въ извѣстномъ смыслѣ обязательными, и сдѣлавшись 1-го августа того же года ординарнымъ профессоромъ Варшавскаго университета, покойный начинаетъ свободно обдумывать цѣлый рядъ вопросовъ, какъ по вычисленію суммъ особаго типа, такъ и въ области квадратичныхъ формъ. Начинается интенсивная работа, въ высшей степени продуктивная. Свои замѣчательныя открытія въ означенныхъ областяхъ покойный заносилъ въ математическій дневникъ, который въ цѣлости сохранился послѣ его смерти. На страницахъ этого дневника каждый день записывалось все, что по разнымъ вопросамъ въ вышеозначенныхъ областяхъ создавали творческія силы усопшаго. Потомъ уже изъ этого матеріала формировались отдѣльныя произведенія.

Покойный былъ въ высшей степени строгъ къ себѣ. Тѣ работы, которыя стали появляться въ печати съ 1903 года въ журналѣ Крелля и въ Annales de l'école Normale Supérieure, были уже готовы нѣсколько лѣтъ предъ этимъ. Только авторъ многократно ихъ переделывалъ, стараясь изыскать наиболѣе простые и изящные методы для выраженія своихъ глубокихъ идей.

Первой появилась въ печати его работа: „Sur un problème du calcul des fonctions asymptotiques“ (Crelle's Journal, Bd. 126). Въ ней авторъ при помощи замѣчательнаго преобразованія суммы:

$$\sum_{n > 0}^{n \leq x} E\left(\frac{x}{n}\right),$$

гдѣ $E(x)$ означаетъ цѣлое число, удовлетворяющее условію:

$$x - 1 \angle E(x) < x,$$

выводить слѣдующее равенство:

$$\sum_{n > 0}^{n \leq x} E\left(\frac{x}{n}\right) = x \left[\lg x + 2C - 1 \right] + \frac{1}{4} + \\ + \vartheta \left[\frac{65}{36} \sqrt[3]{x} \lg x + \frac{79}{12} \sqrt[3]{x} + \frac{3}{2} \right],$$

гдѣ C Эйлерово постоянное, $x \geq 1$, а $|\vartheta| \angle 1$.

Этотъ результатъ представляетъ существенное дополненіе къ изслѣдованіямъ Lejeune—Dirichlet, которому,—судя по изданнымъ его работамъ,—удалось только доказать, что

$$\sum_{n > 0}^{n \leq x} E\left(\frac{x}{n}\right) = x \left[\lg x + 2C - 1 \right] + R(x),$$

гдѣ

$$|R(x)| < A \sqrt{x};$$

при чемъ $x > 0$, а A определенное постоянное число.

Появившаяся затѣмъ въ Annales de l'école Normale Supérieure [t. 20, III série, 1903] работа: „Sur une fonction transcendante et ses applications à la sommation de quelques séries“ представляетъ результатъ многолѣтнихъ его размышленій надъ суммами вида:

$$\frac{1}{2} \sum_{n > a}^{n \leq b} \tau(n) f(n) + \frac{1}{2} \sum_{n \geq a}^{n \leq b} \tau(n) f(n),$$

гдѣ $f(n)$ функція аналитическая, а $\tau(n)$ числовая.

Слѣдую своей привычкѣ, покойный въ теченіе продолжительнаго времени на частныхъ случаяхъ изучалъ эту сумму. Причемъ такимъ путемъ онъ выяснилъ себѣ, что

$$(v) \quad \frac{1}{2} \sum_{\substack{n < b \\ n > a}} \tau(n) f(n) + \frac{1}{2} \sum_{\substack{n < b \\ n > a}} \tau(n) f(n) = \\ = \int_a^b f(x) \vartheta(x) dx + \sum_1^{\infty} \tau(n) \int_a^b f(n) \alpha(nx) dx.$$

Здѣсь функція $f(x)$ непрерывная въ границахъ: $a < x < b$ и имѣеть внутри этого промежутка ограниченное число *maxima* и *minima*; $\vartheta(x)$ и $\alpha(x)$ суть двѣ аналитическія функціи, которыя зависятъ отъ состава функціи $\tau(n)$. Это соотношеніе однако нигдѣ имъ не установлено.

Въ разсматриваемой работѣ авторъ выводитъ формулу (v) въ предположеніи, что $\tau(n)$ означаетъ число дѣлителей цѣлаго положительнаго числа n . При этомъ функціи $\vartheta(x)$ и $\alpha(x)$ имѣють слѣдующій составъ:

$$\vartheta(x) = \lg x + 2C; \quad \alpha(x) = 2 [\xi(4\pi^2 x) + \eta(4\pi^2 x)].$$

Замѣтимъ, что C есть Эйлерово постоянное; функціи $\xi(x)$ и $\eta(x)$ суть соответственнымъ образомъ подобранныя авторомъ рѣшенія дифференціальнаго уравненія Фурье-Бесселя:

$$x \frac{d^2 \xi(x)}{dx^2} + \frac{d \xi(x)}{dx} - \xi(x) = 0; \\ x \frac{d^2 \eta(x)}{dx^2} + \frac{d \eta(x)}{dx} + \eta(x) = 0.$$

Вслѣдъ за этой работой покойный приступилъ къ формированію и печатанію въ журналѣ Крелля ряда мемуаровъ, касающихся квадратичныхъ формъ съ n переменными, подъ общимъ названіемъ: „Nouvelles applications des paramètres continus à la théorie des formes quadratiques“. При жизни усопшаго успѣлъ выйти въ свѣтъ полностью первый мемуаръ: „Sur quelques propriétés des formes quadratiques positives parfaites“ (Bd. 133) и часть второго: „Recherches sur les paralléloèdres primitifs“ (Bd. 134).

Эти работы, которыя особенно радовали автора и служили предметомъ его гордости, представляютъ результатъ его многолѣтнихъ упорныхъ размышленій. Онъ въ нихъ съ особеннымъ свойственнымъ ему глубокомысліемъ и остроуміемъ примѣняетъ одинъ принципъ

Гермита, которымъ пользовались въ своихъ изслѣдованіяхъ Золотаревъ, Chavre, Selling и Minkowski, къ рѣшенію различныхъ задачъ арифметической теоріи положительныхъ квадратичныхъ формъ съ n переменными.

Покончивъ свои изслѣдованія, относящіяся къ теоріи положительныхъ квадратичныхъ формъ, въ связи съ дѣленіемъ пространства n измѣреній при помощи конгруэнтныхъ параллелоэдровъ, покойный приступилъ къ изысканіямъ въ области теоріи неопредѣленныхъ квадратичныхъ формъ. Усопшій имѣлъ удивительную привычку создавать свои произведенія, какъ онъ выражался, „безъ пера и бумаги“. Обдумывая такимъ путемъ самыя сложныя теоремы и остроумнѣйшіе методы, покойный только тогда приступалъ къ ихъ записыванію, когда результаты въ его умѣ были почти уже готовы.

Къ изложенію результатовъ по теоріи неопредѣленныхъ квадратичныхъ формъ приступилъ покойный въ февралѣ 1908 года въ бытность свою въ г. Новочеркасскѣ, куда онъ, въ качествѣ декана механическаго отдѣленія, вмѣстѣ съ другими профессорами Варшавскаго политехническаго института былъ откомандированъ Министерствомъ Торговли и Промышленности для устройства Донскаго политехникума.

Почти годъ, проведенный усопшимъ въ г. Новочеркасскѣ, особенно былъ для него тяжелъ: не вполне благоприятныя условія жизни послужили причиной того, что болѣзнь „желчные камни“, которой онъ былъ подверженъ, начала сильно давать себя знать. А въ это время онъ напрягалъ всѣ свои силы, чтобы занести въ свой дневникъ все, что уже назрѣло въ его головѣ. Вотъ что по этому поводу между прочимъ записано тамъ: „Я дѣлаю большіе успѣхи въ разбираемомъ вопросѣ; но въ то же время здоровье мое все ухудшается и ухудшается. Вчера я въ первый разъ получилъ отчетливую идею объ алгоритмѣ, который долженъ разрѣшить всѣ вопросы разсматриваемой теоріи формъ и вчера же я имѣлъ сильный припадокъ желчной колики, который мнѣ помѣшалъ заниматься вечеромъ и не далъ возможности заснуть почти всю ночь. Я такъ боюсь, чтобы результаты моихъ долгихъ усилій, съ такимъ трудомъ добываемые, не погибли вмѣстѣ со мною“.

Къ величайшему горю тѣхъ, кому дороги интересы науки, опасенія покойнаго были не напрасны: изъ той грандіозной работы по теоріи неопредѣленныхъ квадратичныхъ формъ съ n переменными, которую лелѣялъ почти въ назрѣвшемъ видѣ въ своемъ умѣ усопшій, жестокой недугъ позволилъ ему оставить только „Замѣтки о неопредѣленныхъ квадратичныхъ формахъ“, состоящія изъ 28 большихъ страницъ.

Едва ли по нимъ возможно будетъ хотя отчасти воспроизвести тѣ остроумнѣйшія геометрическія соображенія, приведшія къ упоминаемому имъ въ дневникѣ алгорному, о которыхъ покойный всегда говорилъ съ большимъ воодушевленіемъ и восторгомъ. Для того, чтобы это сдѣлать, недостаточно знать въ общихъ чертахъ тѣ нити, которыя руководили покойнымъ въ его изслѣдованіяхъ; по нужно быть такимъ же глубокимъ знатокомъ въ теоріи квадратичныхъ формъ съ n переменными, какимъ былъ онъ; нужно обладать такою же удивительной техникой въ этой области, какую подъ конецъ своей жизни развилъ въ себѣ покойный. Да, къ тому же, нужно такъ же самоотверженно любить эту область математическаго знанія, какъ любилъ онъ. А какъ онъ любилъ математику! Пишущій эти строки въ бытность свою въ Новочеркасскѣ испытывалъ во время одного приступа болѣзни покойнаго самыя мучительныя чувства, видя его не только физическія, но и моральныя страданія: онъ съ величайшей скорбью все время твердилъ то, что выше было приведено изъ его дневника. Когда же ему было легче и онъ могъ уѣхать изъ Новочеркаска въ Варшаву, то при прощаніи сказалъ: „Врачи мнѣ запрещаютъ заниматься. Я и самъ замѣтилъ, что сильное умственное напряженіе всегда вызываетъ откликъ въ моей болѣзни. Но не знаютъ, что значить для меня не заниматься математикой. Только одной моей женѣ извѣстно, что математика для меня живь, все“.

Въ Варшавѣ покойный, пользуясь самоотверженнымъ уходомъ жены и помощью врачей, значительно оправился. Къ сожалѣнію, усоншіи не послушался совѣтовъ врачей: или поѣхать въ Карлсбадъ, или же согласиться на операцію. Но, не смотря на это, послѣ своей поѣздки лѣтомъ въ Крымъ, а потомъ пребыванія на дачѣ въ мѣстечкѣ Журавка, онъ вернулся въ Варшаву настолько окрѣпшимъ, что никому изъ его товарищей и знакомыхъ не приходило на мысль, что развязка такъ близка.

Къ несчастью, при открытіи Варшавскаго университета и политехническаго института было много причинъ для тревожнаго настроенія. Волненія же всегда вредно отзывались на его здоровьѣ. Съ 20 октября болѣзнь стала проявляться въ высшей степени мучительной формѣ. Это былъ сильный, продолжительный ея приступъ. Ни усилія врачей, ни борьба организма не могли предотвратить роковаго исхода, и 7 ноября въ 9 ч. 20 м. варшавскаго времени больного не стало.

Глубокая скорбь поразила не только его жену, его помощницу даже въ научныхъ трудахъ, и шестерыхъ дѣтей, но и всѣхъ его

товарищей—профессоровъ и преподавателей Варшавскаго университета и политехническаго института. Никому не хотѣлось вѣрить, что угасъ Георгій Θεодосьевичъ, котораго всѣ такъ глубоко уважали и любили. Чувствовалось, что случилось нѣчто необыкновенное. Всѣ сознавали, что понесена преждевременная потеря выдающагося ученаго, славнаго профессора, который былъ гордостью и украшеніемъ двухъ высшихъ школъ Варшавы. Политехническій же институтъ въ лицѣ почившаго оплакивалъ, кромѣ того, своего перваго выборнаго декана механическаго отдѣленія, заслужившаго на этомъ поприщѣ общее уваженіе и благодарность. Провожая останки усопшаго на вокзалъ, для дальнѣйшаго слѣдованія на мѣсто погребенія въ мѣстечко Журавку, всѣ скорбѣли также о потерѣ всегда правдиваго, отзывчиваго, сердечнаго человѣка.

Проф. П. Врайцевъ.

24 декабря 1908 года.

ТАБЛИЦА № 5.

Перегонный банкаброшь.

6 веретенъ на дѣленіе въ $19\frac{1}{2}''$; подъемъ — $10''$; діаметръ полной катушки — $5''$; діаметръ передняго цилиндра — $1\frac{3}{8}$; вѣсъ ровницы на катушкѣ — 1,5 англ. ф.

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

Число оборотовъ веретена въ 1'		700		800		900	
Номеръ ровницы	Крутка на 1'' англ.	Число оборот. передн. цилинд. въ 1'	Англ. ф. на веретено въ 10 час.	Число оборот. передн. цилинд. въ 1'	Англ. ф. на веретено въ 10 час.	Число оборотовъ перед. цили. въ 1'	Англ. ф. на верет. въ 10 час.
0,8	0,94	172	13,56	196	15,00	221	16,37
0,9	1,00	162	11,78	185	13,08	208	14,36
1,0	1,05	154	10,39	176	11,60	198	12,72
1,1	1,10	147	9,25	168	10,32	189	11,38
1,2	1,15	141	8,25	161	9,25	181	10,11
1,3	1,20	135	7,48	154	8,39	174	9,30
1,4	1,24	131	6,75	149	7,61	168	8,42
1,5	1,29	126	6,13	143	6,89	161	7,66
1,6	1,33	122	5,61	139	6,33	156	7,03
1,7	1,37	118	5,17	135	5,85	152	6,49
1,8	1,41	115	4,78	131	5,41	148	6,02
1,9	1,45	112	4,45	128	5,02	144	5,58
2,0	1,48	110	4,12	125	4,66	141	5,19
2,1	1,52	107	3,87	122	4,38	137	4,89
2,2	1,56	104	3,62	119	4,10	133	4,57
2,3	1,59	102	3,39	116	3,85	131	4,30
2,4	1,63	99	3,20	114	3,63	128	4,05
2,5	1,66	98	3,06	111	3,42	125	3,81

ТАБЛИЦА № 6.

Тонкий банкаброшь.

8 веретень на дѣленіе въ $20\frac{1}{2}''$; подъемъ — $7''$; диаметръ полной катушки — $3\frac{3}{4}''$; диаметръ передняго цилиндра — $1\frac{1}{4}''$; вѣсъ ровницы на катушкѣ — 0,66 англ. ф.

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

Номеръ ровницы	Число оборотовъ веретена въ 1'	1000		1100		1200		1300	
		Крутка на 1' англ.	Число оборот. передн. цилн. въ 1' Англ. ф. на веретено въ 10 час.	Число оборот. передн. цилн. въ 1' Англ. ф. на веретено въ 10 час.	Число оборот. передн. цилн. въ 1' Англ. ф. на веретено въ 10 час.	Число оборот. передн. цилн. въ 1' Англ. ф. на веретено въ 10 час.			
2,0	1,48	172	5,13	189	5,53	206	5,92	224	6,30
2,2	1,56	163	4,54	179	4,92	196	5,27	212	5,61
2,4	1,63	156	4,07	172	4,42	188	4,74	203	5,07
2,6	1,69	151	3,70	166	4,02	181	4,32	196	4,62
2,8	1,76	145	3,34	159	3,63	174	3,91	188	4,20
3,0	1,82	140	3,06	154	3,32	168	3,59	182	3,84
3,2	1,88	136	2,80	149	3,04	162	3,29	176	3,53
3,4	1,93	132	2,59	145	2,82	158	3,04	171	3,28
3,6	1,99	128	2,40	141	2,62	154	2,82	166	3,03
3,8	2,05	124	2,22	137	2,41	149	2,62	161	2,81
4,0	2,10	121	2,07	133	2,26	145	2,44	157	2,63
4,5	2,23	114	1,76	126	1,92	137	2,09	148	2,24
5,0	2,35	108	1,51	119	1,65	130	1,79	141	1,93
5,5	2,46	104	1,33	114	1,45	124	1,57	135	1,70
6,0	2,57	99	1,18	109	1,29	119	1,40	129	1,51
6,5	2,68	95	1,04	105	1,14	114	1,24	124	1,34
7,0	2,78	92	0,94	101	1,03	110	1,11	119	1,21
7,5	2,88	88	0,85	97	0,93	106	1,00	115	1,10
8,0	2,97	86	0,78	94	0,85	103	0,93	111	1,00
9,0	3,15	81	0,65	89	0,71	97	0,78	105	0,84
10,0	3,32	77	0,56	84	0,61	92	0,67	100	0,72
11,0	3,48	73	0,48	80	0,53	88	0,58	95	0,62
12,0	3,64	70	0,42	77	0,47	84	0,51	91	0,55

ТАБЛИЦА № 7.

Второй тонкой банкаброшь.

8 веретенъ на дѣленіе въ 18"; подъемъ — 6"; діаметръ полной катушки — $3\frac{1}{4}$ "; діаметръ передняго цилиндра — $1\frac{1}{4}$ "; вѣсъ ровницы на катушкѣ — 0,44 англ. ф.

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

Номера ровницы	Число оборотовъ веретена въ 1'		1000		1100		1200		1300	
	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.	
4	2,10	121	2,00	133	2,17	145	2,34	157	2,51	
5	2,35	108	1,47	119	1,60	130	1,73	141	1,86	
6	2,57	99	1,15	109	1,26	119	1,36	129	1,47	
7	2,78	92	0,92	101	1,01	110	1,07	119	1,18	
8	2,97	86	0,77	94	0,84	103	0,92	111	0,98	
9	3,15	81	0,64	89	0,70	97	0,77	105	0,83	
10	3,32	77	0,55	84	0,61	92	0,66	100	0,71	
11	3,48	73	0,48	80	0,53	88	0,57	95	0,62	
12	3,64	70	0,42	77	0,46	84	0,50	91	0,54	
13	3,79	67	0,37	74	0,41	81	0,45	87	0,48	
14	3,93	65	0,34	71	0,37	78	0,40	84	0,44	
15	4,07	63	0,31	69	0,34	75	0,36	81	0,39	
16	4,20	61	0,28	67	0,30	73	0,33	79	0,35	
17	4,33	59	0,25	65	0,28	70	0,30	76	0,33	
18	4,46	57	0,23	63	0,25	68	0,28	74	0,30	
19	4,58	56	0,21	61	0,23	67	0,25	72	0,28	
20	4,70	54	0,20	60	0,22	65	0,24	70	0,25	
22	4,92	52	0,17	57	0,19	62	0,21	67	0,23	
24	5,14	50	0,15	54	0,16	59	0,18	64	0,20	
26	5,35	48	0,14	52	0,15	57	0,16	62	0,17	

Желая проверить, насколько данныя, приведенныя и въ таблицахъ № № 1—7, соответствуютъ тѣмъ даннымъ дѣйствительной или практической производительности, которыя могутъ быть опредѣлены

при помощи формулы (2) и которыми можно было бы пользоваться при определении количества банкаброшпных веретенъ, необходимыхъ для оборудованія бумагопрядильной фабрики данной производительности, авторъ на основаніи данныхъ этихъ таблицъ и при помощи формулы (1) опредѣляя сначала теоретическую производительность банкаброшнаго веретена — p_t при выработкѣ даннаго номера ровницы за 10 час., а затѣмъ, имѣя въ таблицѣ дѣйствительную производительность — p при выработкѣ того же номера ровницы, изъ отношенія $\frac{p}{p_t}$ получалъ величину коэф. полезн. дѣйств. веретена — α для каждаго случая.

Такихъ примѣровъ нами разсмотрѣно нѣсколько для каждой таблицы, причемъ результаты получились слѣдующіе.

Таблица № 1.

При выр. ров. № 0,5	при $m=650$	$p_t=30,34$	ан. ф.	$p=19,58$	ан. ф.	$\alpha=0,645$
" " " "	0,7	" $m=700$	$p_t=19,84$	"	$p=14,34$	" ; $\alpha=0,723$
" " " "	0,9	" $m=750$	$p_t=14,50$	"	$p=11,16$	" ; $\alpha=0,770$
" " " "	1,0	" $m=650$	$p_t=10,75$	"	$p=8,71$	" ; $\alpha=0,810$
" " " "	1,0	" $m=750$	$p_t=12,40$	"	$p=9,80$	" ; $\alpha=0,790$
" " " "	1,2	" $m=650$	$p_t=8,20$	"	$p=6,91$	" ; $\alpha=0,843$

Таблица № 2.

При выр. ров. № 0,8	при $m=800$	$p_t=18,54$	ан. ф.	$p=13,61$	ан. ф.	$\alpha=0,734$
" " " "	0,8	" $m=900$	$p_t=20,86$	"	$p=14,78$	" ; $\alpha=0,708$
" " " "	1,0	" $m=700$	$p_t=11,57$	"	$p=9,28$	" ; $\alpha=0,802$
" " " "	1,4	" $m=700$	$p_t=6,99$	"	$p=5,97$	" ; $\alpha=0,854$
" " " "	1,8	" $m=900$	$p_t=6,16$	"	$p=5,32$	" ; $\alpha=0,864$
" " " "	2,0	" $m=800$	$p_t=4,67$	"	$p=4,13$	" ; $\alpha=0,884$
" " " "	2,5	" $m=700$	$p_t=2,92$	"	$p=2,64$	" ; $\alpha=0,904$

Таблица № 3.

При выр. ров. № 2,0	при $m=1000$	$p_t=5,84$	ан. ф.	$p=4,58$	ан. ф.	$\alpha=0,785$
" " " "	2,0	" $m=1200$	$p_t=7,00$	"	$p=5,31$	" ; $\alpha=0,760$
" " " "	2,4	" $m=1200$	$p_t=5,33$	"	$p=4,25$	" ; $\alpha=0,798$
" " " "	3,0	" $m=1000$	$p_t=3,18$	"	$p=2,71$	" ; $\alpha=0,852$

При выр. ров. № 3,6	при $m=1100$	$-p_t=2,66$	ан. ф.;	$p=2,30$	ан. ф.;	$\alpha=0,865$
" " " "	4,0	" $m=1200$	$-p_t=2,48$	" ; $p=2,16$	" ; $\alpha=0,871$	
" " " "	5,5	" $m=1100$	$-p_t=1,41$	" ; $p=1,27$	" ; $\alpha=0,900$	
" " " "	6,5	" $m=1300$	$-p_t=1,30$	" ; $p=1,18$	" ; $\alpha=0,907$	
" " " "	8,0	" $m=1100$	$-p_t=0,80$	" ; $p=0,75$	" ; $\alpha=0,938$	
" " " "	10,0	" $m=1300$	$-p_t=0,68$	" ; $p=0,63$	" ; $\alpha=0,926$	
" " " "	12,0	" $m=1200$	$-p_t=0,48$	" ; $p=0,45$	" ; $\alpha=0,938$	

Таблица № 4.

При выр. ров. № 0,4	при $m=500$	$-p_t=37,58$	ан. ф.;	$p=22,38$	ан. ф.;	$\alpha=0,595$
" " " "	0,6	" $m=600$	$-p_t=24,49$	" ; $p=16,80$	" ; $\alpha=0,686$	
" " " "	0,8	" $m=700$	$-p_t=18,47$	" ; $p=13,61$	" ; $\alpha=0,737$	
" " " "	1,0	" $m=500$	$-p_t=9,45$	" ; $p=7,82$	" ; $\alpha=0,827$	
" " " "	1,0	" $m=700$	$-p_t=13,23$	" ; $p=10,40$	" ; $\alpha=0,786$	
" " " "	1,2	" $m=600$	$-p_t=8,63$	" ; $p=7,23$	" ; $\alpha=0,838$	
" " " "	1,5	" $m=500$	$-p_t=2,13$	" ; $p=4,51$	" ; $\alpha=0,879$	
" " " "	1,5	" $m=600$	$-p_t=6,15$	" ; $p=5,34$	" ; $\alpha=0,868$	

Таблица № 5.

При выр. ров. № 0,8	при $m=800$	$-p_t=22,11$	ан. ф.;	$p=15,00$	ан. ф.;	$\alpha=0,711$
" " " "	0,8	" $m=900$	$-p_t=23,75$	" ; $p=16,37$	" ; $\alpha=0,690$	
" " " "	1,0	" $m=700$	$-p_t=13,23$	" ; $p=10,39$	" ; $\alpha=0,785$	
" " " "	1,2	" $m=900$	$-p_t=14,18$	" ; $p=10,11$	" ; $\alpha=0,713$	
" " " "	1,4	" $m=700$	$-p_t=8,00$	" ; $p=6,75$	" ; $\alpha=0,844$	
" " " "	1,5	" $m=900$	$-p_t=9,23$	" ; $p=7,66$	" ; $\alpha=0,830$	
" " " "	1,8	" $m=900$	$-p_t=7,03$	" ; $p=6,02$	" ; $\alpha=0,856$	
" " " "	2,0	" $m=800$	$-p_t=5,36$	" ; $p=4,66$	" ; $\alpha=0,870$	
" " " "	2,2	" $m=800$	$-p_t=4,62$	" ; $p=4,10$	" ; $\alpha=0,887$	
" " " "	2,5	" $m=700$	$-p_t=3,35$	" ; $p=3,06$	" ; $\alpha=0,913$	

Таблица № 6.

При выр. ров. № 2,0	при $m=1000$	$-p_t=6,70$	ан. ф.;	$p=5,13$	ан. ф.;	$\alpha=0,765$
" " " "	2,4	" $m=1200$	$-p_t=6,09$	" ; $p=4,74$	" ; $\alpha=0,778$	
" " " "	2,8	" $m=1100$	$-p_t=4,43$	" ; $p=3,63$	" ; $\alpha=0,820$	
" " " "	3,0	" $m=1200$	$-p_t=4,36$	" ; $p=3,59$	" ; $\alpha=0,823$	
" " " "	3,2	" $m=1000$	$-p_t=3,29$	" ; $p=2,80$	" ; $\alpha=0,851$	

При выр. ров. № 3,6	при $m=1300$	$-p_t=3,60$	ап. ф.;	$p=3,03$	ап. ф.;	$\alpha=0,842$
" " " " 4,0	" $m=1300$	$-p_t=3,07$	" ;	$p=2,63$	" ;	$\alpha=0,857$
" " " " 5,0	" $m=1100$	$-p_t=1,86$	" ;	$p=1,65$	" ;	$\alpha=0,887$
" " " " 6,0	" $m=1200$	$-p_t=1,54$	" ;	$p=1,40$	" ;	$\alpha=0,909$
" " " " 7,5	" $m=1000$	$-p_t=0,92$	" ;	$p=0,85$	" ;	$\alpha=0,924$
" " " " 8,0	" $m=1100$	$-p_t=0,92$	" ;	$p=0,85$	" ;	$\alpha=0,924$
" " " " 10,0	" $m=1300$	$-p_t=0,78$	" ;	$p=0,72$	" ;	$\alpha=0,923$
" " " " 12,0	" $m=1200$	$-p_t=0,55$	" ;	$p=0,51$	" ;	$\alpha=0,928$

Таблица № 7.

При выр. ров. № 4	при $m=1300$	$-p_t=3,07$	ап. ф.;	$p=2,51$	ап. ф.;	$\alpha=0,817$
" " " " 5	" $m=1100$	$-p_t=1,86$	" ;	$p=1,60$	" ;	$\alpha=0,860$
" " " " 6	" $m=1200$	$-p_t=1,54$	" ;	$p=1,36$	" ;	$\alpha=0,883$
" " " " 8	" $m=1100$	$-p_t=0,92$	" ;	$p=0,84$	" ;	$\alpha=0,913$
" " " " 10	" $m=1300$	$-p_t=0,78$	" ;	$p=0,71$	" ;	$\alpha=0,910$
" " " " 12	" $m=1200$	$-p_t=0,55$	" ;	$p=0,50$	" ;	$\alpha=0,909$
" " " " 14	" $m=1000$	$-p_t=0,36$	" ;	$p=0,34$	" ;	$\alpha=0,944$
" " " " 16	" $m=1000$	$-p_t=0,30$	" ;	$p=0,28$	" ;	$\alpha=0,933$
" " " " 18	" $m=1200$	$-p_t=0,30$	" ;	$p=0,28$	" ;	$\alpha=0,933$
" " " " 20	" $m=1300$	$-p_t=0,27$	" ;	$p=0,25$	" ;	$\alpha=0,926$
" " " " 24	" $m=1000$	$-p_t=0,16$	" ;	$p=0,15$	" ;	$\alpha=0,938$

Достаточно и приведенных примѣровъ, чтобы убѣдиться въ томъ, что полученныя величины коэф. α только въ нѣкоторыхъ случаяхъ равны той величинѣ коэф. α , которая опредѣлена нами выше для каждаго банкаброша, въ большинствѣ же случаевъ онѣ больше ея. Слѣдовательно, и относительно данныхъ дѣйствительной производительности, приведенныхъ въ таблицахъ №№ 1—7, можно замѣтить, что прежде, чѣмъ пользоваться этими данными при опредѣленіи количества банкаброшныхъ веретенъ, необходимыхъ для оборудованія бумагопрядильной фабрики данной производительности,—слѣдуетъ раньше провѣрить ихъ, не слишкомъ ли онѣ велики или же малы, такъ какъ въ первомъ случаѣ мы получимъ недостаточное количество веретенъ, а во второмъ — избытокъ ихъ и, слѣдовательно, въ обонхъ случаяхъ получимъ не то количество веретенъ, которое необходимо въ дѣйствительности. Хотя мы выше и указали на то, что нѣкоторый избытокъ веретенъ гораздо лучше, чѣмъ недостатокъ ихъ, но во всякомъ случаѣ этотъ избытокъ не долженъ быть слишкомъ значительнымъ, такъ какъ, благодаря этому, удорожится стои-

мость оборудованія проектируемой фабрики, а также до нѣкоторой степени и само производство.

Ленточная машина. Производительность ленточной машины можетъ быть опредѣлена слѣдующимъ образомъ. Положимъ, что диаметръ передняго цилиндра вытяжного механизма равенъ— d англ. дюйм., число оборотовъ его въ 1'— n , тогда длина ленты, выпускаемая переднимъ цилиндромъ въ 1', будетъ равна $\pi dn''$ или $\frac{\pi dn}{36.840}$ моткамъ. Если же померъ выпускаемой ленты будетъ N и машина будетъ работать, положимъ, w часовъ въ день, тогда производительность за это время одного выпуска ленточной машины, выраженная въ англ. фут., будетъ равна:

$$p = \frac{\pi. d. n. 60. w}{36.840. N} = \frac{\pi. d. n. w}{504. N} \quad . . . \quad (1)$$

Но производительность, опредѣленная при помощи этой формулы будетъ только теоретической, такъ какъ при выводѣ этой формулы не были приняты во вниманіе всѣ тѣ простои, которые неизбежны во время работы ленточной машины. Какъ извѣстно, остановки этой машины происходятъ изъ-за обрыва ленты, изъ-за заправки машины, наладки ея и пр.

Все это въ общемъ понижаетъ теоретическую производительность ленточной машины въ значительной степени, а потому дѣйствительная или практическая производительность ея будетъ меньше теоретической и она можетъ быть выражена слѣдующей формулой:

$$p = \frac{\alpha. \pi. d. n. w. m}{504. N} \quad . . . \quad (2)$$

Въ этой формулѣ черезъ α — обозначень коэф. полезн. дѣйств. данной головки ленточной машины, а черезъ m — число выпусковъ на этой же головкѣ. При опредѣленіи дѣйствительной производительности ленточной машины при помощи формулы (2) должны быть заранее извѣстны слѣдующія величины, входящія въ эту формулу,— d , n , m и α . Померъ же получаемой ленты на этой головкѣ долженъ быть извѣстенъ изъ плана приденія.

Величина діаметра передняго цилиндра — d бываетъ различна; она колеблется въ предѣлахъ — отъ $1\frac{1}{8}''$ и до $1\frac{1}{2}''$, причемъ при обработкѣ лучшаго хлопка для d берется значеніе бѣльшее и меньшее при обработкѣ худшаго. Такъ, наиримѣръ ¹⁾:

для Ость-Индскаго хлопка коротковолосаго	— $d = 1\frac{1}{8}''$
„ „ „ длинноволосаго	— $d = 1\frac{3}{16}''$
„ американскаго „ коротковолосаго	— $d = 1\frac{1}{4}''$
„ „ „ длинноволосаго	— $d = 1\frac{3}{8}''$
„ Египетскаго и Sea-Island . . .	— $d = 1\frac{1}{2}''$

Для данной машины d — величина постоянная, равно какъ и число оборотовъ передняго цилиндра въ $1' — n$. Число оборотовъ передняго цилиндра — n колеблется въ довольно широкихъ предѣлахъ — отъ 200 и до 400, причемъ чѣмъ длиннѣе будетъ волокно и чѣмъ больше будетъ вытяжка, тѣмъ тише слѣдуетъ пускать передній цилиндръ.

Schättl ²⁾ даетъ слѣдующія значенія для n въ зависимости отъ величины вырабатываемаго номера пряжи:

при выработкѣ пряжи №№ 4—18	— $n = 380$
„ „ „ „ 20—32	— $n = 350$
„ „ „ „ 36—50	— $n = 300$
для длинноволосаго хлопка . . .	$n = 200$

При обработкѣ же хлопка съ тонкимъ и длиннымъ волокномъ число оборотовъ передняго цилиндра берется 150 и выше, лишь бы только избѣжать разрывовъ ленты и навиванія ея на валики.

На практикѣ при выработкѣ среднихъ и не особенно высокихъ номеровъ пряжи чаще всего можно наблюдать скорость передняго цилиндра въ предѣлахъ отъ 240 до 300 оборотовъ въ $1'$. Практика показала, что при средней скорости ленточная машина работаетъ удовлетворительнѣе и валики не такъ скоро портятся, какъ при быстромъ ходѣ. При болѣ тихомъ ходѣ ленточной машины замѣчается меньше „пересѣчекъ“ въ лентѣ, да, кромѣ того, при тихомъ ходѣ легче и удобнѣе улавливать всякія неправильности въ работѣ ея, какъ то: обрывы ленты, пропуски и т. п.

¹⁾ T. Roskoth. Taschenbnch für Baumwoll-Industrie, s. 150.

²⁾ Demuth und Just. Taschenbuch der Baumwollspinnerei, s. 83.

Вотъ эти обстоятельства и слѣдуетъ принимать во вниманіе при выборѣ скорости для передняго цилиндра. Сообщивъ меньшую скорость переднему цилиндру, мы этимъ уменьшимъ производительность ленточной машины, но за то выиграемъ на качествѣ работы.

Въ формулѣ (2), какъ мы упомянули уже, m — означаетъ число выпусковъ на данной головкѣ. Обыкновенно ленточная машина состоитъ изъ 3-хъ, рѣже изъ 2-хъ и 4-хъ головокъ — при числѣ выпусковъ на каждой головкѣ отъ 2-хъ до 10. Относительно же того, какое количество выпусковъ лучше брать на каждой головкѣ, большее или меньшее, — слѣдуетъ замѣтить, что съ увеличеніемъ числа выпусковъ производительность каждаго выпуска будетъ уменьшаться, такъ какъ увеличится простой каждой головки. Дѣйствительно, при большемъ числѣ выпусковъ будетъ и больше обрывовъ ровницы, а слѣдовательно, и больше остановокъ машины; кромѣ того, на заправку машины потребуется больше времени и пр., а все это въ общемъ увеличитъ время, затраченное на простой данной головки и, слѣдовательно, уменьшить производительность ея, а также и каждаго ея выпуска въ отдѣльности. На практикѣ на каждой головкѣ берутъ по большей части не болѣе 4—5 выпусковъ.

Что же касается коэф. полезн. дѣйств. машины — α , то величина ея можетъ мѣняться въ зависимости отъ различныхъ причинъ. На величину этого коэф. главнымъ образомъ вліяетъ слѣдующее: качество обрабатываемаго хлопка, насколько исправно работаетъ данная машина, часты ли остановки машины изъ-за обрывовъ ровницы, заправка ея и пр. Во всякомъ случаѣ на простой машины теряется въ среднемъ (15—20)% времени, положеннаго на работу, слѣдовательно, коэф. полезн. дѣйств. ленточной машины въ среднемъ равенъ 0,80—0,85. Впрочемъ Labens ¹⁾ считаетъ, что потеря времени на простой машины равна 40%, слѣдовательно, коэф. $\alpha = 0,60$, но нужно признать, что эта величина для коэф. α слишкомъ велика; она можетъ имѣть мѣсто лишь въ исключительныхъ случаяхъ.

Dellessard ²⁾ же считаетъ, что дѣйствительная производительность ленточной машины меньше теоретической на 15%, слѣдовательно, коэф. полезн. дѣйств. ея $\alpha = 0,85$.

¹⁾ P. Labens. Filature du coton, p. 34.

²⁾ Dellessard. Filature du coton, p. 185.

Затѣмъ, Трусовъ ¹⁾ считаетъ, что на простой машины отъ обрывовъ ленты теряется 15% рабочего времени, а потому коэф. $\alpha = 0,85$. Но, какъ извѣстно, кромѣ обрывовъ ленты есть еще и другія причины, которыя вызываютъ простой ленточной машины, а потому въ общемъ увеличить % времени, потраченнаго на простой ея.

Съ цѣлью опредѣлить коэф. полезн. дѣйств. ленточной машины авторъ произвелъ въ этомъ направленіи нѣсколько опытовъ. Опыты производились надъ ленточной машиной завода „Howard Bullough“— 1901 г., причѣмъ эта машина состояла изъ 3-хъ головокъ по два выпуска на каждой. Опыты, производившіеся по возможности при одинаковыхъ условіяхъ, дали слѣдующіе результаты.

І-й опытъ.

Хлопокъ Американскій G. M. Диаметръ передняго цилиндра $d = 1\frac{3}{8}$ " и $m = 2$.

І-ая головка. Лента № 0,15, $n = 334$, $w = 11,6$ час., $p_t = 442,5$ анг. ф., $p = 371,3$ анг. ф.; $\alpha = 0,839$.

ІІ-ая головка. Лента № 0,144, $n = 335$, $w = 10,65$ час., $p_t = 424,9$ анг. ф., $p = 354,8$; $\alpha = 0,835$.

ІІІ-ья головка. Лента № 0,144, $n = 334$, $w = 10,35$, $p_t = 411,7$ анг. ф., $p = 346,4$ анг. ф.; $\alpha = 0,841$.

ІІ-й опытъ.

Хлопокъ Американскій F. G. M.

І-ая головка. Лента № 0,175, $n = 336$, $w = 9,9$ час., $p_t = 326$ анг. ф., $p = 275,1$ анг. ф.; $\alpha = 0,844$.

ІІ-ая головка. Лента № 0,168, $n = 334,5$, $w = 8,55$ час., $p_t = 291,9$ анг. ф., $p = 249,6$ анг. ф.; $\alpha = 0,855$.

ІІІ-й опытъ.

Хлопокъ Среднеазиатскій изъ америк. сѣм.

І-ая головка. Лента № 0,15, $n = 339$, $w = 8,8$ час., $p_t = 341$ анг. ф., $p = 290,5$ анг. ф.; $\alpha = 0,852$.

ІІ-я головка. Лента № 0,145, $n = 340$, $w = 8,1$ час., $p_t = 325,7$ анг. ф., $p = 279,8$ анг. ф.; $\alpha = 0,859$.

¹⁾ Трусовъ. Памятная книжка по бумагопряденію, стр. 32.

IV-й опытъ.

Хлопокъ Американскій G. M.

I-ая головка. Лента № 0,187, $n = 336,6$, $w = 7,53$ час., $p_t = 232,28$ анг. ф., $p = 200,7$ анг. ф.; $\alpha = 0,864$.

II-я головка. Лента № 0,18, $n = 335,5$, $w = 7,05$, $p_t = 225,3$ анг. ф., $p = 191,05$ анг. ф.; $\alpha = 0,848$.

III-ья головка. Лента № 0,18, $n = 336$, $w = 6,75$, $p_t = 216,07$ анг. ф., $p = 185,17$ анг. ф.; $\alpha = 0,857$.

Всѣ головки ленточной машины, какъ видно изъ результатовъ приведенныхъ опытовъ, проработали въ общемъ 89,28 час. и дали коэф. полезн. дѣйств. равный въ среднемъ 0,849. Во время произведенныхъ опытовъ не было ни разладки машины, ни поломки, такъ что остановки машины происходили главнымъ образомъ изъ-за обрыва ровницы и изъ-за заправки ея. Но если принять во вниманіе то обстоятельство, что всякая ленточная машина, работая постоянно на фабрикѣ, почти всегда будетъ подвергаться болѣе или менѣе значительнымъ разладкамъ, а иногда даже и поломкамъ, что также влечетъ за собою болѣе или менѣе значительные простои машины, то въ общемъ при болѣе или менѣе постоянной работѣ ленточной машины на простои ея теряется времени болѣе тѣхъ 15,1%, которые дали опыты. Въ виду этого при опредѣленіи дѣйствительной производительности ленточной машины, которая будетъ постоянно на фабрикѣ работать, слѣдуетъ положить еще по крайней мѣрѣ (2—4)% на простои ея для наладки и для устраненія другихъ причинъ, вызывающихъ этотъ простои, а потому коэф. полезн. дѣйств. ленточной машины можно считать приблизительно равнымъ 0,81—0,83. Большая или меньшая величина берется въ зависимости отъ скорости передняго цилиндра, числа выпусковъ на головкѣ, номера ленты, качества обрабатываемаго хлопка, числа рабочихъ часовъ въ день и пр.

Приводимъ таблицы данныхъ дѣйствительной производительности ленточной машины. (См. стр. 268—269).

Т А Б Л И Ц А № 1¹⁾

Число оборотовъ передняго цилиндра въ 1'	Скорость передняго цилиндра въ 1' въ англ. дюйм.			Двйств. произволит. одного выгуска въ 10 час. въ англ. фунт.																																
	$d = 1\frac{1}{4}''$	$d = 1\frac{3}{8}''$	$d = 1\frac{1}{2}''$	Номеръ ленты		Въст. 1 кв. дѣт. въ грам.		83,3		75,8		69,4		64,1		59,5		55,6		52,1		49,0		46,3		43,9		41,7		39,7		37,9				
				0,10	0,11	0,12	0,13	0,14	0,15	0,16	0,17	0,18	0,19	0,20	0,21	0,22																				
222	200	181	167	785	123	113	103	95	89	87	83	78	74	72	68	65	61	244	220	200	183	864	135	124	113	105	98	96	91	85	81	79	74	72	67	
244	220	200	183	864	148	136	124	114	107	104	100	93	88	86	81	78	73	267	240	218	200	942	160	147	134	124	116	113	108	101	94	88	85	79		
289	260	236	217	1021	172	158	144	133	125	122	116	109	103	101	95	91	85	311	280	255	233	1100	185	170	155	143	134	131	125	110	108	101	98	92		
311	280	255	233	1100	197	181	165	152	142	139	133	124	118	115	108	104	98	333	300	273	260	1178	209	192	175	162	151	148	141	132	125	115	111	104		
333	300	273	267	1257	221	203	185	171	160	157	149	140	132	125	118	115	110	355	320	291	283	1335	234	215	196	181	171	160	149	140	132	122	117	110		
355	320	291	267	1257	246	226	206	190	178	174	166	155	147	140	132	128	124	378	340	309	283	1414	246	226	206	190	178	174	166	155	144	135	130	122	117	
378	340	309	300	1414	258	237	216	200	187	183	174	163	154	147	140	132	128	400	360	327	300	1492	271	249	227	216	209	196	191	183	171	162	158	149	142	137
400	360	327	300	1414	271	258	237	216	200	191	183	171	163	154	147	140	132	422	380	345	317	1492	295	271	249	227	219	205	191	186	169	166	155	150	140	
422	380	345	333	1671	283	260	237	219	205	200	191	178	176	173	162	156	146	444	400	364	338	1671	295	271	249	227	219	205	191	186	169	166	155	150	140	
444	400	364	338	1671	295	271	247	228	214	209	199	186	176	173	162	156	146	467	420	382	350	1649	295	271	247	228	219	205	191	186	169	166	155	150	140	
467	420	382	350	1649	308	283	258	238	223	218	208	194	184	180	169	163	153	489	440	400	367	1728	308	283	258	237	228	214	209	199	186	176	173	162	156	146
489	440	400	367	1728	308	283	258	238	223	218	208	194	184	180	169	163	153	511	460	418	383	1806	308	283	258	237	228	214	209	199	186	176	173	162	156	146
511	460	418	383	1806	308	283	258	238	223	218	208	194	184	180	169	163	153	533	480	436	400	1885	308	283	258	237	228	214	209	199	186	176	173	162	156	146
533	480	436	400	1885	308	283	258	238	223	218	208	194	184	180	169	163	153	555	500	445	417	1963	308	283	258	237	228	214	209	199	186	176	173	162	156	146
555	500	445	417	1963	308	283	258	238	223	218	208	194	184	180	169	163	153																			

1) F. Rosskohlen. Taschenbuch für Baumwoll-Industrie, s. 280.

Taggart приводить слѣдующую таблицу данныхъ дѣйствительной производительности ленточной машины ¹⁾).

Т А Б Л И Ц А № 2.

Диаметръ передн. цилинд. въ англ. д.	Рабоч. часы маш. изъ 56 1/2	Число оборотовъ передняго цилиндра въ 1'	Вѣсъ ярда ленты въ гран.	№ ленты.	lbs въ 56 1/2 ч.	lbs въ 10 час.	Номера вырабатываемой пряжи и сортъ хлопка
1 1/8	46	400	66	0,126	1020	180,5	№№ 10—20 изъ China и Индск. хлопка.
1 1/8	„	400	60	0,138	928	164,2	
1 1/4	„	350	60	0,138	897	158,7	№ 20-24 изъ Индск. и Амер. хл.
1 1/4	„	350	54	0,154	807	142,8	№ 24-32 изъ Американск. хл.
1 1/4	„	350	48	0,173	717	126,9	№ 32-40 „ „ „
1 3/8	„	300	48	0,173	679	120,2	№ 32—40 изъ Америк. или пивк. Египетск. хлопка.
1 3/8	„	300	44	0,189	623	110,2	
1 3/8	„	300	40	0,208	565	100	
1 1/2	„	280	48	0,173	692	122,4	№ 30—40 изъ Египет. хлопка
1 1/2	„	280	44	0,189	634	112,2	№ 40—45 „ „ „
1 1/2	„	280	40	0,208	577	102,1	№ 45—50 „ „ „
1 1/2	„	250	40	0,208	515	91,1	№ 60 „ „ „
1 1/2	„	250	36	0,231	463	81,9	№ 70 „ „ „
1 1/2	„	200	40	0,208	411	72,7	№ 80 „ „ „
1 1/2	„	200	36	0,231	370	65,5	№ 90 „ „ „
1 1/2	„	200	30	0,277	308	64,5	№ 100 „ „ „

¹⁾ W. S. Taggart. Cotton Spinning, v. II, p. 37.

Въ таблицѣ № 1 приведена скорость передняго цилиндра въ 1', причемъ она является какъ бы постоянной величиной, каковъ бы не былъ діаметръ передняго цилиндра, потому, что если діаметръ его увеличивается, тогда уменьшается число оборотовъ цилиндра въ 1' на столько, что скорость его не измѣняется. Если же извѣстна скорость въ англ. дюйм. передняго цилиндра, номеръ получаемой ленты, тогда уже легко найти теоретическую производительность одного выпуска за извѣстное время — p_t при выработкѣ ленты даннаго номера.

Въ таблицѣ № 1 приведены данныя дѣйствительной производительности одного выпуска за 10 часовъ. Желая опредѣлить коэф. полезн. дѣйств. машины при полученіи пѣкоторыхъ данныхъ изъ приведенныхъ въ таблицѣ, нами была опредѣлена для каждаго случая теоретич. производ. за 10 час. — p_t , а затѣмъ, взявъ изъ таблицы величину дѣйств. производит. для даннаго же случая — p , изъ отношенія $\frac{p}{p_t}$ опредѣляли коэф. полезн. дѣйств. машины, причемъ результаты получились слѣдующіе.

Лента №	0,1, $\pi dn = 785''$	$p_t = 155,9$	анг. ф.	$p = 123$	$\alpha = 0,789$
"	0,1, $\pi dn = 1100''$	$p_t = 218$	" "	$p = 172$	$\alpha = 0,789$
"	0,1, $\pi dn = 942''$	$p_t = 187$	" "	$p = 148$	$\alpha = 0,791$
"	0,1, $\pi dn = 1257''$	$p_t = 249,4$	" "	$p = 197$	$\alpha = 0,790$
"	0,1, $\pi dn = 1414''$	$p_t = 280,5$	" "	$p = 221$	$\alpha = 0,788$
"	0,1, $\pi dn = 1728''$	$p_t = 342,8$	" "	$p = 271$	$\alpha = 0,790$
"	0,1, $\pi dn = 1963''$	$p_t = 389,5$	" "	$p = 308$	$\alpha = 0,790$
"	0,11, $\pi dn = 1414''$	$p_t = 255$	" "	$p = 203$	$\alpha = 0,800$
"	0,12, " "	$p_t = 233,8$	" "	$p = 185$	$\alpha = 0,790$
"	0,12, $\pi dn = 942''$	$p_t = 155,8$	" "	$p = 124$	$\alpha = 0,796$
"	0,15, " "	$p_t = 124,6$	" "	$p = 104$	$\alpha = 0,835$
"	0,16 " "	$p_t = 116,8$	" "	$p = 100$	$\alpha = 0,856$
"	0,17, " "	$p_t = 109,9$	" "	$p = 93$	$\alpha = 0,846$
"	0,20. " "	$p_t = 93,5$	" "	$p = 81$	$\alpha = 0,866$
"	0,22, " "	$p_t = 85$	" "	$p = 73$	$\alpha = 0,860$

Полученные результаты при разсмотрѣніи приведенныхъ примѣровъ показываютъ, что величина коэф. α далеко не одинакова при выработкѣ разныхъ номеровъ ленты; она меньше при полученіи низкихъ номеровъ ея и больше при полученіи болѣе высокихъ. Хотя величина вырабатываемаго номера ленты и имѣетъ пѣкоторое вліяніе на величину коэф. α , но все же не въ такой степени, чтобы исключительно отъ величины этого номера могла бы зависѣть вели-

чина коэф. α , а потому при выборѣ значенія для коэф. α слѣдуетъ принимать во вниманіе не только вырабатываемый номеръ ленты, но также и тѣ условія, указанныя нами выше, которыя не въ меньшей, если только не въ большей степени вліяютъ на величину коэф. α .

Среднее же значеніе для коэф. α изъ полученныхъ результатовъ равно 0,812, т. е. оно равно одной изъ тѣхъ величинъ, которыя мы приводимъ выше для коэф. α и пользоваться которыми при опредѣленіи дѣйствительной производительности ленточной машины мы считаемъ вполне возможнымъ.

Что же касается данныхъ таблицы № 2, то величина коэф. α при выработкѣ каждаго номера ленты изъ приведенныхъ въ этой таблицѣ можетъ быть опредѣлена точно такъ же, какъ это было сдѣлано нами для данныхъ таблицы № 1. Но кромѣ того, въ таблицѣ № 2 указано еще, что изъ общаго числа рабочихъ часовъ (56,5) въ дѣйствительности машина работала только въ продолженіе 46 часовъ, а остальное время уходило на простои ея, вызываемые обрывами ленты, наладкой и пр. Слѣдовательно, при такихъ условіяхъ величина коэф. α будетъ равна приблизительно 0,814 при выработкѣ каждаго номера ровницы изъ приведенныхъ въ этой таблицѣ. Слѣдовательно, полученное значеніе для коэф. α и въ данномъ случаѣ соотвѣтствуетъ одному изъ тѣхъ значеній, которыя приведены нами выше для коэф. α .

Такимъ образомъ, для опредѣленія дѣйствительной производительности каждой головки ленточной машины о m выпускахъ можно пользоваться слѣдующей формулой:

$$p = \frac{(0,81 - 0,83) \pi \cdot d \cdot n \cdot w \cdot m}{504 \cdot N} \dots \dots \dots (2)$$

Гребнечесальная машина. Какъ извѣстно, выпускные плющильные валики въ гребнечесальной машинѣ системы Гейльмана получаютъ движеніе отъ гребенного барабана. Слѣдовательно, увеличивая число ударовъ или оборотовъ машины, мы этимъ увеличиваемъ число оборотовъ и выпускныхъ плющильныхъ валиковъ, а благодаря этому, увеличиваемъ и производительность гребнечесальной машины.

Хотя лента послѣ выхода изъ плющильныхъ валиковъ, направляясь въ койлеръ, проходить еще черезъ одну пару валиковъ, но вытяжка между этой парой валиковъ и выпускными плющильными бываетъ настолько незначительной — обыкновенно около 1,006, что эту вытяжку можно и не принимать во вниманіе, а послѣднимъ органомъ гребнечесальной машины, выпускающимъ прочесанную ленту, можно считать выпускные плющильные валики и, исходя уже изъ этого, опредѣлять производительность этой машины. Столь незначительная вытяжка между парой валиковъ койлера и выпускными плющильными валиками дается лишь только для того, чтобы воспрепятствовать провисанію ленты.

Производительность гребнечесальной машины можетъ быть опредѣлена на основаніи слѣдующихъ соображеній. Положимъ, что диаметръ выпускныхъ плющильныхъ валиковъ — d'' и число оборотовъ ихъ въ 1' — n , тогда въ одну минуту эти валики выпустятъ прочесанной ленты $\pi dn''$ или же $\frac{\pi dn}{36.840}$ мотковъ. Если мы обозначимъ номеръ выпускаемой ленты черезъ N , тогда, принявъ во вниманіе формулу — $N = \frac{L}{G}$, теоретическую производительность гребнечесальной машины — p_t , выраженную въ англ. фун., за w часовъ можно представить слѣдующимъ образомъ:

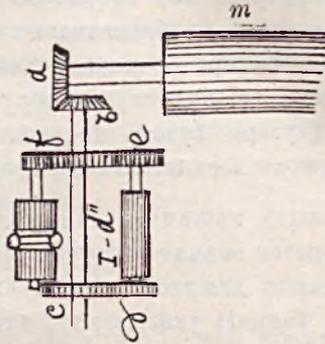
$$p_t = \frac{\pi dn. 60. w}{36.840. N} = \frac{\pi dn. w}{504. N} \text{ англ. фун. (1)}$$

Изъ формулы (1) слѣдуетъ, что производительность гребнечесальной машины увеличивается съ увеличеніемъ — d , n и съ уменьшеніемъ N . Слѣдовательно, при опредѣленіи производительности гребнечесальной машины необходимо выбрать надлежащія значенія для величинъ — d , n и N . Величина — d должна быть извѣстна и постоянна для данной машины, производительность которой мы опредѣляемъ. Такъ, на примѣръ, въ машинахъ завода Дж. Гетерингтона — $d = 2\frac{3}{4}''$, въ машинахъ же завода Платта — $d = 3''$, приблизительно такихъ же размѣровъ бываетъ d и въ машинахъ другихъ заводовъ. Значеніе для N должно быть извѣстно изъ плана придепія. Величина N колеблется обыкновенно въ предѣлахъ отъ 0,16 и до 0,32, смотря по величинѣ вырабатываемаго номера пряжи.

Что же касается величины — n , т. е. числа оборотовъ выпускныхъ плющильныхъ валиковъ въ 1', то она зависитъ отъ числа обо-

ротовъ гребенного барабана — m и можетъ быть опредѣлена при помощи передачи (см. черт.)—отъ гребенного барабана къ выпускнымъ плющильнымъ валикамъ:

$$m \cdot \frac{a}{b} \cdot \frac{c}{d} \cdot \frac{e}{f} = n$$



Величины — a , b , c , d , e и f точно такъ же, какъ и величина d , должны быть извѣстны для данной машины и постоянны. Величина же m , т. е. число ударовъ или оборотовъ машины въ 1' не постоянно; оно измѣняется въ зависимости отъ нѣкоторыхъ обстоятельствъ. Во-первыхъ, величина для m берется въ зависимости отъ того, для какого типа гребнечесальной машины мы опредѣляемъ производительность, для машины ли простого или одиночнаго дѣйствія „Simplex,“ или же для машины двойного дѣйствія „Duplex comber,“ а во-вторыхъ, большая или меньшая величина для m берется въ зависимости отъ вырабатываемаго номера пряжи и сорта хлопка. Число ударовъ для машинъ одиночнаго дѣйствія берется въ предѣлахъ отъ 50 до 90 и даже до 95. Такъ, напримѣръ, при обработкѣ египетскаго хлопка число ударовъ равно обыкновенно 80—85, хотя бываетъ иногда равнымъ и 95; при обработкѣ же хлопка Sea-Island число ударовъ бываетъ равнымъ около 65.

Dellessard ¹⁾ считаетъ, что число ударовъ при выработкѣ не особенно тонкихъ номеровъ пряжи должно быть равно 70—80, при выработкѣ же очень тонкихъ — 50—60.

На практикѣ, — на нѣкоторыхъ фабрикахъ, автору приходилось наблюдать число ударовъ въ предѣлахъ отъ 85 до 97 — при выработкѣ пряжи № № 60—120.

¹⁾ Dellessard. La filature du coton., p. 47.

Понятно, что чѣмъ тише мы пустимъ гребнечесальную машину, тѣмъ лучше будетъ качество работы, но за то производительность машины будетъ меньше. Слѣдовательно, въ томъ случаѣ, когда необходимо получить пряжу очень тонкихъ номеровъ или такую пряжу, которая должна отличаться особенно высокими качествами, — нужно давать меньшее число ударовъ или оборотовъ машинѣ, т. е. значеніе для m должно быть равно приблизительно 65—70. Точно также и при обработкѣ высокихъ сортовъ хлопка для m лучше брать меньшее значеніе, такъ какъ это будетъ способствовать полученію лучшаго прочеса, да и % угара будетъ меньше. Въ прочихъ же случаяхъ можно считать $m = 80-90$ или въ среднемъ $m = 85$.

Для гребнечесальныхъ машинъ двойного дѣйствія „Duplex comb“ число ударовъ берется значительно большее. Такъ, напримѣръ, Добсонъ и Барло считаютъ для этой машины число ударовъ равнымъ 120. Но Johansen и Taggart указываютъ, что число ударовъ, равное уже 105—110, нужно признать слишкомъ большимъ, такъ какъ и при машинахъ двойного дѣйствія болѣе тихій ходъ даетъ лучшей прочесъ, да, кромѣ того, при болѣе тихомъ ходѣ машины бываетъ меньше обрывовъ и машина не такъ часто разлаживается, какъ при быстромъ ходѣ, а это весьма важно въ виду сложности механизмовъ гребнечесальной машины и въ виду необходимости весьма точной установки рабочихъ органовъ ея. Поэтому, для гребенной машины двойного дѣйствія число ударовъ лучше брать не болѣе 100—105.

Такимъ образомъ, теоретическую производительность гребенной машины, выраженную въ англ. фун., за w часовъ мы можемъ опредѣлить при помощи формулы (1) $P_i = \frac{\pi \cdot d \cdot n \cdot w}{504 \cdot N}$. Но такъ какъ при опредѣленіи количества гребенныхъ машинъ, необходимыхъ для оборудованія проектируемой фабрики, слѣдуетъ пользоваться дѣйствительной производительностью гребенной машины, а не теоретической, то теперь и необходимо намъ опредѣлить такую. Дѣйствительная или практическая производительность гребенной машины во всякомъ случаѣ будетъ меньше теоретической въ виду неизбежныхъ остановокъ машины во время работы ея. Эти остановки главнымъ образомъ вызываются чисткой машины, затѣмъ повѣркой ея, наладкой и т. п. Какъ извѣстно, чистка отдѣльныхъ органовъ машины производится по нѣскольку разъ въ рабочій день, а всей машины не меньше одного раза въ недѣлю. Слѣдовательно, уже въ виду этихъ обстоятельствъ дѣйствительная производительность гребенной машины должна быть меньше теоретической. Если же принять во

вниманіе, что во время работы гребенной машины может имѣть мѣсто еще болѣе или менѣе значительная разладка ея, а иногда даже нѣкоторая поломка, напримѣръ, — иголь въ гребняхъ барабана, что въ общемъ можетъ вызвать болѣе или менѣе продолжительный простой машины, пока она не будетъ налажена и вывѣрена, — тогда станетъ еще болѣе очевиднымъ, что дѣйствительная производительность гребенной машины должна быть меньше теоретической на нѣкоторую величину. Если мы обозначимъ черезъ α —коэф. полезн. дѣйств. гребенной машины и умножимъ на него теоретическую производительность этой же машины, тогда получимъ дѣйствительную производительность ея — p , которая, благодаря этому, можетъ быть выражена слѣдующей формулой:

$$p = \frac{\alpha \cdot \pi \cdot d \cdot n \cdot w}{504 \cdot N} \quad (2)$$

Чтобы опредѣлить дѣйствительную производительность гребенной машины при помощи этой формулы (2), необходимо знать, кромѣ величинъ, о которыхъ сказано уже выше, еще и величину коэф. α . Величина его зависитъ отъ многихъ обстоятельствъ, какъ то: отъ условій работы машины, отъ ухода за машиной, отъ правильной установки отдѣльныхъ органовъ машины, отъ продолжительности работы ея и т. д. Понятно, что при нормальныхъ условіяхъ работы машины, когда тщательно слѣдятъ за тѣмъ, чтобы машина всегда была въ исправности, чтобы аккуратно производилась чистка ея, смазка и пр., коэф. полезн. дѣйств. машины будетъ нѣсколько больше, такъ какъ при этихъ условіяхъ не будетъ частой разладки машины, а слѣдовательно, не будетъ изъ-за этого и болѣе частыхъ простоевъ ея. Трудно, конечно, разсчитывать на то, чтобы такъ было въ дѣйствительности, — разладка болѣе или менѣе значительная всегда будетъ имѣть мѣсто, а въ особенности, когда машина работаетъ продолжительное время; будутъ имѣть мѣсто и нѣкоторыя поломки, какъ, напримѣръ, иголь на гребенномъ барабанѣ, что довольно часто случается отъ небрежности при заправкѣ поваго холста и пр. Вотъ эти обстоятельства, кромѣ неизбѣжныхъ остановокъ машины для чистки ея и для новой заправки, вызываютъ еще болѣе или менѣе продолжительные простои машины, которые въ свою очередь уменьшаютъ нѣсколько коэф. полезн. дѣйств. гребенной машины. Припавъ во вниманіе всѣ эти обстоятельства, а также и то, что машина постоянно работаетъ на фабрикѣ, такъ сказать, — круглый годъ, можно считать коэф. полезн. дѣйств. гребенчатальной машины системы Гейльмана равнымъ въ среднемъ — 0,93.

Наблюдения, произведенные надъ работой гребнечесальныхъ машинъ системы Гейльмана, до нѣкоторой степени подтверждаютъ правильность нашего вывода относительно величины коэф. полезн. дѣйств. гребенной машины, что и видно изъ нижеприведенной таблицы. Въ этой таблицѣ приведены всѣ данныя, необходимыя для опредѣленія теоретической производительности гребенной машины за какое угодно время. Поэтому, здѣсь же приведены данныя теоретической производительности гребенной машины за 1 часъ параллельно съ данными дѣйствительной производительности также за 1 часъ — при выработкѣ того же номера ленты и при прочихъ одинаковыхъ условіяхъ работы машины. Располагая данными дѣйствительной и теоретической производительности гребенной машины, мы имѣли возможность опредѣлить для каждого случая изъ приведенныхъ въ таблицѣ и величину коэф. полезн. дѣйств. Эти величины коэф. α также приведены въ этой таблицѣ.

Число головокъ на машинѣ	Число ударовъ въ 1'	Номеръ гребенной ленты	Число оборотовъ выпускн. плюц. валиковъ въ 1'	Диаметръ выпускн. плюц. валиковъ	Теорет. прозв. машины въ ад. ф. въ 1 ч.	Дѣйств. прозв. машины въ ад. ф. въ 1 ч.	Величина коэф. α
			n	d''	p_t	p	
8	88	0,17	61,4	3	6,75	6,44	0,954
8	91,5	0,18	63,8	3	6,63	6,24	0,941
8	94	0,185	65,6	3	6,63	6,23	0,940
6	90,5	0,19	56,8	2 ³ / ₄	5,12	4,84	0,945
8	92	0,20	64,1	3	5,99	5,68	0,948
6	86,4	0,205	54,3	2 ³ / ₄	4,54	4,24	0,934
8	87,7	0,205	61,2	3	5,58	5,28	0,946
8	83,8	0,21	58,4	3	5,20	4,96	0,954
8	95	0,216	66,3	3	5,73	5,31	0,927

Данныя дѣйствительной или практической производительности гребенной машины, приведенныя въ этой таблицѣ, являются средними

изъ данныхъ, полученныхъ при наблюденіи надъ работой машины приблизительно въ теченіе мѣсяца.

Хотя средняя величина коэф. α изъ данныхъ, приведенныхъ въ таблицѣ, равна 0,943, т. е. нѣсколько больше той величины (0,93), которая приведена нами выше и коей, какъ мы полагаемъ, слѣдуетъ пользоваться при опредѣленіи дѣйствительной производительности гребенной машины при помощи формулы (2), но нужно принять во вниманіе то обстоятельство, что величина коэф. α — 0,943 получена нами, какъ результатъ наблюденій надъ работой гребенныхъ машинъ лишь въ теченіе мѣсяца, когда не могли быть учтены всѣ простои машины, между тѣмъ какъ мы считаемъ коэф. полезн. дѣйств. гребенной машины равнымъ 0,93 въ виду того, что машина будетъ работать не мѣсяць, а почти круглый годъ, когда машина въ силу различныхъ обстоятельствъ можетъ подвергнуться значительно большому количеству простоевъ, уменьшающихъ въ общемъ и коэф. полезн. дѣйств. ея.

Кромѣ того, Добсонъ и Барло¹⁾ въ нижеслѣдующихъ таблицахъ №№ 1—2 приводятъ данныя дѣйствительной производительности гребнечесальныхъ машинъ простого и двойного дѣйствія.

ТАБЛИЦА № 1.

Производительность одной головки гребнечесальной машины простого дѣйствія въ 10 рабочихъ часовъ.

Число ударовъ въ 1'	Вѣсъ 1 ярда холста	Ширина холста	Угаръ въ %	Англ. фун. про- чесан. ленты съ одной головки	Классификація хлопка
80	8 <i>dwt</i>	7 $\frac{1}{2}$ "	20	6,37	Си-айландскій
80	9	8 $\frac{1}{2}$ "	20	7,22	"
80	11	10 $\frac{1}{2}$ "	20	8,92	"
80	9	7 $\frac{1}{2}$ "	18	7,5	Египет. или Америк.
80	10 $\frac{1}{2}$	8 $\frac{1}{2}$ "	18	9,0	"
80	13	10 $\frac{1}{2}$ "	18	11,15	"

Данная производительность взята при 80 ударахъ въ минуту. Для египетскаго хлопка машина иногда работаетъ при 95 ударахъ.

¹⁾ Добсонъ и Барло. Справочная книга для бумагопрядильщ., стр. 69.

ТАБЛИЦА № 2.

Производительность одной головки гребнечесальной машины двойного дѣйствія въ 10 рабочихъ часовъ.

Число ударовъ въ 1'	Вѣсъ 1 ярда холста	Ширина холста	Угаръ въ %	Англ. фун. прочесан. ленты съ одной головки	Классификація хлопка
120	8 <i>dwt</i>	7 ¹ / ₂ "	20	9,23	Си-айландскій
120	9 "	8 ¹ / ₂ "	20	10,47	"
120	11 "	10 ¹ / ₂ "	20	12,93	"
120	9 "	7 ¹ / ₂ "	18	10,83	Египет. или Америк.
120	10 ¹ / ₂ "	8 ¹ / ₂ "	18	13,04	"
120	13 "	10 ¹ / ₂ "	18	16,12	"

Если бы въ этихъ таблицахъ, кромѣ приведенныхъ данныхъ, былъ бы указанъ еще номеръ прочесальной ленты, было бы указано число оборотовъ въ 1' выпускного плющильнаго валика и діаметръ его, тогда можно было бы при помощи формулы (1) опредѣлить теоретическую производительность гребнечесальной машины также за 10 часовъ. Точно также можно было бы опредѣлить теоретическую производительность этой же машины, если бы въ таблицахъ №№ 1—2, кромѣ величинъ—*n* и *d* была бы приведена общая вытяжка и число сдваиваній для каждаго случая изъ приведенныхъ въ таблицахъ. Полученныя такимъ образомъ данныя теоретической производительности гребенной машины за 10 часовъ совмѣстно съ данными дѣйствительной производительности за то же время, приведенными въ таблицахъ №№ 1—2, дали бы возможность убѣдиться относительно величинъ послѣднихъ данныхъ, не слишкомъ ли онѣ велики или малы, такъ какъ въ обоихъ случаяхъ нельзя признать ихъ вполнѣ подходящими для опредѣленія необходимаго количества гребнечесальныхъ машинъ.

Ф. Rosskothен ¹⁾ въ нижеслѣдующей таблицѣ № 3 также приводитъ данныя дѣйствительной производительности гребенныхъ машинъ системы Гейльмана.

ТАБЛИЦА № 3.

Классификація хлопка	Угарь въ %	Производительность одной головки въ 10 час., смотря по ширинѣ холста и вѣсу его.	
		машина простого дѣйствія	машина двойного дѣйствія
Си-айландскій .	28	6—9 англ. фун.	9—13 англ. фун.
Египетскій . .	18	7,5-10,5 „ „	10,5—15 „ „
Американскій .	17	8—12 „ „	11—17 „ „

Но въ этой таблицѣ приведены лишь тѣ предѣлы, въ которыхъ дѣйствительная производительность гребнечесальныхъ машинъ можетъ измѣняться, но въ данномъ случаѣ даже эти предѣлы не могутъ быть проверены, такъ какъ въ этой таблицѣ нѣтъ тѣхъ данныхъ, которыя являются необходимыми для опредѣленія производительности гребенной машины. Не приведенъ, на примѣръ, номеръ прочесанной ленты, не указано число оборотовъ въ 1' выпускного плющильнаго валика, диаметръ его и пр., между тѣмъ какъ при опредѣленіи дѣйствительной производительности гребнечесальной машины необходимо заранѣе знать тѣ условія, при наличности которыхъ данная машина будетъ работать и будетъ въ состояніи доставлять опредѣленное нами количество прочесанной ленты. Къ числу этихъ условій между прочимъ пужно отнести — число ударовъ или оборотовъ машины въ 1', номеръ прочесываемой на ней ленты, число оборотовъ выпускныхъ плющильныхъ валиковъ и пр. Поэтому, данными дѣйствительной производительности гребнечесальныхъ машинъ, приведенными въ таблицахъ № № 1—3, можно пользоваться лишь только тогда, когда машина, производительность которой мы опредѣляемъ будетъ работать на фабрикѣ при тѣхъ же условіяхъ, при которыхъ эти данныя

¹⁾ F. Rosskothен. Taschenbuch für Baumwoll-Industrie..., s. 279.

получились, т. е. при выработкѣ того же помера ленты, при томъ же числѣ ударовъ или оборотовъ машины въ 1' и пр., а такъ какъ всѣхъ этихъ условій и не имѣется въ приведенныхъ таблицахъ, то данными дѣйствительной производительности гребенной машины таблицъ № № 1—3 можно пользоваться лишь только какъ приближительными.

Холстовая машина. Какъ извѣстно, холстовая машина (derby-doubler) соединяетъ ленты съ чесальныхъ машинъ или съ ленточной въ холсты шириной отъ 7 $\frac{1}{2}$ " до 10 $\frac{1}{2}$ ", смотря по количеству соединяемыхъ лентъ (14—20). Этотъ холстъ предназначается или для гребенной машины, или же для вытяжной холстовой (Ribbon Lap machine). Последній случай, какъ указано выше, имѣетъ мѣсто при приготовленіи холстовъ для гребенной машины по второму способу, т. е. по способу Добсона и Барло.

Главный валъ холстовой машины дѣлаетъ около 200 оборотовъ въ минуту. Зная число оборотовъ въ 1' главнаго вала, можно опредѣлить на основаніи передачи въ данной машинѣ и число оборотовъ за то же время скатывающихся валовъ. Зная же діаметръ скатывающихся валовъ, величина котораго для данной машины должна быть извѣстна (около 12"), и число оборотовъ ихъ въ 1', а также зная изъ плана пряденія и номеръ холста, который долженъ получиться на этой машинѣ, можно опредѣлить теоретическую производительность холстовой машины за какое угодно время. Теоретическая же производительность — p_t , выраженная въ англ. фун., за w часовъ будетъ слѣдующей:

$$p_t = \frac{\pi \cdot d \cdot n \cdot 60 \cdot w}{36 \cdot 840 \cdot N} = \frac{\pi \cdot d \cdot n \cdot w}{504 \cdot N} \text{ англ. фун. . . (1)}$$

Что же касается дѣйствительной производительности холстовой машины, то она будетъ меньше теоретической въ виду того, что машина во время работы будетъ останавливаться для заправки, для присучки оборвавшихся лентъ, для палатки, чистки и пр. Всѣ эти остановки уменьшаютъ теоретическую производительность машины по крайней мѣрѣ на 10%, такъ что коэф. полезн. дѣйств. холстовой машины можно считать равнымъ приближительно—0,90. Слѣдова-

тельно, действительная производительность холстовой машины — p за w часов может быть определена при помощи следующей формулы:

$$p = \frac{0,90 \pi. d. n. w}{504. N} = \frac{\pi. d. n. w}{560. N} \text{ англ. фун. . . (2)}$$

Г. Rosskothен ¹⁾ указывает, что при 200 оборотах в 1' главного вала холстовой машины скатывающие валы доставляют приблизительно 30 ярдов холста в 1', причем производительность машины колеблется в пределах от 450 до 600 англ. фун. в 10 часов, смотря по количеству соединяемых лент и вѣсу холста

Федотовъ ²⁾ же указывает, что при 120 оборотах главного вала в 1' производительность холстовой машины равна около 40 англ. фун. в часъ, причем одна холстовая машина в состоянii сработает количество холстовъ, достаточное для 7—8 гребнечесальныхъ машинъ.

Холстовая вытяжная машина. Производительность холстовой вытяжной машины (Ribbon Lap Machine) может быть определена на основанii следующихъ соображенiй. Какъ извѣстно, холсты съ холстовой машины (derby-doubler'a) обыкновенно в количествѣ 6 поступаютъ на вытяжную холстовую машину. На этой машинѣ каждый изъ холстовъ подвергается вытяжкѣ между 4 парами цилиндровъ. По выходѣ же изъ этого вытяжного аппарата холстъ по особой направляющей кривой поверхности поступаетъ на столѣикъ, складывается съ другими такими же слоями холста и проходитъ по столѣику къ холстовому аппарату, доставляющему холсты уже для гребнечесальной машины. Поэтому, если мы обозначимъ диаметръ цилиндра, доставляющаго готовые холсты, черезъ d , число оборотовъ его в 1' черезъ — n и номеръ получаемаго на этой машинѣ холста черезъ — N , то теоретическая производительность холстовой вытяжной машины—

¹⁾ Г. Rosskothен. Taschenbuch für Baumwoll-Industrie, s. 36.

²⁾ А. А. Федотовъ. Гребнечесальные машины Гейльмана въ бумагопряд. производ., стр. 15.

p_1 , выраженная въ англ. фун., за w часовъ можетъ быть выражена слѣдующей формулой:

$$p_1 = \frac{\pi. d. n. 60. w}{36.840. N} = \frac{\pi. d. n. w}{504. N} \text{ англ. фун. (1)}$$

Дѣйствительная же производительность этой машины будетъ меньше теоретической въ виду неизбѣжныхъ остановокъ ея изъ-за заправки, чистки, наладки и пр. Всѣ эти простои машины въ общемъ уменьшаютъ теоретическую производительность ея приблизительно на 10%, такъ что коэф. полезн. дѣйств. машины будетъ равенъ около 0,90 и, слѣдовательно, дѣйствительная производительность холстовой вытяжной машины — p за w часовъ будетъ равна:

$$p = \frac{0,9. \pi. d. n. w}{504. N} = \frac{\pi. d. n. w}{560. N} \text{ англ. ф. (2)}$$

Изъ формулы (2) видно, что производительность вытяжной холстовой машины увеличивается съ увеличеніемъ d и n и съ уменьшеніемъ — N . Но величина — d для данной машины должна быть извѣстна и постоянна. Величина n можетъ быть опредѣлена на основаніи передачи при данномъ числѣ оборотовъ главнаго вала машины. Что же касается величины — N , то она должна быть извѣстна изъ плана пряденія.

F. Rosskothen ¹⁾ относительно дѣйствительной производительности вытяжной холстовой машины приводитъ слѣдующія данныя. Холстовые цилиндры доставляютъ въ 1' приблизительно 40 ярдовъ холста, причемъ производительность машины, смотря по вѣсу холста и ширинѣ его, колеблется въ предѣлахъ отъ 600 до 800 англ. фун. въ день, т. е., надо полагать, въ 10 часовъ. Всѣхъ 1 ярда холста колеблется въ предѣлахъ отъ 240 до 336 гранъ, что соответствуетъ № № 0,035—0,025.

Федотовъ ²⁾ же указываетъ, что производительность вытяжной холстовой машины равна производительности холстовой машины, т. е. 40—50 англ. фун. въ часъ, причемъ приводитъ размѣры вытяжныхъ цилиндровъ ($1\frac{1}{2}''$, $1\frac{1}{4}''$, $1\frac{1}{2}''$ и $1\frac{1}{2}''$) и число оборотовъ це-

¹⁾ F. Rosskothen. Taschenbuch für Baumwoll-Industrie, s. 37.

²⁾ А. А. Федотовъ. Гребнечесальныя машины Гейльмана въ бумагопрядильномъ производствѣ, стр. 17.

редняго цилиндра въ 1', равное приблизительно 200. Располагая діаметромъ передняго вытяжнаго цилиндра — d_1 числомъ оборотовъ его въ 1' — n_1 и номеромъ выпускаемаго изъ вытяжнаго аппарата холста — N_1 можно также опредѣлить производительность холстовой машины за какое угодно время. Дѣйствительно, передній цилиндръ вытяжнаго аппарата въ w часовъ доставитъ $\frac{\pi \cdot d_1 \cdot n_1 \cdot 60 \cdot w}{36 \cdot 840 \cdot N_1}$ англ. фун.

холста. Но такъ какъ на холстовой машинѣ одновременно работаетъ шесть вытяжныхъ аппаратовъ, то каждый изъ нихъ въ отдѣльности будетъ доставлять такое же количество холста номера — N_1 . Но въ виду того, что всѣ шесть холстовъ, направляясь въ холстовой аппаратъ накладываются одинъ на другой, — номеръ холста, полученный отъ соединенія этихъ шести холстовъ и прошедшій черезъ плющильные цилиндры, будетъ въ шесть разъ тяжелѣе холста номера N_1 и, слѣдовательно, во столько же разъ ниже его, не считая при этомъ % угара, который, какъ извѣстно, нѣсколько повыситъ номеръ холста. Поэтому, если мы обозначимъ черезъ N окончательный номеръ холста, который долженъ быть равенъ $\frac{N_1}{6}$, не считая %

угара, то теоретическая производительность вытяжной холстовой машины — p_t , выраженная въ англ. фун., за w часовъ будетъ равна—

$$p_t = \frac{\pi \cdot d_1 \cdot n_1 \cdot w}{504 \cdot N} \text{ англ. фун. (3)}$$

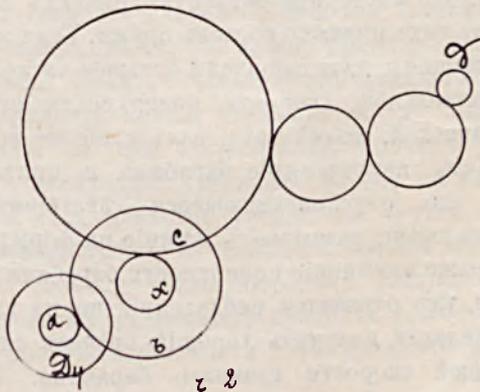
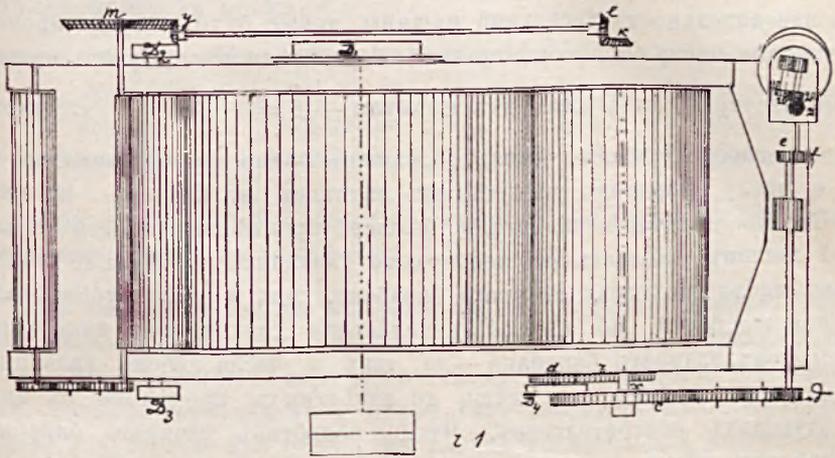
Дѣйствительная же производительность этой машины — p за w часовъ, считая коэф. полезн. дѣйств. ея равнымъ 0,90, будетъ слѣдующей:

$$p = \frac{0,9 \pi \cdot d_1 \cdot n_1 \cdot w}{504 \cdot N} = \frac{\pi \cdot d_1 \cdot n_1 \cdot w}{560 \cdot N} \text{ (4)}$$

Добсонъ и Барло ¹⁾ считаютъ, что дѣйствительная производительность вытяжной холстовой машины при 262 оборота главнаго вала ея равна, смотря по качеству хлопка, 13—14 пудамъ или около 470—510 англ. фунт. въ день, т. е. въ 10 часовъ.

¹⁾ Добсонъ и Барло. (Справоч. книга для бумагопрядильщ., стр. 61.

не мѣняется. Что же касается величины — n , т. е. числа оборотовъ выпускныхъ валиковъ въ койлерѣ, то величина эта можетъ измѣняться въ зависимости отъ нѣкоторыхъ обстоятельствъ. Выпускные валики получаютъ движеніе отъ передняго вальяна (собирателя), а послѣдній получаетъ движеніе отъ главнаго барабана при помощи задняго вальяна, что и видно изъ помещаемой здѣсь схемы передачи отъ главнаго барабана къ плющильнымъ валикамъ и къ выпускнымъ въ койлерѣ (см. черт. 1 и 2).



Если мы обозначимъ черезъ m_1 число оборотовъ главнаго барабана въ 1', тогда число оборотовъ выпускныхъ валиковъ въ койлерѣ въ 1' — n можетъ быть выражено на основаніи передачи (см. черт. 1 и 2) слѣдующимъ образомъ:

$$n = m_1 \frac{D_1 \cdot D_3 \cdot a \cdot x \cdot c \cdot e \cdot 20 \cdot 20}{D_2 \cdot D_4 \cdot z \cdot c \cdot d \cdot f \cdot 20 \cdot 20}$$

Изъ этого выраженія слѣдуетъ, что число оборотовъ выпускныхъ валиковъ прямо-пропорціоально числу оборотовъ главнаго барабана и числу зубовъ вальняной шестерни — x . Слѣдовательно, и производительность чесальной машины также будетъ прямо-пропорціоальна числу оборотовъ главнаго барабана и числу зубовъ вальняной шестерни, такъ какъ изъ формулы — $p = \frac{\alpha \cdot \pi d n \cdot w}{504 \cdot N}$ слѣдуетъ, что производительность чесальной машины прямо-пропорціоальна — n , т. е. числу оборотовъ выпускныхъ валиковъ въ койлерѣ. Въ виду этого для полученія возможно большей производительности чесальной машины, казалось-бы, необходимо увеличить и возможно больше какъ число оборотовъ главнаго барабана, такъ и число зубовъ вальняной шестерни, но въ дѣйствительности увеличивать какъ число оборотовъ главнаго барабана — m_1 такъ и число зубовъ вальняной шестерни — x возможно лишь до извѣстныхъ предѣловъ въ виду слѣдующихъ обстоятельствъ. Число оборотовъ главнаго барабана колеблется обыкновенно въ предѣлахъ отъ 150 и до 180, больше 180 рѣдко бываетъ. Впрочемъ, на нѣкоторыхъ фабрикахъ автору приходилось наблюдать число оборотовъ главнаго барабана даже больше 190, но это имѣло мѣсто при обработкѣ низкихъ сортовъ хлонка и при выработкѣ изъ нихъ низкихъ сортовъ пряжи. Если же главному барабану чесальной машины дать слишкомъ большее число оборотовъ, тогда вслѣдствіе значительной скорости поверхность его не останется строго цилиндрической; кромѣ того, вслѣдствіе же значительной скорости происходить вибрированіе барабана и приподниманіе иголь на поверхности его, обусловливающееся дѣйствіемъ центробѣжной силы, что общемъ также оказываетъ вліяніе на форму поверхности барабана. Подобное же измѣненіе поверхности барабана даже въ незначительной степени уже отразится неблагоприятно на качествѣ прочеса, а потому при желаніи получить хорошій прочесъ слѣдуетъ набѣгать слишкомъ большой скорости главнаго барабана. Кромѣ того, при большемъ числѣ оборотовъ главнаго барабана замѣчается больше поврежденій въ волокнахъ, да получается и большій % угара. Поэто-

му, при обработкѣ лучшихъ сортовъ хлопка и при выработкѣ изъ нихъ тонкихъ номеровъ пряжи слѣдуетъ давать меньшее число оборотовъ главному барабану, такъ какъ умѣренная скорость чесальной машины до известной степени служитъ гарантіей того, что столь существенная операція въ бумагопряденіи, какъ кардочесаніе, будетъ произведена вполне удовлетворительно и даже хорошо при наличности, конечно, и другихъ благоприятныхъ условій.

Ж. Ernst ¹⁾ приводитъ слѣдующія числа оборотовъ главнаго барабана въ 1', какъ наиболѣе употребительныя, при выработкѣ различныхъ номеровъ пряжи.

По выр.	низкихъ номеровъ	№№ 3—12	(по метр. сист. №№ 5— 20)	— m_1 —	150—175
" "	среднихъ "	№№ 18—42	(" " " №№ 30— 70)	— m_1 —	145—150
" "	тонкихъ "	№№ 42—60	(" " " №№ 70—100)	— m_1 —	135—140
" "	весьма "	выше №№ 60	(" " " № 100)	— m_1 —	120—130

При этихъ числахъ оборотовъ главнаго барабана на практикѣ получались наилучшіе результаты.

Въ какой степени то или иное число оборотовъ главнаго барабана чесальной машины вліяетъ на крѣпость пряжи, показываетъ опытъ, произведенный надъ египетскимъ хлопкомъ при 200 оборотахъ главнаго барабана въ 1' и при 145—150 оборотахъ. Крѣпость пряжи, полученной при обработкѣ хлопка на чесальной машинѣ при 145—150 оборотахъ въ 1' главнаго барабана, была приблизительно на 12% больше крѣпости пряжи, полученной — при 200 оборотахъ главнаго барабана. Слѣдовательно, этотъ опытъ показываетъ, что слишкомъ большая скорость главнаго барабана помимо прочаго еще и понижаетъ крѣпость пряжи, что нужно признать весьма существеннымъ недостаткомъ. Если, благодаря значительной скорости главнаго барабана, крѣпость пряжи уменьшается, то для полученія надлежащей величины ея при одинаковыхъ прочихъ условіяхъ выработки этой пряжи необходимо увеличить крутку ея на тонкопрядильной машинѣ. Но, какъ известно, увеличеніе крутки въ свою очередь уменьшаетъ производительность тонкопрядильной машины, слѣдовательно, слишкомъ большое число оборотовъ главнаго барабана при желаніи получить пряжу надлежащей крѣпости можетъ неблагоприятно отразиться и на производительности тонкопрядильной машины, т. е.

¹⁾ Osterreich's Wollen und Leinen—Industrie, 1905, № 3, s. 155.

нѣсколько уменьшить ее. Въ виду этого число оборотовъ главнаго барабана чесальной машины не должно быть слишкомъ большимъ, скорость его, какъ указано уже, должна быть умѣренной, причемъ данныя для m_1 приведенныя Ernst'омъ, можно признать наиболѣе подходящими при выборѣ величины для m_1 , т. е. числа оборотовъ главнаго барабана въ 1'.

Что же касается величины x , т. е. числа зубовъ вальняной шестерни, то это число можно было бы брать возможно большимъ, чтобы, благодаря этому, увеличить производительность чесальной машины, но, съ другой стороны, увеличивая число зубовъ вальняной шестерни, мы этимъ уменьшаемъ степень прочеса, въ чемъ можно убѣдиться изъ слѣдующаго. Степень прочеса въ кардочесальной машинѣ выражается обыкновенно вытяжкой между барабаномъ и питательнымъ валикомъ, т. е. $k = \frac{v_1}{v_6}$, гдѣ v_1 — скорость въ 1' на поверхности барабана, а v_6 — скорость въ 1' на поверхности питательнаго валика. Такъ какъ отъ передняго вальяна получаетъ движеніе питательный валикъ (см. чер. 1), то, увеличивая число зубовъ вальняной шестерни, мы этимъ увеличиваемъ число оборотовъ въ 1' передняго вальяна и въ тоже время число оборотовъ питательнаго валика. Увеличивая же число оборотовъ въ 1' питательнаго валика, мы этимъ увеличиваемъ v_6 , а слѣдовательно, уменьшаемъ степень прочеса — $k = \frac{v_1}{v_6}$. Впрочемъ, можно было бы увеличить число зубовъ вальняной шестерни — x и въ тоже время не измѣнять степени прочеса — k , но для этого нужно только взять мажорную шестерню — y съ меньшимъ числомъ зубовъ, т. е. съ такимъ числомъ, чтобы скорость питательнаго валика — v_6 не измѣнилась бы. Это будетъ достигнуто при условіи, если произведеніе xu будетъ величиной постоянной, тогда, конечно, и $k = \frac{v_1}{v_6}$ не измѣнится. Дѣйствительно, при числѣ оборотовъ главнаго барабана въ 1' — m_1 (см. черт. 1 и 2),

$$v_1 = \pi D m_1, \text{ гдѣ } D \text{ — діаметръ главнаго барабана въ дюймахъ;}$$

$$v_6 = m_1 \frac{D_1 \cdot D_3 \cdot a \cdot x \cdot k \cdot y \cdot \pi d_1}{D_2 \cdot D_4 \cdot \varphi \cdot c \cdot l \cdot m}, \text{ гдѣ } d_1 \text{ — діам. питат. вал. въ дюйм.}$$

$$k = \frac{v_1}{v_6} = \frac{D \cdot D_2 \cdot D_4 \cdot \varphi \cdot c \cdot l \cdot m}{D_1 \cdot D_3 \cdot a \cdot x \cdot k \cdot y \cdot d_1} = \frac{A}{xy}, \text{ гдѣ } A = \frac{D \cdot D_2 \cdot D_4 \cdot \varphi \cdot c \cdot l \cdot m}{d_1 \cdot D_1 \cdot D_3 \cdot a \cdot k}$$

Слѣдовательно, увеличивая — x для того, чтобы увеличить производительность чесальной машины, мы должны уменьшить на столько же y , чтобы $xy = const.$ и, благодаря этому, степень прочеса — k не измѣнилась бы. Но, уменьшая число зубов мажорной шестерни — y , мы этимъ измѣняемъ вытяжку на машинѣ,—увеличиваемъ ее, такъ какъ при меньшемъ — y скорость на поверхности питательнаго валика — v_6 будетъ меньше, а, благодаря этому, общая вытяжка увеличится. Если же вытяжка на машинѣ будетъ увеличена, тогда номеръ ленты получится на данной чесальной машинѣ не тотъ, каковъ долженъ быть по плану пряденія; онъ будетъ нѣсколько выше, а это понизитъ производительность чесальной машины. Такимъ образомъ, мы видимъ, что увеличеніе числа зубовъ вальняной шестерни — x съ цѣлю увеличить производительность кардочесальной машины не достигаетъ цѣли, если при этомъ не желательно ухудшать прочесъ и измѣнять вытяжки на данной машинѣ. Въ виду того, что хорошій прочесъ на кардочесальной машинѣ имѣетъ большое вліяніе на полученіе хорошей пряжи, такъ какъ при хорошемъ прочесѣ, т. е. при возможно большемъ $k = \frac{v_1}{v_6}$ масса хлопка гораздо тоньше будетъ распредѣляться на главномъ барабанѣ, а благодаря этому, гораздо полнѣе будетъ раздѣленіе волоконъ, распутованіе жгутиковъ и комочковъ, а также гораздо полнѣе будетъ и очищеніе продукта. Поэтому, при желаніи получить пряжу надлежащихъ качествъ, необходимо стремиться къ тому, чтобы улучшать прочесъ, чѣмъ ухудшать его, не смотря даже на то, что, ухудшая прочесъ, мы уменьшаемъ производительность данной машины. Для пряжи до № 40 $k = \frac{v_1}{v_6}$ берется въ предѣлахъ отъ 2500 до 3500, для пряжи же выше № 40 — $k = 3000-4500$.

Желая провѣрить, насколько та или другая степень прочеса вліяетъ на крѣпость пряжи и на равномѣрность ея, авторъ въ этомъ направленіи произвелъ нѣсколько опытовъ, которые заключались въ слѣдующемъ. На чесальной машинѣ подвергался прочесу хлопокъ извѣстнаго сорта, причемъ степень прочеса постепенно измѣнялась. Пропустивъ хлопокъ черезъ чесальную машину, въ дальнѣйшемъ онъ былъ пропущенъ черезъ ленточную машину о 3-хъ головкахъ, черезъ толстый банкабронъ, перегонный и тонкій. На тонкомъ банкабронѣ вырабатывалась ровница № 5,5 и изъ нея на кольцевомъ ватерѣ вырабатывалась основа № 30 при $t = 4\sqrt{30}$. Полученная на кольцевомъ ватерѣ пряжа подвергалась разрыву на динамометрѣ

фирмы „Goodbrand & Holland,“ причём для каждаго опыта отматы- валась на мотовилѣ длина въ 120 ярдовъ, т. е. одна пясма. Испы- таній пряжи на разрывъ для каждаго опыта было произведено при- близительно 30—35. Послѣ каждаго испытанія пряжи на разрывъ взвѣшивали ее для опредѣленія точнаго номера ея. Изъ получен- ныхъ данныхъ крѣпости пряжи опредѣлена средняя величина, выра- женная въ англ. фун. Эти среднія величины и показываютъ въ ни- жеслѣдующей таблицѣ крѣпость пряжи въ зависимости отъ степени прочеса.

Всѣ опыты, насколько возможно было, производились при оди- наковыхъ условіяхъ и на машинахъ завода „Howard & Bullough“ — 1901 года.

Число оборот. главного бараба- на въ 1'	Номеръ холста	Вытяжка на че- сальной маш.	Номеръ чесаль- ной ленты	$k = \frac{v_1}{v_6}$	Средняя крѣ- постъ пряжи въ англ. фун. при нормальн. № 30	Опытъ	Сортъ хлопка
164,8	0,00164	106	0,186	2588,8	50,9	I	Американ- скій G. M., длина во- локна — 26 mm
163,5	"	"	0,186	2804,6	51,6		
163,5	"	"	0,187	3059,6	52,9		
165	0,00163	"	0,184	2588,8	51,7	II	Американ. F. G. M., длина во- локна — 28 mm
164,3	"	"	0,184	2804,6	53,1		
164	"	"	0,185	3059,6	53,9		

Хотя эти опыты произведены только надъ двумя сортами хлопка, но изъ полученныхъ результатовъ уже видно, что по мѣрѣ увеличенія k , т. е. по мѣрѣ увеличенія степени прочеса увеличивается нѣсколько и крѣпость пряжи. Кроме того, при сравненіи пряжи, полученной при $k = 3059,6$ и при $k = 2588,8$, можно было замѣтить, что равно- мѣрность первой нѣсколько больше второй. Это вполнѣ и понятно, такъ какъ при ббльшей величинѣ k въ прочесающей ваткѣ должно быть при одинаковыхъ прочихъ условіяхъ и меньше шишекъ, ска-

тавшихся комочковъ холста и пр., что вообще неблагоприятно вліяетъ на равномерность пряжи. Слѣдовательно, увеличивая степень прочеса, мы способствуемъ удаленію этихъ элементовъ въ болѣе значительной степени, а благодаря этому, способствуемъ и полученію болѣе равномерной пряжи. Такимъ образомъ, мы видимъ, что, увеличивая степень прочеса, мы имѣемъ возможность получить пряжу болѣе равномерную, а также и съ нѣскольکو болѣею крѣпостью.

Теперь необходимо опредѣлить величину коэф. полезн. дѣйств. кардочесальной машины — α . На величину этого коэф. α могутъ вліять различныя обстоятельства, а именно: уходъ за машинной, продолжительность работы ея въ день, конструктивныя особенности и пр. Но мы не будемъ разсматривать всѣхъ этихъ условій, такъ какъ одни изъ нихъ вовсе нельзя учесть, другія же очень трудно, мы разсмотримъ лишь тѣ условія, въ которыхъ машина неизбежно будетъ работать на проектируемой фабрикѣ; будемъ считать, что работа машины будетъ протекать при болѣе или менѣе нормальныхъ условіяхъ и, исходя уже изъ этого, постараемся найти тѣ значенія для коэф. α , которыми можно было бы пользоваться при опредѣленіи при помощи формулы (2) количества чесальныхъ машинъ, необходимыхъ для оборудованія бумагопрядильной фабрики данной производительности.

Какъ извѣстно, чесальная машина не работаетъ непрерывно; часть рабочаго времени ея терется на останвки для чистки, пропылки, точки, заправки и для наладки. Johannsen ¹⁾, напримѣръ, считаетъ, что при 11 часахъ работы чесальной машины въ среднемъ одинъ часъ изъ этого времени терется на точку, чистку и пропылку машины, слѣдовательно, въ данномъ случаѣ коэф. $\alpha = 0,909$. Почти тоже подтверждаютъ и наблюденія, произведенныя авторомъ надъ различными машинами. На чистку, пропылку и точку въ среднемъ тратится около (10—11)% рабочаго времени машины, слѣдовательно, въ данномъ случаѣ коэф. α долженъ быть равнымъ 0,90—0,89. Но, кромѣ указанныхъ уже причинъ, вызывающихъ простой часальной машины, при постоянной работѣ ея въ теченіе года могутъ явиться еще и другія причины, какъ, напримѣръ,—болѣе или менѣе значительная разладка машины, требующая продолжительнаго ремонта, или—въ виду необходимости обтянуть новой кардой барабанъ или валыиъ и пр.,—причины, которыя и вызываютъ болѣе или менѣе

¹⁾ Ot. Johannsen. Handbuch der Baumwollspinnerei..., B. I, s. 455.

продолжительные простои машины. Эти простои въ свою очередь нѣсколько уменьшаютъ среднюю выработку чесальной машины, т. е. ея дѣйствительную производительность. Конечно, не всѣ и не всегда эти причины могутъ имѣть мѣсто, а въ особенности, если производить наблюденія надъ работой машины въ теченіе лишь непродолжительнаго промежутка времени или если машина повая и работаетъ сравнительно не долго. Но вѣдь нужно имѣть въ виду то обстоятельство, что машина будетъ работать на фабрикѣ все время и въ теченіе многихъ лѣтъ, слѣдовательно, если эти причины не имѣли мѣста въ первомъ году, то онѣ могутъ явиться при работѣ машины во второмъ году и въ слѣдующіе, когда машина, благодаря своей постоянной работѣ, будетъ скорѣе подвергаться разладкѣ и этимъ вызывать болѣе или менѣе продолжительный простой для ладки своей. Принявъ же во вниманіе, что чесальная машина, работая на фабрикѣ, должна будетъ во всякое время доставлять опредѣленное количество ленты, то при опредѣленіи количества чесальныхъ машинъ, необходимыхъ для оборудованія фабрики данной производительности, необходимо считать за дѣйствительную производительность чесальной машины именно ту, которая получается при наименѣе благоприятныхъ условіяхъ. Только при такомъ условіи мы опредѣлимъ то количество чесальныхъ машинъ, которое необходимо для оборудованія данной фабрики и которое всегда будетъ въ состояніи доставлять требуемое количество чесальной ленты.

На неизбежные простои чесальной машины, какъ указано выше, тратится въ общемъ около 10% рабочаго времени. Если же на прочіе простои, являющіеся въ силу разладки, поломки и пр., положимъ еще около (2—4)% рабочаго времени, тогда въ среднемъ на всѣ простои машины будетъ тратиться около (12—14)% рабочаго времени, слѣдовательно, коэф. полезн. дѣйств. чесальной машины — α можно считать равнымъ приблизительно — 0,86—0,88. Бѣльшей величиной этого коэф. можно пользоваться въ тѣхъ случаяхъ, когда машина будетъ работать при болѣе благоприятныхъ условіяхъ, какъ, на примѣръ, — при незначительномъ числѣ оборотовъ главнаго барабана, при хорошемъ уходѣ за машиной, при обработкѣ на ней хорошихъ сортовъ хлопка и т. н., въ противномъ же случаѣ слѣдуетъ брать меньшую величину для коэф. α . Если бы даже величина для коэф. α была бы взята, положимъ, нѣсколько меньшая, чѣмъ это оказалось бы въ дѣйствительности, то это обстоятельство дало бы возможность имѣть лишь нѣкоторый запасъ въ чесальныхъ машинахъ, что во всякомъ случаѣ гораздо лучше, чѣмъ недостатокъ ихъ; этотъ

избытокъ въ чесальныхъ машинахъ окажется особенно полезнымъ въ томъ случаѣ, когда нѣкоторыя машины въ виду капитальнаго ремонта должны будутъ достаточно продолжительное время не работать, а при этомъ общая выработка чесальныхъ машинъ не должна уменьшаться. Кромѣ того, нѣкоторый избытокъ въ чесальныхъ машинахъ, если бы онъ оказался въ дѣйствительности, далъ бы возможность нѣсколько уменьшить производительность чесальныхъ машинъ, увеличивъ, благодаря этому, степень прочеса, что, конечно, отразилось бы благоприятно на качествѣ пряжи, какъ это и видно изъ произведенныхъ въ этомъ направлеиіи опытовъ. Слѣдовательно, если мы возьмемъ нѣсколько меньшую величину для коэф. α , чѣмъ это оказалось бы въ дѣйствительности, то мы рискуемъ получить нѣкоторый избытокъ въ чесальныхъ машинахъ, но за то и получимъ возможность увеличить при желаніи степень прочеса, что весьма важно, когда требуется получить пряжу лучшихъ качествъ, не уменьшая въ тоже время общей выработки чесальныхъ машинъ.

Съ цѣлью опредѣлить коэф. полезн. дѣйств. чесальной машины были произведены наблюденія надъ работой различныхъ чесальныхъ машинъ, причемъ эти наблюденія производились слѣдующимъ образомъ. Прежде всего, замѣтивъ время начала наблюденій, опредѣляли всѣ данныя, которыя необходимы для опредѣленія теоретической производительности чесальной машины при помощи формулы (1), т. е. число оборотовъ главнаго барабана и передняго вальяна, число оборотовъ выпускныхъ валиковъ въ койлерѣ — n , діаметръ ихъ — d и померъ чесальной ленты — N . Число оборотовъ главнаго барабана и вальяна опредѣлялось при помощи счетчика, число же оборотовъ выпускныхъ валиковъ въ койлерѣ опредѣлялось при помощи передачи (см. чер. 1 и 2). Номеръ же чесальной ленты опредѣлялся при помощи взвѣшиванія 15 ярдовъ ея, причемъ лента бралась изъ разныхъ тазовъ и такихъ взвѣшиваній для каждаго опыта было произведено не менѣе 10 разъ, а при нѣкоторыхъ опытахъ и болѣе того. Точно также не менѣе 10 разъ, а то и болѣе того, опредѣлялось число оборотовъ главнаго барабана и передняго вальяна, причемъ число оборотовъ опредѣлялось каждый разъ черезъ нѣкоторый промежутокъ времени, не меньшій во всякомъ случаѣ часа. Изъ полученныхъ величинъ опредѣлялась средняя величина. Располагая средней величиной числа оборотовъ передняго вальяна, при помощи передачи опредѣлялось число оборотовъ выпускныхъ валиковъ въ койлерѣ. Число же оборотовъ главнаго барабана давало возмож-

пость провѣрить при помощи передачи числа оборотовъ передняго вальяна, опредѣленное при помощи счетчика.

Опредѣливъ эти среднія величины, мы получили возможность опредѣлить и теоретическую производительность данной чесальной машины при выработкѣ данного помера ленты — за часъ и за какое угодно время. Дѣйствительная же производительность, положимъ, этой же машины была опредѣлена слѣдующимъ образомъ. Какъ указано уже, наблюденія надъ каждой машиной производились въ теченіе опредѣленнаго промежутка времени, болѣе или менѣе продолжительнаго. Въ теченіе этого промежутка — данная машина работала опредѣленное количество ленты, слѣдовательно, если мы это количество ленты раздѣлимъ на число часовъ, составляющихъ этотъ промежутокъ времени, въ теченіе котораго производились наблюденія, то и получимъ дѣйствительную производительность данной машины за часъ. Распалагая же дѣйствительной производительностью чесальной машины за часъ — p и теоретической за то же время — p_t , изъ отношенія $\frac{p}{p_t}$ мы опредѣляли величину коэф. α .

Въ нижеслѣдующей таблицѣ приведены для каждаго случая среднія величины числа оборотовъ главнаго барабана, передняго вальяна и выпускныхъ валиковъ въ койлерѣ, а также приведены среднія величины и номера чесальной ленты. Кромѣ того, въ этой же таблицѣ приведены данныя дѣйствительной и теоретической производительности чесальной машины за часъ и величина коэф. α для каждаго отдѣльнаго случая.

Теоретическая производительность чесальной машины опредѣлялась при помощи формулы (1) — $p_t = \frac{\pi \cdot d \cdot n \cdot w}{504 \cdot N}$.

Опыты, продолжавшіеся около мѣсяца и производившіеся по возможности при одинаковыхъ условіяхъ на машинахъ заводовъ— „Howard & Bullough,“ „Platt Br-rs“ и „Dobson & Barlow,“ дали слѣдующіе результаты. (См. стр. 295).

Число оборотовъ ба- рабана въ 1' — <i>m</i>	Число оборотовъ пе- редняго вальца въ 1'	Число оборотовъ вы- пускныхъ валиковъ въ 1' — <i>n</i>	Диаметръ выпуск- ныхъ валиковъ въ англ. дюйм. — <i>d</i>	Номеръ чесальной ленты — <i>N</i>	Средн. дѣйст. произ- водительности маш. въ анг. фун. въ 1 ч. — <i>p</i>	Теоретич. производ- тельность маш. въ анг. фун. въ 1 ч. — <i>p_t</i>	Величина коэф. α
152	10	128,6	2''	0,202	7,05	7,94	0,889
162	10,5	139	"	0,174	8,98	9,96	0,902
162	10,4	137,7	"	0,178	8,58	9,65	0,889
162,5	10,5	139	"	0,165	9,24	10,51	0,879
163	11	145	"	0,15	10,74	12,05	0,891
163	9	135	"	0,152	10,04	11,08	0,906
164	11,6	153,4	"	0,155	10,82	12,34	0,877
165	11	145	"	0,16	10,11	11,30	0,895
165,6	11	145	"	0,155	10,40	11,67	0,891
167,3	11,2	147,6	"	0,16	10,06	11,55	0,871
168	11,5	152	"	0,138	11,94	13,74	0,869
169	13	167	"	0,138	13,32	15,09	0,883
169,2	13	167	"	0,14	12,99	14,88	0,873
169,5	13	167	"	0,138	13,34	15,99	0,884
170,6	13,1	168,3	"	0,14	12,95	14,99	0,864
170,9	13,1	168,3	"	0,142	12,86	14,78	0,870

Среднее значеніе для коэф. α изъ данныхъ, приведенныхъ въ этой таблицѣ, равно 0,883. Слѣдовательно, средняя величина коэф. α ,

полученная при наблюдении надъ работой различныхъ машинъ приблизительно въ теченіе мѣсяца, равна одной изъ тѣхъ величинъ коэф. α , которой, какъ мы указали выше, можно пользоваться при опредѣленіи при помощи формулы (2) количества чесальныхъ машинъ, необходимыхъ для оборудованія проектируемой фабрики данной производительности. Не смотря на то, что данныя, приведенныя въ этой таблицѣ, являются средними изъ тѣхъ, которыя получились за время работы чесальныхъ машинъ, равное приблизительно лишь одному мѣсяцу, однако они даютъ среднюю величину для коэф. α , равную только 0,838. Если бы производить наблюдения надъ этими машинами не въ теченіе мѣсяца, а положимъ, въ продолженіе нѣсколькихъ мѣсяцевъ или въ продолженіе года, тогда и средняя величина коэф. α получилась бы меньше приведенной, т. е. 0,883, такъ какъ при болѣе продолжительной работѣ машины, какъ указано выше, будетъ и болѣе простоее ея, а это и уменьшитъ еще нѣсколько коэф. α , такъ что въ общемъ средняя величина его должна была бы получиться нѣсколько меньше приведенной. Слѣдовательно, взявъ при расчетахъ величину для коэф. α , равную 0,86—0,88, мы не рискуемъ тѣмъ, что беремъ значеніе для коэф. α , далекое отъ дѣйствительнаго. Такимъ образомъ, для опредѣленія дѣйствительной производительности кардочесальной машины можно пользоваться слѣдующей формулой:

$$p = \frac{(0,86-0,88) \pi \cdot d \cdot n \cdot w}{504 \cdot N} \dots \dots \dots (2)$$

Въ заключеніе приводимъ таблицы съ данными дѣйствительной производительности кардочесальной машины. (См. стр. 297—299).

Т А Б Л И Ц А № 1¹⁾.

Кардная машина со шпинками при диаметре переднего вальца в 24", т. е. в 24¹/₃", включая гарнитуру, причём предположено около 10% потерн для заправки, очистки и точки, такъ что полезнаго рабочаго времени остается изъ 56¹/₂ час. только 50 часовъ.

Номеръ часаль- ной ленты	0,120	0,125	0,130	0,135	0,140	0,145	0,150	0,155	0,160	0,170	0,180
	А н г л и й с к и х ъ ф у н т о в ъ										
Скорость передняго вальца въ 50 час.	514	493	474	457	440	425	410	399	385	360	340
8	61,68										
9	69,39	556	533	516	496	481	463	447	433	410	385
10	77,1	619	594	572	551	532	514	498	482	454	429
11	84,81	709	681	655	630	607	586	547	532	500	472
12	92,52	771	740	712	685	661	637	596	578	545	514
13	100,23	835	803	771	742	717	688	646	627	590	558
14	107,94	900	864	832	800	772	720	697	675	635	600
15	115,65	963	925	888	856	825	770	746	722	679	643
16	123,36	1030	988	950	912	882	823	798	772	726	685
16,5	128,9	1075	1032	991	955	921	860	820	806	760	716
17	131,07	1092	1050	1007	970	935	873	845	818	770	726
17,5	134,92	1124	1080	1038	1000	964	900	872	843	794	750
18	139,78	1165	1120	1075	1036	1000	934	903	875	822	777

1) Leipziger Monatschrift für die Textil-Industrie, 1905, № 11. s. 304.

Въ этой таблицѣ не приведено для каждаго отдѣльнаго случая ни число оборотовъ выпускныхъ валиковъ въ койлерѣ, ни діаметръ ихъ, а потому и нельзя при помощи формулы (2) провѣрить данныя этой таблицы, — не слишкомъ ли они велики или малы и вообще насколько являются пригодными при опредѣленіи количества чесальныхъ машинъ, необходимыхъ для оборудованія проектируемой фабрики данной производительности. Впрочемъ, здѣсь указано, что изъ $56\frac{1}{2}$ рабочихъ часовъ машины на полезную работу ея тратится только 50 часовъ. Слѣдовательно, при такомъ условіи величина коэф. полезн. дѣйств. машины можетъ быть опредѣлена изъ отношенія дѣйствительнаго числа часовъ работы машины, затраченнаго на полезную работу ея, къ теоретическому, т. е. въ данномъ случаѣ къ $56\frac{1}{2}$. Эта величина коэф. α въ данномъ случаѣ равна — 0,885. Если коэф. $\alpha = 0,885$ при работѣ машины въ теченіе $56\frac{1}{2}$ часовъ, то при работѣ этой же машины въ продолженіе года коэф. α будетъ нѣсколько меньше, такъ какъ будетъ больше простоевъ машины изъ-за различныхъ причинъ. Слѣдовательно, если данныя дѣйствительной производительности чесальной машины, приведенныя въ таблицѣ № 1, получены, считая коэф. $\alpha = 0,885$, тогда нужно признать ихъ нѣсколько большими и при опредѣленіи необходимаго количества чесальныхъ машинъ для проектируемой фабрики эти данныя нужно уменьшить приблизительно на (1—2)%, т. е. настолько, чтобы коэф. α въ данномъ случаѣ не былъ бы больше — 0,86—0,87.

Т А Б Л И Ц А № 2¹⁾

Число оборотовъ плющел. валиковъ	Окружная скорость въ 1' въ англ. дюйм.	№ мес. ленты	0,10	0,11	0,12	0,13	0,14	0,15	0,16	0,17	0,18	0,19	0,20	0,21	0,22
			Весь 1 ярд. лент. въ грин.		83,3	75,8	69,4	64,1	59,5	55,6	52,1	49,0	46,3	43,9	41,7
верхняго пижнато	Диаметръ валик.	2 1/8"	Дѣйствительная производительность въ 10 час. въ англ. фунт.												
4 1/4"			50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110
74	667	120	109	100	93	86	80	75	71	67	63	60	57	55	
81	733	132	120	110	102	94	88	83	78	73	69	66	63	60	
89	800	144	131	120	111	103	96	90	85	80	76	72	68	65	
96	867	156	142	130	120	111	104	98	92	86	82	78	74	71	
104	933	168	153	140	130	120	112	105	99	93	88	84	80	76	
111	1000	180	164	150	139	128	120	113	106	100	95	90	86	82	
118	1067	192	174	160	148	137	128	120	113	106	101	96	91	87	
126	1133	204	185	170	157	145	136	128	120	113	107	102	97	93	
133	1200	216	196	180	167	154	144	135	128	120	113	108	103	98	
141	1267	228	207	190	176	162	152	143	134	126	120	114	108	104	
148	1333	240	218	200	185	171	160	150	141	133	126	120	114	109	
155	1400	252	229	210	194	180	168	158	148	140	132	126	120	114	
163	1467	264	240	220	204	188	176	165	155	146	139	132	125	120	
170	1533	276	251	230	213	197	184	173	162	153	145	138	131	125	
178	1600	288	262	240	222	205	192	180	169	160	151	144	137	131	

1) F. Rosskothen. Taschenbuch für Baumwoll-Industrie, s. 278.

Въ этой таблицѣ приведена скорость плющильныхъ валиковъ въ 1', причемъ она является какъ бы постоянной величиной, не смотря на то, что діаметры плющильныхъ валиковъ различны, но это получается въ виду того, что если діаметръ плющильнаго валика берется меньшій, тогда число оборотовъ его въ 1' берется бѣльшее, что и видно изъ таблицѣ № 2, и, слѣдовательно, окружная скорость валиковъ въ 1' — πdn остается постоянной, каковъ бы діаметръ плющильныхъ валиковъ не былъ бы взять для вычислений.

Если извѣстна окружная скорость плющильныхъ валиковъ въ 1' въ англ. дюйм., померъ выпускаемой ими ленты, тогда уже не трудно найти теоретическую производительность чесальной машины за какое угодно время — p_t при выработкѣ ленты даннаго номера.

Въ таблицѣ № 2 приведены данныя дѣйствительной производительности чесальной машины за 10 часовъ. Желая провѣрить эти данныя, не слишкомъ ли они велики или малы, мы опредѣляли коэф. полезн. дѣйств. машины — при полученіи нѣкоторыхъ изъ этихъ данныхъ. Съ этой цѣлью нами была опредѣлена для каждаго разсматриваемаго случая теоретическ. производ. машины за 10 час. — p_t , а затѣмъ, взявъ изъ таблицы величину дѣйствит. производит. машины для даннаго же случая — p , изъ отношенія $\frac{p}{p_t}$ опредѣляли коэф. полезн. дѣйств. данной машины, причемъ результаты получились слѣдующіе.

Лента №	0,1,	$\pi dn = 800''$,	$p_t = 158,73$	анг. ф.,	$p = 144$,	$\alpha = 0,907$
"	0,15,	" " "	$p_t = 105,82$	" "	$p = 96$,	$\alpha = 0,907$
"	0,20,	" " "	$p_t = 79,37$	" "	$p = 72$,	$\alpha = 0,907$
"	0,22,	" " "	$p_t = 72,15$	" "	$p = 65$,	$\alpha = 0,907$
"	0,12,	$\pi dn = 1000''$,	$p_t = 165,34$	" "	$p = 150$,	$\alpha = 0,907$
"	0,20,	" " "	$p_t = 99,2$	" "	$p = 90$,	$\alpha = 0,907$
"	0,22,	" " "	$p_t = 90,2$	" "	$p = 82$,	$\alpha = 0,909$
"	0,15,	$\pi dn = 1200''$,	$p_t = 158,73$	" "	$p = 144$,	$\alpha = 0,907$
"	0,18,	" " "	$p_t = 132,27$	" "	$p = 120$,	$\alpha = 0,907$
"	0,14,	$\pi dn = 1400''$,	$p_t = 198,41$	" "	$p = 180$,	$\alpha = 0,907$
"	0,21,	" " "	$p_t = 132,27$	" "	$p = 120$,	$\alpha = 0,907$
"	0,12,	$\pi dn = 1533''$,	$p_t = 253,47$	" "	$p = 230$,	$\alpha = 0,907$

Изъ разсмотрѣнныхъ примѣровъ видно, что величина коэф. полезн. дѣйств. чесальной машины при полученіи приведенныхъ дан-

ныхъ дѣйствительной производительности ея равна приблизительно 0,907, слѣдовательно, она нѣсколько больше тѣхъ величинъ, которыя нами приведены выше для коэф. α , т. е. 0,86—0,88. Въ виду этого при опредѣленіи количества чесальныхъ машинъ, необходимыхъ для оборудованія проектируемой фабрики данной производительности, можно пользоваться данными, приведенными въ таблицѣ № 2, но лишь послѣ провѣрки ихъ, не слишкомъ ли они велики, и въ случаѣ если они окажутся таковыми, необходимо уменьшить ихъ настолько, чтобы величина ихъ не была больше тѣхъ данныхъ дѣйствительной производительности чесальной машины, которыя могутъ быть получены при коэф. полезн. дѣйств. этой же машины, равномъ—0,86—0,88. Такъ, напримѣръ, данныя, полученные при коэф. полезн. дѣйств. чесальной машины, равномъ 0,907, необходимо уменьшить приблизительно на (3—5)%, чтобы они не были больше тѣхъ данныхъ, которыя могутъ быть получены при коэф. полезн. дѣйств. этой же машины, равномъ 0,88—0,86.

Въ таблицѣ № 2, какъ и въ таблицѣ № 1, приведены данныя дѣйствительной производительности чесальной машины, но между тѣмъ не указано, при обработкѣ какихъ сортовъ хлопка эти данныя получены. Надо замѣтить, что вообще при обработкѣ египетскихъ хлопковъ производительность чесальной машины меньше, чѣмъ при обработкѣ американскихъ, остъ-индскихъ и другихъ болѣе худшихъ; въ первомъ случаѣ производительность равняется 70—120 анг. ф. въ 10 час., во второмъ 120—210 анг. фун.¹⁾ и даже болѣе того, что и видно изъ таблицы № 2. Если же производительность чесальной машины при обработкѣ египетскихъ хлопковъ меньше по сравненію съ производительностью этой же машины при обработкѣ американскихъ, остъ-индскихъ и другихъ хлопковъ, то это можно объяснить слѣдующимъ обстоятельствомъ. Какъ извѣстно, изъ египетскихъ хлопковъ, какъ лучшихъ по своимъ качествамъ, обыкновенно вырабатываются болѣе тонкіе номера пряжи, а при выработкѣ болѣе тонкихъ номеровъ увеличиваютъ на чесальныхъ машинахъ степень прочеса, такъ какъ лучший прочесъ является однимъ изъ существеннѣйшихъ условій для полученія и лучшей пряжи. Но если приходится при одинаковыхъ прочихъ условіяхъ увеличивать степень прочеса, а иногда даже и очень значительно (см. стр. 289), то и производительность чесальной машины уменьшается, такъ какъ, увеличивая степень пр о-

¹⁾ T. Rosskothén. Taschenbuech für Baumwoll-Industrie, s. 277.

чеса, мы этймъ, какъ извѣстно, уменьшаемъ производительность чесальной машины.

Кромѣ того, уменьшеніе производительности чесальной машины при обработкѣ египетскихъ хлопковъ можно объяснить еще тѣмъ, что при обработкѣ египетскаго хлопка, изъ котораго вырабатываются обыкновенно болѣе тонкіе номера пряжи, главному барабану машины иногда даютъ меньшее число оборотовъ въ 1' (см. стр. 287), что при одинаковыхъ прочихъ условіяхъ также уменьшаетъ производительность чесальной машины. Затѣмъ, производительность чесальной машины при обработкѣ египетскихъ хлопковъ можетъ быть меньше еще и въ виду того, что при выработкѣ изъ египетскаго хлопка болѣе тонкихъ номеровъ пряжи на чесальной машинѣ иногда стараются получить и болѣе высокій номеръ ленты, что опять-таки при одинаковыхъ прочихъ условіяхъ также значительно понижаетъ производительность чесальной машины. Но изъ всѣхъ трехъ обстоятельствъ, приведенныхъ нами и вліяющихъ на уменьшеніе производительности чесальной машины, первое нужно признать наиболѣе существеннымъ и чаще другихъ имѣющимъ мѣсто на практикѣ.

Въ статьѣ „Die Arbeitweise in französischen Baumwollspinnereien“ ¹⁾ указано, что при желаніи получить прочесъ хорошій и чистый производительность кардочесальной машины въ рабочій день не должна превосходить слѣдующихъ цифръ.

При обработкѣ	остъ-индск. и китайск. хлопк.	—132-154	анг. фун.	
”	”	американскаго обыкнов.	” —110	” ”
”	”	”	лучш. ” — 99	” ”
”	”	египетск. (Fine) только кардочес.	— 55	” ”
”	”	” (Ordinary) ” ”	— 66	” ”
”	”	” (Fine) гребнечес.	— 99	” ”
”	”	” бѣл. ”	— 99	” ”
”	”	георгійскаго длинновол.	— 44	” ”

Эти данныя также указываютъ намъ, что при обработкѣ лучшихъ сортовъ хлопковъ производительность чесальной машины уменьшается, такъ какъ при обработкѣ лучшихъ сортовъ хлопка имѣется въ виду получать изъ нихъ или пряжу болѣе тонкихъ номеровъ, или же особенно хорошихъ качествъ, а для этого необходимо улуч-

¹⁾ Österreich's Wollen-und Leinen-Industrie, 1905, s. 290.

шить прочесть; улучшение же прочеса и влечеть за собой, какъ извѣстно уже, уменьшеніе производительности чесальной машины.

Приводимъ еще данныя дѣйствительной производительности чесальной машины за $56\frac{1}{2}$ час. 1).

Кардочесальная машина завода „Brooks & Doxey“. Диаметръ главнаго барабана — 50", передняго вальяна — 24". При числѣ оборотовъ главнаго барабана въ 1' — 160—165 производительность машины въ $56\frac{1}{2}$ час. равна:

При ширинѣ на	}	при обраб. ость-индск. и амер. хлоп.—	800—900	анг. ф.
проволокъ—37"			"	"
При ширинѣ на	}	ость-индск. и амер. "	—850—950	" "
проволокъ—40"			"	"
При ширинѣ на	}	ость-индск. и амер. "	—900—1000	" "
проволокъ—45"			"	"

Хотя эти данныя, строго говоря, являются только тѣми предѣлами, въ которыхъ дѣйствительная производительность чесальной машины можетъ колебаться, но все же и они указываютъ намъ, что производительность чесальной машины точно также значительно уменьшается при обработкѣ египетскихъ хлопковъ, какъ болѣе высокихъ по своимъ качествамъ.

Кромѣ приведенныхъ данныхъ дѣйствительной производительности чесальной машины, есть еще и другія, но они также въ большинствѣ случаевъ представляютъ собой лишь тѣ предѣлы, въ которыхъ дѣйствительная производительность чесальной машины можетъ колебаться въ зависимости отъ тѣхъ или другихъ условій работы ея. Такъ, напримѣръ, Беннъ 2) указываетъ, что средняя производительность чесальной машины равна 3—9 пуд. въ 18 рабоч. час. или равна 7—20 фуп. въ часъ. Слѣдовательно, въ данномъ случаѣ болѣшая или меньшая величина производительности чесальной машины можетъ быть взята въ зависимости отъ величины вырабатываемаго номера ленты, числа оборотовъ главнаго барабана и пр. Всѣ подобныя данныя дѣйствительной производительности чесальной машины, не будучи волюнтарными подходящими для опредѣленія количества чесальныхъ машинъ, необходимыхъ для проектируемой фабрики, въ то же время являются подходящими для того, чтобы по нимъ

1) J. Rümmler. Illustriertes Handbuch über die gesamte Baumwollspinnerei, s. 89.

2) Беннъ. Сборка и палатка чесальной машины, стр. 15.

хотя приблизительно можно было бы судить о возможной величинѣ дѣйствительной производительности чесальной машины при наличности данныхъ условій работы ея, что можетъ служить нѣкоторой повѣркой для тѣхъ данныхъ, которыя будутъ опредѣлены при помощи формулы (2).

Трепальная холстовая машина (однобильная). Какъ извѣстно, хлопокъ для дальнѣйшей обработки поступаетъ на трепальную холстовую машину въ видѣ холстовъ и, будучи пропущенъ черезъ нее, получается также въ видѣ холстовъ опредѣленнаго номера. Эти холсты получаютъ при помощи холстового прибора, состоящаго изъ плющильныхъ валиковъ и скатывающихъ валовъ. Эти то валы и являются послѣднимъ органомъ трепальной машины, доставляющимъ хлопокъ уже въ видѣ холстовъ. Поэтому, производительность трепальной холстовой машины можетъ быть опредѣлена слѣдующимъ образомъ. Положимъ, что діаметръ скатывающихъ валовъ равенъ — d'' , число оборотовъ ихъ въ 1' — n , а номеръ холста, получаемаго на этой машинѣ, — N , тогда въ одну минуту эти валы доставятъ $\pi d n''$ холста или $\frac{\pi d n}{36.840 N}$ англ. фун. Если же данная машина будетъ работать w часовъ, то производительность ея, выраженная въ англ. фун., — p_t за w часовъ будетъ равна:

$$p_t = \frac{\pi. d. n. 60. w}{36. 840. N} = \frac{\pi. d. n. w}{504. N} \text{ англ. фун. (1)}$$

Но производительность, опредѣленная при помощи этой формулы, будетъ только теоретической, такъ какъ при выводѣ этой формулы не были приняты во вниманіе всѣ тѣ простои, которые неизбежны во время работы трепальной машины. Какъ извѣстно, остановки этой машины происходятъ изъ-за сѣмки и заправки холстовъ, изъ-за чистки ея, повѣрки, наладки и пр. Все это въ общемъ значительно понижаетъ теоретическую производительность трепальной машины, а потому дѣйствительная или практическая производительность ея — p будетъ меньше теоретической при одинаковыхъ прочихъ условіяхъ работы данной машины; она можетъ быть выражена слѣдующей формулой:

$$p = \frac{\alpha. \pi. d. n. w}{504. N} \text{ (2)}$$

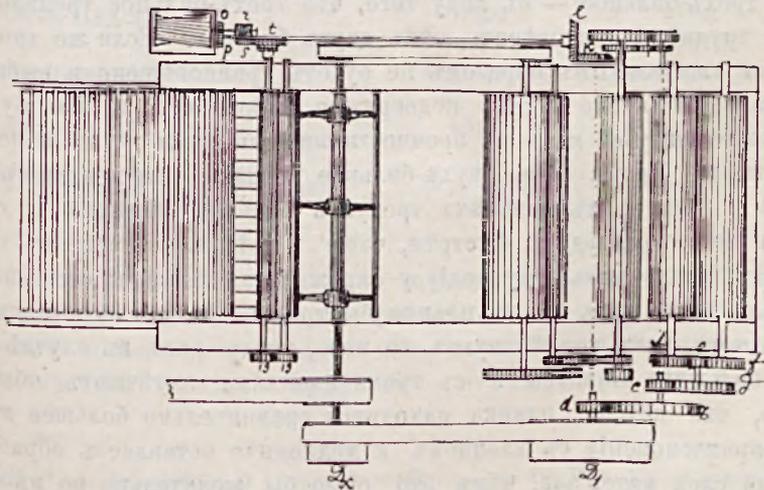
Въ этой формулѣ черезъ α обозначенъ коэф. полезн. дѣйств. трепальной холстовой машины. Изъ формулы (2) слѣдуетъ, что дѣйствительная производительность трепальной машины возрастаетъ съ увеличеніемъ — d , n , и, конечно, — α , а также съ уменьшеніемъ величины — N , т. е. помера холста.

Теперь и рассмотримъ, какія изъ этихъ величинъ можно увеличивать или уменьшать и на сколько.

Діаметръ скатывающихъ валовъ для данной машины, производительность которой мы опредѣляемъ, есть величина постоянная. Величина его по большей части равна 9", рѣже меньше или больше этого. Впрочемъ, заводъ „Howard & Bullough“ ставитъ на своихъ трепальныхъ машинахъ скатывающіе валы и въ 9¹/₂".

Что же касается величины — n , т. е. числа оборотовъ скатывающихъ валовъ въ 1', то она измѣняется въ зависимости отъ нѣкоторыхъ обстоятельствъ. Такъ, скатывающіе валы получаютъ движеніе отъ трепала. Слѣдовательно, если мы обозначимъ черезъ m число оборотовъ трепала въ 1', тогда число оборотовъ скатывающихъ валовъ за то же время — n можетъ быть выражено на основаніи передачи (см. черт.) слѣдующимъ образомъ:

$$n = m \frac{D_x}{D_1} \cdot \frac{a}{b} \cdot \frac{c}{d} \cdot \frac{e}{f}$$



Такъ какъ въ этомъ выраженіи переменными величинами являются только — m и D_x , а остальные для данной машины остаются обыкновенно постоянными, то отсюда и слѣдуетъ, что число оборотовъ скатывающихся валовъ — n прямо-пропорціоноально — m , т. е. числу оборотовъ трепала въ l' , а также и діаметру шкива — D_x , служащему для передачи движенія отъ трепала къ холстовому прибору. Слѣдовательно, и производительность трепальной холстовой машины также будетъ прямо-пропорціоноальна числу оборотовъ трепала въ l' — m и діаметру шкива — D_x , такъ какъ изъ формулы —

$$p = \frac{\alpha \cdot \pi \cdot d \cdot n \cdot w}{504 \cdot N}$$

слѣдуетъ, что производительность трепальной ма-

шины прямо-пропорціоноальна — n , т. е. числу оборотовъ скатывающихся валовъ. Такимъ образомъ, для достиженія возможно большей производительности трепальной машины, казалось-бы, необходимо увеличить возможно больше какъ число оборотовъ трепала, такъ и діаметръ шкива — D_x . Но въ дѣйствительности увеличивать какъ число оборотовъ трепала — m , такъ и діаметръ шкива — D_x возможно лишь только до извѣстныхъ предѣловъ и въ виду слѣдующихъ обстоятельствъ. Число оборотовъ двухъ-бильнаго трепала въ l' колеблется въ предѣлахъ отъ 1200 до 1500 при діаметрѣ его въ 14", число же оборотовъ трехъ-бильнаго — колеблется въ предѣлахъ отъ 900 до 1200 при діаметрѣ его въ 16—18", такъ что число ударовъ, наносимыхъ матеріалу, остается почти одно и то же. Нужно однако замѣтить, что двухъ-бильное трепало на практикѣ чаще примѣняется, чѣмъ трехъ-бильное, — въ виду того, что трехъ-бильное трепало гораздо труднѣе уравновѣситъ, чѣмъ двухъ-бильное. Если же трепало самымъ тщательнымъ образомъ не будетъ уравновѣшено и выбалансировано, тогда оно будетъ подвержено вибраціямъ, а это будетъ вредно отзываться какъ на прочности машины, такъ и на качествѣ работы ея. Кроме того, двухъ-бильное трепало при меньшемъ діаметрѣ и при двухъ планкахъ требуетъ болѣе скорости и сообщаетъ при этомъ удары быстрѣе, чаще и рѣзче. Вмѣстѣ съ тѣмъ, соотвѣтственно меньшему радіусу окружности, которую описываютъ трепала этого рода, самыя планки быстрѣе оставляютъ слой хлопка послѣ того, какъ подѣйствуютъ на него, тогда какъ въ случаѣ трепала большаго діаметра и съ тремя планками замѣчаютъ обыкновенно, что каждая планка находится сравнительно большее время въ соприкосновеніи съ хлопкомъ и медленнѣе оставляетъ обрабатываемый слой матеріала, чѣмъ это было бы желательно во многихъ отношеніяхъ. Вотъ почему полагаютъ, что трехъ-бильныя трепала способны больше портить хлопокъ, производя не такіе чистые и рѣз-

кіе удары, какіе нужны для сотрясенія волокна при его взрыхленіи ¹⁾. Въ виду всего этого двухъ-бильное трепало слѣдуетъ предпочитать трехъ-бильному. Но число оборотовъ обонхъ трепаль въ 1', какъ указано уже выше, колеблется въ довольно широкихъ предѣлахъ, поэтому необходимо указать, какое число оборотовъ и при какихъ условіяхъ можно давать какъ двухъ-бильному, такъ и трехъ-бильному трепалу. Въ данномъ случаѣ главную роль играетъ качество обрабатываемаго матеріала, — чѣмъ выше сортъ хлопка, чѣмъ длиннѣе и тоньше волокно, тѣмъ меньшее число оборотовъ слѣдуетъ давать трепалу, такъ какъ болѣе высокій сортъ хлопка обыкновенно заключаетъ въ себѣ и меньше всякаго сору, а потому и нѣтъ нужды въ нанесеніи ему большого числа частыхъ и рѣзкихъ ударовъ, такъ какъ вообще отъ излишняго трепанія волокна могутъ быть повреждены и ослаблены, что впоследствии отразится неблагоприятно на крѣпости пряжи, приготовленной изъ даннаго сорта хлопка.

Въ статьѣ „Die Arbeitweise in französischen Baumwollspinnereien“ ²⁾ приведены слѣдующія числа оборотовъ трепаль въ 1' въ зависимости отъ обрабатываемаго сорта хлопка.

СОРТЪ ХЛОПКА	Двухъ-бильное трепало	Трехъ-бильное трепало
Остъ-Индскій	1660	1100
Американскій	1400—1600	950—1100
Египетскій	1200	900—1000
Георгіійскій длинноволосый	900—1000	700—800

Числа оборотовъ трепаль — приведены здѣсь, какъ данныя практики. Предѣлы же, въ которыхъ эти числа колеблются, даже нѣсколько больше приведенныхъ нами выше, а въ особенности для двухъ-бильнаго трепала. Кромѣ того, относительно данныхъ этой

¹⁾ С. А. Федоровъ. О трепаніи вообще..., стр. 19; Изв. общ. для содѣйств. Улучш. Мануф. Промышл..., т. I, ст. 7.

²⁾ Osterreich's Wollen und Leinen—Industrie, 1905, № 2, s. 88.

таблицы нужно еще замѣтить, что наибольшее число оборотовъ обоихъ трепалъ — при обработкѣ ость-нидскаго хлопка, а затѣмъ числа оборотовъ понижаются по мѣрѣ улучшенія сорта хлопка, слѣдовательно, этимъ подтверждается высказанное нами положеніе, что чѣмъ выше сортъ хлопка, чѣмъ длиннѣе и тоньше волокно, тѣмъ меньшее число оборотовъ слѣдуетъ давать трепалу.

На практикѣ автору приходилось также наблюдать различныя числа оборотовъ обоихъ трепалъ въ 1'; эти числа колебались въ слѣдующихъ предѣлахъ:

для двухъ-бильнаго трепала — $n = 1163-1387$.
 „ трехъ-бильнаго „ — $n = 892-1171$.

Числа оборотовъ трепалъ опредѣлялись при помощи счетчика, причемъ для каждой машины число оборотовъ опредѣлялось по нѣскольку разъ и въ разное время; изъ полученныхъ же такимъ образомъ данныхъ была взята средняя величина. Вотъ эти среднія величины числа оборотовъ каждого трепала и заключаются въ вышеприведенныхъ предѣлахъ.

На тѣхъ трепальныхъ машинахъ, гдѣ число оборотовъ трепала было меньше, по преимуществу обрабатывались лучніе сорта хлопка, какъ, напримѣръ, египетскій или американскій.

Такимъ образомъ, при выборѣ величины числа оборотовъ трепала въ 1' необходимо принимать во вниманіе и тотъ сортъ хлопка, который будетъ обрабатываться на данной машинѣ.

Какъ указано уже выше, производительность трепальной машины прямо-пропорціональна и величинѣ — D_x . Слѣдовательно, для достиженія возможно бѣльшей производительности, казалось бы, нужно и D_x увеличивать возможно больше. Но діаметръ шкива D_x можно увеличивать точно также только лишь до извѣстныхъ предѣловъ и въ виду слѣдующихъ соображеній. Увеличивая D_x , мы увеличиваемъ этимъ скорость питанія, что и видно изъ передачи (см. черт. выше); увеличивая же скорость питанія, мы уменьшаемъ, благодаря этому, степень протрениванія обрабатываемаго хлопка, т. е. уменьшаемъ число ударовъ, приходящееся на 1" матеріала (шириною въ холстѣ) или же на 1 англ. фун. Впрочемъ, принявъ во вниманіе, что степень протрениванія не зависитъ отъ числа оборотовъ трепала, а зависитъ отъ діаметра шкива D_x и отъ отношенія чиселъ зубовъ шестерень o и p , мы могли бы увеличивать — D_x , по измѣ-

чивъ въ то же время и число зубо́въ шестере́нь p или o и на столько, чтобы степень протрепыванія отъ увеличенія D_x не измѣнилась бы. Но, какъ извѣстно, общая вытяжка на этой машинѣ также зависить отъ отношенія — $\frac{o}{p}$, слѣдовательно, измѣняя это отношеніе, мы этимъ измѣняемъ и вытяжку на машинѣ, а, благодаря этому, и померъ холста получится на данной машинѣ не тотъ, который долженъ быть по плану пряденія. Такимъ образомъ мы видимъ, что величину — D_x произвольно нельзя увеличивать, а нужно выбрать значеніе для D_x сообразно съ желаемой степенью протрепыванія данного сорта хлопка. Такъ, число ударовъ трепала на 1" хлопка колеблется отъ 15 и до 50, поэтому для данного сорта хлопка, который будетъ обрабатываться на данной машинѣ, необходимо намѣтить то или другое число ударовъ и, исходя уже изъ этого, опредѣлить значеніе для — D_x . Величина — D_x колеблется обыкновенно въ предѣлахъ отъ 3 до 10" на машинахъ завода „Howard & Bullough“ и въ предѣлахъ отъ 5 до 8 $\frac{1}{2}$ " на машинахъ „Dobson & Barlow“, на машинахъ же Platt'a и другихъ величина — D_x точно также можетъ измѣняться въ извѣстныхъ предѣлахъ. Сообразно же съ величиной — D_x и съ числомъ оборотовъ трепала — m и число оборотовъ скатывающихся валовъ колеблется въ довольно широкихъ предѣлахъ, а именно: отъ 4 и до 21, а, благодаря этому, и производительность трепальной машины также измѣняется въ довольно широкихъ предѣлахъ.

Что же касается величины — N , т. е. номера холста, который долженъ получиться на данной трепальной машинѣ, то величина его должна быть извѣстна изъ плана пряденія, составленнаго для полученія извѣстнаго номера пряжи (см. стр. 93).

Теперь остается опредѣлить ту величину коэф. полезн. дѣйств. трепальной холстовой машины, которой слѣдуетъ пользоваться при опредѣленіи дѣйствительной производительности ея. На величину этого коэф. главнымъ образомъ вліяють различнаго рода остановки машины, какъ то: остановки для съемки и заправки холстовъ, для основательной и довольно частой очистки отъ грязи, сора и пыли, для періодической повѣрки ея и для паладки. На всѣ эти простои трепальной машины тратится въ общемъ довольно значительная часть рабочаго времени ея. Кромѣ того, на величину коэф. α вліяють также и уходъ за машиной, и сортъ обрабатываемаго хлопка; чѣмъ хуже сортъ хлопка, тѣмъ оль соріѣе, а слѣдовательно, и чаще приходится останавливать машину для чистки ея. Число рабочихъ

часовъ машины въ день также можетъ имѣть нѣкоторое вліяніе на величину коэф. α ; работая ежедневно большое число часовъ, данная машина скорѣе будетъ разлаживаться, а потому изъ-за этого и чаще прійдется останавливать ее для паладки и повѣрки. Въ общемъ на всѣ простои машины тратится отъ 15 до 25% рабочаго времени. Надлежащая исправность машины, тщательный уходъ за ней и наличность достаточнаго числа рабочихъ могутъ нѣсколько увеличить коэф. полезн. дѣйств. данной машины, но во всякомъ случаѣ нужно считать его не больше — 0,85.

Наблюдая работу нѣсколькихъ трепальныхъ холстовыхъ машинъ (однобильныхъ), авторъ получилъ возможность установить слѣдующія потери времени на простои машины въ теченіе рабочаго дня. Машина работала $10\frac{1}{2}$ час.; въ теченіе этого времени машина стояла два раза въ среднемъ по 18 мин. для чистки ея; на сьемъ и заправку каждаго холста въ среднемъ тратилось около $\frac{3}{4}$ мин. Johansson ¹⁾, напримѣръ, считаетъ, что на сьемъ и заправку холста въ среднемъ тратится отъ $\frac{3}{4}$ до 1 минуты. Такъ какъ въ теченіе $10\frac{1}{2}$ час. машина сработала въ среднемъ 83 холста, то въ общемъ на сьемъ и заправку холстовъ было затрачено 62 минуты, а вмѣстѣ съ потерей времени на чистку — 98 минутъ. При работѣ же машины по 18 час. въ день на чистку машины тратилось въ среднемъ около 50 мин., а на сьемъ и заправку сработанныхъ въ теченіе 18 час. — 141 холста — 106 мин., а въ общемъ всего было затрачено — 156 минутъ. Наблюденія эти производились въ то время, когда трепанію на этихъ машинахъ подвергался хлопокъ среднихъ качествъ и не особенно сорный, какъ, напримѣръ, американскій М., G. M., средне-азіатскій америк. сѣм. и т. п. Такимъ образомъ, въ первомъ случаѣ при работѣ машины въ теченіе $10\frac{1}{2}$ час. на простой ея уходило приблизительно 98 мин., слѣдовательно, коэф. полезн. дѣйств. данной машины былъ равенъ — 0,844; во второмъ же случаѣ при ежедневной работѣ машины въ теченіе 18 час. на простои ея уходило 156 минутъ, а при такомъ условіи коэф. полезн. дѣйств. ея равенъ — 0,855.

Johansson ²⁾ указываетъ, что трепальная машина при полной исправности и хорошемъ уходѣ за ней изъ 11 рабочихъ часовъ

¹⁾ От. Johansen. Handbuch der Baumwollspinnerei..., В. I, s. 332.

²⁾ От. Johansen. Handbuch der Baumwollspinnerei..., В. I, s. 340.

въ дѣйствительности работаетъ всего $9\frac{1}{2}$ —10 часовъ, слѣдовательно, величина коэф. полезн. дѣйств. такой машины будетъ равна — 0,864—0,90.

М. П. Лотаревъ въ своей статьѣ „Сравненіе трепальныхъ машинъ“¹⁾ приводя цифры количества пудовъ хлопка, которое могутъ сработать въ 1 часъ каждая изъ разсматриваемыхъ имъ трепальныхъ машинъ, въ томъ числѣ и трепальная холстовая, указываетъ, что эти машины при обыкновенной работѣ съ различными остановками и при обыкновенномъ надзорѣ сработаютъ на 15% меньше, слѣдовательно, считаетъ для этихъ машинъ коэф. полезн. дѣйств. равнымъ — 0,85.

Р. Labens²⁾ же считаетъ, что на различныя остановки трепальной машины тратится—30% рабочего времени, слѣдовательно, коэф. полезн. дѣйств. въ данномъ случаѣ равенъ—0,70. Но нужно признать, что считать на простои машины 30% рабочего времени — это слишкомъ много; при болѣе или менѣе нормальныхъ условіяхъ работы машины — эта потеря во всякомъ случаѣ будетъ меньше.

Но данныя относительно величины коэф. полезн. дѣйств. трепальной машины, какъ полученныя нами, такъ и приведенныя изъ литературы, — получены при работѣ машины въ теченіе лишь непродолжительнаго промежутка времени, когда не могли быть учтены всѣ простои машины, какъ, напримѣръ, остановка машины для поправки, наладки и пр., что почти всегда неизбежно при работѣ машины въ теченіе болѣе продолжительнаго промежутка времени, чѣмъ рабочий день или даже недѣля. Если же и эти простои машины принять во вниманіе, то во всякомъ случаѣ величину коэф. полезн. дѣйств. машины въ среднемъ нужно считать не болѣе — 0,80, а при обработкѣ хлопка плохихъ качествъ и весьма сорнаго даже и эта величина коэф. α будетъ нѣсколько велика, такъ какъ при обработкѣ подобныхъ сортовъ хлопка всегда бываетъ больше простоевъ машины хотя бы даже изъ-за одной чистки ея. Вообще слѣдуетъ замѣтить въ данномъ случаѣ, что при выборѣ значенія для коэф. α лучше брать меньшую величину его, чѣмъ большую, и въ виду слѣдующихъ соображеній. Взявъ меньшую величину коэф. α , чѣмъ это окажется въ дѣйствительности, мы рискуемъ получить нѣкоторый избытокъ въ трепальныхъ холстовыхъ машинахъ, но вѣдь этотъ избытокъ точно такъ же, какъ — и въ другихъ машинахъ, можетъ оказаться

¹⁾ Извѣст. общ. для содѣйств. Улучш. и Развѣт. Мануф. Пром., т. I, ст. 4 стр. 7.

²⁾ Р. Labens. Filature du coton, p. 13.

весьма полезнымъ на тотъ случай, когда какая-нибудь изъ этихъ машинъ потребуетъ, благодаря поломкѣ или значительной разладкѣ, продолжительнаго ремонта, — вѣдь это почти всегда возможно, а въ особенности возможна съ теченіемъ времени болѣе или менѣе значительная разладка машины, — вотъ въ такомъ случаѣ этотъ избытокъ въ машинахъ и дастъ возможность, не сокращая общей производительности трепальной отдѣленія, нормально питать чесальное отдѣленіе холстами, чего не могло бы быть, если бы при опредѣленіи необходимаго количества трепальныхъ машинъ мы опредѣляли бы ихъ при болѣе величинѣ коэф. α . Понятно само собою, что недостатокъ въ холстахъ повлечетъ за собой нѣкоторое сокращеніе въ производительности всей фабрики; увеличивать же производительность работающихъ трепальныхъ машинъ, увеличивая или число оборотовъ трепала ихъ, или же діаметръ шкива — D_x , какъ мы видѣли выше, нельзя, если не желательно при этомъ измѣнять степень протрепыванія и номеръ получаемого на машинѣ холста. Вотъ въ виду всего этого и необходимо при расчетахъ брать меньшую величину коэф. α . Таковой величиной коэф. α при обработкѣ хлопка не ниже среднихъ сортовъ можно считать — 0,80, при обработкѣ же болѣе низкихъ и сорныхъ хлопковъ коэф. α слѣдуетъ считать равнымъ приблизительно — 0,77.

Съ цѣлью опредѣлить коэф. полезн. дѣйств. трепальной холстовой машины (однобильной) авторомъ были произведены наблюденія надъ работой нѣсколькихъ изъ этихъ машинъ. Эти наблюденія заключались въ слѣдующемъ. При помощи передачи и счетчика опредѣлялись числа оборотовъ трепала и скатывающихъ валовъ. Число оборотовъ опредѣлялось при помощи счетчика неоднократно и въ разное время. Изъ полученныхъ данныхъ опредѣлялись среднія величины, которыя и приведены въ нижеслѣдующей таблицѣ. Затѣмъ, опредѣлялся номеръ холста при помощи взвѣшиванія опредѣленной длины его, — по большей части 1 ярда. Располагая такимъ образомъ числомъ оборотовъ въ 1' скатывающихъ валовъ, діаметромъ ихъ, который на всякой машинѣ можно было опредѣлить, располагая номеромъ холста, получаемого на данной машинѣ, можно было опредѣлить теоретическую производительность трепальной машины — p_t за одинъ часъ или за какое угодно время.

Располагая теоретической производительностью трепальной машины, необходимо было для опредѣленія коэф. полезн. дѣйств. ея опредѣлить и дѣйствительную производительность данной машины

за то же время, т. е. за одинъ часъ. Эта производительность для каждой машины опредѣлялась слѣдующимъ образомъ. Прежде всего опредѣлялось число холстовъ, сработанныхъ машиной за все время, въ теченіе котораго производились наблюденія надъ работой данной машины, причемъ опредѣлялся при помощи взвѣшиванія вѣсъ каждого изъ нихъ. Зная же число холстовъ, сработанныхъ машиной въ теченіе извѣстнаго промежутка времени и вѣсъ каждого холста, можно было опредѣлить и среднюю дѣйствительную производительность машины за одинъ часъ. Располагая величиной теоретической производительности машины за часъ — p_t и за то же время дѣйствительной производительности ея — p , изъ отношенія $\frac{p}{p_t}$ и опредѣляли велич. коэф. полезн. дѣйств. — α для данной машины.

Въ нижеслѣдующей таблицѣ и приведены данныя, являющіяся результатомъ произведенныхъ авторомъ наблюденій, причемъ величина — p_t опредѣлялась при помощи формулы (1) — $p_t = \frac{\pi \cdot d \cdot n \cdot w}{504 \cdot N}$.

Число оборотовъ трепала въ 1'	Число оборот. скатыв. валовъ въ 1'	Диаметръ скатыв. вал. въ англ. дюйм.	Номеръ холста по-лучаемого на ма-шинѣ	Теорет. производ. трепальной машины въ 1 ч. —	Средняя дѣйств. производ. трепальн. машины въ 1 ч. —	Величина коэф. α
n	d	N	p_t	p		
1004	7,5	9"	0,00146	288,3	237	0,822
1027	7,7	"	0,00166	260,3	221,5	0,851
1061	8,1	"	0,00145	313,5	256,1	0,817
1183	9,2	"	0,0018	286,8	236,3	0,824
1194	7,8	"	0,00146	299,8	249	0,831
1229	8,2	"	0,00163	282,4	232,1	0,822
1243	8,8	"	0,00163	303	254,5	0,840
1288	9,8	"	0,00175	314,3	264,6	0,842

Данные действительной производительности трепальных машинъ за часъ, приведенныя въ этой таблицѣ, являются средними изъ тѣхъ данныхъ, которыя получены при наблюденіи надъ работой машины приблизительно въ теченіе мѣсяца.

Хотя средняя величина коэф. α изъ данныхъ, приведенныхъ въ этой таблицѣ, равна — 0,831, т. е. больше той величины — 0,80, которая приведена нами выше и которой, какъ мы полагаемъ, слѣдуетъ пользоваться при опредѣленіи действительной производительности трепальной холстовой машины при помощи формулы — $p = \frac{\pi \cdot d \cdot n \cdot w}{504 \cdot N}$, но вѣдь нужно принять во вниманіе и то обстоятельство, что величина коэф. α — 0,831 получена нами, какъ результатъ наблюдений надъ работой трепальныхъ машинъ лишь только въ теченіе мѣсяца, когда не могли быть учтены всѣ простои машины, между тѣмъ какъ мы считаемъ коэф. полезн. дѣйств. трепальной холстовой машины равнымъ — 0,80 въ виду того, что машина будетъ работать не мѣсяцъ, а постоянно, такъ сказать, круглый годъ, когда машина въ силу уже указанныхъ нами причинъ можетъ подвергнуться значительно большому количеству простоевъ, уменьшающихъ въ общемъ и коэф. полезн. дѣйств. ея.

Такимъ образомъ будемъ считать, что действительная производительность трепальной холстовой машины за w часовъ работы ея можетъ быть опредѣлена при помощи слѣдующей формулы:

$$p = \frac{0,80 \pi \cdot d \cdot n \cdot w}{504 \cdot N} = \frac{\pi \cdot d \cdot n \cdot w}{630 \cdot N} \dots \dots \dots (2)$$

Если же будетъ обрабатываться на этой машинѣ хлопокъ качествомъ ниже средняго и при этомъ еще сорный, то величина коэф. α должна быть равна — 0,77, и тогда действительная производительность трепальной машины за то же w часовъ работы ея можетъ быть опредѣлена при помощи слѣдующей формулы:

$$p = \frac{0,77 \cdot \pi \cdot d \cdot n \cdot w}{504 \cdot N} \dots \dots \dots (3)$$

Г. Rosskothен ¹⁾ указываетъ, что действительная производительность трепальной холстовой машины въ одно или въ два трепала въ 10 час. колеблется въ предѣлахъ отъ 2200 до 2700 англ. фун.

¹⁾ F. Rosskothен. Taschenbuch für Baumwoll-Industrie, s. 277.

Трепальная холстовая машина (однобильная) завода Platt'a для 45" холстовъ въ $56\frac{1}{2}$ час. можетъ сработать 12000 англ. фун. при обработкѣ американскаго хлопка ¹⁾. Трепальная же холстовая машина завода „Brooks & Doxey“ для 38" холстовъ въ одно или въ два трепала можетъ сработать въ 10 час. отъ 2000 до 2700 англ. фун. ²⁾. Дѣйствительная же производительность трепальной холстовой машины одинарной или двойной для 38" холстовъ завода „Dobson & Barlow“ въ $56\frac{1}{2}$ час. колеблется въ предѣлахъ отъ 415 и до 555 пуд. или приблизительно отъ 15090 до 20180 англ. фун. ³⁾. Johannsen ⁴⁾ же считаетъ, что трепальная холстовая машина, работая при нормальныхъ условіяхъ ежедневно по 11 час., въ недѣлю можетъ сработать не болѣе 15000 англ. фун. Всѣ эти данныя дѣйствительной производительности трепальной холстовой машины въ одно или въ два трепала являются тѣми предѣлами, въ которыхъ дѣйствительная производительность этой машины можетъ колебаться, а потому они могутъ служить для нѣкоторой повѣрки при опредѣленіи этой же производительности при помощи формулъ (2) и (3).

Взрыхлительныя машины (Exhaust-Opener и друг.). Что же касается Exhaust-Opener'a и другихъ взрыхлительныхъ машинъ, снабженныхъ холстовымъ приборомъ, то производительность ихъ можетъ быть опредѣлена, исходя изъ тѣхъ же соображеній, что и при опредѣленіи дѣйствительной производительности трепальной холстовой машины. Такъ, число оборотовъ скатывающихъ валовъ въ 1' Exhaust-Opener'a — *n* колеблется обыкновенно отъ 9 до 11, диаметръ же изъ — $d = 9"$, слѣдовательно, намѣтивъ номеръ холста — *N*, который долженъ получиться на этой машинѣ, можно опредѣлить дѣйствительную производительность ея за какое угодно время, считая при этомъ, что коэф. полезн. дѣйств. ея — α равенъ приблизительно — 0,82. Хотя Exhaust-Opener нѣсколько сложнее трепальной холстовой машины и поэтому простои его для чистки, наладки и повѣрки будутъ болѣе продолжительны, чѣмъ трепальной холстовой

¹⁾ Demuth und Just. Taschenbuch der Baumwollspinnerei, s. 236.

²⁾ E. Fränk. Handbuch der Baumwoll-Industrie, s. 54.

³⁾ Добсонъ и Барло. Справоч. книга для бумагопрядильц., стр. 41.

⁴⁾ Ot. Johannsen. Handbuch der Baumwollspinnerei, B. I, s. 332.

машины, но за то при работѣ Exhaust-Opener'a почти не теряется время на съемъ и заправку холстовъ, такъ какъ обыкновенно на этой машинѣ снимаютъ готовые холсты и заправляютъ новые на ходу ея, не останавливая движенія Exhaust-Opener'a. Слѣдовательно, въ среднемъ тѣ $\frac{3}{4}$ минуты, которыя мы считали на съемъ и заправку каждаго холста при работѣ трепальной холстовой машины, въ данномъ случаѣ почти сохраняются для работы машины, а, благодаря этому, и коэф. полезн. дѣйств. машины нѣсколько увеличится. Наблюдения, произведенныя авторомъ надъ работой нѣсколькихъ Exhaust-Opener'овъ, показали, что при работѣ этой машины въ теченіе 18 час. на простои ея тратится въ среднемъ 2 час. 44 мин., слѣдовательно, коэф. полезн. дѣйств. ея равенъ — 0,848. Но такъ какъ эти наблюденія производились опять-таки въ теченіе лишь непродолжительнаго времени, то и не могли быть учтены всѣ тѣ простои, которые могутъ имѣть мѣсто при постоянной работѣ машины въ теченіе года, а потому, если положить на эти простои машины еще нѣкоторую часть рабочаго времени, положимъ — 3%, то въ общемъ потеря рабочаго времени на всѣ простои Exhaust-Opener'a будетъ такова, что коэф. полезн. дѣйств. его можно считать равнымъ приблизительно — 0,82. Если даже допустить, что этотъ коэф. въ дѣйствительности оказался бы нѣсколько малымъ, то это дало бы лишь нѣкоторый избытокъ въ этихъ машинахъ, что по извѣстнымъ причинамъ, указаннымъ нами выше, гораздо лучше, чѣмъ недостатокъ ихъ. Такимъ образомъ, дѣйствительная производительность Exhaust-Opener'a — p за w часовъ работы его можетъ быть опредѣлена при помощи слѣдующей формулы:
$$p = \frac{0,82 \pi \cdot d \cdot n \cdot w}{504 \cdot N}$$
, гдѣ d — діаметръ скатывающихъ валовъ въ англ. дюйм., n — число оборотовъ ихъ въ 1', а N — номеръ холста, получаемаго на Exhaust-Opener'ѣ.

Въ виду того, что производительность Exhaust-Opener'a всегда больше трепальной холстовой въ одно или два трепала, при расчетѣ число Exhaust-Opener'овъ получается меньшее, чѣмъ трепальныхъ холстовыхъ, однако для лучшей постановки дѣла необходимо стремиться къ тому, чтобы каждая сортировка имѣла бы свой собственный комплектъ трепальныхъ машинъ и чтобы работа ихъ происходила независимо отъ другихъ сортировокъ, а въ виду этого при расчетахъ, когда количество матеріала данной сортировки, которое Exhaust-Opener долженъ обработать въ опредѣленное время, и недостаточно для одной машины, необходимо взять отдѣльную машину.

Въ заключеніе приводимъ данныя дѣйствительной производительности взрыхлительныхъ машинъ (Exhaust-Opener'a и другихъ).

F. Rosskothen ¹⁾ указываетъ, что дѣйствительная производительность Exhaust-Opener'a въ 10 час. равна 4500—5500 англ. фун.

Exhaust-Opener завода „Dobson & Barlow“ ²⁾ въ недѣлю (56¹/₂ час.) можетъ сработать отъ 700 до 830 пуд. или приблизительно отъ 25400 до 29000 англ. фун. 38'' холстовъ при 900 обор. въ 1' барабана щипального волчка, при 900 обор. трепального барабана и при 1200 оборот. въ 1' трепала.

W. S. Taggart ²⁾ указываетъ, что производительность Exhaust-Opener'a въ 56¹/₂ час. равна 20000—25000 англ. фун. при 900 обор. въ 1' барабана щипального волчка, при 900 обор. въ 1' трепального барабана и при 1200 обор. въ 1' трепала.

Ern. Müller ⁴⁾ же указываетъ, что производительность Exhaust-Opener'a завода „Platt'a“ въ 50 час. равна 30000 англ. фун.

Производительность усовершенствованной разрыхлительной машины ⁵⁾ завода „Dobson & Barlow“ одинарной или двойной въ недѣлю—56¹/₂ час. равна приблизительно 700 пуд. или около 25000 англ. ф.

Усовершенствованная двойная разрыхлительная машина большого размѣра употребляется для обработки египетскаго, хорошаго американскаго и другихъ подобныхъ хлопковъ. Эта машина имѣетъ громадную очистительную поверхность и болѣе прямой и простой проходъ хлопка, чѣмъ какая либо другая машина. Холсты, получаемые на этой машинѣ, непосредственно поступаютъ на окончательную холстовую трепальную машину, вслѣдствіе чего и не требуется настилальная трепальная машина. Хлопокъ хорошаго качества при обработкѣ на этой машинѣ даетъ ровные холсты и не требуетъ послѣдовательнаго трепанія.

Эта машина строится также безъ трепала для си-айландскаго и для другихъ лучшихъ сортовъ хлопка, волокна которыхъ легко могутъ быть повреждаемы.

¹⁾ F. Rosskothen. Taschenbuch für Baumwoll-Industrie, s. 277.

²⁾ Добсонъ и Барло. Справочная книжка для бумагопряд., стр. 30.

³⁾ W. S. Taggart. Cotton Spinning, p. 76.

⁴⁾ Ern. Müller. Handbuch der Spinnerei, s. 85.

⁵⁾ Ot. Johannsen. Handbuch der Baumwollspinnerei, B I, s. 285.

Вертикальныя разрыхлительныя машины Крейтона употребляются, какъ извѣстно, для взрыхленія и очищенія коротковолосыхъ хлопковъ, а также и для трепальныхъ угаровъ. Машина завода „Platt'a“ состоитъ изъ питателя и собственно машины Крейтона. Число оборотовъ вертикальнаго вала машины Крейтона равно около 1100 въ 1', число же оборот. вала горизонтальнаго барабана около 900. Производительность этой машины съ питателемъ можно считать равной 51000—62000 англ. фун. въ $56\frac{1}{2}$ час.

Машина же завода „Dobson & Barlow“ строится съ однимъ или двумя разрыхлительными органами; производительность какъ первой, такъ и второй можетъ считаться равной 30000—40000 англ. фун. въ $56\frac{1}{2}$ час. при числѣ оборотовъ вертикальнаго вала въ 1'—1000.

Производительность всѣхъ автоматическихъ питателей можно считать равной приблизительно 40000 англ. фун. въ $56\frac{1}{2}$ час.

Производительность кипоразрывной машины въ $56\frac{1}{2}$ часовъ равна: завода „Platt'a“ 90000—110000 англ. фун., завода „Dobson & Barlow“ — 80000—90000 англ. фун. и завода „Howard & Bullough“ — около 80000 англ. фун.

Всѣ данныя относительно дѣйствительной производительности машинъ, приведенныхъ выше, колеблется, какъ мы видимъ, въ довольно широкихъ предѣлахъ. Понятно, что большая или меньшая производительность данной машины зависитъ отъ условій работы ея. Такъ, напримѣръ, чѣмъ большей скоростью будутъ оживлены рабочіе органы ея, тѣмъ большей производительностью она будетъ отличаться, хотя, быть можетъ, и въ ущербъ качеству работы. Поэтому, при выборѣ скоростей для органовъ каждой изъ трепальныхъ машинъ нужно имѣть въ виду конечную цѣль всего производства — это свойство пряжи. Одно же изъ самыхъ главныхъ свойствъ пряжи — крѣпость — требуетъ, чтобы волокнистый матеріалъ подвергался въ мѣру всякаго рода ударнымъ и давящимъ дѣйствіямъ механическихъ орудій трепальныхъ машинъ. Число ударовъ на 1" матеріала колеблется въ взрыхлительныхъ машинахъ отъ 50 до 100 сообразно съ качествомъ обрабатываемаго хлопка. Въ виду этого при выборѣ величины производительности для данной машины, если только нельзя ее болѣе или менѣе точно опредѣлить, необходимо по возможности всѣ эти условія принимать во вниманіе и, выбирая величину дѣйствительной

производительности для данной машины, во всякомъ случаѣ при данныхъ широкихъ предѣлахъ производительности для этой машины лучше придерживаться ближе къ средней величинѣ изъ этихъ предѣловъ, чѣмъ къ высшему или низшему предѣлу, которые только могутъ получиться при особенно благоприятныхъ условіяхъ работы машины.

Такимъ образомъ, зная, какъ можно опредѣлить количество сырого матеріала, потребнаго для бумагопрядильной фабрики данной производительности, зная, какой ассортиментъ машинъ необходимо выбрать для выработки заданныхъ номеровъ пряжи, — мы можемъ теперь, разсмотрѣвъ условія опредѣленія дѣйствительной производительности всѣхъ машинъ, опредѣлить то число ихъ, которое необходимо для оборудованія фабрики данной производительности. Это число машинъ можно опредѣлить, или начавъ съ опредѣленія числа тонкопрядильныхъ веретенъ, а, слѣдовательно, и этого же рода машинъ, затѣмъ послѣдовательно переходя къ банкаброшамъ, ленточнымъ и проч., принимая во вниманіе при расчетахъ % угара на этихъ машинахъ, — или же начавъ опредѣленіе ихъ съ кипоразрывной машины и перейдя затѣмъ къ трепальнымъ взрыхлительнымъ, трепальнымъ холстовымъ, кардочесальнымъ и проч., также принявъ во вниманіе при расчетахъ % угара на этихъ машинахъ.

IV. Обь опредѣленіи необходимой площади пола для размѣщенія машинъ, полученныхъ по расчету для оборудованія бумагопрядильной фабрики данной производительности.

Намѣтивъ способы рѣшенія первыхъ трехъ задачъ, слѣдовательно, зная, какъ можно опредѣлить число машинъ, необходимыхъ для оборудованія бумагопрядильной фабрики данной производительности, теперь остается только перейти къ разсмотрѣнію рѣшенія четвертой задачи, т. е. къ опредѣленію необходимой площади пола для размѣщенія полученнаго по расчету числа машинъ, а также и другихъ приспособленій, которыя должны быть на всякой благоустроенной фабрикѣ. Но въ виду того, что мы разсматривали вопросъ объ опредѣленіи числа машинъ, необходимыхъ для оборудованія бумагопрядильной фабрики данной производительности при заданіяхъ въ общихъ выраженіяхъ (см. стр. 6), мы въ дѣйствительности не можемъ опредѣлить числа этихъ машинъ, а потому и не можемъ точно опредѣлить и необходимой площади пола для размѣщенія ихъ. Въ данномъ случаѣ можно высказать лишь только тѣ общія положенія, которыми слѣдуетъ руководствоваться при рѣшеніи этого вопроса, т. е. при опредѣленіи необходимой площади пола для размѣщенія извѣстнаго числа машинъ. Такъ, необходимо стремиться къ тому, чтобы какъ тонкопрядильныя машины одного и

того же типа, такъ и предпрядильныя были одинаковой длины, что является большимъ удобствомъ въ размѣщеніи ихъ, даетъ возможность сдѣлать надлежащіе проходы между ними и, кромѣ того, упрощаетъ устройство трансмиссій къ нимъ. Длина машинъ—въ особенности сельфакторовъ должна быть таковой, чтобы ширина прядильнаго помѣщенія, гдѣ эти сельфакторы будутъ размѣщены, не была настолько велика, что въ срединѣ этого помѣщенія будетъ недостаточно свѣта. Если всѣ машины будутъ размѣщены въ нѣсколькихъ этажахъ и уже въ прядильныхъ залахъ по срединѣ будетъ недостаточно свѣта, то въ тѣхъ залахъ, гдѣ будутъ размѣщены остальные машины, свѣта еще будетъ меньше изъ-за большого количества трансмиссионныхъ ремней.

При размѣщеніи машинъ по отдѣламъ необходимо стремиться къ тому, чтобы переходъ промежуточныхъ продуктовъ происходилъ по возможности на кратчайшихъ разстояніяхъ и при этомъ въ такомъ видѣ, который является наиболѣе удобнымъ для передачи въ слѣдующій отдѣлъ. Въ виду этого, при размѣщеніи машинъ въ нѣсколькихъ этажахъ необходимо выбрать мѣста для подъемныхъ машинъ, служащихъ для болѣе удобнаго перемѣщенія, причемъ число этихъ машинъ должно быть по возможности меньшее въ виду экономіи мѣста. Кромѣ того, при размѣщеніи машинъ по отдѣльнымъ заламъ фабричнаго зданія необходимо обращать особое вниманіе на проходы между машинами. Проходы по возможности должны быть широкими, а то сравнительно узкіе проходы могутъ представить не мало затрудненій во время работы фабрики. Проходы должны быть такой ширины, чтобы промежуточные продукты могли свободно перемѣщаться въ опредѣленномъ направленіи и чтобы работающіе не могли подвергаться опасности отъ ремней и движущихся частей машины. Широкіе проходы обезпечиваютъ также лучшій уходъ за машинами и обслуживаніе ихъ, такъ какъ при этомъ рабочій можетъ легче услѣдить за неправильностью въ работѣ машины и во-время устранить эту неправильность. Вслѣдствіе же слишкомъ узкихъ проходовъ обыкловенно бываетъ увеличенное количество угаровъ, увеличеніе брака и, кромѣ того, ремонтъ машинъ затруднителенъ.

Кромѣ этихъ, такъ сказать, общихъ положеній, только что высказанныхъ нами, положеній, которыя всегда имѣютъ мѣсто при рѣшеніи четвертой задачи, т. е. при опредѣленіи необходимой площади пола для размѣщенія опредѣленнаго числа машинъ, встрѣчаются и

многія другія, но разсмотрѣніе ихъ можетъ быть наиболѣе удобнымъ въ томъ случаѣ, когда въ дѣйствительности прійдется опредѣлять площадь поля для размѣщенія извѣстнаго уже числа машинъ и при паличности данныхъ для этого условіи.



Въ настоящее время въ Россіи не существуетъ ни одной фабрики, которая бы производила паровыя машины, и потому для удовлетворенія потребности въ нихъ приходится прибѣгать къ иностранному импорту. Въ виду этого, весьма важно знать, каковыя машины въ настоящее время употребляются въ Россіи, и каковыя изъ нихъ являются наиболѣе выгодными. Въ настоящее время въ Россіи употребляются преимущественно паровыя машины, работающія на угле, и паровыя машины, работающія на дровяномъ топливѣ. Паровыя машины, работающія на угле, являются наиболѣе выгодными, такъ какъ они даютъ наибольшее количество работы при наименьшемъ расходе топлива. Паровыя машины, работающія на дровяномъ топливѣ, являются менѣе выгодными, такъ какъ они даютъ меньшее количество работы при большемъ расходе топлива. Въ настоящее время въ Россіи употребляются также и паровыя машины, работающія на нефти, и паровыя машины, работающія на газѣ. Паровыя машины, работающія на нефти, являются наиболѣе выгодными, такъ какъ они даютъ наибольшее количество работы при наименьшемъ расходе топлива. Паровыя машины, работающія на газѣ, являются менѣе выгодными, такъ какъ они даютъ меньшее количество работы при большемъ расходе топлива. Въ настоящее время въ Россіи употребляются также и паровыя машины, работающія на электрической энергіи, и паровыя машины, работающія на солнечной энергіи. Паровыя машины, работающія на электрической энергіи, являются наиболѣе выгодными, такъ какъ они даютъ наибольшее количество работы при наименьшемъ расходе топлива. Паровыя машины, работающія на солнечной энергіи, являются менѣе выгодными, такъ какъ они даютъ меньшее количество работы при большемъ расходе топлива.

Инж.-Техн. В. К. Задарновскій.

Michal

— ❁ —

КЪ ВОПРОСУ

объ опредѣленіи числа машинъ,

необходимыхъ для оборудованія

БУМАГОПРЯДИЛЬНОЙ ФАБРИКИ

данной производительности.

— ❁ —

ВАРШАВА.

ПЕЧ. ВЪ ТИП. АКЦ. ОБЩ. С. ОРГЕЛЬБРАНДА С-ей.

1907.

ОГЛАВЛЕНІЕ.

Предисловіе	I
I. О дѣленіи проекта бумагопрядильной фабрики на отдѣльныя и самостоятельныя части	1
II. О формулировкѣ исходныхъ данныхъ, которыя должны быть извѣстны для опредѣленія числа машинъ, необходимыхъ для оборудова-нія бумагопрядильной фабрики	4
I. I. О выборѣ сырого матеріала	7
II. Объ опредѣленіи необходимаго количества сырого матеріала	25
III. Объ угарахъ на трепальныхъ и чесальныхъ машинахъ	29
IV. Объ угарахъ на ленточныхъ, гребнечесальныхъ, предпри- дильныхъ и на прядильныхъ машинахъ	62
II. I. О выборѣ ассортимента машинъ	80
II. О планахъ пряденія	84
III. О выборѣ помера тонкой ровницы при составленіи плава пряденія. О величинѣ вытяжки на тонкопрядильныхъ ма- шинахъ	89
IV. Опредѣленіе номера продукта, получаемого на каждой ма- шинѣ въ отдѣльности. Трепальная машина	93
Чесальная машина	95
Ленточная машина	97
О вліяніи на равномѣрность ленты и крѣпость пряжи каж- даго лишняго пропуска ленты черезъ головку ленточной машины	101
Банкаброши	111
V. О круткѣ ровницы	119
Холстовая машина, вытяжная холстовая и гребнечесальная	132
Планы пряденія — для выработки различныхъ номеровъ пряжи	135

III.	I.	Объ опредѣленіи числа машинъ, необходимыхъ для оборудова- ванія бумагопрядильной фабрики данной производительности	144
	II.	О производительности машинъ.	
		Сельфакторъ	147
		О круткѣ пряжи	162
		Кольцевой ватеръ	198
		Банкаброши	223
		Лепточная машина	263
		Гребнечесальная машина	271
		Холстовая машина	280
		Холстовая вытяжная машина	281
		Кардочесальная машина	284
		Трепальная холстовая машина (однопильная)	304
		Взрыхлительныя машины (Exhaust-Opener и др.)	315
	IV.	Объ опредѣленіи необходимой площади пола для размѣщенія машинъ, полученныхъ по расчету для оборудоваія бумаго- прядильной фабрики данной производительности	320



ПРЕДИСЛОВІЕ.

Вопросъ объ опредѣленіи числа машинъ, необходимыхъ для оборудованія бумагопрядильной фабрики данной производительности, разработанъ въ литературѣ крайне недостаточно, между тѣмъ какъ онъ можетъ представить собой довольно сложную и интересную задачу, если рѣшеніе ея будетъ поставлено на научныхъ основаніяхъ. Въ данномъ случаѣ придется считаться съ многими разнообразными обстоятельствами, въ большей или меньшей степени вліяющими на правильное рѣшеніе ея. Хотя учесть вліяніе всѣхъ этихъ обстоятельствъ представляется иногда и весьма труднымъ, такъ какъ для этого необходимо произвести цѣлый рядъ извѣстнаго рода опытовъ, но тѣмъ не менѣе необходимо по мѣрѣ возможности учесть вліяніе всякаго фактора, даже кажущагося на первый взглядъ и маловажнымъ; только при этихъ условіяхъ можно быть увѣреннымъ, что рѣшеніе даннаго вопроса идетъ правильнымъ путемъ. Имѣя все это въ виду, авторъ въ настоящемъ своемъ трудѣ, указывая послѣдовательно, какимъ путемъ необходимо идти, чтобы можно было опредѣлить число машинъ, необходимыхъ для оборудованія бумагопрядильной фабрики данной производительности, попутно и старается выяснитъ вліяніе нѣкоторыхъ обстоятельствъ на правильное рѣшеніе даннаго вопроса. Въ виду того же, что вліяніе нѣкоторыхъ изъ факторовъ могло быть выяснено лишь только на основаніи опытовъ и вообще данныхъ практики, автору пришлось произвести въ этомъ направленіи нѣкоторые опыты и наблюденія какъ на фабрикахъ, гдѣ авторъ получилъ возможность работать и гдѣ собралъ много практическихъ данныхъ, такъ и въ кабинетѣ технологіи волокнистыхъ ве-

щества при Варшавскомъ Политехническомъ Институтѣ. Въ этомъ кабинетѣ имѣются машины завода „Howard & Bullough“ — 1901 г., начиная съ трепальной холстовой (въ одно трепало) и кончая кольцевымъ ватеромъ и сельфакторомъ; имѣется, кромѣ того, гребнечесальная машина системы Гейльмана и холстовая соединительная (derby-doubler) завода „Dobson & Barlow,“ а также устроено искусственное увлажненіе. Кабинетъ, обставленный такимъ образомъ, далъ возможность автору произвести цѣлый рядъ опытовъ и наблюдений, результаты коихъ и приведены ниже.

Если опыты и наблюденія, произведенныя авторомъ для уясненія вліянія нѣкоторыхъ факторовъ, можетъ быть, и не вполне достаточны, то во всякомъ случаѣ они, выясняя уже это вліяніе хотя до нѣкоторой степени, могутъ заинтересовать другихъ, которые найдутъ возможнымъ продолжить эти опыты въ болѣе широкихъ предѣлахъ съ цѣлью выясненія вліянія тѣхъ же факторовъ и при другихъ условіяхъ.

В. Задарновскій.

М. ЦИГЛЕРЪ.

ИЗСЛѢДОВАНІЕ сплавовъ желѣза съ сѣрой и явленія краснелома стали.

ЧАСТЬ III.*)

Сплавы отъ сѣрнистаго желѣза до желѣза, содержащаго слѣды сѣры.

Въ I части этого изслѣдованія приведенъ обзоръ научной литературы, касающейся вопроса о сплавахъ желѣза съ сѣрой и описаны мои изслѣдованія ряда сплавовъ, начиная отъ крайняго члена этого ряда—сѣры, до соединенія—FeS сѣрнистаго желѣза.

Предметомъ изложенія II-ой части, было изученіе свойствъ важнаго и интереснаго члена этого ряда—FeS сѣрнаго желѣза.

А въ этой III части работы, будутъ разсмотрѣны остальные члены ряда съ убывающимъ количествомъ сѣры, начиная отъ сѣрни-

*) Печатаніе работы начинается съ III, IV и V части работы въ виду того, что мною были сдѣланы доклады въ видѣ извлеченія изъ этого отдѣла работы: на Менделѣевскомъ сѣздѣ 29 Декабря 1907 года и въ Металлографической Комиссіи при Императорскомъ Русскомъ Техническомъ Обществѣ 28 Февраля 1908 года. Части I и II будутъ напечатаны вслѣдъ за III, IV и V частями работы.

стого желѣза (FeS) до желѣза, содержащаго лишь слѣды сѣры. Будетъ рассмотрено и вліяніе нѣкоторыхъ примѣсей—углерода и марганца, на эти сплавы. Сначала будетъ рассмотренъ наиболѣе простой случай: сплавы состоящіе только изъ Fe и S; затѣмъ болѣе сложный — сплавы съ примѣсью углерода: Fe + S + C т. е. сталь, въ которой содержаніе Mn, Si, P возможно малое. Наконецъ—еще болѣе сложный случай: Fe + S + C + Mn.

Этотъ послѣдній случай будетъ рассмотренъ въ IV части работы, гдѣ излагается изслѣдованіе вопроса о явленіи краснелома стали и наконецъ въ V части работы будетъ рассмотрено вліяніе очень высокихъ температуръ (область температуръ бѣлаго каленія) на краснеломъ и, тѣсно связанный съ нимъ, вопросъ о кристаллизаціи стали.

Сплавы состоящие только изъ желѣза и сѣры.

Раньше чѣмъ приступить къ изученію техническихъ сплавовъ, содержащихъ сѣру, необходимо изслѣдовать вопросъ безъ присутствія постороннихъ факторовъ, могущихъ измѣнить и усложнить его. Такими усложняющими факторами могутъ явиться обычныя примѣси желѣзныхъ сплавовъ, вырабатываемыхъ техникой — С, Si, Mn, P и проч. Затѣмъ послѣдовательно, вводя ту или другую примѣсь, посмотрѣть какъ измѣнится отъ этого сплавъ.

Этой послѣдовательности изученія я и придерживался далѣе.

Приготовить сплавы, состоящие по возможности исключительно изъ Fe и S, сплавляя техническое желѣзо съ продажнымъ сѣрнистымъ желѣзомъ, оказалось не всегда возможно. Пришлось примѣнить и другой методъ—способъ Гольдшмидта. Способъ этотъ, какъ извѣстно, состоитъ въ слѣдующемъ. Сухой, порошковидный окисель, соответствующаго меттала (въ данномъ случаѣ Fe_2O_3), смѣшивается съ соответствующимъ количествомъ порошкообразнаго алюминія. Такая смѣсь, будучи зажжена въ одной точкѣ, реагируетъ:



При этомъ выдѣляется большое количество тепла, достаточное чтобы удержать въ расплавленномъ состояніи образующееся металлическое желѣзо. Чтобы Al не попалъ въ сплавъ, необходимо брать нѣкоторый избытокъ Fe_2O_3 . Чтобы предотвратить поглощеніе сплавомъ кремнія изъ тигля, реакція ведется въ тиглѣ, обмазанномъ магнезитомъ. Fe_2O_3 получалась изъ щавелево-желѣзной соли, приготовленной изъ чистыхъ матеріаловъ. Эта соль разлагалась въ платиновой чашкѣ на слабомъ огнѣ и затѣмъ прокаливалась при нѣсколько большемъ жарѣ. Получалась весьма тонкая и чистая Fe_2O_3 , оказавшаяся также весьма пригодной (даже безъ отмучиванія), какъ полировачный матеріалъ, для полировки шлифовъ на влажномъ сукиѣ. Порошокъ Al подвергался тщательному отмыванію лигроиномъ и эфиромъ. Сѣра вводилась или въ видѣ порошка продажнаго FeS или въ видѣ смѣси $CaSO_4$

съ нужнымъ количествомъ Al. Подобные сплавы были впервые приготовлены, описаннымъ выше образомъ и изучены Ле-Шателье и М. Циглеромъ въ 1902 г. ¹⁾

Многу были повторены эти опыты и полученные сплавы, вновь изслѣдованы. Изслѣдованія вполнѣ подтвердили результаты упомянутыхъ изслѣдователей. Такимъ способомъ приготовлялись сплавы содержащія S около 6% и менѣе.

Для уясненія измѣненія структуры сплавовъ въ этомъ рядѣ при постепенномъ пониженіи содержанія S, будетъ рассмотренно ниже нѣсколько членовъ этого ряда.

Разсмотрѣніе начинается съ продажнаго сѣрнистаго желѣза.

Продажное сѣрнистое желѣзо. Продажное сѣрнистое желѣзо представляетъ особый интересъ въ данномъ случаѣ. Въ послѣднихъ членахъ этого ряда S находится въ видѣ включенія въ желѣзъ, въ состояніи весьма близкомъ по составу къ этому сплаву.

Продажное сѣрнистое желѣзо, употребляемое въ лабораторіяхъ для полученія H₂S, было подробно изучено во II части этой работы Поэтому напомнимъ здѣсь лишь главные характерныя его черты.

Среднее содержаніе сѣры—около 30% (формула FeS требуетъ 36,36%). Это содержаніе соответствовало-бы составу

$$\begin{array}{r} \text{FeS} = 82,5\% \\ \text{примѣси} = 17,5 \\ \hline 100,0 \end{array}$$

Главная масса этихъ примѣсей состоитъ изъ металлическаго желѣза, а также изъ кислорода, въ формѣ закиси желѣза; количество остальныхъ примѣсей не велико.

Таманъ и Трейчке ²⁾, изучая термическую діаграмму сплавовъ этого ряда, подтвердили данныя Ле-Шателье и Циглера ³⁾, что въ этомъ ряду не появляется новаго соединенія, и установили мѣсто эвтектики этого ряда при содержаніи FeS = 85% или, что тоже при S = 30,91%. Это содержаніе сѣры непогимъ больше чѣмъ въ продажномъ сѣрнистомъ желѣзѣ, которое, такимъ образомъ, представляетъ сплавъ уже *завтектоидный* — съ избыткомъ желѣза. Основная масса продажнаго сѣрнистаго желѣза слѣдовательно состоитъ изъ этой эвтектики, состоящей изъ 2-хъ элементовъ структуры: соединенія FeS

¹⁾ Н. Le Chatelier et M. Ziegler. Sulfure de fer ses propriétés et son état dans le fer fondu. Société d'Encouragement, bulletin de Septembre 1902.

²⁾ Z. f. anorg. Chemie 1906. S. 327.

³⁾ Bulletin d. l. Soc. d'Encour. 1902, Septembre.

и металлическаго Fe; эвтектика эта настолько мелка, что даже при сильныхъ увеличеніяхъ не видны ея составляющія.

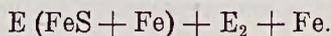
Слѣдовательно въ продажномъ сѣрнистомъ желѣзѣ должны находиться два структурныхъ элемента: 1) сѣрно-желѣзная эвтектика, образующая основную массу и 2) избытокъ желѣза въ видѣ кристалловъ.

Но въ продажномъ сѣрнистомъ желѣзѣ имѣется еще и 3-ій структурный элементъ. Подобно эвтектикѣ FeS съ Fe, существуетъ и эвтектика, въ которой сѣра замѣнена ея аналогомъ-кислородомъ— это эвтектика FeO съ Fe, она играетъ важную роль въ стали — вредный кислородъ, вызывающій красномъ, включенъ въ сталь именно въ видѣ этой эвтектики. При совмѣстномъ же присутствіи S и O въ стали, они проявляются въ видѣ сложной эвтектики. Упомянутыя двѣ эвтектики образуютъ сложную эвтектику, эвтектику 2-го порядка. Эта послѣдняя, въ видѣ темной сѣтки, распределена по всей поверхности шлифа. ¹⁾

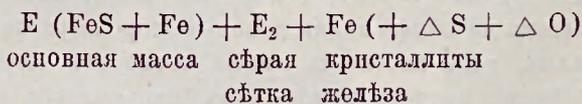
Для большей ясности, *качественный составъ* этой эвтектики 2-го порядка, можно представить въ видѣ слѣдующей формулы:

$$E_2 = E \left[E(\text{FeS} + \text{Fe}) + E(\text{FeO} + \text{Fe}) \right]$$

Гдѣ знакомъ E обозначена эвтектика, качественный составъ которой показанъ въ скобкахъ. Весь качественный составъ продажнаго сѣрнистаго желѣза можно было-бы представить формулой:



Или, если принять во вниманіе, что Fe въ этомъ сплавѣ представляетъ не чистое Fe, а твердый растворъ въ немъ кислорода и сѣры, то, обозначая примѣси этихъ элементовъ, въ видѣ твердого раствора, черезъ ΔO и ΔS , весьма слабой концентраціи при обыкновенной температурѣ, *качественный составъ* продажнаго сѣрнистаго желѣза тогда выразился бы формулой:



Такой составъ вполне подтверждается микроструктурой. На фиг. 1, при увеличеніи $\frac{650}{1}$, представлена микрофотографія продажнаго сѣрнистаго желѣза.

¹⁾ Такія эвтектики высшихъ порядковъ нерѣдки въ сплавахъ, бѣлый пугиль является примѣромъ такой сложной эвтектики.

Основная масса, желто-буроватая подъ микроскопомъ, сѣрая на фотографіи, представляетъ эвтектику химическаго соединенія FeS съ желѣзомъ, съ содержаніемъ по Таману и Трейчке 85% FeS и 15% Fe. Въ этой эвтектикѣ включенія Fe не видны, даже при самыхъ сильныхъ увеличеніяхъ микроскопа. Только путемъ медленнаго охлажденія отъ очень высокихъ температуръ удается проявить структуру этой эвтектики, какъ это будетъ показано на, слѣдующемъ за этимъ сплавѣ.

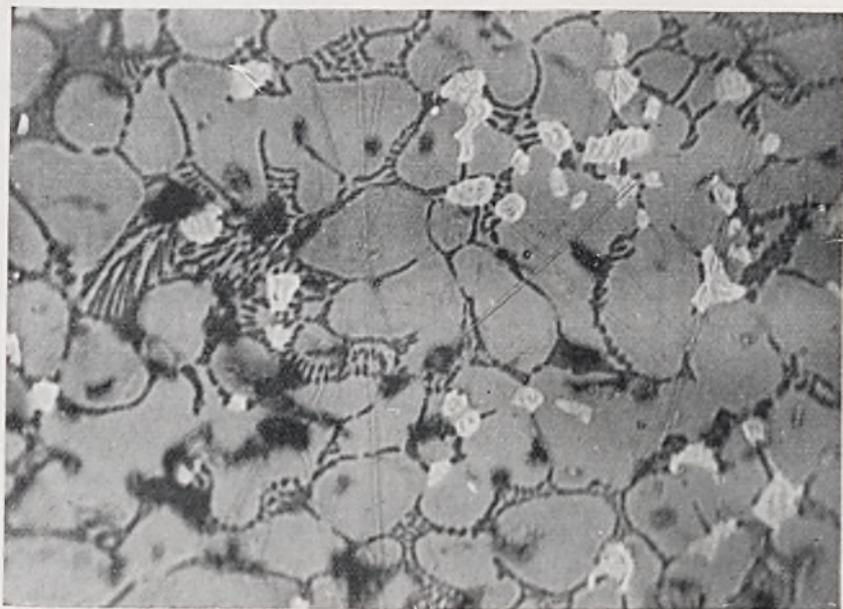
Эти эвтектики по структурѣ напоминаютъ сорбитъ стали, въ которомъ также невозможно подъ микроскопомъ различить его структурные элементы, но если такую сорбитную сталь медленно охладить отъ высокихъ температуръ, то хорошо становятся замѣтны структурные элементы сорбита, превратившагося въ перлитъ—ферритъ и цементитъ.

По основной массѣ разбросана темная сѣтка, эвтектоиднаго характера. Хорошо видно на микрофотографіи, что она состоитъ изъ темнаго вещества и вещества основной массы. Составъ ея былъ уже указанъ выше. По расположенію ея видно, что она является продуктомъ послѣдняго отвердѣванія. Третій элементъ структуры, видимый на микрофотографіи—бѣлыя пятна желѣза, представляющія собой, твердый растворъ сѣры и кислорода, вѣроятно въ видѣ FeS и FeO, въ желѣзѣ. При обыкновенной температурѣ концентрація этого раствора весьма мала, но при высокихъ температурахъ, а въ особенности въ области бѣлаго калѣнія, концентрація сильно возрастаетъ.

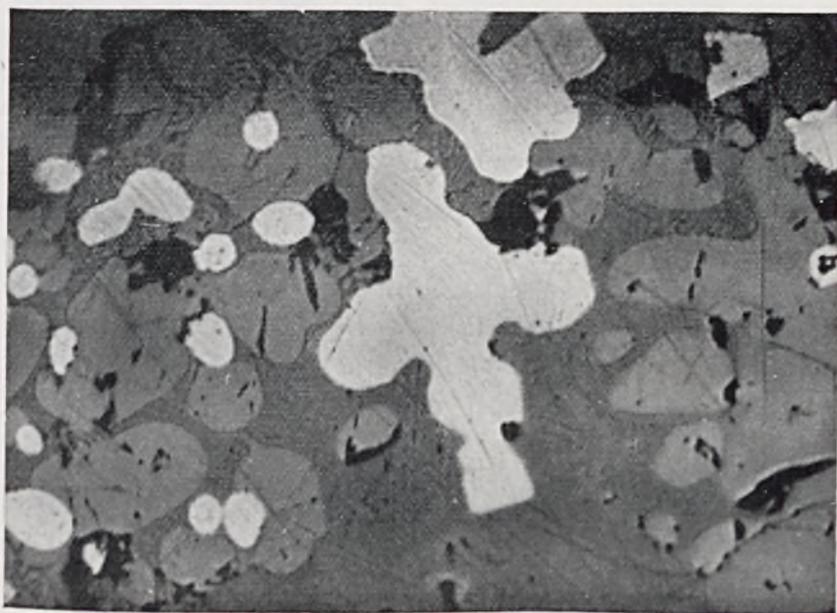
Далѣе на микрофотографіи видны еще — темныя пятна съ нерѣзкими краями — это газовые пузыри.

Оба послѣдніе структурные элементы располагаются преимущественно на темной сѣткѣ.

Включенія металлическаго желѣза разбросаны по поверхности шлифа въ видѣ бѣлыхъ зеренъ, болѣе или менѣе кристаллическаго характера. Иногда на шлифѣ видны довольно хорошо развитые дендритовые кристаллы, если плоскость шлифа проходитъ черезъ ихъ ось. Если эта плоскость проходитъ въ иномъ направленіи, сѣченія кристалловъ имѣютъ форму гребенчатую, овальную, круглую и проч. На фиг. 2 видны такіе кристаллы въ продажномъ сѣринстомъ желѣзѣ при увеличеніи $\frac{650}{1}$. Одинъ изъ нихъ представляется въ видѣ хорошо развитого дендрита, ось котораго лежитъ въ плоскости шлифа, рядомъ съ нимъ гребенчатый кристаллъ и сѣченія кристалловъ въ видѣ круглыхъ пятенъ. Фонъ состоитъ изъ тѣхъ же структурныхъ



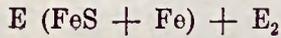
Фиг. 1. — Увеличение $\frac{650}{1}$ діаметровъ.
Продажное сѣрнистое желѣзо съ S около 30%.



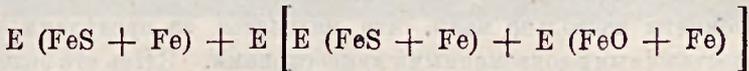
Фиг. 2. — Увеличение $\frac{650}{1}$ діаметровъ.
Кристаллы желѣза въ продажномъ сѣрнистомъ желѣзѣ.

элементовъ, какъ и на фиг. 1. Въ дальнѣйшихъ сплавахъ и въ стали сѣрнистое желѣзо проявляется всегда въ видѣ эвтектики сѣрнистаго желѣза съ желѣзомъ, къ которому всегда бываетъ примѣшено, въ большей или меньшей степени, вышеупомянутая темная кислородная эвтектика 2-го порядка. Примѣсь этой послѣдней понижаетъ температуру плавленія сѣрно-желѣзной эвтектики съ 970° до 950°, 930° и ниже.

Сѣрно-желѣзная эвтектика въ сплавахъ, рассматриваемыхъ ниже, представляетъ собой слѣдовательно по составу какъ-бы продажное сѣрнистое желѣзо, лишенное включеній желѣза въ видѣ кристаллитовъ. Придерживаясь вышеприведенныхъ обозначеній, *качественный* составъ ея выразится:

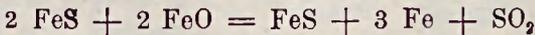


или

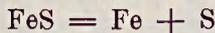


количество E_2 подвержено сильнымъ колебаніемъ.

Сплавъ съ S = 21,99%. При увеличеніи содержанія желѣза въ этихъ сплавахъ замѣчается постепенное увеличеніе количества желѣза въ видѣ кристаллитовъ и соответствующее уменьшеніе количества сѣрнистаго желѣза. *Появленіе новаго структурнаго элемента не наблюдается.* Для полученія этого сплава я пользовался методомъ, примѣнявшимся Ле-Шателье и Циглеромъ въ указанной выше работѣ. Продажное сѣрнистое желѣзо плавилось при очень высокой температурѣ (вѣроятно близкой къ 1500°), при этомъ происходило разложеніе:



а можетъ быть и разложеніе:



Образующееся металлическое желѣзо растворялось въ плавлѣ, а при охлажденіи часть желѣза выкристаллизовывалась въ видѣ дендритовъ, другая — въ видѣ эвтектики съ FeS. Одинъ изъ такихъ сплавовъ, содержащій по анализамъ въ среднемъ 21,99% S, представленъ на микрофотографіи фиг. 3 при увеличеніи $\frac{125}{1}$.

Перечисляя указанное количество S въ FeS и принимая остаток = Fe, составъ сплава былъ-бы приблизительно слѣдующій:

$$\begin{array}{r} \text{FeS} = 60,497\% \\ \text{Fe} = 39,507 \\ \hline 100,000 \end{array}$$

Количество Fe здѣсь увеличилось болѣе чѣмъ въ два раза противъ предыдущаго сплава. И дѣйствительно количество кристаллитовъ желѣза значительно увеличилось и благодаря охлажденію отъ высокой температуры, они достигли значительной величины. Пространство между ними занято эвтектикой, хорошо видимой даже при слабомъ увеличеніи.

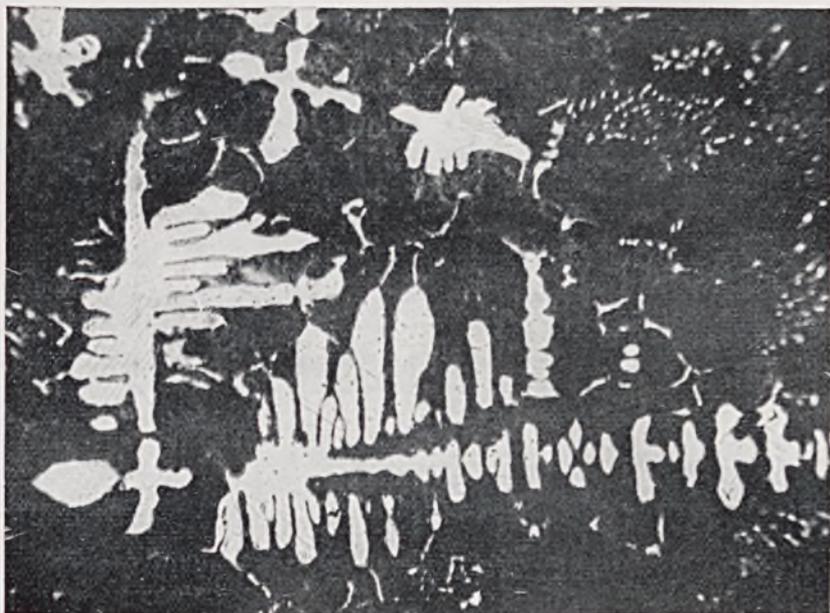
Эвтектика. Въ этомъ сплавѣ структура эвтектика ясно замѣтна, благодаря тому, что онъ медленно охлаждался отъ высокой температуры. Составъ эвтектики былъ приведенъ выше. Обыкновенно ея структурные элементы настолько малы, что находятся за предѣлами увеличенія достижимыми современными микроскопами. Здѣсь эта эвтектика проявляется, подобно перлиту стали, въ линейчатомъ, но преимущественно въ зернистомъ, видѣ. Въ обычныхъ же условіяхъ охлажденія этихъ сплавовъ она проявляется какъ бы въ состояніи сорбита стали.

Сплавъ содержащій 14,193% S. При такомъ содержаніи сѣры, какъ видно на микрофотографіи (фиг. 4 увеличеніе $\frac{125}{1}$), кристаллы желѣза, такого же характера какъ и на предыдущей фотографіи, еще болѣе сближены. Сплавъ этотъ углерода содержитъ очень мало, хотя былъ приготовленъ сплавленіемъ въ тиглѣ углеродистой стали съ продажнымъ сѣрнистымъ желѣзомъ.

Анализъ показалъ составъ:

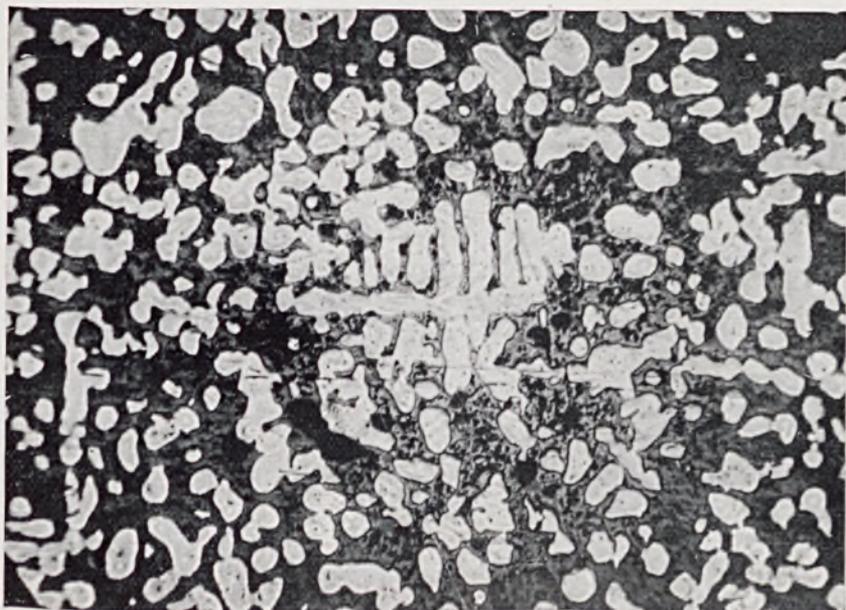
$$\begin{array}{r} \text{C} = 0,099\% \\ \text{Si} = 0,289 \\ \text{Mn} = 0,223 \\ \text{S} = 14,193 \\ \text{P} = 0,050 \end{array}$$

Сѣра удалила почти весь углеродъ, такъ что вытравка не обнаруживаетъ присутствія въ кристаллахъ желѣза перлита. Вѣроятно C въ видѣ Fe₃C находится въ сѣрнистомъ желѣзѣ, т. к. этотъ карбидъ, какъ будетъ показано далѣе, растворимъ въ сѣрнистомъ желѣзѣ.



Фиг. 3. — Увеличение $\frac{125}{1}$.

Сплавъ съ $S = 21,99\%$, видны кристаллы желѣза и эвтектика, состоящая изъ FeS и Fe. Медленное охлаждение.



Фиг. 4. — Увеличение $\frac{125}{1}$.

Сплавъ съ $S = 14,193\%$.

Присутствіе же марганца сказалося въ видѣ сизыхъ кристаловъ, за-
легающихъ *исключительно* въ слоѣ сѣрнистаго желѣза. Къ этому
сплаву я вернусь еще въ V части работы. Слоѣ сѣрнистаго желѣза
въ этомъ сплавѣ содержитъ также поры, газовые пузыри, присут-
ствуетъ таже сѣрая сѣтка, что и въ продажномъ сѣрномъ желѣзѣ.
Включеній желѣза эвтектоидальнаго характера не было обнаружено
даже при возможно сильныхъ увеличеніяхъ подь микроскопомъ.
Если бы пересчитать, не обращая вниманія на примѣси, которыхъ
очень мало, количество S на FeS, а остатокъ принять за Fe, то по-
лучится составъ:

$$\begin{array}{r} \text{FeS} = 39,031\% \\ \text{Fe} = 60,969 \\ \hline 100,000 \end{array}$$

Пересчитывая это на проценты по *объему* принимая:

$$\begin{array}{l} \text{удѣльный вѣсъ FeS} = 4,8 \\ \text{удѣльный вѣсъ Fe} = 7,8 \end{array}$$

получится:

$$\begin{array}{r} \text{FeS} = 51,00\% \text{ по объему} \\ \text{Fe} = 49,00\% \text{ по объему} \\ \hline 100,00 \end{array}$$

Сплавъ этотъ представляетъ слѣдовательно смѣсь приблизительно
равныхъ объемовъ эвтектики сѣрнистаго желѣза и желѣза. Микро-
фотографія фиг. 4 подтверждаетъ этотъ выводъ.

Сплавъ содержащій около 6% S.¹⁾ При дальнѣйшемъ возра-
станіи количества желѣза, число дендритовъ его все болѣе и болѣе
возрастаетъ и они все тѣснѣе и тѣснѣе сближаются; дендриты здѣсь
еще ясно можно различить. На фиг. 5 (безъ всякой вытравки послѣ
простой полировки) представлена микрофотографія сплава, содержа-
щаго около 6% S при увеличеніи $\frac{300}{1}$. На ней видны два большихъ
кристалла Fe, одинъ гребенчатый, другой меньшій-мечевидный. Про-
странство между ними занято эвтектикой FeS + Fe, элементы ея
структуры, подь микроскопомъ, не различимы. По ней разбросана

¹⁾ Трудно въ точности опредѣлить содержаніе S въ этомъ сплавѣ, такъ
какъ, при значительномъ содержаніи сѣры, она распределяется неравномѣрно.

мѣстами тонкая темная сѣтка кислородной эвтектики, о которой была рѣчь выше. Сплавъ этотъ былъ приготовленъ по, выше описанному, способу Гольдшмидта.

Сплавъ съ $S = 3,510\%$. При дальѣйшемъ уменьшеніи S (или что тоже увеличеніи Fe) дендриты желѣза уже настолько тѣсно сближаются и переплетаются между собой, что только внимательное наблюденіе, подѣ микроскопомъ шлифа этого сплава, позволяетъ уяснить себѣ истинную природу неправильныхъ пятенъ желѣза, окаймленныхъ сѣткой сѣрно-желѣзной эвтектики.

Такого рода картину представляетъ шлифъ, приготовленный по способу Гольдшмидта, безъ всякой вытравки при увеличеніи $\frac{125}{1}$, фиг. 6.

Анализъ показалъ составъ:

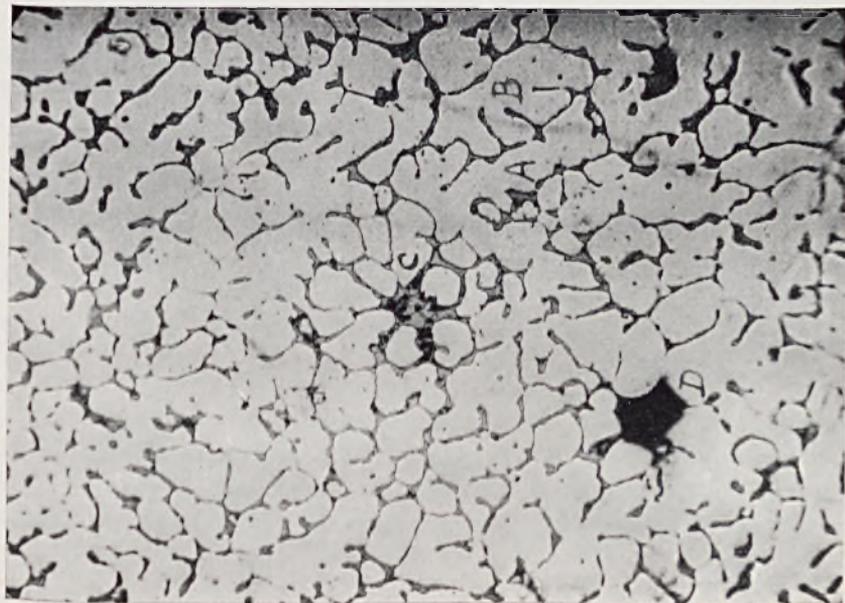
$$S = 3,510\%$$

$$C = 0,026$$

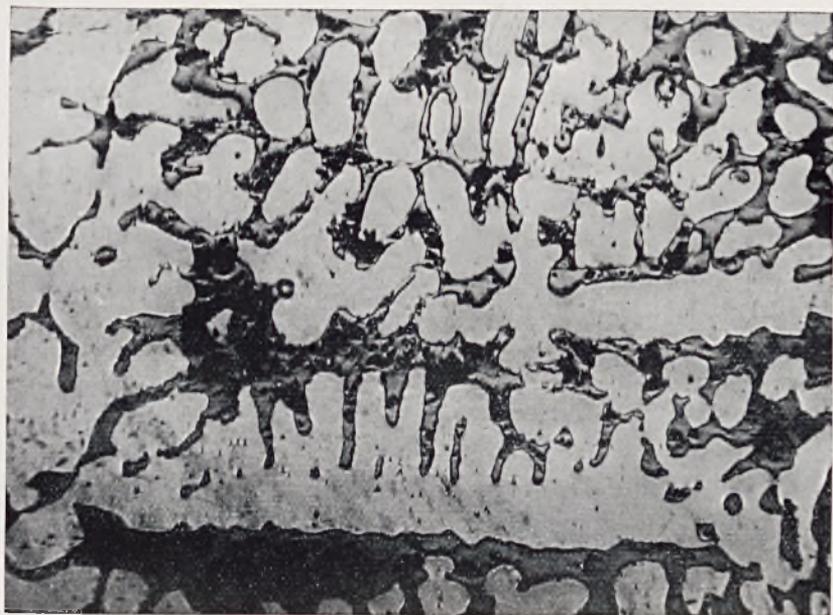
$$Mn = 0,055$$

Съ перваго взгляда, картина этого шлифа подѣ микроскопомъ, представляетъ собой сѣтку сѣрнистаго желѣза съ разорванными мѣстами петлями. Вглядываясь внимательно въ пятна феррита, заключенныя между петлями, можно замѣтить, что нѣкоторыя изъ этихъ пятенъ имѣютъ форму дендритныхъ кристалловъ. Какъ напр. пятна A и B .

При разсматриваніи такого рода снимковъ необходимо имѣть въ виду, что они сняты съ плоскаго шлифа, представляющаго сѣченіе черезъ слитокъ. Въ этомъ слиткѣ оси кристалловъ расположены во всевозможныхъ направленіяхъ. Если плоскость сѣченія случайно проходитъ черезъ ось кристалла, послѣдній имѣетъ на шлифѣ видъ дендрита. Если плоскость пересѣкаетъ кристаллъ перпендикулярно оси, можетъ получиться крестъ или звѣзда; если сѣкущая плоскость проходитъ параллельно оси, но не черезъ нее, то она пересѣкаетъ вѣтви кристалла и получается рядъ пятенъ, расположенныхъ вдоль прямой. Этотъ случай можно видѣть на фиг. 3. Наконецъ плоскость сѣченія, наклонная къ оси — даетъ пятна всевозможнаго вида, какъ напр. на фиг. 6. Но внимательно наблюдая шлифъ, съ содержаніемъ $S = 3,510$ (фиг. 6), подѣ микроскопомъ, можно встрѣтить указанные дендриты, разсѣченные плоскостью шлифа вдоль оси. На фиг. 6, какъ было уже указано, видны два такихъ дендрита A и B довольно хорошо.



Фиг. 6. — Увеличение $\frac{125}{1}$.
Литое железо съ $S = 3,51\%$



Фиг. 5. — Увеличение $\frac{300}{1}$.
Сплавъ, содержащій около 6% S.

Для большей ясности этого явления былъ снятъ съ того же шлифа такой дендритъ при большемъ увеличеніи $\frac{300}{1}$, фиг. 7. Здѣсь хорошо виденъ такой довольно правильный вѣтвистый дендритный кристаллъ. На фиг. 6 видны также двѣ особенности подобныхъ сплавовъ — *микроскопленіе* сѣрно-желѣзной эвтектики (С) и *газовые пузыри* — темныя пятна съ неясными краями (D), вслѣдствіе округленія краевъ при полировкѣ.

Славъ съ $S = 0,900\%$, пригтовленный также по способу Гольдшмидта, уже показываетъ разорванную сѣтку сѣрнистаго желѣза, состоящую изъ точечныхъ и вѣтвистыхъ включеній (фиг. 8 при увеличеніи $\frac{125}{1}$). Если соединить эти включенія линіями, можно возстановить полную сѣтку такого же характера, какъ и на предыдущемъ шлифѣ. Отсюда слѣдуетъ, что и здѣсь сѣрнистое желѣзо облекаетъ кристаллиты феррита, но не сплошнымъ видимымъ слоемъ, какъ въ предыдущемъ шлифѣ, а прерывистымъ, т. к. сѣрнистаго желѣза не хватаетъ уже для образованія сплошной видимой сѣтки между кристаллитами; кромѣ того здѣсь уже наблюдается внутри зеренъ феррита, обрамленныхъ сѣрно-желѣзной эвтектикой, точечныя включенія той-же эвтектики, образовавшіяся вслѣдствіе разложенія смѣшанныхъ кристалловъ γ желѣза.

При дальнѣйшемъ уменьшеніи содержанія сѣры, нужно ожидать, какъ уменьшеніе длины вѣтвей, такъ и ихъ числа и все съ большимъ и большимъ преобладаніемъ округлыхъ точечныхъ включеній. Это дѣйствительно и наблюдается, какъ это видно изъ рассмотрѣнія слѣдующаго сплава, полученнаго по тому же способу.

Славъ съ $S = 0,390\%$. Въ этомъ сплавѣ, какъ показываетъ микрофотографія его шлифа фиг. 9, включенія сѣрнистаго желѣза всѣ точечныя, удлиненныхъ мало, онѣ носятъ характеръ пятнышекъ, разбросанныхъ по поверхности шлифа.

Славы съ еще меньшемъ содержаніемъ сѣры. При дальнѣйшемъ пониженіи содержанія сѣры, удлиненныя включенія сѣрно-желѣзной эвтектики, совершенно исчезаютъ, остаются одиѣ точечныя. Число этихъ послѣднихъ, съ пониженіемъ содержанія сѣры, посте-

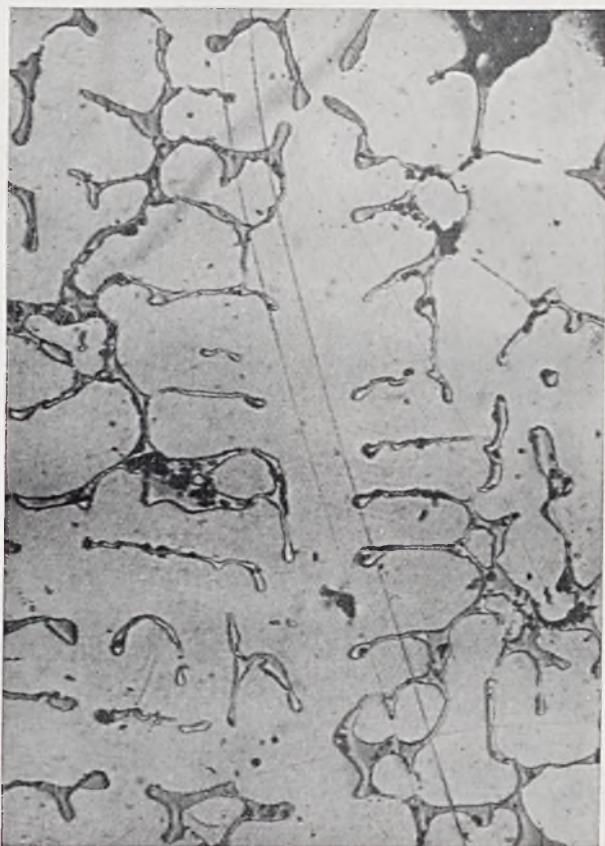
пенно уменьшается; опѣ, достигая небольшого діаметра, все рѣже и рѣже распредѣляются по поверхности шлифа и наконецъ, при содержаніи сѣры, приблизительно около 0,03%, включенія эти совершенно исчезаютъ, (къ этому вопросу я вернусь еще ниже); поэтому нужно допустить, что вся сѣра находится ниже этого предѣла, по видимому въ твердомъ растворѣ, въ α ферритѣ при обыкновенной температурѣ.

Выводъ. Такимъ образомъ надо придти къ заключенію, что рядъ сплавовъ, составляющихъ переходъ отъ сѣрнистаго желѣза, отвѣчающему формулѣ FeS , къ металлическому желѣзу, содержащему лишь малыя примѣси S (почти слѣды), состоятъ *только изъ двухъ компонентовъ*: сѣрно-желѣзной эвтектики и металлическаго желѣза, *никакихъ новыхъ структурныхъ элементовъ здѣсь не наблюдается.* Сплавы эти проходятъ черезъ свою эвтектику по Таману и Трейчке при содержаніи сѣры около 31%. Наблюдается, слѣдовательно, постепенное возрастаніе количества кристалловъ желѣза, все болѣе и болѣе тѣсно сближающихся. Пространство между ними наполнено эвтектикой, состоящей изъ FeS и Fe , обыкновенно съ примѣсью сложной кислородно-сѣрно-желѣзной эвтектики, проявляющейся въ видѣ сѣрой сѣтки. *Слѣдовательно въ этомъ рядѣ сплавовъ кристаллиты желѣза изолированы другъ отъ друга прослойками сѣрно-желѣзной эвтектики.* Это является очевиднымъ изъ вышеприведенныхъ микрофотографій для сплавовъ до 3,510% S, но и для сплавовъ съ меньшимъ содержаніемъ S, это можно доказать примѣняя вытравку.

Вліяніе вытравки. Если взять для примѣра шлифъ такого сплава, съ содержаніемъ около 0,3% S, то шлифъ, безъ всякой вытравки представляетъ собою, какъ это видно изъ фиг. 10 при увеличеніи $\frac{650}{1}$, свѣтлое поле—желѣзо, по которому разбросаны болѣе или мене круглыя пятна сѣрнистаго желѣза, окрашенные до вытравки въ пѣжно блѣдно-желтый цвѣтъ. Связи между этими пятнами не замѣтно—но вытравка ихъ проявляетъ.

При своихъ работахъ я главнымъ образомъ пользуюсь превосходнымъ вытравочнымъ реактивомъ, предложеннымъ проф. В. П. Ижевскимъ въ 1902 году¹⁾. Реактивъ этотъ, — 5% растворъ пикри-

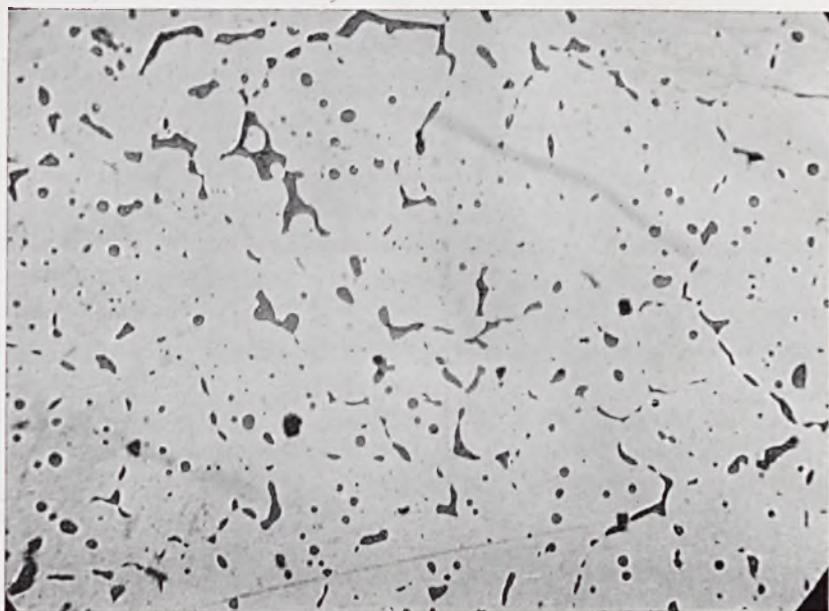
¹⁾ Bulletin d. l. Société d'Encour. 1902 Septembre p. 377, Stahl und Eisen 1903 № 2.



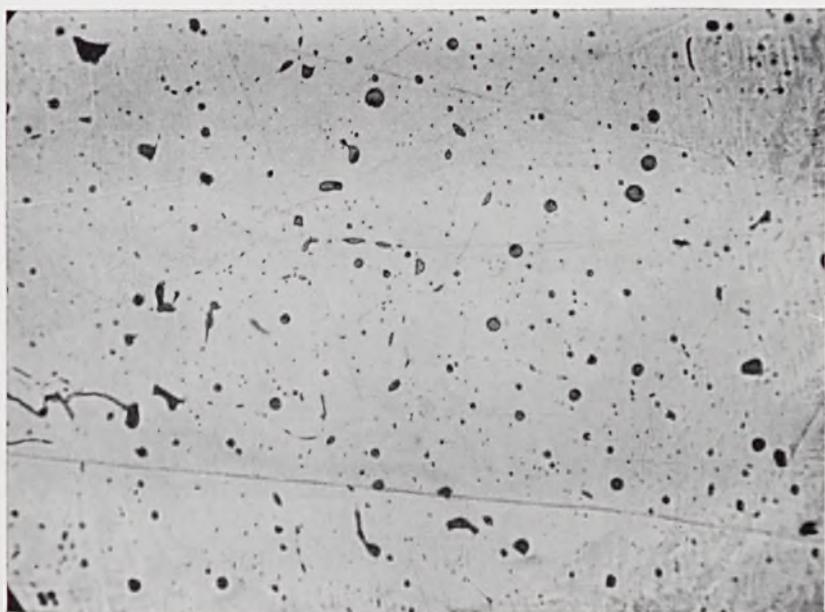
Фиг. 7. — Увеличение $\frac{300}{1}$.

Литое железо съ $S = 3,510\%$.

Дендритный кристалъ желѣза, изолированный отъ такихъ же со-
седнихъ кристалловъ, видимымъ безъ вытравки слоевъ сѣрно-желѣз-
ной эвтектики. Плоскость шлифа проходитъ черезъ ось кристалла.



Фиг. 8. — Увеличение $\frac{125}{1}$.
Литое жельзо съ $S = 0,900\%$.



Фиг. 9. — Увеличение $\frac{125}{1}$.
Литое жельзо съ $S = 0,390\%$.

новой кислоты въ абсолютномъ алкоголѣ, получилъ теперь всеобщее употребленіе. Онъ работаетъ медленно и весьма нѣжно, работа по-этому съ нимъ удобна, благодаря тому, что ходомъ вытравки легко управлять. Часто бываетъ удобнѣе примѣнять насыщенный растворъ пикриновой кислоты въ абсолютномъ алкоголѣ, работающій быстрѣе и болѣе энергично, потому пригодный особенно для сильныхъ вытравокъ. Какъ извѣстно, этотъ реактивъ хорошо проявляетъ обычные структурные элементы стали: перлитъ, сорбитъ, труститъ, мартенситъ и аустенитъ; онъ окрашиваетъ ихъ, въ зависимости отъ времени воздѣйствія, въ нѣжный желто-бурый, бурый и черный цвѣтъ, слегка желтитъ цементитъ¹⁾ и отбѣливаетъ ферритъ, который послѣ непродолжительной вытравки (нормальной для стали) становится ярко бѣлымъ, при продолжительной же вытравкѣ—начинаетъ проявляться кристаллическая структура феррита.

Оказалось, что этотъ реактивъ дѣйствуетъ и на включенія сѣрно-железной эвтектики въ стали. Включенія эти, на хорошо отполированномъ шлифѣ подъ микроскопомъ, кажутся нѣжно-свѣтло-желтаго цвѣта; нужно внимательно всматриваться и хорошо урегулировать освѣщеніе подъ микроскопомъ, чтобы ясно различить ихъ контуры²⁾. Рисунокъ включеній выступаетъ нерѣзко. Если такой шлифъ слегка вытравить пикриновой кислотой, сейчасъ же рисунокъ включеній становится отчетливымъ. Само сѣрнистое желѣзо становится болѣе темнымъ, окрашиваясь въ желто-буроватый цвѣтъ, а вокругъ включеній появляется весьма тонкая, но рѣзкая, какъ бы гравированная, линія контура. Такъ были обработаны шлифы, съ которыхъ сняты фотографіи фиг. 10 и 12. При дальнѣйшемъ дѣйствіи вытравки цвѣтъ сѣрнистаго желѣза становится еще немного темнѣе, а контуры весьма рѣзкими линіями. Подобнымъ же образомъ эта вытравка дѣйствуетъ и на включенія кислородно-железной эвтектики. На не вытравленномъ шлифѣ, онѣ имѣютъ нѣжный синеватый оттѣнокъ, послѣ вытравки цвѣтъ стано-

1) Для окраски цементита въ желтый цвѣтъ, проф. В. П. Ижевскій предлагаетъ непродолжительное кипяченіе шлифа въ пикратъ натрія, приготовляемаго прибавленіемъ къ раствору пикриновой кислоты кристалаго раствора ѣдкаго натра. Если не допускать выпариванія жидкости до суха—кипяченіе совершенно безопасно. Цементитъ при этомъ окрашивается въ ярко желтый цвѣтъ.

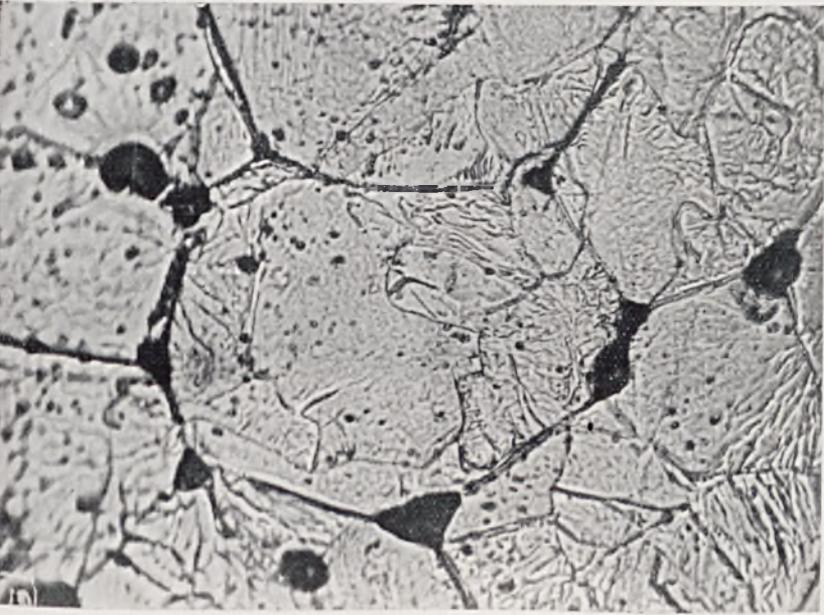
2) Такая нѣжная окраска получается только при полировкѣ на совершенно чистой подушкѣ; на старой подушкѣ, обладающей обыкновенно кислой реакціей, во время самой полировки уже происходитъ вытравка и включенія сѣрно-железной эвтектики получаютъ окрашенными въ болѣе темный цвѣтъ.

вится темпѣ и вокругъ включеній образуется также контуръ. Включенія сложной сѣрно-кислородно-железной эвтектики, въ сѣрно-железной эвтектикѣ, послѣ вытравки, становятся болѣе темными и рѣзче выступаютъ. Замѣчательно, что и включенія сѣрнистаго марганца отъ дѣйствія вытравки не только становятся болѣе темными, но вокругъ нихъ образуется также контуръ, (это послѣднее обстоятельство наводитъ на интересные выводы). На фиг. 10 представленъ шлифъ гольдшмидтавскаго желѣза, содержащаго около 0,3% S и сотыя доли процента С и Mn, слабо вытравленный указаннымъ реактивомъ. Здѣсь включенія сѣрнистаго желѣза выступаютъ рѣзко, вокругъ нихъ замѣтенъ контуръ, а въ нѣкоторыхъ включеніяхъ замѣтны темныя пятна (А); это включенія сложной сѣрно-кислородно-железной эвтектики. Связи между пятнами не замѣтно.

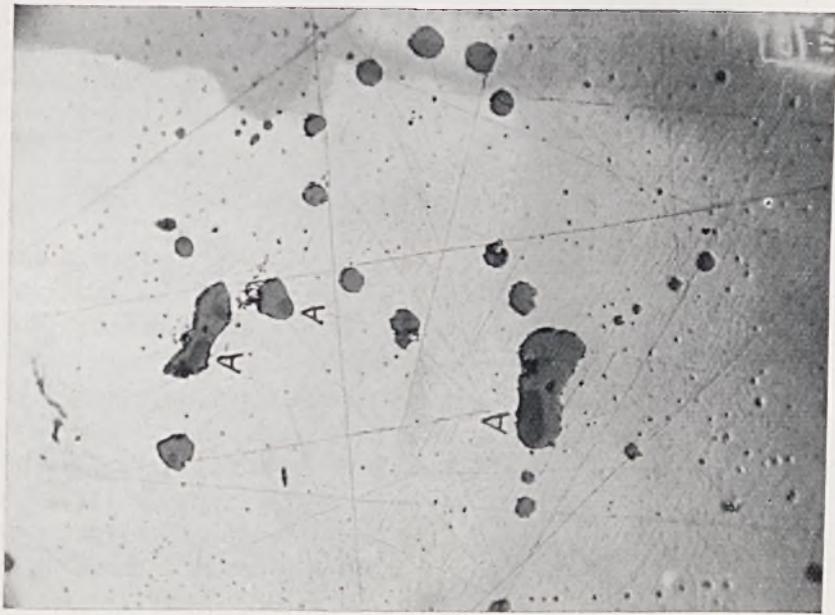
Если такой шлифъ подвергнуть продолжительной вытравкѣ нашимъ реактивомъ, связь между включеніями обнаруживается, подобно тому, какъ обнаруживается связь между включеніями перлита, въ видѣ граней ферритовыхъ зеренъ, въ углеродистой стали при продолжительной вытравкѣ ея.

На фиг. 11 представленъ тотъ же шлифъ послѣ такой продолжительной вытравки. Между многими пятнами сѣрнистаго желѣза проявились линіи, образующія многоугольники. Линіи эти представляютъ тончайшія пленки эвтектики сѣрнистаго желѣза съ желѣзомъ, окруженныя *твердымъ растворомъ* ея въ стали, раздѣленнымъ вытравкой¹⁾. Включенія сѣрно-железной эвтектики располагаются, или въ углахъ этихъ многоугольниковъ, или по сторонамъ ихъ, находятся также и внутри многоугольниковъ; такія внутреннія пятна видны въ лѣвой и правой верхней части микрофотографіи фиг. 11. Внутри многоугольниковъ замѣтна цѣлая сеть болѣе тонкихъ линій, образующихъ зерна второго порядка; пленки сѣрно-железной эвтектики, соединяющія включенія того же состава, являются границей распространенія сѣти этихъ линій; онѣ не переходятъ изъ одного многоугольника въ другой, за исключеніемъ случаевъ когда пленки въ какомъ либо мѣстѣ прерываются, какъ это видно на фиг. 11, внизу направо у центрального зерна. Такого же рода линіи видны и на микрофотографіяхъ образцовъ съ большимъ содержаніемъ S; на фиг. 12 онѣ едва намѣчены, хотя ясно замѣтны. Эти линіи не могутъ принадлежать сѣрѣ т. к. ни въ какой связи съ включеніями сѣрно-же-

¹⁾ Къ вопросу о твердомъ растворѣ я вернусь въ V части работы.



Фиг. 11. — Увеличение $\frac{650}{1}$.
Поверх. металлов.



Фиг. 10. — Увеличение $\frac{650}{1}$.

лѣзной эвтектики не находятся. Онѣ выдѣлились изъ сплава позже, при болѣе низкой температурѣ чѣмъ сѣрнистое желѣзо. Это линіи углерода, онѣ выдѣлились при температурѣ $A_{r_1} = 690^\circ$.

Въ этихъ сплавахъ углерода содержится всего нѣсколько сотыхъ долей процента и потому здѣсь этотъ элементъ не могъ проявиться въ видѣ перлита, а слѣды этого послѣдняго отложились между кристаллами α желѣза. Но въ сплавахъ болѣе богатыхъ С видно, что перлитъ выдѣлился внутри зеренъ, ограниченныхъ сѣрно-желѣзной эвтектикой, которая является ему предѣломъ распространенія—слѣдовательно перлитъ выдѣлется послѣднимъ, какъ это будетъ показано въ V части работы. Такимъ образомъ здѣсь замѣтны 2 послѣдующія кристаллизаціи: одна, происшедшая при высшей температурѣ, связанная съ выдѣленіемъ сѣрно-желѣзной эвтектики, другая при болѣе низкой температурѣ и связана съ выдѣленіемъ перлита—эта послѣдняя происходитъ при температурѣ A_r , а первая температура—неизвѣстна, но лежитъ выше. Къ этому вопросу я вернусь въ V части работы.

Цвѣтъ сплавовъ. Продажное сѣрнистое желѣзо въ изломѣ имѣетъ буро-бронзовый цвѣтъ. На шлифахъ цвѣтъ и блескъ его совершенно металлическій, нѣсколько желтѣе стали и тусклѣе ея. По мѣрѣ пониженія содержанія сѣры въ сплавахъ, желтизна постепенно уменьшается и постепенно проявляется цвѣтъ желѣза. Содержаніе даже 3% S не вліяетъ на цвѣтъ желѣза, немного лишь понижая его блескъ. Никакихъ рѣзкихъ измѣненій цвѣта, наблюдаемыхъ напримѣръ въ рядѣ мѣдно—цинковыхъ сплавовъ, здѣсь не наблюдается.

Свойства включеній сѣрно-желѣзной эвтектики. Химическая природа включеній сѣры въ стали, въ настоящее время выяснена, но количественный составъ ея не установленъ еще окончательно. Въ 1897 году было экспериментально показано Карно и Гуталемъ¹⁾, что сѣра включена въ сталь въ видѣ сѣрнистаго желѣза (FeS). Сталь, содержащую такія включенія, эти изслѣдователи обрабатывали нейтральнымъ растворомъ хлорной мѣди, которая растворяетъ желѣзо. Остатокъ подвергался анализу. Анализъ далъ:

$$\text{Fe} = 0,1542 \text{ гр. или } 63,80\%$$

$$\text{S} = 0,0875 \text{ гр. или } 36,20\%$$

¹⁾ Comptes rendus, 19 juillet 1897, 9 juillet 1900.
Contribution à l'étude des alliages (1901) p. 499.

Формула же FeS требуетъ:

$$\text{Fe} = 63,63\%$$

$$\text{S} = 36,37\%$$

Предварительно же было экспериментально показано, что FeS не разлагается упомянутымъ реактивомъ. Тѣмъ же изслѣдователями было, также экспериментально, доказано, что въ техническихъ сортахъ стали S встрѣчается значительно чаще въ видѣ сѣрнистаго марганца—MnS. Какъ было уже упомянуто выше, въ 1906 г. Тамана и Трейчке показали что включенія эти состоятъ не изъ соединенія FeS, а изъ его эвтектики съ Fe. Это подтверждается термической діаграммой, указанныхъ изслѣдователей, по которой оказалось, что эвтектика близка по составу и по температурѣ плавленія къ продажному сѣрнистому желѣзу.

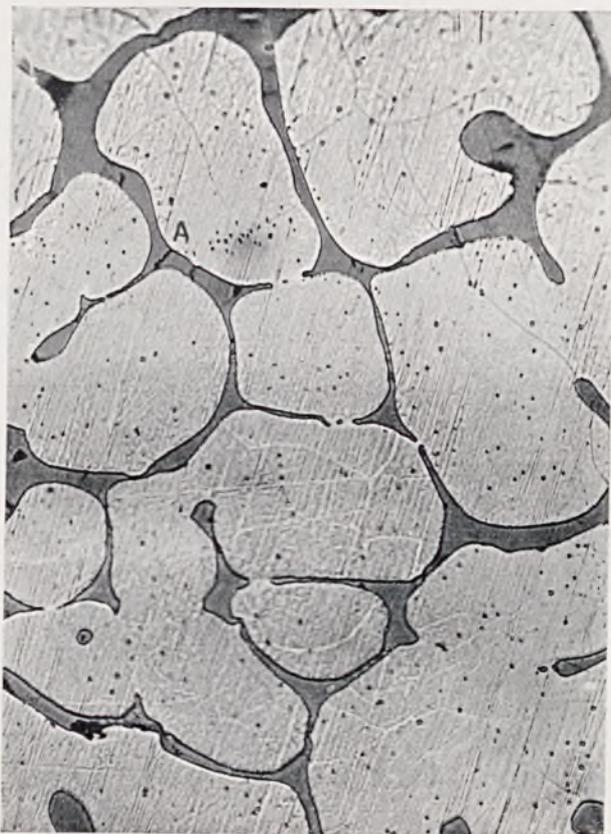
И въ вышеприведенныхъ числахъ анализовъ Карпо и Гугаля, желѣза получилось больше чѣмъ требуетъ формула FeS. Это можно объяснить тѣмъ, что примененный реактивъ извлекъ изъ поверхностныхъ слоевъ эвтектики — желѣзо, которое однако внутри включеній осталось.

Составъ этой эвтектики, по указаніямъ Тамана и Трейчке, состоитъ изъ 15% Fe и 85% FeS. Составъ этотъ нельзя считать однако установленнымъ окончательно, онъ требуетъ еще провѣрки, такъ какъ числа эти лишь приближенные.

При полировкѣ на мягкой подстилкѣ (напр. сукнѣ) включенія сѣрнистаго желѣза всегда получаютъ въ рельефѣ, такъ какъ твердость продажнаго сѣрнистаго желѣза 4,7, а мягкаго металлическаго желѣза 3,5. Это было мною показано въ другомъ мѣстѣ¹⁾. Тамъ же было показано, что въ химическомъ отношеніи включенія сѣрно-желѣзной эвтектики болѣе стойки, чѣмъ окружающій ихъ ферритъ; при дѣйствіи напр. пикриновой кислоты фонъ феррита разѣдается и понижается относительно поверхности включеній. Въ одномъ образцѣ это пониженіе было измѣрено и оказалось равнымъ 6-ти микронамъ.

Разсматривая поверхность включеній сѣрно-желѣзной эвтектики въ желѣзѣ и стали при возможно большихъ увеличеніяхъ, въ нихъ присутствія включеній желѣза эвтектоиднаго характера не замѣтно, настолько эти включенія малы.

¹⁾ См. мою статью: „Оптический методъ опредѣленія относительной твердости смежныхъ структурныхъ элементовъ сплавовъ.“ Зап. Им. Рус. Тех. Общ. 1908, а также Ж. Р. Ф. Х. О. 1908 г. № 4.



Фиг. 12. — Увеличеніе $\frac{650}{1}$.

Литое желѣзо, содержащее около 4% S.

Внутри кристаллитовъ желѣза, замѣтны линіи кристаллизаціи
α желѣза.

Подъ микроскопомъ эти включенія представляются ровными и однородными, какъ это видно на фиг. 12; мѣстами попадаются въ нихъ включенія сѣрой сѣтки—совершенно такого-же вида, какъ и въ продажномъ сѣрнистомъ желѣзѣ. Эта сѣрая сѣтка была описана выше; тамъ было указано, что она представляетъ собою сложную кислородно-сѣрно-железную эвтектику. Включенія этой сѣрой сѣтки наблюдаются и на включеніяхъ сѣрнистаго желѣза въ стали. На фиг. 12 онѣ замѣтны въ видѣ поясковъ (А) на вѣтвяхъ сѣрнистаго желѣза, а на фиг. 10 въ видѣ темныхъ пятенъ (А). Число этихъ сѣрыхъ включеній на пятнахъ сѣрнистаго желѣза бываетъ разное; иногда ихъ мало, иногда напротивъ очень много, въ особенности если сплавъ при своемъ приготовленіи сильно окислился. Ихъ можно вызвать и *искусственно*. Для этого выбирается шлифъ, содержащій по возможности меньше этихъ сѣрыхъ включеній въ вѣтвяхъ сѣрнистаго желѣза. Шлифъ накаливается докрасна при доступѣ воздуха. По охлажденіи отшлифовываютъ ту же поверхность. Оказывается что включенія сѣрнистаго желѣза полны сѣрой сѣтки. Это служитъ яснымъ доказательствомъ, что въ составъ этой сѣтки входитъ окисель желѣза (FeO). Но такую же сѣрую сѣтку можно найти, вырѣзая образецъ изъ центра стальной болванки, содержащей сѣру, куда кислородъ извнѣ не могъ проникнуть. Чѣмъ медленнѣе охлаждается сталь, тѣмъ сѣрая сѣтка получается болѣе крупной. Иногда эта сѣтка очень тонка, иногда совершенно сливается, имѣя видъ сплошнаго сизаго пятна.

Отсюда можно сдѣлать выводъ, что это окисленное соединеніе желѣза *выдѣлилось изъ желѣза при тѣхъ же условіяхъ* какъ и сѣрнистое желѣзо—и совместно съ нимъ. Иногда во включеніяхъ сѣрнистаго желѣза наблюдаются трещины и газовые пузыри.

Окончательный выводъ. Изученіе ряда сплавовъ между FeS и Fe приводитъ, на основаніи предыдущихъ данныхъ, къ слѣдующему окончательному выводу:

1) Въ сплавахъ почти чистаго желѣза съ сѣрой, сѣра, въ видѣ эвтектики FeS съ Fe, всегда располагается въ пространствѣ между кристаллитами феррита.

2) Иногда наблюдаются круглыя точечныя включенія той же эвтектики и внутри кристаллитовъ феррита. Такихъ включеній тѣмъ больше числомъ, чѣмъ больше размѣры кристаллиты феррита.

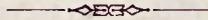
3) Эвтектика эта настолько мелка, что при обычныхъ условіяхъ охлажденія, структурныя элементы ея подѣ микроскопомъ не

видимы, они становятся видимы только въ сплавахъ медленно охлаждавшихся.

4) Обычной примѣсью къ этой эвтектикѣ является кислородъ. Количество его переменное и зависитъ отъ окисленія, происходившаго при плавкѣ или при накаливаніи сплава съ доступомъ воздуха.

5) Кислородъ проявляется въ формѣ сѣрой сѣтки, разбросанной на упомянутой въ пунктѣ 1-омъ эвтектикѣ. Сѣтка эта представляетъ собою сложную эвтектику (2-го порядка), состоящую изъ упомянутой въ пунктѣ 1 эвтектики FeS съ Fe и аналогичной ей эвтектики FeO съ Fe, въ которой сѣра замѣщена своимъ аналогомъ — кислородомъ.

Перехожу къ болѣе сложному случаю—къ сплавамъ, состоящимъ изъ Fe, S и C.



Сѣра въ углеродистой стали.

Разсмотрѣвъ характеръ распредѣленія сѣры въ видѣ сѣрно-железистой эвтектики въ литомъ желѣзѣ, почти не содержащемъ углерода (не имѣвшемъ вовсе узловъ перлита) и переходя къ содержащей сѣру стали, уже а priori можно сказать, что характеръ сплава не изменится и никакихъ новыхъ явленій ожидать нельзя, имѣя въ виду сталь съ малымъ и со среднимъ содержаніемъ углерода, не слишкомъ понижающимъ ея температуру плавленія.

Дѣйствительно, включенія сѣрнистаго желѣза выдѣляются, при охлажденіи стали, значительно раньше образованія перлита, и потому пятна перлита будутъ только узоромъ между узорами сѣрнистаго желѣза и ни въ какой причинной связи съ нимъ не будутъ находиться. Ко времени выдѣленія перлита изъ стали, выдѣленіе сѣрно-железистой эвтектики не только будетъ совершенно закончено, но она успѣетъ уже и отвердѣть. Концентрація твердаго раствора сѣры въ α желѣзѣ весьма мала, при температурѣ выдѣленія перлита и потому вліянія на выдѣленіе перлита изъ твердаго раствора имѣть не можетъ.

Но съ другой стороны, дѣлая переходъ къ желѣзу содержащему углеродъ, дѣлается переходъ отъ абстрактнаго къ реальному случаю — къ стали, сплаву, играющему столь важную роль въ технику, а потому, съ этой точки зрѣнія вопросъ представляетъ большой интересъ.

Приготовленіе пробныхъ болванокъ. Для изслѣдованія пришлось приготовить образцы стали съ нужнымъ содержаніемъ сѣры — искусственно, такъ какъ образцовъ, съ требовавшимся содержаніемъ сѣры, невозможно было выбрать изъ техническихъ продуктовъ. Для этого къ мягкой, литой, жидкой стали прибавлялось требуемое по расчету количество сѣры въ видѣ порошка продажнаго сѣрнистаго желѣза;

сплавъ перемѣшивался и отливался въ пробный чугунный стаканъ. Такъ были отлиты 8 болванокъ № 1 — 8. Номеръ болванки долженъ быть отвѣчать числу десятыхъ долей процента сѣры, такъ напримѣръ болванка № 1 должна была содержать 0,1% S, а № 5 — 0,5% S. Подробно изслѣдованы были болванки № 1, 3, 5, 8. Среднее содержаніе сѣры (проба для анализа бралась со шлифовъ) по анализу оказалось:

$$\text{№ 1 S} = 0,104\% \text{ } ^1)$$

$$\text{№ 3 S} = 0,276$$

$$\text{№ 5 S} = 0,539$$

$$\text{№ 8 S} = 0,869$$

Каждая изъ этихъ пробъ отливалась въ чугунный пробный стаканъ формы усѣченной пирамиды. Болванки № 1 — 7 вѣсили около 2,7 килограмма, а № 8 была значительно меньше, вѣсила всего 0,823 килограмма. Пробы № 1 — 7 охлаждались одинаково медленно, проба же № 8, вслѣдствіе своихъ малыхъ размѣровъ, охлаждалась быстро, что и отразилось на ея структурѣ.

Болванки были разрѣзаны вдоль на строгальномъ станкѣ, при этомъ оказалось, что онѣ сильно поздраваты внутри.

Изъ слоя болванки, средняго между наружной поверхностью болванки и ея осью, вырѣзалась призма. Средняя часть этой призмы шла на приготовленіе шлифа размѣромъ 15 × 15 × 10 м. м., а матеріаль по обѣ его стороны на химическій анализъ. Для опредѣленія сѣры, проба бралась съ обѣихъ поверхностей шлифа.

Вотъ результаты этихъ опредѣленій сѣры:

Болванки	Верхняя	нижняя	Среднее
	(полированная)	сторона	
	сторона	шлифа	
№ 1	0,104%	0,104%	0,104%
№ 3	0,285%	0,267%	0,276%
№ 5	0,577%	0,501%	0,539%
№ 7	0,479%	0,565%	—
№ 8	0,898%	0,839%	0,869%

¹⁾ Сѣра опредѣлялась по способу Schulte, описанному у: Ledebur, Leitfaden für Eisenhütten—Laboratorien (1903) S. 105, а также въ Stahl und Eisen 1896 S. 865 и 1897 S. 489.

Отсюда видно что, чѣмъ больше сѣры вводилось въ сталь, тѣмъ она распредѣлялась менѣе равномерно. Болванка № 7, вслѣдствіе очень неравномернаго распредѣленія въ ней сѣры, была изъята изъ изслѣдованія. Распредѣленіе же другихъ примѣсей въ стали: С, Si, Mn и P оказалось весьма равномернымъ.

Перехожу къ описанію отдѣльныхъ болванокъ.

Болванка № 1 съ S = 0,104⁰/₀. Химическій анализъ показалъ составъ:

$$C = 0,131\%$$

$$Si = 0,004$$

$$Mn = 0,374$$

$$S = 0,104$$

$$P = 0,006$$

Этотъ образецъ представляетъ совершенно особый интересъ, такъ какъ по содержанію сѣры эта сталь лежитъ *на границу красноломкой и некрасноломкой стали*. Поэтому она изслѣдована подробнѣе. Опытъковки ея показалъ, что матеріалъ куется, хотя уже образуются небольшія рванины по краямъ. Между тѣмъ, какъ болванка № 3 и всѣ остальные, съ возрастающимъ содержаніемъ сѣры, даютъ трещины или даже разваливаются на куски; фотографіи кованыхъ пробъ этихъ болванокъ приведены въ IV части работы.

Изслѣдованіе микроструктуры подъ микроскопомъ показало, что сѣра, включеная здѣсь въ видѣ сѣрно-железной эвтектики, часто содержитъ включенія кислорода въ видѣ сизыхъ пятенъ, сложной сѣрно-кислородно-железной эвтектики.

По поверхности шлифа эвтектика распредѣлена въ видѣ круглыхъ пятенъ, лежащихъ преимущественно въ ферритѣ, весьма рѣдко въ перлитѣ. Оказалось, что чѣмъ крупнѣе пятна перлита, тѣмъ меньше около нихъ сѣрно-железной эвтектики, а въ мѣстахъ скопленія этихъ сѣрнистыхъ включеній почти отсутствуетъ перлитъ и обратно въ мѣстахъ скопленія перлита почти нѣтъ включеній сѣры. Это интересное явленіе весьма часто наблюдается во всѣхъ образцахъ, содержащихъ углеродъ въ формѣ перлита, а сѣру въ видѣ сѣрно-железной эвтектики. То же явленіе, въ еще болѣе рѣзкой формѣ наблюдается, какъ будетъ показано ниже, и въ красноломкой сварочной стали, содержащей лишь слѣды сѣры, но зато содержащей кислородъ въ видѣ включеній кислородно-железной эвтектики. Явленіе это зависитъ однако и отъ термическихъ условій полученія сплава. При

продолжительномъ нагрѣвѣ жидкой стали, содержащей сѣру и углеродъ (при маломъ содержаніи марганца или его отсутствіи), оба эти элемента уменьшаются въ количествѣ. Можно получить и сталь очень богатую сѣрой, но содержащую и углеродъ въ видѣ перлита; для этого слѣдуетъ прибавить сѣру, въ видѣ сѣрнистаго желѣза, въ сталь непосредственно передъ отливкой.

Общая картина микроструктуры этого образца представлена на микрофотографіи фиг. 13 при увеличеніи $\frac{300}{1}$.

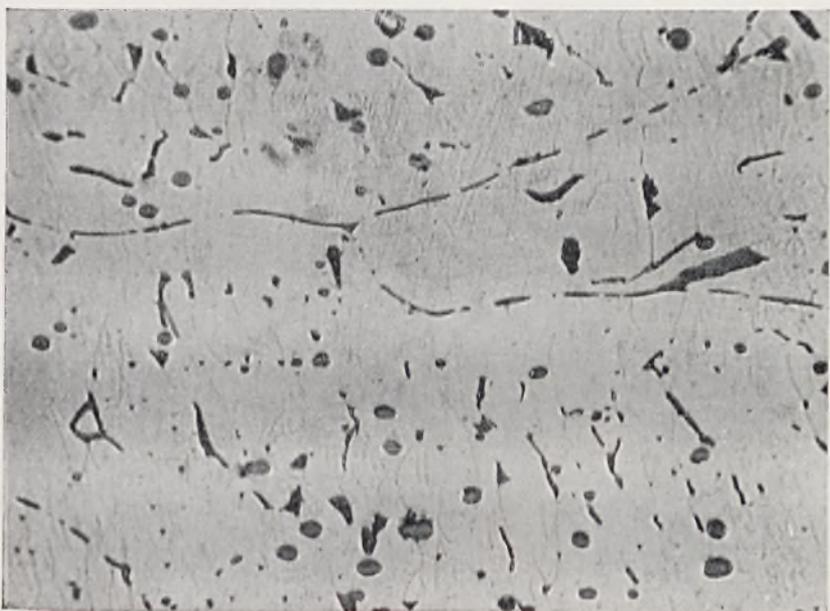
По блѣлому фону феррита распределены въ видѣ длинныхъ темныхъ угловатыхъ полосъ и пятен перлитъ. Между ними видны круглыя, болѣе свѣтлыя, пятна сѣрно-желѣзной эвтектики. Типичной формой этихъ включеній, для такого содержанія сѣры, являются круглыя, иногда немного овальныя, пятна, весьма рѣдко встрѣчаются короткія полосы.

Распределеніе включеній сѣрнистаго желѣза оказалось довольно равномернымъ на всемъ пространствѣ шлифа, представлявшемъ собою квадратъ 15×15 м. м., площадью $225 \square$ м. м., или $2,25 \square$ с. м. Для опредѣленія степени равномерности распределенія этихъ включеній по поверхности шлифа, было сосчитано число пятен при увеличеніи $\frac{250}{1}$ въ полѣ зрѣнія, имѣющимъ діаметръ 0,47 м. м., соответствующимъ площади въ $0,17 \square$ м. м. Измѣренія были произведены крестъ на крестъ на шлифѣ, всего было сосчитано число пятен 46 разъ, получились слѣдующія числа:

33	23	20	21	24	20	18	30
20	24	27	20	23	18	19	39
27	30	30	31	27	28	18	32
34	26	33	27	34	25	22	37
36	38	45	36	36	29	27	
26	35	27	38	20	30	15	

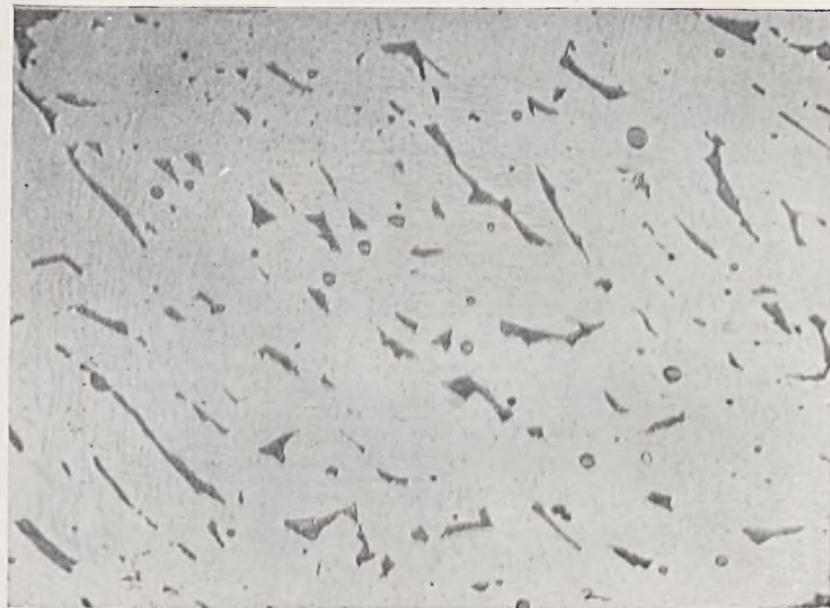
Среднее число пятенъ въ полѣ зрѣнія отсюда 27,78, слѣдовательно на $1 \square$ м. м. находится въ среднемъ 163,41 пятна.

Далѣе было произведено помощью микрометра опредѣленіе абсолютной величины этихъ пятенъ. При помощи стальной пластинки, съ нанесенными на нее дѣленіями въ 0,1 миллиметра каждое, положенной на предметный столикъ микроскопа (это такъ называемый объектъ-микрометръ), были измѣрены дѣленія окуляръ-микрометра, а помощью этого послѣдняго уже производились измѣренія діаметровъ



Фиг. 14. — Увеличение $\frac{300}{1}$.

Сильно краснеломкая сталь съ $S = 0,276\%$.



Фиг. 13. — Увеличение $\frac{300}{1}$.

Слабо краснеломкая сталь съ $S = 0,104\%$.

включений сѣрно-желѣзной эвтектики. Эти измѣренія показали, что средний діаметръ включеній равенъ 7 микроновъ, или — тысячныхъ долей миллиметра ¹⁾, наименьшій 2,3 микрона, изрѣдка попадаются большія, овальныя пятна, большая ось которыхъ 13,8, а малая ось 8,2 микроновъ. Другое такое же пятно имѣло оси 20,7 и 6,9 микроновъ. Вѣтви въ видѣ удлиненныхъ полосъ встрѣчаются весьма рѣдко. Вотъ размѣры 2-хъ такихъ вѣтвей:

длина вѣтви . .	52,9	46,0 микроновъ
средняя толщина .	1,2	2,3 микроновъ

Приходится удивляться какъ малы эти включения, производящія столь рѣзкое явленіе какъ красномомъ, а это лишь грубыя включения сравнительно съ тончайшими пленками сѣрно-желѣзной эвтектики между кристаллитами, видимыя лишь послѣ вытравки. Но они-то и являются истинными причинами явленія красномомъ.

Болванка № 3 съ S = 0,276⁰%. Химическій анализъ далъ:

C	= 0,073 ⁰ %
Si	= 0,001
Mn	= 0,311
S	= 0,276
P	= 0,003

Здѣсь по сравненіи съ болванкой № 1, замѣчается уменьшеніе C и Mn, а также и P и Si. И дѣйствительно, включеній перлита здѣсь меньше и онѣ тоньше. Болванка эта оказалась уже сильно красномомкой, она при кузнечной пробѣ показала не только рванины по краямъ, но и значительныя трещины на откованной поверхности, металл уже проявилъ картину полного разрушенія. Съ увеличеніемъ количества сѣры, увеличивается не только относительное число пятен сѣрнистаго желѣза, но и видъ ихъ. Пятна становятся нѣсколько большаго діаметра и многія изъ нихъ принимаютъ продолговатую форму. Въ этомъ образцѣ часто наблюдается длинная тонкая, часто прерывистая, полоса, тянущаяся черезъ все поле зрѣнія.

¹⁾ Микронъ, равный тысячной доли миллиметра, есть общепринятая мѣра для измѣренія линейныхъ величинъ подъ микроскопомъ. Микронъ обозначается греческой буквой мю — μ .

На фиг. 14 представлена микроструктура этого образца при увеличении $\frac{300}{1}$. Здесь видна и такая тонкая полоса, но середина микрофотографии она раздваивается. Сравнивая эту фотографию с предыдущей, видно, что пятна сѣрно-железной эвтектики увеличились числом и діаметромъ, включенія перлита стали тоньше и ихъ стало меньше.

Упомянутая выше длинная полоса—очень опасный структурный элементъ. Такую-же полосу можно видѣть и на фиг. 19. Сталь, содержащая такія полосовидныя включенія сѣрно-железной эвтектики—навѣрное будетъ красноломка.

Болванка № 5 съ S = 0,537 %. По анализу составъ оказался:

$$C = 0,063\%$$

$$Si = \text{слѣды}$$

$$Mn = 0,289$$

$$S = 0,539$$

$$P = \text{слѣды}$$

Здесь замѣтно дальнѣйшее пониженіе C и Mn.

При ковкѣ этой стали, она развалилась на куски—красноломъ проявился въ сильнѣйшей степени. Въ микроструктурѣ этого образца (фиг. 15 увеличеніе $\frac{300}{1}$) оказалось уже замѣтное стремленіе сѣрнстыхъ включеній слагаться въ дуги, образующія части сѣтки, которая облекаетъ кристаллиты феррита. Число пятенъ сѣрно-железной эвтектики напротивъ сильно понизилось. Перлитъ разбросанъ неравномѣрно, рѣдкими не большими включеніями.

Болванка № 8 съ S = 0,869 %. Химическій составъ по анализу оказался:

$$C = 0,043\%$$

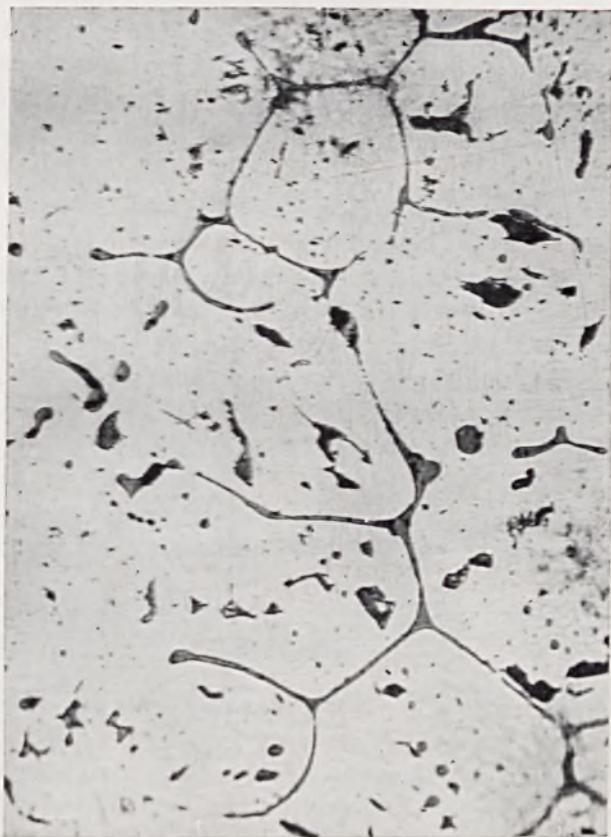
$$Si = \text{слѣды}$$

$$Mn = 0,301$$

$$S = 0,869$$

$$P = \text{слѣды}$$

Содержаніе C въ этой болванкѣ еще понизилось, между тѣмъ какъ содержаніе Mn увеличилось сравнительно съ № 5. Бѣглый



Фиг. 15. — Увеличение $\frac{300}{1}$.

Очень сильно красномомкая сталь съ $S = 0,539\%$.

Кристаллиты желѣза мѣстами окружены, видимымъ безъ вытравки, слоемъ сѣрно-желѣзной эвтектики.

взглядъ на микроструктуру показываетъ, что здѣсь мы имѣемъ дѣло съ явленіемъ своеобразнымъ (фиг. 16 и 17 при увеличеніи $\frac{300}{1}$).

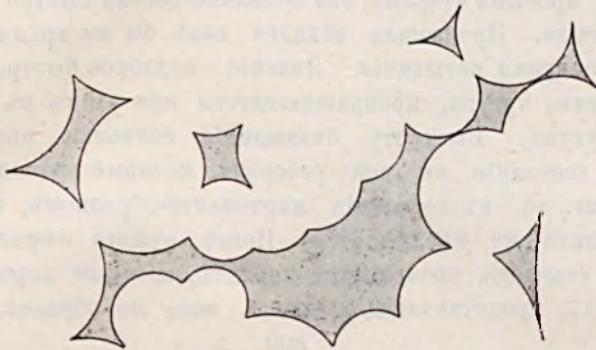
При такомъ содержаніи сѣры слѣдовало-бы ожидать еще болѣе значительнаго развитія вѣтвей сѣтки сѣрно-железной эвтектики, между тѣмъ какъ здѣсь наблюдаются короткія толстыя включения, ограниченныя пересѣкающимися отрѣзками дугъ, малаго діаметра, обращенныхъ вогнутой стороной наружу.

Причиной этого явленія, безъ сомнѣнія, является быстрое охлажденіе болванки, вслѣдствіе малыхъ ея размѣровъ. Предыдущія болванки имѣли вѣсъ около 2,7 килограмма, эта же вѣситъ всего 0,838 килограмма т. е. болѣе чѣмъ въ 3 раза меньше. Будучи отлита въ чугунный пробный стаканъ, эта болванка весьма быстро отвердѣла и быстро остыла. Прозвошла закалка какъ бы во время отливки, а также и во время остыванія. Явленіе—подобное быстрому охлажденію литейнаго чугуна, превращающагося при этомъ въ бѣлый закаленный чугунъ. Быстроту охлаждения болванки вполне подтверждаетъ состояніе въ ней углерода, который находится, какъ видно на фиг. 16, въ состояніи мартенсито-образномъ, нигдѣ признаков перлита не наблюдается. Послѣ отжига образца, вмѣсто этой формы углерода, проявляется перлитъ, который хорошо виденъ (Р) на фиг. 17, представляющей шлифъ того же образца, но послѣ отжига, при томъ же увеличеніи $\frac{300}{1}$. Характеръ включеній сѣрно-железной эвтектики *отъ отжига не измѣнился.*

Эта своеобразная структура образца представляетъ большой интересъ. Вглядываясь въ пятна сѣрнисстаго желѣза, легко замѣтить, что онѣ ограничены вогнутыми дугами фигуръ, близкихъ къ кругамъ небольшихъ радіусовъ. Характерными являются пятна, представляющія трехъ—или четырехъ—угольники съ вогнутыми сторонами и цѣль такихъ фигуръ. Если вспомнить, что сѣрно-железная эвтектика располагается въ пространствѣ между кристаллитами феррита, то необходимо допустить, что кристаллиты эти въ данномъ случаѣ должны имѣть шарообразную форму, а сѣченія ихъ представляться слѣдовательно кругами.

Изъ чертежа фиг. 18, (см. стр. 26) видно какимъ образомъ шарообразные кристаллы, или ихъ сростки, могутъ образовывать, наблюдаемая на микрофотографіяхъ, фигуры включеній сѣрно-железной эвтектики,

При кристаллизаціи стали, какъ извѣстно, при медленномъ охлажденіи, развиваются крупныя элементы структуры, растутъ большіе кристаллы и вѣтвистые дендриты феррита, и потому изломъ получается крупно кристаллическій. Еслибы такая сталь содержала значительную примѣсь сѣры, въ ней развилась бы сѣть сѣрно-железной эвтектики съ длинными и тонкими вѣтвями. Въ быстро охлаждающейся — кристаллизація протекаетъ скоро и развиваются только кристаллиты короткіе, имѣющіе болѣе или менѣе шарообразную форму или представляющіе *сростки такихъ шарообразныхъ кристалловъ*. Этотъ случай кристаллизаціи и имѣлъ мѣсто въ разма- триваемомъ сплавѣ.

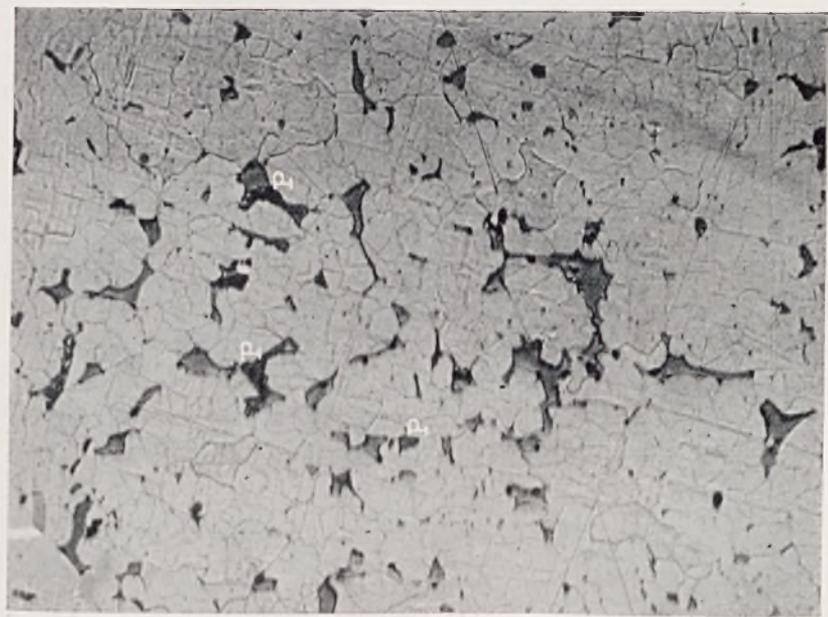


Фиг. 18.

Благодаря такой скорости отвердѣванія сплава, сѣра, хотя ея и было много, не имѣла достаточно времени чтобы воздѣйствовать на марганецъ и чтобы, образовавшійся MnS , всплылъ на поверхность жидкаго металла. Этимъ и можно объяснить почему сплавъ этотъ содержитъ марганца болѣе чѣмъ болванка № 5.

Отсюда видно, что видъ микровключеній сѣрно-железной эвтектики въ стали зависитъ не только отъ количества ея, но и отъ термическихъ условій, при которыхъ она выдѣлилась изъ сплава т. е. при которыхъ остывалъ сплавъ.

Температура, достаточная для превращенія мартенсито-образнаго состоянія углерода въ перлитъ, недостаточна для измѣненія вида включеній сѣрно-железной эвтектики. Для такого измѣненія, температура должна совпадать съ температурой, при которой происходитъ



Фиг. 17. — Увеличение $\frac{300}{1}$.

После отжига.

Очень резко красномолочная сталь, быстро отвердывшая при отливке и затвѣрь быстро охлаждаемая, ст. S = 0,869%.



Фиг. 16. — Увеличение $\frac{300}{1}$.

До отжига.

та кристаллизация стали, которая сопровождается выделением сѣры въ видѣ сѣрно-железной эвтектики изъ раствора. Это выделение происходит или изъ жидкаго или изъ твердаго раствора, подобно напримѣръ выделению перлита при температурѣ $Ar_1 = 690^\circ$, въ твердой стали.

Вопросъ этотъ будетъ разобранъ въ V части работы.

Сопоставленіе болванокъ № 1, 3, 5 и 8. Сводя результаты анализовъ, получимъ слѣдующую таблицу:

	C %	S %			Mn %	Si %	P %	Вѣсъ въ килогр.
		Въ видѣ S	Въ видѣ FeS	Въ видѣ эвтекти- ки ¹⁾				
Болванка № 1	0,131	0,104	0,286	0,336	0,374	0,004	0,006	2,7
„ № 3	0,073	0,276	0,759	0,893	0,311	0,001	0,003	2,7
„ № 5	0,063	0,539	1,482	1,744	0,289	слѣды	слѣды	2,7
„ № 8	0,043	0,869	2,390	2,812	0,301	слѣды	слѣды	0,838

Изъ этой таблицы ясно видно, что по мѣрѣ возрастанія содержанія сѣры, содержаніе углерода понижается. Понижается также и содержаніе марганца, превращающагося въ MnS и всплывающаго на поверхность жидкаго металла. Отсюда выводъ, что образованіе, по крайнѣйшій мѣрѣ части MnS, должно происходить въ жидкомъ еще металлѣ. Изъ таблицы видно, что въ № 8 произошло нѣкоторое увеличеніе содержанія марганца; объясненіе этому факту уже дано было выше.

Механическія свойства. При обработкѣ этихъ пробъ напилкомъ не наблюдалось никакой равности ихъ твердости, онѣ производили впечатлѣніе *мягкаго матеріала*.

¹⁾ Принимая составъ эвтектики по Таману и Трейчке равнымъ
85% FeS + 15% Fe.

Испытаніе образцовъ на разрывъ пельзы было, къ сожалѣнію, исполнить, такъ какъ, благодаря пористости матеріала, невозможно было приготовить нужныхъ для испытанія брусковъ¹⁾.

Чтобы выяснитъ, насколько возможно, механическія свойства этихъ матеріаловъ, были, совмѣстно съ В. И. Мейеромъ въ механической лабораторіи Варшавскаго Политехническаго Института, произведены слѣдующія испытанія, пользуясь для этого 5-ти и 60-ти тоннымъ прессомъ Амслера-Лафана.

При испытаніи на раздробленіе матеріаль оказался весьма вязкимъ. Для этого испытанія была выбрана болванка № 5 съ большимъ содержаніемъ сѣры, равнымъ 0,539%. Изъ нея былъ приготовленъ кубъ размѣровъ: 15,15 × 15,10 × 14,10 м. м. Онъ подвергался сдавливанію подъ прессомъ. Давленіе было доведено до 6400 к., при этомъ первоначальная высота куба 14,10 м. м. уменьшилась до 10,15 м. м., бока куба—выгучились. На образцѣ однако никакихъ трещинъ и рванннъ не оказалось, *следовательно матеріаль слѣдуетъ признать вязкимъ.*

Для опредѣленія твердости была примѣнена шариковая проба Бриннеля. Исполненіе этого испытанія оказалось затруднительнымъ—также вслѣдствіе пористости матеріала. Для этихъ опытовъ употреблялся шарикъ, діаметромъ 10,02 м. м., онъ устанавливался на выбранномъ мѣстѣ образца при помощи маленькаго комочка пластической массы, употребляемой мною для установки шлифовъ подъ микроскопомъ²⁾, и такимъ образомъ образецъ вносился подъ прессъ.

¹⁾ Можно было-бы приготовить красноромкую сталь, богатую сѣрой и не пузыристой, но такая сталь содержала бы значительное количество кремнія а это уже выходило бы за предѣлы, разсматриваемыхъ въ этомъ отдѣлѣ сплавовъ: Fe + S + C.

Такою напримѣръ сталь представляетъ:

$$C = 0,593\%$$

$$Si = 0,310$$

$$Mn = 1,102$$

$$S = 0,791$$

$$P = 0,035$$

Она была пригволена въ тигль, оказалась совершенно не пузыристой, но сильно красноромкой. Къ изученію такой стали, я предполагаю вернуться въ другомъ мѣстѣ.

²⁾ См. мою статью „Оптическій методъ опредѣленія относительной твердости смежныхъ структурныхъ элементовъ сплавовъ.“ Зап. Имп. Русск. Техн. Общ. 1908, или Ж. Р. Ф. Х. О. 1908 № 4.

Поверхность образцовъ имѣла размѣры около 15×15 м. м. при высотѣ около 10 м. м. Давленіе бралось въ 3, 2 и $\frac{1}{2}$ тонны. При примѣненіи 3 и 2 тоннъ давленія, вокругъ ямен образовывались трещины, при $\frac{1}{2}$ тоннѣ этого не происходило. При давленіи $\frac{1}{2}$ тонны получились слѣдующіе результаты:

Образецъ изъ болванокъ	Содержа- ніе S %	Диаметръ ямки м. м.	Площадь ямки I.	Твердость по Бринеллю $\frac{500}{I}$
№ 1	0,104	2,80	6,2832	80
№ 3	0,276	3,20	8,2624	61
№ 5	0,539	2,90	6,7513	74
№ 8 ¹⁾	0,869	2,55	5,1931	96

Здѣсь наблюдается своеобразное явленіе. Твердость по Бринеллю, съ возрастаніемъ содержанія сѣры, не возрастаетъ постепенно, а возрастаетъ проходя черезъ минимумъ, при содержаніи 0,276%, какъ видно изъ таблицы. Въ виду своеобразности результата, онъ былъ провѣренъ. Такъ на примѣръ для образца № 1, съ $S = 0,104\%$, получились слѣдующія близкія числа:

Диаметръ ямки	Площадь ямки I	Твердость по Бринеллю $\frac{500}{I}$
2,80	6,2832	80
2,75	6,0586	83
2,85	6,5172	77
2,80	6,2832	80

} среднее 80

¹⁾ Образецъ этотъ передъ опытомъ былъ отожженъ, онъ содержалъ углеродъ въ видѣ перлита.

Въ виду того, что сѣрнистое желѣзо болѣе твердо (тв. 4,7 по шкалѣ Моса), чѣмъ желѣзо (тв. около 3,5—4,0), слѣдовало бы ожидать, съ увеличеніемъ количества твердаго элемента структуры въ сплавѣ, постепенное возрастаніе твердости всего сплава. Но въ сплавѣ имѣется Mn и C, которымъ и слѣдуетъ приписать появленіе указаннаго минимума. Въ образцѣ № 1 имѣются 0,311% марганца, вѣроятно большая его часть находится въ сплавѣ съ желѣзомъ, меньшая же часть въ видѣ MnS. Первая форма марганца, совмѣстно съ максимумомъ содержанія C, и вызываетъ, вѣроятно, максимумъ твердости. Въ образцѣ—же № 3, вѣроятно вслѣдствіе значительнаго количества сѣры, весь марганецъ находится уже въ видѣ MnS, также какъ въ образцѣ № 5 и 8—это и есть вѣроятная причина образованія минимума твердости. Далѣе, вслѣдствіе постояннаго увеличенія болѣе твердаго элемента структуры въ № 5 и 8 — твердость постепенно возрастаетъ.

Было также произведено испытаніе на срѣзываніе, но къ сожалѣнію, благодаря пористости образцовъ, надежныхъ чиселъ не удалось получить¹⁾.

Выводъ. Изученіе микроструктуры мягкой стали, подобной вышеприведеннымъ образцамъ, и стали средней твердости, приводитъ къ тѣмъ же 5 выводамъ, полученнымъ для сплавовъ сѣры съ желѣзомъ, содержащихъ лишь слѣды углерода.

¹⁾ Срѣзываніе производилось на подборахъ, имѣвшихъ полуцилиндрическія выемки, приблизительно такого-же діаметра какъ и испытываемые бруски. Давленіе производилось при помощи сѣдла съ такимъ же углубленіемъ. Разстояніе опоръ было 11,1 м.м., ширина сѣдла 10,8 м.м., слѣдовательно прозоры между опорами и сѣдломъ равнялись вмѣстѣ около 0,3 м.м.

Брусокъ изъ болванки № 1, съ S = 0,104% при діаметрѣ 15,2 м.м., началъ срѣзываться въ одномъ случаѣ при 5000 килограммахъ, что соответствуетъ срѣзывающему усилию $13,78 \frac{\text{к}}{\square}$ м.м., вычисленному по формулѣ

$$\frac{P}{\Omega} = \frac{P}{2 \frac{\pi D^2}{4}}$$

гдѣ въ данномъ случаѣ P = 5000 к., D = 15,2 м.м.

Въ другомъ случаѣ срѣзываніе того же бруска происходило при 3200, что соответствуетъ срѣзывающему усилию въ $8,83 \frac{\text{к}}{\square}$ м.м.

Другой брусокъ того-же почти діаметра (15,3 м.м.), съ содержаніемъ сѣ-

Небольшая примесь углерода, следовательно, структуры не изменяетъ.

Къ этимъ выводамъ слѣдуетъ еще добавить выводъ относительно взаимнаго расположенія перлита и включеній сѣрно-железной эвтектики: эти послѣднія всегда располагаются въ ферритѣ (весьма рѣдко въ перлитѣ), а включения перлита разбросаны по ферритовому полю, болѣе или менѣе равномерно.

Вліяніе скорости охлажденія на размѣры и видъ включеній сѣрно-железной эвтектики. Вліяніе быстрого охлажденія на видъ включеній было уже разсмотрѣно при описаніи болванки № 8.

Остановлюсь поэтому здѣсь на обратномъ явленіи—медленномъ охлажденіи.

Хорошо извѣстно, что чѣмъ медленнѣе охлаждается болванка стали, тѣмъ крупнѣе развиваются ея структурные элементы, крупнѣе разрастаются, слѣдовательно, и дендриты феррита. Включения сѣры тѣсно связаны съ кристаллизацией феррита, должны потому также развиваться во все болѣе и болѣе крупныя формы, при все болѣе и болѣе медленномъ охлажденіи. Чѣмъ крупнѣе болванка стали, тѣмъ она медленнѣе охлаждается, съ одной и той же первоначальной температуры.

Разсмотренныя выше болванки, имѣли небольшіе размѣры, вѣсили всего 2,7 килограмма.

Для выясненія вопроса о распредѣленіи сѣры въ болванкахъ заводскаго размѣра, на одномъ изъ южно-русскихъ заводовъ, были приготовлены такія болванки.

Благодаря любезности инженеровъ завода, была для этой цѣли произведена мартеновская плавка. Когда плавка была закончена,

ры 0,702%, началъ срѣзываться при 3250 к., что соотвѣтствуетъ срѣзывающему усилию $8,96 \frac{\text{к}}{\square} \text{ м.м.}$

Эти низкія и колеблющіяся числа, можно объяснить значительной пористостью матеріала, не поддающейся учету.

Если сравнить наибольшее изъ приведенныхъ чиселъ $13,78 \frac{\text{к}}{\square} \text{ м.м.}$ со срѣзывающимъ усилиемъ для болтовой стали — $31,83 \frac{\text{к}}{\square} \text{ м.м.}$ (изъ опытовъ завода Gouin et Co, приведенныхъ у В. Л. Кирпичева, „Сопротивленіе матеріаловъ,“ 1898, I, стр. III), то получилось бы, что здѣсь ослабленіе произошло болѣе чѣмъ въ 2 раза.

Въ жидкую сталь было прибавлено покупного сѣрнистаго желѣза, сталь перемѣшена и отлита въ *болванки*, *размѣромъ каждая около $\frac{1}{4}$ тонны*, т. е. приблизительно въ 100 разъ больше описанныхъ болванокъ. Для ознакомленія съ видомъ излома болванокъ, онѣ были разбиты пополамъ на кофрѣ. Изломъ болванокъ показалъ, что онѣ были наполнены значительнымъ количествомъ газовыхъ пузырей. Иногда попадались пустоты, достигающія болѣе половины площади поперечнаго сѣченія болванки по срединѣ ея высоты. Замѣчательно, что стѣнки этихъ полостей имѣли бронзовый цвѣтъ отъ значительнаго скопленія на нихъ сѣрнистаго желѣза—это служитъ указаніемъ на вліяніе сѣры на образованіе пустотъ въ болванкахъ стали. Сѣра, какъ показали анализы, оказалась распределенной въ болванкахъ неравномѣрно — вѣроятно вслѣдствіе недостаточнаго перемѣшиванія стали передъ отливкой. Такъ въ кускѣ стали, изъ одной изъ этихъ болванокъ, величиной съ яблоко, въ разныхъ ея частяхъ, содержаніе сѣры оказалось: 0,759%, 0,119%, 0,774%. Всѣ эти болванки оказались красномужными въ сильной степени. Изъ одной изъ болванокъ этихъ, былъ выбранъ небольшой кусокъ, возможно однороднаго состава, изъ него былъ приготовленъ шлифъ и сдѣланъ анализъ.

Анализъ показалъ составъ:

$$C = 0,180\%$$

$$Si = \text{слѣды}$$

$$Mn = 0,460$$

$$S = 0,360$$

$$P = 0,033$$

Микроструктура, представленная на фиг. 19 при увеличеніи $\frac{300}{1}$, показываетъ значительное увеличеніе структурныхъ элементовъ, какъ перлита, такъ и включеній сѣрно-желѣзной эвтектики. Особенно рѣзко это выступаетъ, если сравнить эту микрофотографію съ микрофотографіей фиг. 14, представляющей, *при томъ-же увеличеніи*, структуру болванки № 3. Содержаніе сѣры въ обоихъ случаяхъ близкое—0,360% и 0,276%.

Средній размѣръ сѣрнистыхъ включеній, разсматриваемой болванки, оказался въ двое больше чѣмъ въ болванкѣ № 1: тамъ было 7 микроновъ, здѣсь—14 микроновъ. Во многихъ круглыхъ сѣрнистыхъ включенияхъ замѣчается сизое кристаллическое ядро MnS. Чтобы прослѣдить далѣе возрастаніе размѣровъ сѣрнистыхъ включеній съ уменьшеніемъ скорости охлажденія, у меня не имѣется, къ сожа-



Фиг. 19. — Увеличение $\frac{300}{1}$.

Красноломкая сталь из болванка в $\frac{1}{4}$ T, с $S = 0,360\%$.



Фиг. 20. — Увеличение $\frac{125}{1}$.

Стале-чугунь с $C = 1,987\%$ и $S = 1,883\%$.

лѣнію, матеріаловъ, но если обратиться къ *метеоритамъ*, большинство которыхъ содержитъ сѣрнистое желѣзо въ видѣ *троилита*, то мы будемъ имѣть хорошій примѣръ, весьма медленно охлаждающагося, слѣва.

Какъ извѣстно структурные элементы метеоритовъ весьма крупны, благодаря чрезвычайно медленному охлажденію ихъ. Крупность структуры многихъ метеоритовъ настолько велика, что рассматривая ее невооруженнымъ глазомъ на разстояніи наилучшаго зрѣнія, получается тоже впечатлѣніе размѣровъ структурныхъ элементовъ, какое получается при рассматриваніи стали при увеличеніи болѣе чѣмъ тысячекратномъ. Сѣрнистое желѣзо, встрѣчающееся въ метеоритахъ, называется **троилитомъ**. Нѣсколько соображеній о природѣ троилита приведены въ II части работы.

Представляетъ ли троилитъ сѣрно-желѣзную эвтектику — пока установить еще нельзя, нѣкоторые анализы въ научной литературѣ ¹⁾ указываютъ однако, что желѣза въ немъ нѣсколько больше чѣмъ требуетъ формула FeS. Присутствіе въ немъ кислорода, на основаніи моихъ наблюденій — вѣроятно.

Троилитъ въ метеоритахъ ²⁾ встрѣчается въ видѣ шарообразныхъ или яйцевидныхъ включеній, достигающихъ размѣровъ 9 с. м., 13 с. м. и былъ даже изолированъ кусокъ, вѣсившій 200 граммовъ. Въ нѣкоторыхъ метеоритахъ встрѣчаются включенія почти правильной шаровой формы, рѣже встрѣчаются включенія неправильной формы. Другой видъ, въ которомъ встрѣчаются эти включенія въ метеоритахъ — это прослойки, между гранями кристаллитовъ; къ числу ихъ относятся и такъ называемыя *рейхенбаховскія ламелли*, представляющія собой тонкія прослойки между кристаллическими плоскостями октаэдрическихъ метеоритовъ. Рейхенбаховскія ламелли представляются на шлифѣ въ видѣ длинныхъ тонкихъ линій. Эти линейныя включенія имѣютъ обыкновенно толщину 0,1—0,2 м. м. при длинѣ 15—35 м. м., но встрѣчаются и включенія большихъ размѣровъ; при толщинѣ 3—6 м. м. наблюдалась длина въ 70, въ 100 и даже въ 150 м. м. Включенія эти на шлифахъ представляются или въ видѣ сплошной или прерывистой линіи, также, слѣдовательно, какъ и въ стали. Характеръ распределенія троилита и формы его включеній

¹⁾ Cohen, Meteoritenkunde, Heft I (1894) S. 198.

²⁾ Тамъ же стр. 192.

можно видѣть на превосходныхъ фотографіяхъ метеоритовъ Бре-
зина и Кохенъ¹⁾.

Такимъ образомъ и въ метеоритахъ сѣрнистыя включенія
встрѣчаются въ тѣхъ же двухъ формахъ, какъ и въ стали: въ видѣ
округлыхъ точечныхъ включеній и въ видѣ прослоекъ между кри-
сталлитами основной металлической массы. Включенія эти отличаются,
отъ такихъ же включеній стали, своими громадными размѣрами.
Среди моихъ образцовъ имѣется напримѣръ троилитовое включеніе
изъ метеорита, выпавшаго 1776 году въ Толука въ Мексикѣ; оно
имѣетъ правильную яйцеобразную форму, большая ось его равняется
18 миллиметрамъ или 18000 микронамъ.

Сопоставляя размѣры сѣрнистыхъ включеній въ рассмотрѣн-
ныхъ выше образцахъ стали и въ метеоритахъ, получается слѣдующая
таблица:

Средній діаметръ сѣрнистыхъ включеній въ:

Болванкѣ № 1	==	7 микроновъ
Болванкѣ въ $\frac{1}{4}$ тонны	==	14 „
Въ метеоритѣ изъ Толука	==	18000 „
Въ метеоритѣ изъ Магура ²⁾	==	130000 „

Изъ этой таблицы видно до какой степени могутъ возрасти
размѣры структурныхъ элементовъ, при замедленіи охлажденія сплава.
Можетъ быть, изучая подобныя сопоставленія, можно было бы по-
дойти къ вопросу о времени, въ продолженіи котораго охлаждались
метеориты.

Метеориты представляютъ также большой интересъ для изу-
чающихъ вопросы, касающіеся термической обработки стали. Въ ме-
теоритахъ структурные элементы необычайныхъ размѣровъ; потому,
быть можетъ, въ ихъ структурѣ удастся подмѣтить такія особеннос-
сти, связанныя со скоростью охлажденія, которыя на стали можно
подмѣтить только съ величайшимъ трудомъ, благодаря относительной
мелкости ея структуры

Вліяніе углерода на видъ сѣрнистыхъ включеній. Вопросъ
этотъ не входитъ въ мою задачу. Изученіе его сводится къ изуче-

¹⁾ Brezina und Cohen, Die Structur und Zusammensetzung der Meteoriten,
erläutert durch photographische Abbildungen geätzter Schnittflächen (1887).

²⁾ Cohen, Meteoritenkunde (1894) S. 192. Размѣръ этого троилитоваго
включенія равенъ 13 сантиметровъ.

нію тройного сплава $Fe + S + C$, представляющаго большой теоретическій интересъ. Въ этой работѣ я ограничился лишь изученіемъ вліянія сѣры на мягкую сталь, для которой присутствіе сѣры особенно опасно — т. к. вызываетъ красноломъ.

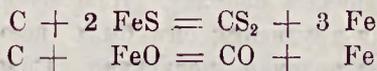
Для стали средней твердости характеръ включеній сѣры остается тотъ же что и для мягкой стали, случая выше разсмотрѣннаго.

Для стали твердой, со значительнымъ содержаніемъ углерода, примѣсь сѣры, какъ извѣстно, не опасна, т. к. то количество сѣры, которое можетъ содержаться въ такой стали (0,1 — 0,2%), понижается при плавкѣ большимъ количествомъ углерода и марганца, всегда присутствующихъ въ такой стали. Это установившееся мнѣніе въ техникѣ. Ледебуръ¹⁾ и Юптнеръ²⁾ указываютъ, что углеродъ присутствующій въ значительномъ количествѣ въ стали, содержащей сѣру, парализуетъ ея дѣйствіе, предотвращая красноломъ. Извѣстно также, что желѣзо, богатое углеродомъ, будучи плавлено съ сѣрой, теряетъ часть сѣры въ видѣ сѣроуглерода (CS_2)³⁾.

На такое пониженіе содержанія сѣры, даже въ мягкой стали, было мною уже указано выше. Также мною было указано, что при сплавленіи стали, содержащей около 0,6% углерода, со значительнымъ количествомъ сѣры, получился сплавъ, содержащій 14,193% S и всего лишь 0,1 C, который находится не въ кристаллахъ желѣза, а въ окружающей ихъ сѣрнистомъ желѣзѣ. Также и подъ микроскопомъ видно, что въ мѣстахъ богатыхъ сѣрой, (а также и кислородомъ), въ стали наблюдается мало перлита, и обратно, гдѣ много перлита тамъ мало сѣрнистыхъ (и кислородныхъ) включеній.

Такимъ образомъ сѣра и углеродъ въ стали, при достаточно высокой температурѣ и достаточной продолжительности воздѣйствія, удаляютъ другъ друга изъ стали, и притомъ тотъ элементъ удаляется полнѣе, который въ меньшемъ количествѣ присутствуетъ въ сплавѣ.

Воздѣйствіе происходитъ вѣроятно по реакціи:



Температура хода этой реакціи вѣроятно высокая, во всякомъ случаѣ реакція эта протекаетъ быстро, при температурѣ, выше температуры плавленія стали.

¹⁾ Ledebur, Eisenhüttenkunde (1903) 342.

²⁾ Jüptner, Siderologie (1902) II. 339.

³⁾ Ledebur, Eisenhüttenkunde (1903) 341.

Такимъ образомъ опасность проявленія краснелома въ твердой стали — невелика; въ особенности и потому, что углеродъ въ такую сталь вводится обыкновенно въ видѣ марганцовыхъ сплавовъ (щигеля).

При переходѣ желѣзоуглеродныхъ сплавовъ черезъ границу, отдѣляющую сталь отъ чугуновъ, простирающуюся отъ $C = 1,8\%$ до $2,0\%$, законъ температуры отвердѣванія сплавовъ рѣзко мѣняется, а вмѣстѣ съ этимъ и характеръ включеній сѣры. Въ чугунахъ онъ совершенно иной.

Не входя въ подробности этого интереснаго вопроса о сѣрѣ въ чугунахъ, какъ не входящаго въ рамки поставленной задачи, я ограничусь лишь двумя примѣрами. Эти примѣры представляютъ еще и въ томъ отношеніи интересъ, что на нихъ выясняется интересное отношеніе сѣрнистаго желѣза къ цементиту и перлиту.

Стале-чугунъ съ $1,987\%$ С (1-й примѣръ). Какъ извѣстно на термической диаграммѣ желѣзоуглеродистыхъ сплавовъ, сплавы, занимающіе интервалъ отъ $1,8\%$ до $2,0\%$ С, называются стале-чугунами (aciers—fontes). Они въ технику не находятъ примѣненія и являются границей, отдѣляющей сталь (сплавы до $1,8\%$ С) отъ чугуновъ (сплавы за $2,0\%$ С).

Исслѣдованный сплавъ, случайный заводской продуктъ ¹⁾, какъ разъ, лежитъ внутри этой пограничной полосы, на одномъ изъ ея краевъ.

Составъ по анализу оказался:

$$C = 1,987\%$$

$$Si = 0,478$$

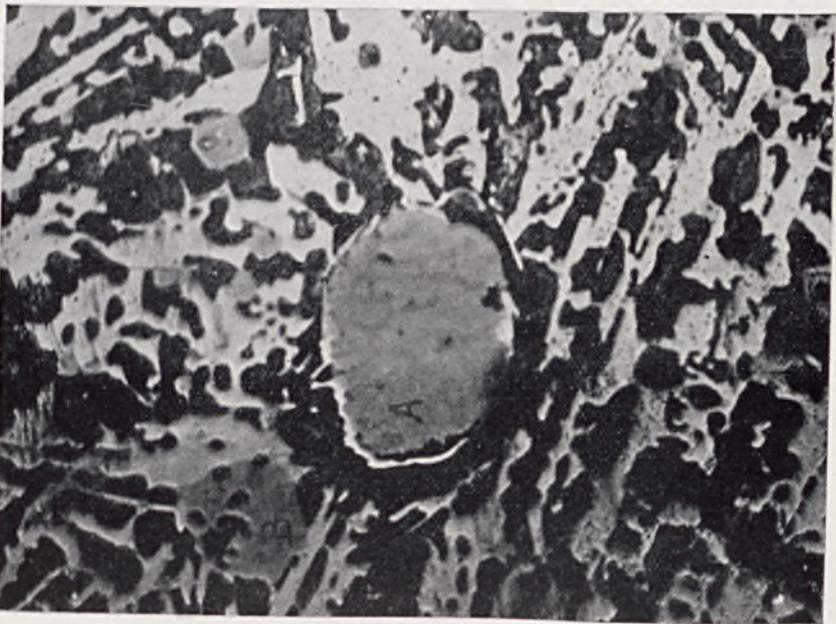
$$Mn = 0,196$$

$$S = 1,883$$

$$P = 0,056$$

Сплавъ не поддавался напильку. Измельченіе его для анализа представляло большія трудности; онъ былъ всетаки измельченъ въ ступкѣ Абиха, цѣною поломки послѣдней. Сплавъ этотъ оказался, при большой твердости, вязкимъ. Изломъ его напоминалъ и сталь и чугунъ.

¹⁾ Продуктъ этотъ образовался при пускѣ въ ходъ коксовой доменной печи, на одномъ изъ южно-русскихъ заводовъ; онъ представляетъ собой 2-ой выпускъ чугуна этой домны. Громадное содержаніе сѣры получилось изъ золы кокса, а такое значительное содержаніе сѣры понизило количество углерода сплава.



Фиг. 22. — Увеличение $\frac{650}{1}$.

Отблывший литейный чугунъ съ S = 1,03%.



Фиг. 21. — Увеличение $\frac{650}{1}$.

Тотъ же стале-чугунъ, что на фиг. 20, при большемъ увеличеніи.

Характеръ включеній сѣры совершенно иной чѣмъ въ стали и такой же какъ въ чугунахъ. Здѣсь сѣрнистыя включения проявляются въ двухъ видахъ: въ видѣ большихъ (40 микроновъ въ диаметрѣ въ среднемъ) круглыхъ пятенъ и въ видѣ включеній въ цементитѣ, такого-же запозистаго характера, какъ и самъ цементитъ. На фиг. 20 представлень общій характеръ этого сплава при увеличеніи $\frac{125}{1}$, послѣ вытравки пикриновой кислотой. Темный фонъ представляетъ основную перлитовую массу, по ней въ видѣ бѣлой сѣтки, распределень цементитъ. Внутри петель цементитовой сѣтки, по срединѣ микрофотографіи, видны четыре большихъ круглыхъ сѣрнистыхъ включения; одно изъ этихъ включеній, обозначенное буквой А, представлено при увеличеніи $\frac{650}{1}$ на фиг. 21. Здѣсь видны оба типа включеній: большое круглое включеніе А и включения В въ цементитѣ, такого-же характера структуры какъ и самъ цементитъ— запозистый; на фотографіи видно нѣсколько включеній В. И такъ здѣсь наблюдаются 2 типа включеній: 1) большія круглыя, всегда расположенныя въ перлитѣ и 2) запозистаго характера— всегда въ цементитѣ.

Первыя изъ этихъ включеній, большія круглыя, всегда окружены каймой цементита, въ свою очередь окруженнаго кольцомъ перлита, (фиг. 21 и 22); но, присматриваясь внимательно къ круглому сѣрнистому включенію, можно замѣтить, что на поверхности его распределена какая-то темная сѣтка, эту сѣтку лучше видно на фиг. 22 въ бѣломъ чугунѣ. Сѣтка эта не можетъ представлять собою сложную сѣрно-кислородно-железную эвтектику, вслѣдствіе большого содержанія углерода въ сплавѣ. При полировкѣ такого шлифа на резиновой подкладкѣ, помощью воды и чистой Fe_2O_3 , (на барельефѣ), упомянутая темная сѣтка проявляется въ видѣ бѣлыхъ эвтектикообразныхъ пятенъ. Отъ дѣйствія пикриновой кислоты нѣкоторыя изъ этихъ пятенъ, становятся темными, другія сохраняютъ свой яркій цвѣтъ, также сохраняетъ свой яркій цвѣтъ и кайма вокругъ включеній. Эти, непотемнѣвшія, включения представляютъ собою цементитъ, а потемнѣвшія — перлитъ, структуру котораго иногда ясно видно при большихъ увеличеніяхъ. Очевидно эти вещества выдѣлились изъ раствора въ сѣрнистомъ желѣзѣ при охлажденіи сплава. Такимъ образомъ видно, что сѣрнистое желѣзо способно не только растворять желѣзо, какъ это было показано выше, но также и цементитъ, а слѣдовательно и производное этихъ обоихъ — перлитъ.

Другимъ доводомъ, взаимной растворимости сѣрнистаго желѣза и цементита, являются пятна — В фиг. 21, въ цементитѣ.

Изъ приведенныхъ данныхъ, можно было бы сдѣлать интересные выводы о порядкѣ выдѣленія этихъ структурныхъ элементовъ, но это вывело бы за предѣлы, поставленной задачи.

Сѣра въ чугуиъ (2-ой примѣръ). Литейный чугуиъ, одного южно-русскаго завода, былъ сплавленъ съ продажнымъ сѣрнистымъ желѣзомъ. Изъ сплава приготовленъ шлифъ, микрофотографія котораго представлена на фиг. 22 при увеличеніи $\frac{650}{1}$.

Чугуиъ какъ видно отбѣлился. Въ немъ наблюдаются тѣ же два типа сѣристыхъ включеній. Большія круглыя пятна (А), окруженныя всегда каймой цементита, окруженнаго въ свою очередь кольцомъ перлита; внутри этого включенія на фотографіи видна, упомянутая сѣтка. Включенія другого типа имѣютъ структуру цементита, въ которой и включены. Эти два типа включеній характерны для бѣлыхъ чугуновъ.

Интересно измѣненіе количества марганца въ этомъ сплавѣ. Въ литейномъ чугуиѣ до сплавленія, марганца было 0,984%, послѣ сплавленія оказалось

$$\text{Mn} = 0,229\%$$

$$\text{S} = 1,103$$

Потеря марганца при сплавленіи, слѣдовательно, оказалась равной 0,755%, значить чугуиъ при сплавленіи потерялъ 76,7% марганца отъ первоначальнаго количества въ литейномъ чугуиѣ.

Такимъ образомъ видно, что сѣристыя включенія въ чугунахъ отличаются отъ такихъ же включеній стали не только характеромъ и видомъ, но и составомъ самой сѣристой эвтектики.

Въ составъ этой эвтектики уже не входитъ желѣзо, а его замѣнили здѣсь перлитъ и цементитъ, которые конечно при высокихъ температурахъ находятся въ состояніи мартенсита и аустенита¹⁾.

¹⁾ Интересная работа о сѣрѣ въ чугунахъ опубликована недавно М. Levy въ J. Iron. Inst. 1908.

Извлеченіе въ: Metallurgie 1908 № 11. S. 327.

Такія сѣрнистыя включенія въ чугуны, помимо дурныхъ вліяній, которыя оказываетъ сѣра на чугуны (напр. густоплавкость, отбѣлка, потеря углерода и марганца), еще должны понижать механическія качества чугуна.

Во II части этой работы экспериментально показано, что покупное сѣристое желѣзо раздробляется при давленіи $13 \frac{\text{к}}{\square}$ м. м., между тѣмъ какъ литейный чугуны — при $70-75 \frac{\text{к}}{\square}$ м. м., поэтому сѣрнистыя включенія въ чугуны должны понизить это число.

Въ слѣдующей IV части работы будетъ рассмотрѣно явленіе краснолома стали.



Къ вопросу о строеніи камфена.

КАЗИМИРА СЛАВИНСКАГО.

За послѣдніе годы въ лабораторіи покойнаго профессора Е. Е. Вагнера для изслѣдованія терпеновъ стали примѣняться, кромѣ метода окисленія перманганатомъ, еще другіе методы изслѣдованія съ цѣлью получить возможно большое количество терпеновыхъ производныхъ, которыя въ свою очередь послужили-бы матеріаломъ для установки структурныхъ формулъ исходныхъ терпеновъ. Однимъ изъ такихъ методовъ изслѣдованія является изученіе продуктовъ дѣйствія хлорноватистой кислоты на терпеновые соединения. До сихъ поръ были изучены продукты дѣйствія хлорноватистой кислоты на пиненъ¹⁾ и пинполъ²⁾; настоящая работа имѣла цѣлью изученіе продуктовъ дѣйствія хлорноватистой кислоты на камфенъ.

Присоединеніе хлорноватистой кислоты къ камфену.

Условія присоединенія хлорноватистой кислоты къ камфену были очень близки къ тѣмъ условіямъ, при которыхъ присоединялась хлорноватистая кислота къ пинену³⁾; разница состояла лишь въ томъ, что камфенъ — какъ тѣло твердое — предварительно растворялся въ низкокипящемъ лигроинѣ. Присоединеніе производилось слѣдующимъ образомъ: въ десятилитровую бутылку вливался растворъ 30 гр. камфена въ 30 кц. лигроина, и растворъ 30 гр. уксусной

¹⁾ Berl. Ber: XXXII — 2065.

²⁾ Ж. Р. Ф. Х. О. XXX — 682.

³⁾ Berl. Ber: XXXII — 2065.

кислоты въ 600 кц: воды; затѣмъ клалось такое количество льда, чтобы во все время приливанія раствора жавелевой воды ледъ находился въ бутылѣ.

Приливаніе жавелевой воды къ этой смѣси производилось малыми порціями, спачала по 10 кц. при постоянномъ встряхиваніи бутылки (концентрація раствора жавелевой воды была приблизительно 2⁰/₀); количество приливаемой за одинъ разъ жавелевой воды мало по малу увеличивалось; общее количество прилитой жавелевой воды было таково, чтобы на частицу камфена приходилась частица хлорноватистой кислоты. Послѣ того какъ реакція присоединенія хлорноватистой кислоты къ камфену кончилась, т. е. когда исчезъ запахъ хлорноватистой кислоты, избытокъ уксусной кислоты мы усредняли углекислымъ натріемъ и затѣмъ отдѣляли водный слой отъ лигроннаго слоя; оказалось однако, что водный слой содержалъ лишь слѣды продуктовъ, главное же ихъ количество находилось въ лигронномъ слоѣ.

Послѣ предварительной сушки надъ сплавленнымъ сѣрнокислымъ натріемъ, лигронный слой подвергался перегонкѣ подъ уменьшеннымъ давленіемъ, и первая уже перегонка дала, хотя и грубое, раздѣленіе на слѣдующія фракціи: 1) лигронъ, 2) твердый продуктъ, 3) жидкій продуктъ, и 4) твердый выше кипящій продуктъ; каждая изъ этихъ фракцій подвергалась дальнѣйшему изслѣдованію отдѣльно.

Нижекипящій твердый продуктъ. Послѣ нѣсколькихъ перегонокъ подъ уменьшеннымъ давленіемъ и окончательно послѣ перегонки надъ металлическимъ натріемъ подъ обыкновеннымъ давленіемъ, оказалось, что нижекипящій твердый продуктъ кипитъ 156—157⁰ и плав. 52⁰—53⁰ т. е. является не вошедшимъ въ реакцію камфеномъ. Количество не вошедшаго въ реакцію камфена составляло около 45% общаго количества взятаго для реакціи.

Такое большое количество не вошедшаго въ реакцію камфена указываетъ на трудность съ какой этотъ углеводородъ вступаетъ въ реакцію присоединенія; то же самое наблюдается при окисленіи камфена перманганатомъ, что несомнѣнно доказываетъ своеобразность этого углеводорода, выдѣляющую его изъ среды углеводородовъ содержащихъ этиленныя связи. Причины, вызывающія такія свойства камфена до сихъ поръ не выяснены; быть можетъ, они кроются въ томъ, что въ составъ того, что мы теперь называемъ камфеномъ, кромѣ *настоящаго камфена*, имѣющаго этиленную связь въ боковой цѣпи, входятъ циклическіе углеводороды, которые, какъ

известно, гораздо труднее вступают въ реакціи присоединенія, нежели непредѣльные углеводороды.

Жидкій продуктъ подъ давленіемъ 13-ти мм: кип.: 1) до 80°, 2) 80—85°, 3) 85—91°, 4) 91—92°, 5) 92—100°, 6) 100—120°.

Послѣ нѣсколькихъ перегонкохъ удалось выдѣлить главную фракцію, кипящую подъ давленіемъ 22 мм. 94,5—96,5°.

Опредѣленіе хлора по Каріусу дало слѣдующіе результаты:

I.	0,3317 гр. вещества	дали 0,2568 гр. AgCl	Cl = 19,14 ⁰ / ₀ .
II.	0,2168 гр. " "	0,1686 гр. " "	Cl = 19,24 ⁰ / ₀ .
	Вычислено для	C ₁₀ H ₁₅ Cl	Cl = 20,82 ⁰ / ₀ .

Анализъ этого вещества далъ слѣдующіе результаты:

0,1325 гр. вещества дали 0,3432 гр. CO₂ и 0,1114 гр. H₂O.

Вычислено для	C ₁₀ H ₁₅ Cl:	Найдено:
C = 70,38 ⁰ / ₀		C = 70,64 ⁰ / ₀
H = 8,80 ⁰ / ₀		H = 9,36 ⁰ / ₀ .

Данныя, полученныя при опредѣленіи углерода, водорода и хлора указываютъ на то, что анализируемый продуктъ нечистъ, съ другой стороны служатъ достаточнымъ доказательствомъ тому, что въ составъ анализируемаго вещества не входитъ кислородъ. На основаніи этого убѣжденія, что анализируемое вещество не содержитъ кислорода, оказалось возможнымъ дальнѣйшую очистку его вести при помощи перегонки подъ обыкновеннымъ давленіемъ.

Изъ фракціи кипящей подъ давленіемъ 22 мм. 94,5—96,5° послѣ нѣсколькихъ перегонкохъ подъ обыкновеннымъ давленіемъ получена была главная фракція 206—209°. Фракція эта подъ давленіемъ 23 мм. кл: 97—99°.

Опредѣленіе въ ней хлора по Каріусу дало результатъ, вполне согласующійся съ составомъ монохлоркамфена C₁₀H₁₅ Cl:

I.	0,2208 гр. вещества	дали 0,1850 гр. AgCl	Cl = 20,75 ⁰ / ₀
II.	0,2262 гр. " "	0,1880 гр. " "	Cl = 20,55 ⁰ / ₀
	Вычислено для	C ₁₀ H ₁₅ Cl:	Cl = 20,82 ⁰ / ₀ .

Анализы этого вещества дали слѣдующіе результаты:

I. 0,2332 гр. вещества дали 0,6000 гр. CO₂ и 0,1842 гр. H₂O.
 II. 0,2114 гр. " " 0,5510 гр. CO₂ и 0,1766 гр. H₂O.

Вычислено для	C ₁₀ H ₁₅ Cl:	Найдено:	I	II
C = 70,38 ⁰ / ₀		C =	70,15 ⁰ / ₀ —	70,10 ⁰ / ₀
H = 8,80 ⁰ / ₀		H =	8,79 ⁰ / ₀ —	9,14 ⁰ / ₀ .

На этотъ разъ полученныя результаты вполне согласуются съ составомъ монохлоркамфена C₁₀H₁₅ Cl; оказалось, однако, что

вещество это, несмотря на постоянную температуру кипѣнія и результаты анализа, является неоднороднымъ, такъ какъ спиртовый растворъ ляниса осаждаетъ лишь часть общаго количества содержащагося въ немъ хлора, а именно, опредѣленіе хлора спиртовымъ растворомъ ляниса дало слѣдующіе результаты:

I. 0,2506 гр. вещества дали 0,0692 гр. AgCl Cl = 6,82%

II. 0,2812 гр. „ „ 0,0786 гр. „ Cl = 6,87%

Вычислено для $C_{10}H_{15}Cl$: Cl = 20,82%.

Изъ общаго количества хлора 20,82%, спиртовый растворъ ляниса осаждаетъ приблизительно $\frac{1}{3}$ часть его, остальное же количество хлора въ этихъ условіяхъ опредѣлено быть не можетъ, что служитъ безспорнымъ доказательствомъ того, что фракція, кипящая при 23 мм. давленія 97—99° представляетъ собою смѣсь изомерныхъ веществъ, составъ которыхъ выражается формулой $C_{10}H_{15}Cl$.

Признавъ выдѣленный жидкій продуктъ смѣсью изомерныхъ хлоруровъ $C_{10}H_{15}Cl$, пришлось вмѣстѣ съ тѣмъ отказаться отъ раздѣленія этой смѣси при помощи фракціонированной перегонки, такъ какъ очевидно температуры кипѣнія отдѣльныхъ изомеровъ настолько близки, что раздѣлить ихъ при помощи перегонки нѣтъ возможности. Въ виду этого дальнѣйшее изслѣдованіе смѣси изомерныхъ хлоруровъ пришлось вести при помощи химическихъ методовъ. Раньше чѣмъ перейти къ этимъ изслѣдованіямъ, мы познакомимся съ содержимымъ вышекипящей кристаллической фракціи.

Вышекипящая кристаллическая фракція. Содержимое этой фракціи представляетъ главную массу продуктовъ, получающихся при непосредственномъ дѣйствіи хлорноватистой кислоты на камфень. Перегонка этого вещества подъ уменьшеннымъ давленіемъ указываетъ на то, что содержимое этой фракціи неоднородно, такъ какъ она кипѣла въ предѣлахъ 30-ти градусовъ. Перегонкѣ сопутствуетъ возгонка, поэтому было очевидно, что при помощи этого приѣма нельзя будетъ раздѣлить смѣси; опредѣливъ предварительно общее содержаніе хлора (25,80%), дальнѣйшее раздѣленіе этой смѣси производилось при помощи кристаллизаціи.

Во всѣхъ обычныхъ органическихъ растворителяхъ вещество это растворялось очень легко. Самымъ подходящимъ растворителемъ оказался водный растворъ метиловаго спирта, при помощи котораго, послѣ нѣсколькихъ кристаллизаціи, удалось выдѣлить три фракціи, содержащія слѣдующія количества хлора:

I. труднѣе раствор. 0,1820 гр. вещ. дали 0,2380 гр. AgCl. Cl=32,31%.

II. промежуточн 0,2281 гр. „ „ 0,2880 гр. AgCl. Cl=31,23%.

III. легче раствор. 0,2451 гр. вѣщ. дали 0,2061 гр. AgCl . $\text{Cl} = 20,31\%$.

Вычислено для $\text{C}_{10}\text{H}_{16}\text{Cl}_2$: 34,29% для $\text{C}_{10}\text{H}_{16}$ (HClO): 18,83%.

Хотя при помощи кристаллизаціи изъ раствора метиловаго спирта не удалось выдѣлить чистыхъ продуктовъ, все таки полученные результаты указываютъ на то, что въ составъ смѣси входятъ слѣдующія вещества: 1) хлоргидринъ $\text{C}_{10}\text{H}_{16}$ (HOCl) и 2) хлоруръ $\text{C}_{10}\text{H}_{16}\text{Cl}_2$.

Въ виду того, что во время кристаллизаціи происходитъ большая потеря продуктовъ, обусловливающаяся ихъ летучестію, и такъ какъ кристаллизація дала лишь грубое раздѣленіе смѣси, то мы должны были отказаться отъ механическихъ приѣмовъ раздѣленія этихъ веществъ и рѣшили раздѣлить ихъ при помощи химическихъ методовъ; химическія свойства хлоргидриновъ и хлоруровъ на столько разнятся другъ отъ друга, что можно было надѣяться на полный успѣхъ.

Образованіе этихъ соединеній въ нашихъ условіяхъ является вполне понятнымъ, такъ какъ изслѣдованія, произведенныя раньше надъ этиленными и терпеными углеводородами служатъ намъ достаточнымъ указаніемъ на то, что при дѣйствіи хлорноватистой кислоты на непредѣльные углеводороды образуются соединенія выше указанныхъ функцій, причемъ галондгидрины являются непосредственными производными исходныхъ углеводородовъ, хлористыя же соединенія могутъ являться или настоящими производными, или же, какъ это явствуетъ изъ работы Годлевскаго ¹⁾, могутъ имѣть другое строеніе. Что же касается хлоруровъ $\text{C}_{10}\text{H}_{15}\text{Cl}$, то они образовались или путемъ отщепленія воды отъ $\text{C}_{10}\text{H}_{16}$ (HOCl), или отнятіемъ HCl отъ хлорура $\text{C}_{10}\text{H}_{16}\text{Cl}_2$, или, быть можетъ, соединенія эти являются результатомъ обѣихъ этихъ реакцій.

Опредѣливъ приблизительно химическій характеръ полученныхъ нами продуктовъ, дальнѣйшія наши изслѣдованія мы могли вести согласно слѣдующему, точно опредѣленному плану.

О т д ѣ л ь I.

A. Раздѣленіе смѣси хлоргидрина $\text{C}_{10}\text{H}_{16}$ (OHCl) и хлорура $\text{C}_{10}\text{H}_{16}\text{Cl}_2$.

- 1) Дѣйствіе воднаго раствора ѣдкаго кали
на смѣсь: $\text{C}_{10}\text{H}_{16}$ (OHCl) и $\text{C}_{10}\text{H}_{16}\text{Cl}_2$.

¹⁾ „О циклопѣ“. Варшава 1903 г. стр. 15.

2) Дѣйствіе уксунаго ангидрида

на смѣсь: $C_{10}H_{16}(OHCl)$ и $C_{10}H_{16}Cl_2$.

В. Опредѣленіе строенія хлоргидрина и хлорюра.

1) Омыленіе уксунаго эфира хлоргидрина пл. 52,5.

2) Дѣйствіе уксуносеребряной соли на хлорюръ $C_{10}H_{16}Cl_2$.

О т д ѣ л ь П.

1) Возстановленіе смѣси хлорюрорвъ $C_{10}H_{15}Cl$.

2) Окисленіе " " перманганатомъ.

3) Дѣйствіе уксунонатріевой соли

на смѣсь хлорюрорвъ: $C_{10}H_{15}Cl$ при 140° .

4) Дѣйствіе уксуной кислоты въ присутствіи сѣрной на хлорюръ
 $C_{10}H_{15}Cl$.

Отдѣлъ первый.

Раздѣленіе смѣси хлоргидрина $C_{10}H_{16}(HClO)$ и хлорюра $C_{10}H_{16}Cl_2$.

Дѣйствіе воднаго раствора ѣдкаго кали на смѣсь: $C_{10}H_{16}Cl_2$ и $C_{10}H_{16}(HClO)$.

Этотъ опытъ, какъ явствуетъ изъ выше приведеннаго плана, былъ произведенъ съ цѣлью выдѣлить изъ смѣси чистый хлорюръ, такъ какъ слѣдовало ожидать, что хлоргидринъ въ этихъ условіяхъ будетъ реагировать гораздо легче съ ѣдкимъ кали, нежели хлорюръ. Продуктомъ реакціи слѣдовательно должны быть: неизмѣненный хлорюръ $C_{10}H_{16}Cl_2$ и окись $C_{10}H_{16}O$, образующаяся согласно слѣдующему уравненію: $C_{10}H_{16}(HClO) + KOH = C_{10}H_{16}O + KCl + H_2O$.

Опытъ велся въ слѣдующихъ условіяхъ: въ колбѣ съ обратнопоставленнымъ холодильникомъ нагрѣвалась вышеуказанная смѣсь въ теченіе 2-хъ часовъ съ избыткомъ 20% раствора ѣдкаго кали, послѣ чего продукты реакціи подвергались перегонкѣ съ водянымъ паромъ, причѣмъ вначалѣ гналась пріятно пахучая жидкость, а подѣ конецъ твердый продуктъ; отогнанный продуктъ содержалъ хлоръ; въ реакціонной колбѣ осталась часть менѣ летучаго твердаго вещества, которое было извлечено эфиромъ. Такимъ образомъ, продукты реакціи мы раздѣлили на: 1) жидкіе, легко перегоняющіеся съ водянымъ паромъ и 2) твердые, трудно перегоняющіеся съ водянымъ паромъ *б*.

Исследование жидкого продукта. Очистка этого продукта производилась при помощи перегонки под уменьшенным давлением; послѣ многократныхъ фракціонировокъ удалось выдѣлить главную фракцію, кипящую при 19 мм. 89—91°; содержимое этой фракціи содержало лишь слѣды хлора, котораго однако не удавалось удалить ни при помощи перегонки, ни при помощи химическихъ методовъ, а именно: нагрѣваніемъ съ окисью серебра въ присутствіи воды или окисленіемъ перманганатомъ. Въ виду этого пришлось отказаться отъ опредѣленія физическихъ свойствъ полученнаго продукта и заняться непосредственно изученіемъ химической природы предполагаемой окиси. Съ растворомъ кислой сѣрнистонатріевой соли вещество это дало кристаллическій продуктъ, образованіе котораго, хотя и наступаетъ лишь спустя нѣкоторое время, сопровождается однако значительнымъ выдѣленіемъ тепла. Обработывая полученный такимъ образомъ кристаллическій продуктъ растворомъ соды, мы выдѣлили жидкое вещество, имѣющее очень близкія физическія свойства съ исходнымъ продуктомъ. При перегонкѣ этого продукта подъ обыкновеннымъ давлениемъ 208—210° происходитъ его окисленіе и получается въ приемникѣ кристаллическая кислота плав. 118°; подъ уменьшеннымъ давлениемъ въ атмосферѣ водорода продуктъ этотъ кипитъ безъ разложенія 82—84° пр. 12 мм

Опредѣленіе удѣльнаго вѣса этого вещества при помощи пикнометра дало слѣдующіе результаты:

$$D \frac{0}{0} = 0,9571.$$

$$D \frac{15}{0} = 0,9284.$$

Анализъ этого вещества далъ слѣдующій результатъ:

0,2149 гр. вещества дали 0,6210 гр. CO₂ 0,2064 гр. H₂O.

Вычислено для C₁₀H₁₆O:

C = 78,94%

H = 10,53%

Найдено:

C = 78,87.

H = 10,66.

Способъ полученія этого вещества и вмѣстѣ съ тѣмъ необычайная легкость, съ какой оно окисляется, говорятъ въ пользу его альдегиднаго характера, поэтому, рассматривая его какъ изомеръ камфенилановаго альдегида, интересно было узнать, какъ будетъ онъ окисляться въ тѣхъ условіяхъ, въ какихъ Ягельки окислялъ камфенилановый альдегидъ ¹⁾, т. е. при нагрѣваніи его съ растворомъ соды.

¹⁾ Lieb. Annal 310—121.

Оказалось, что въ этихъ условіяхъ получается кислота пл. 118°; та же кислота образовалась при окисленіи этого вещества кислородомъ воздуха въ присутствіи воды при комнатной температурѣ.

Анализъ кислоты далъ слѣдующіе результаты:

0,1581 гр. вещества дали 0,4130 гр. CO₂ и 0,1382 гр. H₂O

0,2071 гр. " " 0,5424 гр. CO₂ и 0,1786 гр. H₂O

Вычислено для C ₁₀ H ₁₆ O ₂ :	Найдено: I	II
C = 71,43%	71,22	71,46.
H = 9,52%	9,63	9,56.

Физическія свойства этой кислоты, равно какъ и результаты ея анализа указываютъ на то, что кислота эта является кислотой изокамфенилановой, полученной Бредтомъ и Ягельки, при окисленіи камфенилановаго альдегида. Камфенилановый альдегидъ, какъ извѣстно, образуется изъ камфенгликоля подь вліяніемъ разведенныхъ миперальныхъ кислотъ ¹⁾.

Интереснымъ является тотъ фактъ, что въ литературѣ насчетъ окисленія камфенилановаго альдегида существуютъ противорѣчающія показанія.

Бредтъ и Ягельки окисляли камфенилановый альдегидъ и согласно условіямъ получали или камфенилановую кислоту, или изокамфенилановую ²⁾.

Зенковскій, окисляя камфенилановый альдегидъ въ различныхъ условіяхъ, всегда получалъ изокамфенилановую кислоту ³⁾.

Годлевскій, окисляя жидкій альдегидъ въ условіяхъ, въ которыхъ Бредтъ изъ камфенилановаго альдегида получилъ камфенилановую кислоту, получилъ ту же камфенилановую кислоту ⁴⁾.

Все мои попытки съ цѣлью перевести мой жидкій альдегидъ въ твердое состояніе, равно какъ и все попытки Годлевскаго въ этомъ направленіи не увѣнчались успѣхомъ; мой жидкій альдегидъ отличался существенно отъ альдегида Годлевскаго тѣмъ, что при окисленіи въ различныхъ условіяхъ всегда давалъ кислоту изокамфенилановую. Разница между температурами плавленія этихъ кислотъ настолько велика, что отличить ихъ другъ отъ друга очень легко, такъ какъ кислота камфенилановая плавится при 65°, изокамфенилановая же при 118°. Годлевскій высказалъ предположеніе, что жидкій

¹⁾ Berl. Ber. XXIII—2313.

²⁾ Lieb. Annal 310—122.

³⁾ Beiträge zur Camptenfrage—Göttingen 1905 г. 26 стр.

⁴⁾ „О цикленъ.“ Варшава 1903 г.—44 стр.

и твердый камфенилаповый альдегиды, которые окисляются въ одинъ и тѣ-же кислоты, являются стереоизомерными соединеніями ¹⁾. Счита-тая взгляды Годлевскаго вполне справедливыми, я хотѣлъ-бы указать на ту причину, которая по моему вызываетъ явленіе изомеріи между этими альдегидами.

При изученіи пинолгликолей оказалось, что существуютъ два изомерныхъ пинолгликоля; одинъ изъ нихъ былъ полученъ Валла-хомъ изъ бромистаго пинола методомъ Вюрца ²⁾, другой изомеръ былъ полученъ мною при окисленіи пинола перманганатомъ ³⁾. Изо-меры эти структурно тождественны, такъ какъ при окисленіи обонхъ гликолей получаютъ один и тѣ же продукты; болѣе подробное изу-ченіе этихъ соединеній привело къ заключенію, что гликоли эти являются *cis, cis-trans* изомерами ⁴⁾, и что единственной причиной, вызвавшей эту изомерию, является способъ ихъ полученія: въ первомъ случаѣ изъ бромюра, т. е. изъ продукта присоединенія галоидовъ къ частицѣ пинола, въ другомъ случаѣ путемъ непосредственнаго присоединенія водныхъ остатковъ по мѣсту двойной связи. Если обратимъ вниманіе на способы полученія твердаго и жидкаго альде-гидовъ, то увидимъ, что твердый альдегидъ, полученный Бредтомъ-Ягелькой, Вагнеромъ, Маевскимъ, Зенковскимъ, образовался или не-посредственно въ качествѣ продукта окисленія камфена, или посред-ственно изъ продукта его окисленія — гликоля, жидкій же альдегидъ полученный Годлевскимъ и мною, былъ полученъ изъ галондопро-изводныхъ камфена: Годлевскимъ изъ бромистаго камфена, мною изъ хлоргидрина камфенгликоля. Такъ какъ явленіе изомеріи въ обонхъ случаяхъ является повидимому результатомъ однихъ и тѣхъ же при-чинъ, а именно, зависитъ отъ различныхъ способовъ приготовления изомерныхъ соединеній, то и родъ изомеріи между твердымъ и жид-кимъ альдегидомъ долженъ быть тотъ же самый, какой мы имѣемъ и между изомерными пинолгликолями, а именно, пространственная изомерія; причина же, вызывающая эту изомерию, обусловливается методомъ ихъ полученія; изъ продуктовъ окисленія получается твер-дый альдегидъ, изъ галондопроизводныхъ — жидкій.

Такъ какъ мой жидкій альдегидъ при окисленіи всегда давалъ кислоту плав. 118°, то вѣроятно же всего казалось бы предположить,

¹⁾ loco citato 47 стр.

²⁾ Lieb. Annal. 259—₃₁₁ п 268—₂₂₂.

³⁾ Berl. Ber. XXVІІ—1644.

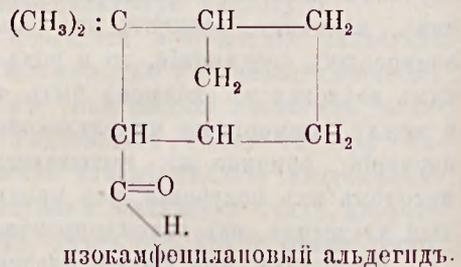
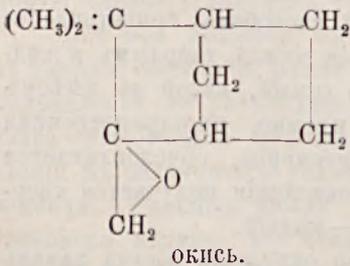
⁴⁾ Berl. Ber. XXXІІ—2068.

что жидкій альдегидъ отвѣчаетъ изокамфенилановой кислотѣ; однако въ виду того, что Годлевскій при окисленіи жидкаго альдегида получилъ кислоту камфенилановую и что данныя на счетъ окисленія камфенилановаго альдегида, добытыя съ одной стороны Бредтомъ и и Ягелькой, съ другой стороны Зенковскимъ, не согласуются между собою, пока нельзя ничего положительнаго сказать, какая связь существуетъ между альдегидами жидкими и твердыми, и кислотами камфенилановой и изокамфенилановой.

Мнѣ кажется, что по всей вѣроятности, причины, вызывающія переходъ обоихъ альдегидовъ въ ту или другую кислоту, лежатъ въ тѣхъ условіяхъ, которыми мы можемъ управлять по произволу въ условіяхъ нашихъ опытовъ, иначе пришлось бы допустить возможность ошибки въ опытахъ указанныхъ изслѣдователей; такого однако допущенія дѣлать мы не имѣемъ права.

Въ виду того, что существованіе жидкаго альдегида не подлежитъ никакому сомнѣнію, для отличія его отъ твердаго альдегида, не смотря на то, что связь между обоими альдегидами и кислотами не установлена, предлагаю его назвать *изокамфенилановымъ*.

Хотя жидкій продуктъ, получающійся при дѣйствіи воднаго раствора ѣдкаго кали на смѣсь $C_{10}H_{16}Cl_2$ и $C_{10}H_{16}$ ($HClO$) непосредственно не былъ изслѣдованъ, все таки мы имѣемъ право утверждать на основаніи его перехода въ изокамфенилановый альдегидъ при дѣйствіи раствора кислой сѣристонатріевой соли, что этотъ продуктъ является ожидаемою окисью, изомеризующуюся въ кислоту въ изокамфенилановый альдегидъ.



Причины, почему не удалось получить окиси безъ примѣси хлора, надо искать въ томъ, что по всей вѣроятности хлоруръ $C_{10}H_{16}Cl_2$ подъ дѣйствіемъ ѣдкаго кали разлагается, хотя и незначительно, и даетъ соединенія $C_{10}H_{15}Cl$, которыхъ температура кипѣнія лежитъ очень близко къ температурѣ кипѣнія окиси; въ виду этого фракціонировка не можетъ привести къ желаемому результату.

При фракціонировкѣ окиси получались вышекипящія кристаллическія фракціи, которыя были присоединены къ твердымъ продуктамъ, полученнымъ изъ порціи *b* послѣ отгонки эфира.

Изслѣдованіе твердаго менѣ летучаго продукта b. Продуктъ этотъ былъ очищенъ кристаллизаціей изъ метиловаго спирта, причемъ уже послѣ первыхъ кристаллизацій удалось получить продуктъ съ постоянной температурой пл. 139° — 140° .

Въ этомъ веществѣ было опредѣлено содержаніе хлора по Каріусу, причемъ получились слѣдующіе результаты:

0,1480 гр. вещества дали 0,2040 гр. AgCl.

Вычислено для $C_{10}H_{16}Cl_2$: Найдено:

Cl = 34,29%. Cl = 34,12%.

Опредѣленіе хлора при помощи спиртоваго раствора лянуса дало слѣдующій результатъ:

0,2512 гр. вещества дали 0,1768 гр. AgCl.

Вычислено для $\frac{C_{10}H_{16}Cl_2}{2}$: Найдено:

Cl = 17,15%. Cl = 17,39%.

Анализъ этого вещества далъ слѣдующіе результаты:

I. 0,1940 гр. вещества дали 0,4110 гр. CO₂ и 0,1363 гр. H₂O.

II. 0,2021 гр. " " 0,4283 гр. CO₂ и 0,1399 гр. H₂O.

Вычислено для $C_{10}H_{16}Cl_2$: Найдено: I II

C = 57,97 57,78 57,79

H = 7,73 7,78 7,79

Результаты всѣхъ приведенныхъ опредѣленій вполне согласуются съ формулой $C_{10}H_{16}Cl_2$.

Выдѣливъ такимъ образомъ чистый хлоруръ, мы хотѣли опредѣлить его т. кл. подъ уменьшеннымъ давленіемъ, оказалось однако, что намъ удалось опредѣлить это лишь приблизительно, потому что подъ давл. 20 мм. темпер. кип. лежитъ очень близко къ темпер. затвердванія этого вещества, а именно около 140° . Что же касается строенія этого хлорюра, то на основаніи его физическихъ свойствъ нельзя было сказать, является ли онъ производнымъ камфена или нѣтъ, такъ какъ настоящій хлористый камфенъ до сихъ поръ не былъ извѣстенъ.

Впрочемъ Spitzer¹⁾ считалъ хлористымъ камфеномъ хлоруръ $C_{10}H_{16}Cl_2$ плав. $155,5^{\circ}$, который получается при дѣйствіи пятихлори-

¹⁾ Lieb. Annal. 200—361.

стаго фосфора на камфору. Кстати замѣтить, что это дало ему поводъ утверждать, что въ камфорѣ, подобно тому, какъ и въ окисяхъ, кислородный атомъ связанъ съ двумя атомами углерода. Въ настоящее время, когда кетонная природа камфоры вполне установлена, хлорюрь полученный Spitzer'омъ долженъ быть признанъ производнымъ камфоры а не камфена, т. е. долженъ содержать два атома хлора при одномъ углѣ и углеродный скелетъ отвѣчающій борнеолу.

Ягельки получалъ хлористый камфенъ, дѣйствуя хлоромъ на камфенъ¹⁾; онъ приводитъ даже результаты опредѣленія хлора въ этомъ веществѣ, по т. н. л. этого хлорюра не указываетъ. За немѣніемъ указанія на счетъ физическихъ свойствъ хлористаго камфена, пришлось обратиться къ химическимъ методамъ изслѣдованія выдѣленнаго нами хлорюра. Этимъ путемъ намъ удалось доказать, что выдѣленный нами хлорюрь, пл. 139—140°, дѣйствительно является хлористымъ камфеномъ, какъ это явствуетъ изъ дальнѣйшаго хода этой работы. И такъ, при дѣйствіи воднаго раствора ѣдкаго кали на смѣсь $C_{10}H_{16}Cl_2$ и $C_{10}H_{16}$ ($ClHO$) получены были слѣдующіе результаты: 1) окись $C_{10}H_{16}O$, изомеризующая въ кислой средѣ въ изокамфенилановый альдегидъ, и 2) неизмѣнившійся хлорюрь $C_{10}H_{16}Cl_2$ пл. 140°.

Дѣйствіе уксуснаго ангидрида на смѣсь $C_{10}H_{16}Cl_2$ и $C_{10}H_{16}$ ($HClO$) при т. 140°.

Опытъ былъ поставленъ съ цѣлью выдѣлить хлоргидринъ и произведенъ былъ слѣдующимъ образомъ. Въ запаянныхъ трубкахъ нагрѣвалась при 140° въ продолженіе 6 часовъ смѣсь хлоргидрина и хлорюра съ такимъ количествомъ уксуснаго ангидрида, чтобы на частицу этихъ хлористыхъ соединеній приходилась частица уксуснаго ангидрида. Содержимое трубокъ выливалось въ воду, кислота нейтрализовалась содой и продуктъ реакціи извлекался эфиромъ. Высушенный эфирный растворъ далъ послѣ отгонки эфира смѣсь продуктовъ, которая послѣ нѣсколькихъ фракціонировокъ распалась на двѣ главныя фракціи: 1) 95°—97° и 2) 148—149° подъ давленіемъ 20 мм. Первая фракція жидкая, вторая кристаллическая — обѣ содержатъ хлоръ.

Жидкая фракція кип. подъ давл. 20 мм. 95—97°.

Опредѣленіе хлора въ этомъ продуктѣ дало слѣдующіе результаты:

¹⁾ Jaglekl „Ueber Apocamphersäure etc.“ Bonn 1897, стр. 80.

I.	0,2872 гр. вещества дали	0,2379 гр. AgCl.	
II.	0,2963 гр. " "	0,2435 гр. "	
	Вычислено для $C_{10}H_{15}Cl$:	Найдено:	I II
	Cl = 20,82%		20,49 20,33

Определение хлора спиртовым раствором ляписа, дало следующие результаты:

I.	0,2714 гр. вещества дали	0,0536 гр. AgCl.	
II.	0,2954 гр. " "	0,0616 гр. "	
	Вычислено для $C_{10}H_{15}Cl$:	Найдено:	I II
	Cl = 20,82%		4,90 5,14.

Анализ этого вещества дал следующие результаты:

I.	0,3834 гр. вещества дали	0,9867 гр. CO_2 и	0,3017 гр. H_2O .
II.	0,3397 гр. " "	0,8747 гр. " и	0,2665 гр. "
	Вычислено для $C_{10}H_{15}Cl$:	Найдено:	I II
	C = 70,38%		70,19 70,24
	H = 8,80%		8,74 8,72.

Приведенные данные указывают, что содержимое фракции, кип. при 20 мм.: 95—97°, представляет собою смесь хлорюров $C_{10}H_{15}Cl$, отличающаяся лишь незначительно по количеству составных частей от той смеси хлорюров, которая была получена при непосредственном действии хлорноватистой кислоты на камфен. Образование смеси хлорюров $C_{10}H_{15}Cl$ при действии уксусного ангидрида на смесь $C_{10}H_{16}Cl_2$ и $C_{10}H_{16}$ ($HCIO$) служит лучшим подтверждением выше высказанного взгляда, что хлорюры $C_{10}H_{15}Cl$, получающиеся при действии хлорноватистой кислоты на камфен, являются вторичными продуктами реакции.

Кристаллическая фракция плав. 52,5°.

Определение хлора в этом веществе дало следующие результаты:

I.	0,2989 гр. вещества дали	0,1875 гр. AgCl.	
II.	0,2077 гр. " "	0,1316 гр. "	
	Вычислено для: $C_{10}H_{16}Cl(C_2H_3O_2)$:	Найдено:	I II
	Cl = 15,40		15,49 15,74

Спиртовой раствор ляписа не осаждает в спиртовых растворах этого вещества AgCl.

Анализ этого вещества дал следующие результаты:

I.	0,3477 гр. вещества дали	0,7885 гр. CO_2 и	0,2532 гр. H_2O .
II.	0,2578 гр. " "	0,5896 гр. " и	0,1890 гр. "
	Вычислено для $C_{10}H_{16}Cl(C_2H_3O_2)$:	Найдено:	I II
	C = 62,47%		62,38 62,38
	H = 8,24%		8,16 8,14.

Изъ выше приведенныхъ данныхъ слѣдуетъ, что соединеніе пл. 52,5° представляетъ собою искусный эфиръ хлоргидрина. Такимъ образомъ при дѣйствіи искуснаго ангидрида на нашу смѣсь мы достигли: 1) выдѣленія хлоргидрина въ видѣ соответственнаго эфира и 2) получили довольно значительное количество смѣси хлорюровъ $C_{10}H_{15}Cl$. Другими словами, намъ удалось на этотъ разъ отдѣлить хлоргидринъ отъ хлористаго камфена, который въ свою очередь намъ удалось выдѣлить раньше при дѣйствіи воднаго раствора ѣдкаго кали на ту-же смѣсь.

Выдѣливъ хлорюръ $C_{10}H_{16}Cl_2$ и хлоргидринъ $C_{10}H_{16}(HClO)$, мы можемъ теперь запятаться установкой ихъ структурныхъ формулъ.

Опредѣленіе строенія хлоргидрина $C_{10}H_{16}(HClO)$ и хлорюра $C_{10}H_{16}Cl_2$, получающихся при дѣйствіи хлорноватистой кислоты на камфень.

Омыленіе искуснаго эфира хлоргидрина плав. 52,5°.

Выше мы видѣли, что при дѣйствіи воднаго раствора ѣдкаго кали на смѣсь $C_{10}H_{16}Cl_2$ и $C_{10}H_{16}(HClO)$ получается предполагаемая окись, изомеризующаяся въ изокамфенилановый альдегидъ; на основаніи этого перехода было высказано предположеніе о строеніи невыдѣленной въ чистомъ видѣ окиси.

Что же касается строенія исходнаго хлоргидрина, то я считаю возможнымъ дать отвѣтъ на этотъ вопросъ лишь тогда, когда соединеніе это удастся выдѣлить въ чистомъ видѣ и ближе изслѣдовать. Съ этой цѣлью я омылялъ эфиръ хлоргидрина. Омыленіе производилось слѣдующимъ образомъ: 25 гр. эфира пагрѣвались съ обратнопоставленнымъ холодильникомъ, съ 500 кц. 10% раствора ѣдкаго кали въ продолженіе 12 часовъ. Полученный продуктъ былъ отогнанъ съ водянымъ паромъ, высушенъ надъ безводнымъ серно-кислымъ натріемъ и перегнанъ при 21 мм. кп. 101°—104°. Подъ обыкновеннымъ давленіемъ вещество это кипѣло 206—211°, главная фракція 206—208°; эта фракція кипѣла при 20 мм. давл. 99—100,5°. Выдѣленный такимъ образомъ продуктъ не содержалъ хлора и представлялъ безцвѣтную жидкость съ пріятнымъ камфарнымъ запахомъ. Предѣленіе удѣльнаго вѣса этого вещества, при помощи пикнометра, дало слѣдующіе результаты:

$$D \frac{0}{0} 0,9375$$

$$D \frac{15}{0} 0,9254.$$

Анализъ этого вещества далъ слѣдующіе результаты:

I. 0,2634 гр. вещества дали 0,7604 гр. CO_2 и 0,2475 гр. H_2O .
 II. 0,2682 гр. " " 0,7730 гр. " и 0,2568 гр. "

Вычислено для $\text{C}_{10}\text{H}_{16}\text{O}$:	Найдено: I	II
C = 78,94%	78,73	78,97.
H = 10,53%	10,44	10,62

Такимъ образомъ на этотъ разъ намъ удалось выдѣлить чистую окись, опредѣлить ея физическія свойства и проконтролировать составъ.

Физическія свойства, равно какъ и нѣкоторыя химическія свойства окиси очень близки къ свойствамъ изокамфенилановаго альдегида, поэтому, желая убѣдиться въ различіи ихъ химическихъ функций, я подвергнулъ окисленію оба эти вещества (нагрѣвая съ растворомъ соды) въ одинаковыхъ условіяхъ. Полученные результаты доказали, что оба эти вещества, не смотря на то, что они даютъ кристаллическія соединенія съ растворомъ кислой сѣрнистой натріевой соли и что окрашиваютъ въ фіолетовый цвѣтъ растворъ фуксинской кислоты, на самомъ дѣлѣ различны, такъ какъ въ этомъ опытѣ изокамфенилановый альдегидъ далъ, какъ всегда, изокамфенилановую кислоту, а окись въ тѣхъ же условіяхъ кислыхъ продуктовъ не дала.

Убѣдившись въ томъ, что продуктъ $\text{C}_{10}\text{H}_{16}\text{O}$, полученный при омыленіи эфира хлоргидрина, есть на самомъ дѣлѣ окись, мы перевели ее въ изокамфенилановый альдегидъ, который въ свою очередь былъ окисленъ въ изокамфенилановую кислоту. Результаты этого опыта подтверждаютъ, что жидкій продуктъ, полученный при дѣйствіи раствора ѣдкаго кали на смѣсь $\text{C}_{10}\text{H}_{16}\text{Cl}_2$ и $\text{C}_{10}\text{H}_{16}$ (HClO), обязанъ своимъ происхожденіемъ хлоргидрину и представляетъ окись $\text{C}_{10}\text{H}_{16}\text{O}$, получающуюся также при омыленіи уксуснаго эфира хлоргидрина.

Образованіе же окиси $\text{C}_{10}\text{H}_{16}\text{O}$, которая въ кислой средѣ изомеризовалась бы въ изокамфенилановый альдегидъ, возможно только изъ хлоргидрина, полученнаго путемъ непосредственнаго присоединенія элементовъ хлорноватистой кислоты къ камфену т. е. изъ хлоргидрина камфенгликоля; поэтому мы должны признать продуктъ $\text{C}_{10}\text{H}_{16}(\text{HClO})$, получающійся непосредственно при дѣйствіи хлорноватистой кислоты на камфенъ, хлоргидриномъ камфенгликоля. Является лишь не разрѣшеннымъ вопросъ, при которомъ изъ углеродныхъ атомовъ камфена, связанныхъ двойною связью, находится хлоръ и при которомъ

(ОН). Согласно показаніямъ Краусскаго ¹⁾ нужно было ожидать, что группа (ОН) присоединится къ третичному углеродному атому, однако извѣстенъ случай, когда присоединеніе хлорноватистой кислоты происходитъ въ обратномъ направленіи, напр. по даннымъ Гинзберга, къ шиполу хлорноватистая кислота присоединяется такъ, что (ОН) становится къ болѣе гидрогенизированному углю. Поэтому окончательную формулу хлоргидрина камфенгликоля мы можемъ установить лишь тогда, когда опытнымъ путемъ докажемъ при какомъ изъ углеродныхъ атомовъ находится Cl, а при какомъ (ОН). Отвѣтъ на этотъ вопросъ мы получимъ попутно, при опредѣленіи строенія хлорюра $C_{10}H_{16}Cl_2$.

Дѣйствіе уксусносеребряной соли на $C_{10}H_{16}Cl_2$ при комнатной температурѣ.

Лучшимъ способомъ опредѣленія строенія нашего хлорюра мы считали тотъ, который позволилъ-бы намъ перейти отъ этого соединенія къ производнымъ хлоргидрина камфенгликоля, ибо въ такомъ случаѣ, еслибъ удалось намъ связать взаимными переходами этотъ хлорюръ съ хлоргидриномъ камфенгликоля, мы могли бы строеніе хлорюра свести къ строенію хлоргидрина, установленному нами раньше. Съ этой цѣлью мы рѣшили перевести при помощи уксусносеребряной соли нашъ хлорюръ въ уксусный эфиръ хлоргидрина, такъ какъ можно было надѣяться, что тотъ атомъ хлора, который осаждается спиртовымъ растворомъ ляписа, сравнительно легко замѣтится остаткомъ уксусной кислоты, согласно слѣд. уравн.: $C_{10}H_{16}Cl_2 + AgOOC.CH_3 = C_{10}H_{16}(Cl)OOC.CH_3 + AgCl$. Въ случаѣ тождества полученнаго эфира съ тѣмъ эфиромъ, который получается при дѣйствіи уксуснаго ангидрида на смѣсь $C_{10}H_{16}Cl_2$ и $C_{10}H_{16}(HClO)$, у насъ былобы достаточное доказательство того, 1) что хлорюръ, подобно хлоргидрину, является дѣйствительнымъ производнымъ камфена т. е. хлористымъ камфеномъ, 2) что въ обоихъ хлоргидринахъ группа (ОН) связана съ третичнымъ углероднымъ атомомъ, такъ какъ не подлежитъ ни малѣйшему сомнѣнію, что въ нашихъ условіяхъ только хлоръ, стоящій при третичномъ углѣ, можетъ замѣщаться остаткомъ уксусной кислоты.

Опытъ былъ поставленъ слѣдующимъ образомъ: къ раствору хлорюра въ 90% уксусной кислотѣ былъ прибавленъ избытокъ

¹⁾ Ж. Р. Ф. Х. О. XXXIII.—26.

²⁾ Ж. Р. Ф. Х. О. XXX.—618.

укусносеребряной соли. Реакція длилась нѣсколько мѣсяцевъ. Хотя реакція и не протекала количественно въ сторону образованія эфира, все таки намъ удалось выдѣлать изъ продуктовъ реакціи обычными приемами довольно значительное количество вещества пл. 52,5° съ характерными свойствами укуснаго эфира хлоргидрина камфенгликоля, полученнаго нами раньше при дѣйствіи укуснаго ангидрида на смѣсь $C_{10}H_{16}Cl_2$ и $C_{10}H_{16}(HClO)$.

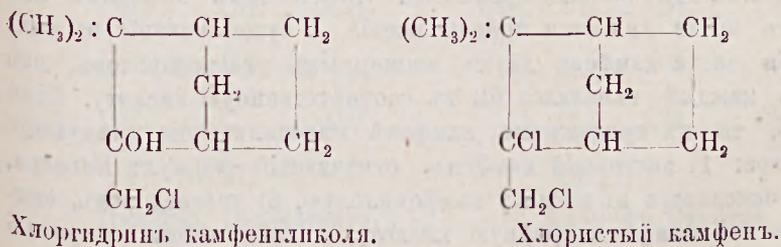
Анализъ этого вещества далъ слѣдующіе результаты:

0,2015 гр. вещества дали 0,4601 гр. CO_2 и 0,1496 гр. H_2O .

Вычислено для $C_{10}H_{16}Cl$. (ООС. CH_3)	Найдено:
C = 62,47	62,28
H = 8,24	8,21

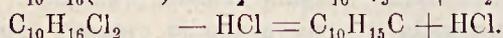
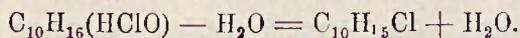
Кромѣ укуснаго эфира при этой реакціи образовалось нѣкоторое количество продуктовъ, кипящихъ при той температурѣ, при которой кипитъ смѣсь хлорюровъ $C_{10}H_{15}Cl$, поэтому можно предположить, что въ указанныхъ выше условіяхъ происходитъ и отніятіе HCl отъ хлорюра $C_{10}H_{16}Cl_2$.

Образованіе укуснаго эфира хлоргидрина камфенгликоля изъ хлорюра пл. 139—140° при дѣйствіи на него укусносеребряной соли доказываетъ, что этотъ хлорюръ является настоящимъ производнымъ камфена т. е. хлористымъ камфеномъ. Такъ какъ раньше мы пришли къ тому же заключенію и на счетъ хлоргидрина, то мы можемъ строеніе этихъ продуктовъ, получающихся при непосредственномъ дѣйствіи хлорноватистой кислоты на камфенъ, выразить слѣдующими формулами:

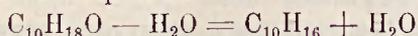


О смѣси хлорюровъ $C_{10}H_{15}Cl$.

Выше говорилось, что смѣсь изомерныхъ хлорюровъ, получающаяся при непосредственномъ дѣйствіи хлорноватистой кислоты на камфенъ, является результатомъ разложенія хлоргидрина или хлористаго камфена, согласно слѣдующимъ уравненіямъ:



Является очень правдоподобнымъ, что хлорюры $C_{10}H_{15}Cl$ обязаны своимъ происхожденіемъ даже обѣимъ этимъ реакціямъ, и если это такъ, то процессъ образованія этихъ хлорюровъ сводится къ тому типу реакцій, благодаря которымъ образуется камфенъ изъ изоборнеола и хлористого изоборниола:



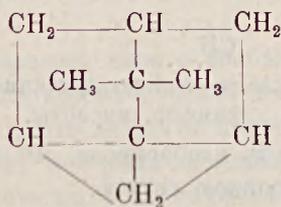
Продажный камфенъ, который еще недавно считался химическимъ индивидуумомъ, благодаря послѣднимъ работамъ, признанъ смѣсью изомерныхъ углеводородовъ.

Зепковскій и Мойхо ¹⁾, окисляя перманганатомъ камфенъ, полученный дѣйствіемъ хлористаго цинка на изоборнеолъ, выдѣлили предѣльный углеводородъ $C_{10}H_{16}$, который оказался тождественнымъ съ цикленомъ, полученнымъ Годлевскимъ изъ такъ называемаго бромистаго пинена. Изучая кислые продукты, получающіеся при окисленіи камфена, мы должны прійти къ заключенію, что окислившаяся часть камфена тоже неоднородна, такъ какъ нельзя допустить, чтобы изъ одного и того же углеводорода могли образоваться кислоты: α -окси-третичная кислота—камфениловая $C_{10}H_{16}O_3$ и двуосновная кислота $C_{10}H_{14}O_4$ —камфенкамфорная. Образованіе этихъ двухъ кислотъ изъ одного и того же углеводорода возможно только тогда, когда допустимъ что при окисленіи перманганатомъ въ условіяхъ Вагнера, существуютъ изомеризаціонные процессы, въ этихъ условіяхъ никогда не наблюдавшіеся. Логическимъ выводомъ изъ сказаннаго выше является предположеніе о существованіи въ окисляющейся части камфена двухъ изомерныхъ углеводородовъ, изъ которыхъ каждый окислялся бы въ соответственную кислоту. Если это такъ, то въ продажномъ камфенѣ находились бы слѣдующіе три изомера: 1) настоящій камфенъ, отвѣчающій формулѣ Вагнера, который окисляется въ кислоту камфениловую, 2) углеводородъ, окисляющійся въ камфенкамфорную кислоту и 3) цикленъ. Строеніе всѣхъ этихъ трехъ изомеровъ изучено мало. Лучше другихъ изученъ — „настоящій камфенъ“, о которомъ мы можемъ сказать лишь то, что онъ содержитъ двойную связь въ боковой цѣпи, что же касается строенія его углероднаго скелета, то его нельзя признать

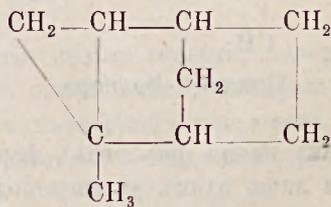
¹⁾ Berl. Ber. XXXVII. 1035.

точно установленнымъ. Относительно углеводорода, отвѣчающаго камфенкамфорной кислотѣ, въ виду того, что строеніе этой кислоты не установлено, ничего положительнаго сказать нельзя. Очень быть можетъ, что углеводородъ этотъ не содержитъ вовсе двойной связи; къ такому заключенію мы можемъ прийти на основаніи той трудности, съ какой камфенъ вступаетъ не только въ реакціи присоединенія но и на основаніи отношенія этого углеводорода къ перманганату. А такъ какъ и третій изомеръ, входящій въ составъ смѣси несомнѣнно циклическій, то смѣсь углеводородовъ, называемая общимъ именемъ „камфена“, состояла бы главнымъ образомъ изъ предѣльныхъ циклическихъ терпеновъ.

Строеніе циклена изучено очень мало; для этого углеводорода Годлевскій ¹⁾ предложилъ формулу, которую нельзя признать вѣрной, такъ какъ углеводородъ съ такимъ строеніемъ не можетъ образоваться изъ изоборнеола; между тѣмъ, какъ извѣстно изъ работы Зенковскаго и Мейхо, цикленъ получается на ряду съ камфеномъ изъ изоборнеола. Единственная, хорошо изученная реакція для циклена, переходъ его въ изоборнеоль, объясняется формулой Годлевскаго тоже неудовлетворительно. Формулу, предложенную Вагнеромъ для циклена въ одномъ изъ засѣданій Общества Естественныхъ Исследователей Варшавскаго Университета, тоже нельзя считать вполне установленной; эта формула однако имѣетъ то преимущество передъ формулой Годлевскаго, что объясняетъ хорошо и просто переходъ циклена въ изоборнеоль, равно какъ и образованіе этого углеводорода изъ изоборнеола.



Цикленъ Годлевскаго.

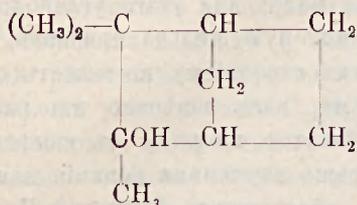


Цикленъ Вагнера.

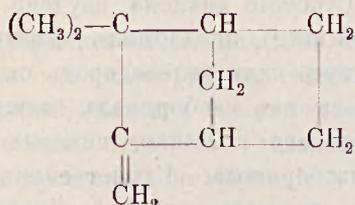
Вагнеръ высказалъ предположеніе, что образованіе новыхъ колець въ терпеномъ ряду обусловливается стереоизомеріей этихъ соединеній, которая препятствуетъ образованію этиленныхъ связей между углеродными атомами, входящими въ составъ двухъ пятиме-

¹⁾ „О цикленѣ.“ Варшава 1903 г. стр. 74.

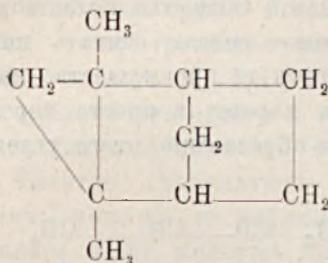
тильных колець. Бредтъ доказаль ¹⁾ что нельзя отнять элементовъ бромистоводородной кислоты отъ ангидрида монобромкамфорной кислоты, между тѣмъ какъ отъ эфира этой кислоты бромистый водородъ отщепляется легко и получается непредѣльная дегидрокамфорная кислота. Такъ какъ въ частицѣ изоборнеола находятся два пятиметиленные кольца такія же, какъ въ камфорной кислотѣ, то ясно, что при переходѣ изоборнеола въ камфень мы должны встрѣтиться съ тѣми же явлениями, съ которыми мы встрѣтились при отнятій бромистаго водорода отъ ангидрида монобромкамфорной кислоты. Въ силу вышесказаннаго изъ изоборнеола мы можемъ вывести лишь слѣдующіе изомерные углеводороды:



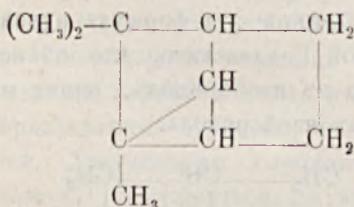
изоборнеоль



камфень Вагнера



Цикленъ Вагнера



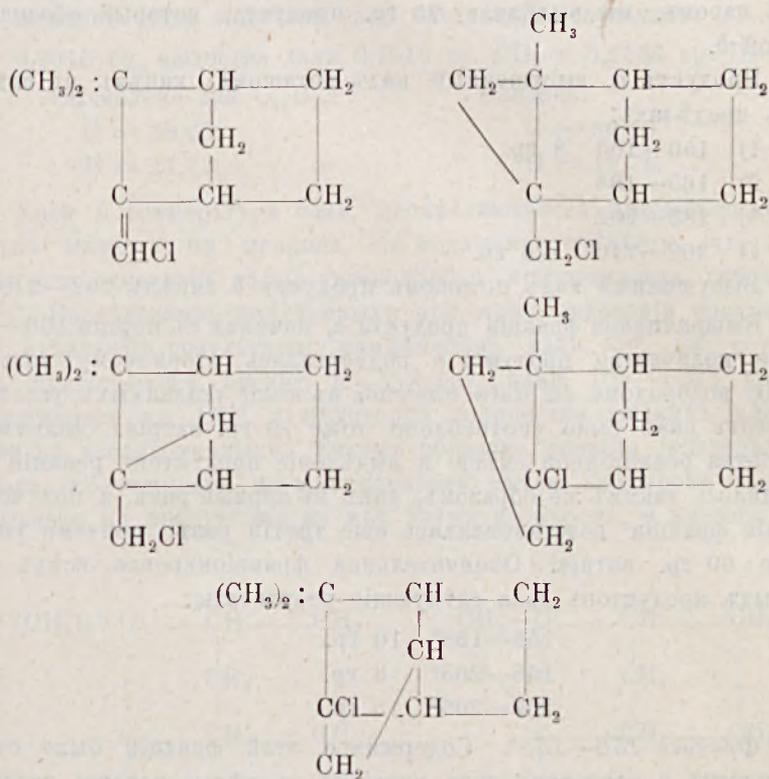
Цикленъ отвѣчающій камфор. камфор. кислоты.

Какъ видно изъ этихъ формулъ, изъ изоборнеола мы можемъ вывести лишь одинъ углеводородъ съ двойною связью.

Въ виду того, что частица хлористаго камфена построена аналогично частицѣ изоборнеола, изъ этого хлорюра должны образоваться моноклористыя соединенія, отвѣчающія тѣмъ углеводородамъ, которые образуются изъ изоборнеола. Кромѣ всѣхъ тѣхъ моноклоруровъ могутъ еще образоваться изомеры путемъ выдѣленія хлора, находящагося при CH_2 т. е. въ боковой цѣпи.

¹⁾ Berl. Ber. 35 стр 1287.

Такимъ образомъ, изъ смѣси хлоргидрина камфенгликоля и хлористаго камфена, мы можемъ ожидать образованія слѣдующихъ изомерныхъ моноклористыхъ соединеній $C_{10}H_{15}Cl$.



Заранѣе ничего положительнаго нельзя сказать, которые изъ этихъ изомеровъ входятъ въ составъ нашей смѣси, слѣдуетъ однако ожидать, что изъ пяти приведенныхъ изомерныхъ хлорюровъ образуются тѣ, которыхъ образованіе меньше всего нарушаетъ равновѣсіе существующихъ въ камфенѣ колець.

Возстановленіе смѣси моноклорюровъ $C_{10}H_{15}Cl$.

Опытъ этотъ былъ поставленъ съ цѣлью получить соответствующіе хлорюрамъ углеводороды; 46 гр. смѣси хлорюровъ было растворено въ 700 кц. спирта, и къ этому раствору прибавлялось малыми порціями 70 гр. натрія. Послѣ окончанія реакціи спиртъ вмѣстѣ съ болѣе летучими продуктами былъ отогнанъ на водяной банѣ, а оставшіеся менѣе летучіе продукты были отогнаны съ водянымъ паромъ.

Изъ спиртоваго отгона по разбавленіи его водой и прибавленіи хлористаго натрія было получено 18 гр. маслянистаго продукта, который мы обозначимъ буквой *a*. Изъ перегона, полученнаго водянымъ паромъ, мы выдѣлили 25 гр. продукта, который обозначимъ буквой *b*.

Продуктъ *a* высушенный надъ поташомъ, кипѣлъ въ слѣдующихъ предѣлахъ:

- 1) 156—163 8 гр.
- 2) 163—183
- 3) 183—202
- 4) 202—210° 4,5 гр.

Высушенный надъ поташомъ продуктъ *b* кипѣлъ 202—210°.

Вышекипяція фракціи продукта *a*, начиная съ порціи 163—183°, и все количество продукта *b* подвергались вторичному возстановленію водородомъ *in statu nascendi* въ выше указанныхъ условіяхъ. На этотъ разъ было употреблено тоже 70 гр. натрія. Дальнѣйшая обработка реакціонной смѣси и выдѣленіе продуктовъ реакціи производилось такимъ же образомъ, какъ въ первый разъ, а полученные высшія фракціи возстановлялись еще третій разъ, причемъ употреблено 60 гр. натрія. Окончательная фракціонировка всѣхъ полученныхъ продуктовъ дала слѣдующіе результаты:

- | | |
|----------|--------|
| 156—158° | 10 гр. |
| 158—205° | 3 гр. |
| 207—209° | 15 гр. |

Фракція 156—158°. Содержимое этой фракціи было отжато въ полотнѣ и перегнано надъ натріемъ съ цѣлью удалить послѣдніе слѣды хлора; продуктъ кипѣлъ 155,5—157° и плавился въ запаянномъ капиллярѣ 52—53,5°.

Анализъ этого вещества далъ слѣдующіе результаты:

0,1289 гр. вещества дали 0,4182 гр. CO₂ и 0,1371 гр. H₂O.

Вычислено для: C ₁₀ H ₁₅	Найдено
C = 88,23%	C 88,44
H = 11,77%	H 11,79

Изъ результатовъ анализа слѣдуетъ, что при возстановленіи смѣси хлоруровъ C₁₀H₁₅Cl получается либо одинъ углеводородъ C₁₀H₁₆, либо смѣсь изомерныхъ углеводородовъ съ тѣмъ же составомъ. Желая убѣдиться въ томъ, является ли нашъ продуктъ смѣсью или нѣтъ, я окислилъ его перманганатомъ. Не смотря на то, что для окисленія взятъ былъ избытокъ перманганата, и подъ конецъ

окисленіе велось при 60°, часть углеводорода не окислилась. Неокислившаяся часть углеводорода плавилась 59°—61°. Годлевскій для циклена указывает т. пл. 66,5°. ¹⁾

Анализъ этого вещества далъ слѣдующіе результаты:

0,2015 гр. вещества дали 0,6516 гр. CO₂ и 0,2133 гр. H₂O.

Вычислено для C₁₀H₁₆:

C = 88,23;

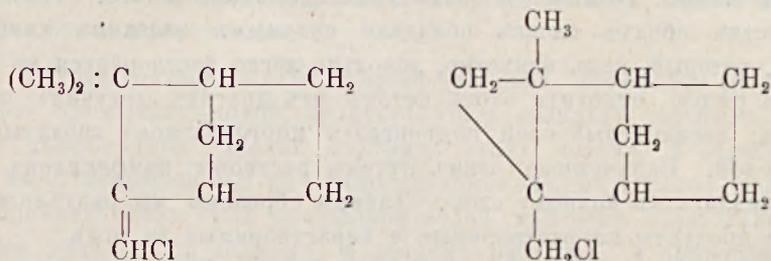
H = 11,77;

Найдено:

C = 88,18

H = 11,76.

Хотя и температура плав. неокислившагося углеводорода нѣсколько ниже т. пл. циклена, не подлежитъ сомнѣнію, что оставшаяся отъ окисленія часть углеводорода представляетъ собою циклень. Изслѣдованіе, полученныхъ при этомъ окисленіи продуктовъ, дало слѣдующіе результаты: камфенилонъ плав. 39°, изъ котораго былъ приготовленъ оксимъ по Ауверсу, плав. 105—106°; кислота камфениловая пл. 172° и нѣкоторое количество жидкихъ кислотъ, ближе не изслѣдованныхъ. Такимъ образомъ реакція окисленія продуктовъ, полученныхъ возстановленіемъ смѣси хлоруровъ C₁₀H₁₅Cl указываетъ на присутствіе въ ней двухъ изомеровъ, а именно:



Присутствіе перваго изомера доказываютъ полученные продукты окисленія: камфенилонъ и камфениловая кислота, присутствіе втораго — циклень.

Такъ какъ при возстановленіи часть хлоруровъ осталась неизмѣненной, то мы не можемъ, на основаніи результатовъ полученныхъ при возстановленіи смѣси хлоруровъ, судить о числѣ изомеровъ, входящихъ въ составъ смѣси. Мы считаемъ немаловажнымъ фактъ, что при окисленіи этого продукта не получилось ни слѣдовъ кислоты камфенкамфорной, которая получается въ качествѣ главнаго продукта окисленія камфена, на ряду съ камфениловой кислотой.

¹⁾ „О цикленѣ.“ Варшава 1903 г. стр. 23.

Окисленіе смѣси хлорюровъ $C_{10}H_{15}Cl$ перманганатомъ.

Такъ какъ возстановленіе не дало достаточныхъ указаній на счетъ числа изомерныхъ соединеній, входящихъ въ составъ смѣси хлорюровъ $C_{10}H_{15}Cl$, то я счелъ полезнымъ окислить ее перманганатомъ, предполагая получить, кромѣ указанныхъ, еще другіе продукты окисленія, которые могли бы пролить свѣтъ на присутствіе въ смѣси еще другихъ изомеровъ. Кромѣ того, я надѣялся выдѣлнить изъ смѣси часть циклическихъ хлорюровъ, которые должны окисляться значительно труднѣе, чѣмъ хлорюръ, имѣющій этиленную связь.

80 гр. смѣси хлорюровъ $C_{10}H_{15}Cl$ въ присутствіи соответствующаго количества соды было окислено при 0° 2% растворомъ перманганата (140 гр.). Растворъ перманганата приливался по каплямъ; сначала реакція протекала быстро, подъ конецъ значительно медленнѣе: въ общемъ же длилась 60 часовъ. Изъ реакціонной смѣси перегонкой съ водянымъ паромъ были отогнаны летучіе продукты; нелетучіе продукты вмѣстѣ съ окислами марганца остались въ перегонной колбѣ.

Измѣдованіе летучихъ продуктовъ. Перегонъ состоялъ изъ двухъ слоевъ: водянаго и болѣе тяжелаго маслянистаго. Такъ какъ вещества обоихъ слоевъ обладали сильнымъ запахомъ камфенилона, который, какъ извѣстно, довольно легко растворяется въ водѣ, то съ цѣлью отдѣлнить этотъ кетонъ отъ другихъ летучихъ продуктовъ, маслянистый слой подвергался многократному взбалтыванію съ водой. Полученные этимъ путемъ растворы камфенилона присоединялись къ водному слою. Такимъ образомъ мы раздѣлили летучіе продукты на растворимые и нерастворимые въ водѣ.

Растворимые въ водѣ летучіе продукты. Весь водный растворъ былъ насыщенъ поташомъ, и отъ него отогнанъ летучій продуктъ; перегонъ подвергался многократно той-же операціи, пока наконецъ не былъ выдѣленъ маслянистый слой. Слой этотъ былъ отдѣленъ окончателью отъ поташнаго раствора, высушенъ слявленнымъ поташомъ, перегнанъ подъ обыкновеннымъ давленіемъ, причемъ получилась слѣдующія фракціи:

1) $193-197^{\circ}$, 2) $197-200^{\circ}$, 3) $200-202^{\circ}$. Главная фракціи $197-200^{\circ}$ была кристаллическая и плавилась при 38° .

Анализъ этого вещества далъ слѣдующіе результаты:

0,3198 гр. вещества дали 0,7717 гр. CO_2 и 0,2489 гр. H_2O .

Вычислено для $C_9H_{14}O$:

C = 78,26%

H = 10,14%

Найдено:

C 77,62.

H 10,18.

Результаты анализа довольно близко подходят къ составу камфенилона; большая сравнительно разница въ содержаніи углерода объясняется летучестью этого кетона. Тѣмъ не менѣе нѣтъ никакого сомнѣнія, что полученное вещество представляет собою камфенилонъ, такъ какъ приготовленный изъ него по Ауверсу оксимъ плав. 105—106°.

Составъ этого оксима былъ проконтролированъ слѣдующими анализами:

0,3536 гр. вещества дали 0,9165 гр. CO₂ и 0,3160 гр. H₂O.

Опредѣленіе азота дало слѣдующій результатъ:

0,2021 гр. вещества дали 16,6 кд. N при 754 мм. 21,1° t°.

Вычислено для: C₉H₁₅NO

Найдено:

C = 70,59%

70,69

H = 9,88%

9,93

N = 9,15%

9,33.

На основаніи результатовъ анализова, равно какъ и на основаніи физическихъ свойствъ кетона и оксима, мы приходимъ къ убѣжденію, что летучій продуктъ, растворяющійся въ водѣ, является дѣйствительно *камфенилономъ*.

Нерастворимый въ водѣ летучій продуктъ. Не смотря на многократное промываніе водой, продуктъ этотъ обладалъ сильнымъ запахомъ камфенилона. Желая отдѣлить этотъ кетонъ, я обработалъ всю массу вещества (18 гр.) гидроксиламномъ по способу Ауверса. Реакціонная смѣсь была разбавлена водой, при чемъ образовавшійся оксимъ остался въ водномъ щелочномъ растворѣ, а непрореагировавшій маслянистый продуктъ выдѣлился изъ раствора и былъ отдѣленъ, высушенъ и перегнанъ подъ давл. 15 мм., онъ кипѣлъ 88—89°. Продукта этого получилось 14 гр.

Опредѣленіе хлора по Каріусу въ этомъ продуктѣ дало слѣдующій результатъ:

0,2633 гр. вещества дали 0,2180 гр. AgCl.

Вычислено для: C₁₀H₁₅Cl

Найдено:

Cl = 20,82%

20,47.

Спиртовый растворъ яншиа не осаждаеть въ этомъ хлорюрѣ хлора.

Анализъ этого вещества далъ слѣдующій результатъ:

0,2381 гр. вещества дали 0,6115 гр. CO₂ и 0,1885 гр. H₂O.

Вычислено для $C_{10}H_{15}Cl$:

C = 70,38

H = 8,80

Найдено:

70,06

8,77.

Определение удельнаго вѣса этого вещества, при помощи пикнометра, дало слѣдующій результатъ:

$$D \frac{0}{0} 1,0498$$

$$D \frac{10}{0} 1,0347.$$

Анализы нерастворимаго въ водѣ летучаго продукта доказываютъ, что онъ является или хлорюромъ, или смѣсью изомерныхъ хлорюровъ $C_{10}H_{15}Cl$, которая однако не содержитъ въ своемъ составѣ изомера, способнаго реагировать съ спиртовымъ растворомъ ляписа.

Итакъ единственнымъ летучимъ продуктомъ, получающимся при окисленіи смѣси изомерныхъ хлорюровъ $C_{10}H_{15}Cl$, является камфенилонъ, который нормальнымъ образомъ можетъ получиться только при окисленіи того хлорюра, который имѣетъ строеніе камфена и содержитъ хлоръ при двойной связи. Неокислившійся хлорюръ надо признать трициклическимъ изомеромъ.

Нелетучіе продукты окисленія смѣси хлорюровъ $C_{10}H_{15}Cl$. Нелетучіе продукты, оставшіеся послѣ отгонки летучихъ продуктовъ окисленія, могли быть или нейтральнаго или кислаго характера. Водный растворъ этихъ продуктовъ подвергался слѣдующей обработкѣ:

1) ѣдкое калі, образующееся вслѣдствіе восстановленія перманганата, нейтрализовалось CO_2 .

2) растворъ выпаривался до суха на водяной банѣ.

3) и полученный твердый остатокъ извлекался эфиромъ съ цѣлью отдѣлить нейтральные продукты. Послѣ отгонки эфира получено было незначительное количество (0,5 гр.) нейтральныхъ сиропообразныхъ продуктовъ, которые выдѣлили при стояніи немного кристалловъ плав. 205° . Вслѣдствіе недостатка матеріала пришлось отказаться отъ дальнѣйшаго изслѣдованія этого продукта.

Оставшіеся послѣ извлеченія эфиромъ нейтральныхъ продуктовъ соли были разложены сѣрной кислотой, и выдѣленные кислоты извлекались эфиромъ. Послѣ отгонки эфира осталась полукристаллическая масса, отъ которой кристаллическая часть кислотъ была отдѣлена фильтрованіемъ при помощи водянаго насоса. Главная часть

кислотъ была кристаллическая. Кислота эта послѣ кристаллизаціи изъ лигроннаго раствора плав. 150,5°.

Анализы этого вещества дали слѣдующіе результаты:

0,2077 гр. вещества дали 0,5508 гр. CO₂ и 0,1570 гр. H₂O
 0,2854 гр. " " 0,7519 гр. " " 0,2170 гр. "

Вычислено для C ₁₀ H ₁₄ O ₂ :	Найдено: I	II
C = 72,28%	72,32	71,89
H = 8,43%	8,42	8,44

Кислота эта летуча съ водянымъ паромъ; кристаллическая форма вполнѣ напоминаетъ форму дегидрокамфениловой кислоты; всѣ наблюдаемая свойства этой кислоты позволяютъ признать ее дегидрокамфениловой кислотой, одна лишь точка плавленія лежитъ выше той, которая указана была Маевскимъ (147°) для дегидрокамфениловой кислоты. 1) Желая устранить и это сомнѣніе, я приготовилъ дегидрокамфениловую кислоту по способу Маевского, и нашелъ точку плавленія ея 150,5, т. е. ту-же, при которой плавится наша кислота. Изъ сиропообразной смѣси кислотъ была выдѣлена въ видѣ трудно-растворимой натріевой соли камфениловая кислота пл. 172°, послѣ чего осталось небольшое количество жидкихъ кислотъ, которыя ближе изслѣдовать не было возможности по недостатку матеріала. И такъ при окисленіи смѣси хлорюровъ C₁₀H₁₅Cl получились: 1) камфенилонъ и камфениловая кислота, доказывающіе въ смѣси присутствіе хлорюра, имѣющаго строеніе камфена и содержащаго хлоръ при двойной связи, 2) дегидрокамфениловая кислота, которая, по всей вѣроятности, является продуктомъ окисленія того циклическаго хлорюра, который при возстановленіи даетъ цикленъ.

Образованіе дегидрокамфениловоыи кислоты при окисленіи смѣси хлорюровъ C₁₀H₁₅Cl, слѣдуетъ считать очень важнымъ обстоятельствомъ, проливающимъ свѣтъ на строеніе циклена, говорящимъ въ пользу Вагнерской формулы для этого углеводорода и служащимъ доказательствомъ, что циклену нельзя придавать формулы Годлевскаго. Хотя и непосредственно доказано не было, что циклену отвѣчаетъ дегидрокамфениловая кислота, всетаки въ виду того, что при возстановленіи хлорюровъ былъ полученъ цикленъ, а при ихъ окисленіи дегидрокамфениловая кислота, слѣдуетъ прійти къ заключенію, что эти циклическія соединенія отвѣчаютъ другъ другу.

1) Ж. Ф. Х. О. XXIX, стр. 125.

На основаніи результатовъ, полученныхъ при окисленіи смѣси хлорюровъ $C_{10}H_{15}Cl$, мы пришли лишь къ тому же заключенію, которое мы вывели изъ реакціи ихъ возстановленія, а именно: удалось намъ доказать присутствіе двухъ изомеровъ — непредѣльнаго и циклическаго; первый отвѣчаетъ камфену, второй повидимому циклену.

О дѣйствиіи уксуснонатріевой соли на смѣсь хлорюровъ $C_{10}H_{15}Cl$ въ растворѣ уксусной кислоты при 140° .

Результаты, полученные при возстановленіи смѣси хлорюровъ, равно какъ и результаты, полученные при окисленіи этой смѣси, говорятъ въ пользу того, что въ ней находятся два изомерные хлорюра; однакожь на основаніи теоретическихъ соображеній, приходимъ къ заключенію, что на ряду съ этими двумя изомерами находится еще третій изомеръ, который способенъ реагировать со спиртовымъ растворомъ ляписа. Къ этому заключенію мы приходимъ на основаніи слѣдующихъ данныхъ: циклическій хлорюръ, оставшійся нетронутымъ послѣ окисленія смѣси хлорюровъ перманганатомъ, не способенъ реагировать со спиртовымъ растворомъ ляписа; непредѣльный хлорюръ, содержащій хлоръ при двойной связи не долженъ обладать этой способностью, такъ какъ извѣстно, что галондныя производныя этого типа очень трудно обмѣниваютъ свой галондъ на иные остатки; кромѣ выше приведеннаго теоретическаго соображенія, говорящаго противъ того, что образованіе хлористаго серебра обязано было непредѣльному хлорюру, говоритъ еще тотъ фактъ, что судя по количеству продуктовъ окисленія, отвѣчающихъ этому изомеру, непредѣльный хлорюръ составляетъ главную составную часть смѣси хлорюровъ и поэтому, еслибы этотъ хлорюръ обладалъ способностью реагировать со спиртовымъ растворомъ ляписа, тогда при помощи этого метода мы должны былибы получить гораздо больше хлористаго серебра, нежели получается въ дѣйствительности; если наши разсужденія вѣрны, то кромѣ двухъ изомеровъ, неспособныхъ реагировать со спиртовымъ растворомъ ляписа, долженъ находиться еще третій изомеръ, обладающій этой способностью. Съ цѣлью выдѣлить этотъ третій изомеръ былъ поставленъ слѣдующій опытъ: смѣсь хлорюровъ $C_{10}H_{15}Cl$ (145 гр.), нагрѣвалась въ занаянныхъ трубкахъ съ уксуснонатріевой солью (150 гр.) и съ уксусной кислотой (75 гр.) при 140° въ теченіе шести часовъ. Продуктъ реакціи промывался водой и содой, затѣмъ извлекался эфиромъ. Послѣ предварительной сушки эфиръ былъ

отогнанъ и оставшійся продуктъ перегонялся подь уменьшеннымъ давленіемъ. Послѣ многократныхъ фракціонировокъ при 13 мм. получились слѣдующіе результаты:

1) 85—90°	2) 90—98°	3) 98—105°	4) 106—110°
60 гр.	6 гр.	7 гр.	20 гр.

Вышая фракція, отличающаяся отъ исходнаго продукта эфирнымъ запахомъ и тем: кип., была омылена 10% растворомъ ѣдкаго барита; полученный продуктъ реакціи былъ отдѣленъ обычными методами и высушенъ надъ сплавленнымъ поташомъ; при помощи перегонки подь уменьшеннымъ давленіемъ онъ былъ раздѣленъ на двѣ фракціи: низшую (до 100°) жидкую и высшую (100—108°) кристаллическую, плав. 45°—50°. Попытка очистить этотъ продуктъ при помощи кристаллизаціи дала отрицательные результаты, такъ какъ послѣ перекристаллизаціи изъ раствора уксуснаго эфира полученные кристаллы плав: 45—50°.

Анализъ этого вещества далъ слѣдующіе результаты:

I. 0,2323 гр. вещества дали 0,6696 гр. CO₂ и 0,2222 гр. H₂O

II. 0,2914 гр. " " 0,8411 гр. CO₂ и 0,2763 гр. "

Вычислено для: C₁₀H₁₆O.

Найдено: I II

C = 78,94

78,65 78,82

H = 10,53

10,63 10,51.

Не смотря на широкіе предѣлы плавленія этого вещества, результаты анализа волиѣ согласуются съ составомъ C₁₀H₁₆O, слѣдовательно нужно предположить, что продуктъ, плавящійся 45°—50°, представляетъ собою смѣсь изомерныхъ спиртовъ, составъ которыхъ выражается формулой C₁₀H₁₆O. Предположеніе это находитъ себѣ подтвержденіе въ томъ, что уретаны, приготовленные изъ вышекипящей и нижекипящей фракціи, не одинаковы. Уретанъ, приготовленный изъ нижекипящей фракціи, плав. пр. 90° и очень легко можно его получить въ кристаллическомъ видѣ, уретанъ же, приготовленный изъ вышекипящей фракціи, обладаетъ очень слабою способностью кристаллизоваться; изъ сиропообразной жидкости выдѣлились кристаллы спустя годъ; кристаллы эти однако настолько были пропитаны жидкостью, что опредѣлить ихъ т. пл. было невозможно. Съ цѣлью опредѣлить строеніе этихъ спиртовъ resp. хлоруровъ, изъ которыхъ они произошли, кристаллическій продуктъ пл: 45—50 былъ окисленъ 2% перманганатомъ, причемъ на частицу окисляемаго продукта были взяты 3 атома кислорода.

Продукты реакціи обычными приемами были разделены на летучие, нейтральные и кислые. В качестве летучаго продукта было выдѣлено незначительное количество кристаллическаго продукта пл. 118°, вещество это, судя по запаху, можно было считать неокислившимся исходнымъ продуктомъ.

Нелетучіе нейтральные продукты удалось разделить при помощи кристаллизаціи на двѣ фракціи: 1) очень легко растворимая въ водѣ и очень трудно растворимая въ лигроннѣ плав. 205°—207° и 2) легко растворимая въ лигроннѣ 150°. Продуктъ пл. 150° окрашивалъ растворъ фукеиносѣристой кислоты въ интенсивно-фіолетовый цвѣтъ, продуктъ пл. 205—207° съ этимъ реактивомъ не давалъ окраски.

Анализъ продукта пл. 205—207° далъ слѣдующіе результаты:

I. 0,0963 гр. вещества дали 0,2246 гр. CO₂ и 0,0870 гр. H₂O.

Вычислено для C ₁₀ H ₁₈ O ₃ :	Найдено:
C = 64,50%	63,65%
H = 9,68%	10,07%

Если можно полагаться на результаты, полученные при сжиганіи столь незначительнаго количества вещества, то слѣдовало бы прийти къ заключенію, что этому веществу отвѣчаетъ формула C₁₀H₁₈O₃ т. е. составъ глицерина; въ пользу такого заключенія говоритъ и значительная растворимость этого продукта въ водѣ. Что касается вещества пл. 150°, то на счетъ его состава ничего сказать не можемъ, такъ какъ его не хватило даже для анализа.

Кислые продукты окисленія. Изъ смѣси кислыхъ продуктовъ удалось выдѣлить незначительное количество дегидрокамфениловой кислоты пл. 150,5°, остальная главная масса кислотъ оказалась жидкой и ближе изучена не была. Попытка выдѣлить изъ жидкихъ кислотъ камфениловую при помощи труднорастворимой натріевой соли не увѣчалась успѣхомъ, что указываетъ на то, что среди продуктовъ окисленія смѣси спиртовъ C₁₀H₁₆O нѣтъ вовсе нормальныхъ продуктовъ окисленія камфена т. е. ни камфенилона ни камфениловой кислоты. На основаніи результатовъ, полученныхъ въ этомъ опытѣ, мы приходимъ къ слѣдующимъ выводамъ: 1) при дѣйствіи укеусенатріевой соли на смѣсь хлоруровъ C₁₀H₁₅Cl получаютъ два изомерныхъ укеусеныхъ эфира, причемъ главнымъ продуктомъ реакціи является повидимому эфиръ третичнаго спирта, въ качестве же примѣси образуется эфиръ первичнаго спирта, который окисляется въ кислоту дегидрокамфениловую. Что же касается

строения второго изомера, то въ виду того, что при окисленіи смѣси полученныхъ спиртовъ не образовалось ни камфенилона ни камфениловой кислоты т. е. нормальныхъ продуктовъ окисленія камфена, слѣдуетъ заключить, что онъ имѣеть иное строеніе, чѣмъ камфенъ.

Такимъ образомъ при помощи этого опыта мы выдѣлили изъ смѣси хлорюровъ $C_{10}H_{15}Cl$ третій изомеръ, о существованіи котораго мы могли заключить только на основаніи теоретическихъ выводовъ.

Дѣйствіе уксусной кислоты въ присутствіи сѣрной на монохлорюры $C_{10}H_{15}Cl$.

На основаніи предыдущаго опыта слѣдуетъ заключить, что изъ смѣси хлорюровъ $C_{10}H_{15}Cl$ при помощи уксуснонатріевой соли можно удалить тотъ изомеръ, который способенъ реагировать со спиртовымъ растворомъ ляписа, и который, повидимому, имѣеть другое строеніе, нежели камфенъ. Окисляя смѣсь хлорюровъ перманганатомъ, мы удалили тоже тотъ изомеръ вмѣстѣ съ непредѣльнымъ изомеромъ. Такимъ образомъ послѣ каждой изъ этихъ реакцій остаются только тѣ изомеры, которые построены или аналогично камфену или аналогично циклену.

Какъ извѣстно Бертрамъ и Вальбаумъ ¹⁾ нашли, что камфенъ подъ вліяніемъ уксусной кислоты въ присутствіи сѣрной переходитъ въ уксусный эфиръ изоборнеола, такой же переходъ былъ доказанъ для циклена Годлевскимъ. ²⁾ Въ виду того вопросъ, способны ли мон хлорюры къ этой реакціи напрашивался самъ собою. Въ случаѣ если хлорюры обладаютъ тѣмъ строеніемъ, которое имъ приписываемъ, то они въ условіяхъ Вальбаума и Бертрама должны переходить въ уксусный эфиръ хлоргидрина камфенгликоля пл. $52,5^{\circ}$, то есть въ то же соединеніе, которое получается при дѣйствіи уксуснаго ангидрида на хлоргидринъ, образующійся при непосредственнымъ дѣйствіи хлорноватистой кислоты на камфенъ.

Первоначально опытъ былъ веденъ въ условіяхъ Бертрама и Вальбаума съ одной стороны со смѣсью хлорюровъ, оставшихся послѣ дѣйствія на исходную смѣсь уксуснонатріевой соли, съ другой стороны съ хлорюромъ, оставшимся послѣ окисленія смѣси хлорюровъ перманганатомъ, оказалось однако, что выходъ желаемаго эфира

¹⁾ Journal für prakt. Chemie № I (1894 годъ).

²⁾ „О цикленѣ.“ Варшава 1903 г. 27 стр.

былъ очень малъ. Увеличивая постепенно количество сѣрной кислоты, удалось найти условия, въ которыхъ приблизительно четвертая часть взятаго хлорюра заразъ переходила въ желаемый эфиръ, плав. 52,5.

Анализъ этого вещества далъ слѣдующіе результаты:

0,3599 гр. вещества дали: 0,8220 гр. CO_2 и 0,2665 гр. H_2O .

Вычислено для: $\text{C}_{10}\text{H}_{16}$ ($\text{Cl}.\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2$)	Найдено:
C = 62,47	62,29
H = 8,24	8,22.

И такъ продуктъ плав. 52,5° является на самомъ дѣлѣ искуснымъ эфиромъ хлоргидрина камфенгликоля. Повторяя опытъ съ оставшимся послѣ первой обработки хлорюромъ въ тѣхъ-же условияхъ, мнѣ удалось перевести почти все количество хлорюра въ эфиръ плав. 52,5°.

Переходъ хлорюровъ въ искусный эфиръ хлоргидрина камфенгликоля, доказываетъ правильность нашихъ взглядовъ на природу смѣси хлорюровъ, оставшихся или послѣ дѣйствія уксуснонатріевой соли, или послѣ окисленія перманганатомъ, какъ на соединенія, отвѣчающія по строенію или камфену, или циклену. Результаты этого опыта, по моему, имѣютъ еще болѣе важное теоретическое значеніе, нежели установка связи между нашими хлорюрами, камфеномъ и цикленомъ: они устанавливають связь между камфеномъ и изоборнеоломъ; если камфенъ и цикленъ переходять въ ацетатъ изоборнеола, а монохлорюры въ тѣхъ-же условияхъ въ ацетатъ хлоргидрина камфенгликоля, то это доказываетъ, что строеніе углероднаго ядра въ камфенѣ и изоборнеолѣ одинаково, и что третичный водный остатокъ въ камфенгликолѣ отвѣчаетъ водному остатку изоборнеола



ЗАПИСКИ

МОСКОВСКАГО ОТДѢЛЕНІЯ

Императорскаго Русскаго Техническаго Общества.

(десять выпусковъ въ годъ).

За годъ съ пересылкой и доставкой 5 руб., за полгода 3 руб., безъ пересылки и доставки за годъ 4 руб. 50 коп., за полгода 2 руб. 50 коп.

СОДЕРЖАНІЕ: Нечетные №№—оригинальныя работы и изслѣдованія по вопросамъ техническимъ и социальнo-экономическимъ на почвѣ русской дѣйствительности, обзоры, библиографія (переводныя статьи не печатаются).

Четные №№—изъ внутренней жизни Общества, протоколы засѣданій, отчеты о дѣятельности Отдѣленія и отдѣловъ; приложенія, состоящія изъ законченныхъ трудовъ членовъ Общества или отдѣловъ его.

Въ настоящее время занятія Московскаго отдѣленія И. Р. Т. О. распределяются по слѣдующимъ отдѣламъ:

- I. Химико-технологическій отдѣлъ.
- II. Механическій отдѣлъ.
- III. Строительно-жельзнодорожный отдѣлъ.
- IV. Отдѣлъ физики и фотографіи.
- V. Электро-техническій отдѣлъ.
- VI. Постоянная Комиссія по техническому образованію.
- VII. Комиссія опытной станціи по огнеупорнымъ постройкамъ.
- VIII. Санитарный отдѣлъ.
- IX. Постоянная Комиссія Музея содѣйствія труду.
- X. Отдѣлъ Городскаго и Земскаго Самоуправленія.

Подписка принимается: 1) въ книжномъ магазинѣ Н. Лидерть, Москва, Петровскія линіи, и 2) въ редакціи „Записокъ“, Знаменка, М. Знаменскій пер., д. К. К. Мазинга.

Объявленія принимаются у С. С. Кальмансона, Москва, Мясницкая, 29, кв. 9, телеф. 109-12.

Редакціонный комитетъ: { Я. Ф. Каганъ-Шабшай.
П. И. Кедровъ.
И. Я. Перельманъ.

Ogłoszenie konkursu.

Niniejszem ogłasza się konkurs celem obsadzenia posady asystenta przy katedrze

Konstrukcyi elektrotechnicznych

w c. k. Szkole politechnicznej we Lwowie.

Ta posada, z którą połączone jest wynagrodzenie roczne w kwocie 1400 K. będzie nadaną przez Grono profesorów: na czas od **1 kwietnia 1909 r.** do końca **marca 1911 r.**

Pierwszeństwo w uzyskaniu tej posady będą mieć ci kandydaci, którzy się wykarzą świadectwem II. egzaminu rządowego.

Podania o tę posadę wystosowane do Grona profesorów w c. k. Szkoły politechnicznej i zaopatrzone w potrzebne dokumenty, w dowody dokładnej znajomości języka polskiego, tudzież świadectwo moralności i zachowania się wystawione przez państwowe władze policyjne (Dyrekcję policyi względnie Starostwo) należy wnieść do Rektoratu tużejszej Szkoły najdalej do końca **lutego 1909 roku.**

Z Rektoratu c. k. Szkoły politechnicznej.

We Lwowie dnia 17 Stycznia 1909 roku.