

ГОРНЫЙ ЖУРНАЛЪ



ЧАСТЬ ОФИЦИАЛЬНАЯ

Мартъ.

№ 3.

1903 г.

УЗАКОНЕНІЯ И РАСПОРЯЖЕНІЯ ПРАВИТЕЛЬСТВА.

Объ измѣненіи устава вспомогательной кассы рабочихъ на рудникахъ и заводахъ акціонернаго Общества Криворогскихъ желѣзныхъ рудъ ¹⁾.

На основаніи ходатайства общаго собранія членовъ вспомогательной кассы рабочихъ на рудникахъ и заводахъ акціонернаго общества Криворогскихъ желѣзныхъ рудъ, Министръ Земледѣлія и Государственныхъ Имуществъ, 24 октября 1902 г., утвердилъ нижеслѣдующія измѣненія въ §§ 18 и 24 устава этой кассы:

§ 18. Общія собранія бываютъ обыкновенныя, въ первое воскресенье іюня каждаго года, и экстренныя, созываемыя правленіемъ или по своему почину, или по требованію почетнаго предсѣдателя, или же по требованію ревизоровъ или членовъ Общества въ числѣ не менѣе десяти лицъ.

Примѣчаніе 1. Общія собранія, за исключеніемъ случая, указаннаго ниже въ § 29, считаются состоявшимися при наличности не менѣе $\frac{1}{2}$ всѣхъ членовъ кассы.

Примѣчаніе 2. Въ случаѣ, если на общее собраніе не явится установленнаго числа членовъ, то, не ранѣе какъ чрезъ двѣ недѣли послѣ перваго, можетъ быть назначено правленіемъ вторичное общее собраніе, которое считается состоявшимися при всякомъ числѣ членовъ.

Примѣчаніе 3. Къ участию въ общемъ собраніи кассы не допускаются:

- а) лица, не достигшія совершеннолѣтія; б) воспитанники учебныхъ заведеній;
- в) нижніе воинскіе чины и г) лица, подвергшіяся ограниченію правъ по суду.

§ 24. Имѣющими право на полученіе пособія признаются:

а) члены-рабочіе, получившіе увѣчья или подвергшіеся какимъ-либо неизлѣчимымъ болѣзнямъ при отправленіи ими работъ въ рудникахъ и заводахъ акціонернаго Общества Криворогскихъ желѣзныхъ рудъ;

б) тѣ члены семействъ сихъ лицъ, которые лишаются въ нихъ единственнаго источника пропитанія;

в) тѣ члены семействъ членовъ-рабочихъ, убитыхъ при отправленіи работъ въ рудникахъ и заводахъ акціонернаго Общества Криворогскихъ желѣзныхъ рудъ или умершихъ отъ полученныхъ при этомъ увѣчий или болѣзней, которые лишаются въ нихъ единственнаго средства пропитанія;

¹⁾ Собр. узак. и расп. прав. 18 февраля 1903 г., № 8, ст. 56.

г) тѣ члены-рабочіе, коихъ правленіе признаетъ заслуживающими вспомошествованія для лѣченія ихъ женъ или другихъ членовъ ихъ семействъ.

Примѣчаніе 1. Признаніе обстоятельствъ, означенныхъ въ семь параграфѣ, происшедшими по неосторожности потерпѣвшихъ не лишаетъ означенныхъ выше лицъ правъ на пособіе.

Примѣчаніе 2. Несчастія, происшедшія съ рабочими отъ причинъ, постороннихъ рабочей ихъ дѣятельности, какъ-то: въ дракахъ, ссорахъ и въ опьянѣніи, не даютъ имъ самимъ и членамъ ихъ семействъ права на пособіе.

Примѣчаніе 3. Предоставляемыхъ симъ параграфомъ правъ упомянутыя лица лишаются въ случаѣ присужденія имъ пособія по рѣшенію суда.

Примѣчаніе 4. Въ случаѣ пріобрѣтенія имѣющимъ право на пособіе изъ кассы лицомъ иныхъ средствъ къ существованію, оно признается лишившимся этого права. Для мужчинъ фактомъ такого пріобрѣтенія считается полученіе физической возможности работать, для вдовъ—выходъ замужъ, для дѣтей—достиженіе шестнадцатилѣтняго возраста способности работать.

ПРИКАЗЪ ПО ГОРНОМУ ВѢДОМСТВУ.

№ 2. 28 февраля 1903 года.

I.

ГОСУДАРЬ ИМПЕРАТОРЪ, въ 12 день августа 1902 г., ВСЕМИЛОСТИВѢЙШЕ соизволилъ пожаловать Технику по горной части при Главномъ Начальникѣ Квантунской области Горному Инженеру, Коллежскому Совѣтнику *Пузанову*—орденъ Св. Анны 3 степени, за отлично усердную службу и труды, понесенные во время военныхъ дѣйствій на Дальнемъ Востокѣ.

II.

ВЫСОЧАЙШИМИ приказами по гражданскому вѣдомству.

а) отъ 18 января 1903 г. за № 7.

Произведенъ, за выслугу лѣтъ, изъ Коллежскихъ Ассесоровъ въ Надворные Совѣтники Инженеръ при Управленіи Нерчинскаго округа, Кабинета ЕГО ИМПЕРАТОРСКАГО ВЕЛИЧЕСТВА, Горный Инженеръ *Дементьевъ*—со старшинствомъ съ 12 іюля 1902 года.

б) отъ 25 января 1903 г. за № 8.

Назначены Горные Инженеры: Геологъ Геологическаго Комитета, Коллежскій Совѣтникъ *Богдановичъ*—Экстраординарнымъ Профессоромъ Горнаго Института ИМПЕРАТРИЦЫ ЕКАТЕРИНЫ II, по кафедрѣ геологіи, съ 11 декабря 1902 г., съ оставленіемъ въ занимаемой имъ должности, Управитель горныхъ работъ и рудниковъ Гороблагодатскаго горнаго округа, Коллежскій Совѣтникъ *Апыхтинъ*—Окружнымъ Инженеромъ Миасскаго горнаго округа, съ 1 января 1903 г. и состоящій по Главному Горному Управленію, Титулярный

Совѣтникъ *Шейнинъ*—Инженеръ-Гидротехникомъ 2 разряда при Таврическо-Екатеринославскомъ Управленіи Государственными Имуществами, съ 1 января 1903 г.

в) отъ 1 февраля 1903 г. за № 11.

Назначенъ Старшій Инженеръ при Управленіи Нерчинскимъ округомъ, вѣдомства Кабинета ЕГО ИМПЕРАТОРСКАГО ВЕЛИЧЕСТВА, Горный Инженеръ, Статскій Совѣтникъ *Нестеровъ*—Инженеромъ при Главномъ Управленіи того же округа, съ 1 января 1903 г., на основаніи ВЫСОЧАЙШЕ утвержденного, 22 іюня 1902 г., штата Главнаго Управленія и мѣстныхъ Управленій по золотымъ промысламъ названнаго округа.

Уволенъ отъ должности Старшій Инженеръ при Управленіи Нерчинскимъ округомъ, вѣдомства Кабинета ЕГО ИМПЕРАТОРСКАГО ВЕЛИЧЕСТВА, Горный Инженеръ, Статскій Совѣтникъ *Крейсъ*—по случаю причисленія его къ Кабинету ЕГО ИМПЕРАТОРСКАГО ВЕЛИЧЕСТВА,—съ 1 января 1903 г., за упраздненіемъ упомянутой должности.

г) отъ 7 февраля 1903 г. за № 13.

Назначены Горные Инженеры: Состоящіе по Главному Горному Управленію: Статскій Совѣтникъ *Новицкій*, Коллежскіе Совѣтники: *Янчевскій* и *Манціарли-де-Деллиности*, Начальникъ Горнаго Училища С. С. Полякова, Надворный Совѣтникъ *Кнотте*, Титулярный Совѣтникъ *Неклюдовъ*, Помощникъ Окружнаго Инженера Бахмутскаго горнаго округа, Коллежскій Ассесоръ *Рутченко 1-й* и помощникъ Управляющаго Временнымъ Управленіемъ по оборудованію Сучанскаго каменноугольнаго предірія, Титулярный Совѣтникъ *Френцъ*—Почетными Членами Бахмутскаго Уѣзднаго Попечительства дѣтскихъ пріютовъ, изъ нихъ: Неклюдовъ и Френцъ съ 18 января 1901 г., Янчевскій и Рутченко съ 18 февраля 1901 г., Манціарли-де-Деллиности и Кнотте съ 8 января 1902 г. и Новицкій съ 8 января 1903 г., съ оставленіемъ въ занимаемыхъ ими должностяхъ.

Произведены Горные Инженеры, за выслугу лѣтъ, со старшинствомъ: изъ Надворныхъ въ Коллежскіе Совѣтники Лаборантъ Иркутской Золотосплавочной Лабораторіи *Ордынскій*—съ 1 ноября 1902 г., изъ Титулярныхъ Совѣтниковъ въ Коллежскіе Ассесоры Механики, они же Архитекторы и Смотрители чертежныхъ Управленій горными округамъ: Златоустовскимъ—*Синоленцкій*—съ 9 августа 1902 г. и Гороблагодатскимъ—*Ивановъ 7-й*,—съ 8 ноября 1902 года.

д) отъ 15 февраля 1903 г. за № 14.

Назначенъ Маркшейдеръ Иркутскаго Горнаго Управленія, Горный Инженеръ, Коллежскій Совѣтникъ *Иларіоновъ* Окружнымъ Инженеромъ Бирюсинскаго горнаго округа, съ 1 февраля 1903 года.

Перемѣщенъ Окружной Инженеръ Харьковско-Полтавскаго горнаго округа, Горный Инженеръ, Статскій Совѣтникъ *Савостьяновъ*—Окружнымъ Инженеромъ Сѣверо-Западнаго горнаго округа, съ 1 февраля 1903 г.

III.

Опредѣляются на службу по горному вѣдомству Горные Инженеры:

а) Изъ отставныхъ—Губернскій Секретарь *Мироновъ*—съ 19 декабря 1902 г., съ зачисленіемъ по Главному Горному Управленію (IX кл.) и откомандированіемъ въ распоряженіе Ирминскаго каменноугольнаго Общества, для техническихъ занятій.

б) Окончившіе курсъ наукъ въ Горномъ Институтѣ ИМПЕРАТРИЦЫ ЕКАТЕРИНЫ II, съ правомъ на чинъ Коллежскаго Секретаря, Дмитрій *Левинскій*, съ 30 ноября 1902 г., съ зачисленіемъ по Главному Горному Управленію (IX класса) и откомандированіемъ, для техническихъ занятій, въ распоряженіе Начальника Горнаго Управленія южной Россіи, безъ содержанія отъ казны, и Эгонъ *Мельманъ*, съ 15 февраля 1903 г., съ назначеніемъ въ распоряженіе Начальника Юго-Восточнаго Горнаго Управленія, для практическихъ занятій, на одинъ годъ, съ содержаніемъ по чину,

Назначаются Горные Инженеры, состоящіе по Главному Горному Управленію: Коллежскій Совѣтникъ *Кузнецовъ 1-й*—Дѣлопроизводителемъ Главнаго Управленія Нерчинскаго округа, вѣдомства Кабинета ЕГО ИМПЕРАТОРСКАГО ВЕЛИЧЕСТВА съ 1 февраля 1903 г., Коллежскіе Секретари *Соломинъ 2-й*—Помощникомъ Окружнаго Инженера Южно-Енисейскаго горнаго округа, съ 29 января 1903 г. и *Рябухинъ*—Смотрителемъ кузнечно-молотовой и пудлингово-прокатной фабрики Пермскихъ пушечныхъ заводовъ, съ 25 января 1903 г., Помощникъ Окружнаго Инженера Южно-Енисейскаго горнаго округа, Надворный Совѣтникъ *Власовъ*—Лаборантомъ Томской Золотосплавочной Лабораторіи, съ 1 января 1903 г., и состоящій въ распоряженіи Главнаго Начальника Уральскихъ горныхъ заводовъ, для практическихъ занятій, Губернскій Секретарь *Максимовъ 3-й*—Смотрителемъ сварочнаго и листокатальнаго производствъ Воткинскаго завода, съ 1 января 1903 года.

Командируются Горные Инженеры: Заступающій мѣсто Предсѣдателя въ Горномъ Совѣтѣ, Членъ Горнаго Совѣта и Горнаго Ученаго Комитета, Заслуженный профессоръ и Членъ Совѣта Горнаго Института ИМПЕРАТРИЦЫ ЕКАТЕРИНЫ II, Дѣйствительный Тайный Совѣтникъ *Кулибинъ 1-й* въ г. Екатеринославъ, срокомъ на полтора мѣсяца, для участія въ предстоящихъ выпускныхъ испытаніяхъ въ Екатеринославскомъ Высшемъ Горномъ Училищѣ въ качествѣ представителя Министерства Земледѣлія и Государственныхъ Имуществъ, Директоръ Горнаго Департамента, Членъ Горнаго Ученаго Комитета, Заслуженный Профессоръ Горнаго Института ИМПЕРАТРИЦЫ ЕКАТЕРИНЫ II, Тайный Совѣтникъ *Госса*, Начальникъ Отдѣленія казенныхъ горныхъ заводовъ Горнаго Департамента, Статскій Совѣтникъ *Азанчевъ* и Экстраординарный Профессоръ означеннаго Института, Коллежскій Совѣтникъ *Митинскій* на Пермскіе пушечные заводы, для вырѣшенія нѣкоторыхъ текущихъ вопросовъ—всѣ трое срокомъ на 1 мѣсяць, состоящіе по Главному Горному Управленію Коллежскіе Совѣтники: *Гриневъ* въ распоряженіе нефтепромышленнаго Товарищества «Лучъ», съ 24 декабря 1902 г., *Монковскій* въ распоряженіе Ирминскаго каменноугольнаго Общества съ 1 и *Булгаковъ 1-й* на Грозненскіе нефтяные промыслы, Алханъ-Юртовскаго нефтепромышленнаго Общества, съ 8 января 1903 г., Надворные Совѣтники: *Гойеръ*—въ распоряженіе Золотопромышленнаго Товарищества «Зауралье», съ 30 ноября 1902 г., *Зенковъ*—въ распоряженіе Командира Елисаветпольской бригады, Отдѣльнаго Корпуса Пограничной стражи, съ 2 января 1903 г., *Пугиновъ*—въ распоряженіе Директора Кавказскихъ минеральныхъ водъ, съ 1 февраля 1903 г., и Коллежскіе Ассесоръ *Буйневичъ*—на принадлежащій Богословскому горнозаводскому Обществу Надеждинскій заводъ, послѣдніе семеро, для техническихъ занятій, съ оставленіемъ по Главному Горному Управленію, безъ содержанія отъ казны.

Увольняются въ отпускъ Горные Инженеры: Горный Начальникъ Камско-Воткинскаго горнаго округа, Дѣйствительный Статскій Совѣтникъ *Троянъ* — на два мѣсяца, Помощники Окружныхъ Инженеровъ горныхъ округовъ: Московско-Рязанскаго, Надворный Совѣтникъ *Давыдовъ* — на 10 дней, Средне-Волжскаго, Коллежскій Ассесоръ *Цимбаленко 2-й* — на двѣ недѣли, Ачинско-Минусинскаго, Коллежскій Секретарь *Яковлевъ 2-й* — на 28 дней, состоящіе по Главному Горному Управленію: Коллежскій Совѣтникъ *Кольбергъ* — на два мѣсяца, Коллежскіе Ассесоры: *Мирецкій* — на четыре мѣсяца и *Риппасъ 2-й* — на одинъ мѣсяць, Титулярный Совѣтникъ *Ауэрбахъ 2-й* и Коллежскій Секретарь *Максимовъ 1-й* — на два мѣсяца каждый, изъ нихъ Троянъ, Цимбаленко, Яковлевъ, Давыдовъ и Риппасъ внутри ИМПЕРІИ, съ сохраненіемъ содержанія, а Кольбергъ, Мирецкій, Ауэрбахъ и Максимовъ за границу.

Зачисляются по Главному Горному Управленію, на основаніи ст. 182, Т. III, Уст. Горн., по прод. 1902 г., на одинъ годъ, безъ содержанія отъ казны, Горные Инженеры, находившіеся въ откомандированіи: въ распоряженіи Правленія Амгунской Золотопромышленной Компаніи Коллежскій Совѣтникъ *Ловицкій* — съ 9 января 1903 г., въ распоряженіи Правленія Россійскаго Золотопромышленнаго Общества Коллежскій Ассесоръ *Подьяконовъ* — съ 9 января 1903 г., въ распоряженіи Правленія Екатеринбургскаго горнопромышленнаго Общества Коллежскій Секретарь *Бородаевскій* — съ 1 ноября 1902 г., на каменноугольныхъ копяхъ Товарищества П. Щелкуновъ и К^о Коллежскій Секретарь *Плетниковъ* — съ 28 января 1903 г., всѣ четверо за окончаніемъ техническихъ занятій.

Оставляется за штатомъ Младшій Инженеръ при Управленіи Нерчинскаго округа, вѣдомства Кабинета ЕГО ИМПЕРАТОРСКАГО ВЕЛИЧЕСТВА Горный Инженеръ, Коллежскій Ассесоръ *Кандыкинъ* — за упраздненіемъ занимаемой имъ должности, съ 1 января 1903 года.

Поручается горнымъ Инженерамъ: Вице-Директору Горнаго Департамента, Дѣйствительному Статскому Совѣтнику *Васильеву* — Управленіе Горнымъ Департаментомъ, на время отсутствія Директора сего Департамента, Тайнаго Совѣтника Юсса, Начальнику Отдѣленія частныхъ золотыхъ промысловъ, Коллежскому Совѣтнику *Бисарнову* исполненіе обязанностей Вице-Директора, на время управленія Департаментомъ Дѣйствительнымъ Статскимъ Совѣтникомъ Васильевымъ и Помощнику Окружнаго Инженера Средне-Волжскаго горнаго округа, Коллежскому Ассесору *Колдыбаеву* — исполненіе обязанностей втораго Помощника Окружнаго Инженера сего округа, на время отсутствія Коллежскаго Ассесора Цимбаленко 2-го

Умершій исключается изъ списковъ: Смотритель кузнечно-молотовой и пудлингово-прокатной фабрики Пермскихъ пушечныхъ заводовъ, Горный Инженеръ, Коллежскій Ассесоръ *Вашкевичъ*, съ 17 января 1903 года.

Объявляю о семь по горному вѣдомству, для свѣдѣнія и надлежащаго исполненія.

Подписалъ: Министръ Земледѣлія и

Государственныхъ Имуществъ, Статсъ-Секретарь А. Ермоловъ.

ОТЧЕТЪ

о денежных оборотах Эмеритальной Кассы горных инженеров
за 1901 г.

	Назначено по смѣтѣ.		Въ дѣйстви-тельности же оста-лось.	
	Рубли.	К.	Рубли.	К.
ОСТАВАЛОСЬ ОТЪ 1900 Г.				
I. Неприносновеннаго капитала.				
<i>А. Въ процентныхъ бумагахъ.</i>				
(По номинальной стоимости).				
1.	5%	билеть 1-го внутренняго съ выигрышами займа	на	100 р.
2.	5%	билеть 2-го внутренняго съ выигрышами займа	на	100 »
3.		Закладныхъ съ выигрышами листовъ Государ- ственнаго Дворянскаго Земельнаго Банка на	300 »	500 р.
4.		Закладныхъ листовъ Земельныхъ Банковъ:		
	5%	Тифлискаго	на 358.100 р.	
	4 ¹ / ₂ %	Харьковскаго	» 286.700 »	
	»	Московскаго	» 47.300 »	
	»	Полтавскаго	» 157.200 »	
	»	Донскаго	» 217.000 »	
	»	Нижегородско-Самарскаго	» 149.500 »	
	»	Бессарабско-Таврическаго	» 192.200 »	
	»	Кіевскаго	» 33.100 »	
	»	С. - Петербурго - Тульскаго Поземельнаго	» 70.600 »	
	»	Херсонскаго Земскаго	» 95.000 »	
5.		Свидѣтельство на 4% Государ- ственную ренту	» 17.800 »	
			1.624.500 р.	1.628.700 — 1.625.000 —
<i>Б. Въ наличныхъ деньгахъ.</i>				
1.		На текущемъ счету Государственнаго Банка на книжкѣ за № 65189	2.000 р. — к.	
2.		На Главномъ Казначействѣ	15.435 » 31 »	
			9.310 65	17.435 32
Итого неприкосновеннаго капитала			—	1.642.435 32

П Р И Х О Д Ъ.	Назначено по смѣтѣ.		Въ дѣйстви- тельности же посту- пило.	
	Рубли.	К.	Рубли.	К.
ВЪ ТЕЧЕНІЕ ОТЧЕТНАГО ГОДА ПОСТУПИЛО:				
I. Въ счетъ неприкосновеннаго капитала:				
<i>А. Наличныхъ денегъ.</i>				
1. Капитальной суммы по вышедшимъ въ тиражъ погашенія 5% закладнымъ листамъ Тифлискаго Дворянскаго Земельнаго Банка	—	—	5.100	—
2. Списанныхъ съ книжки Государственнаго Банка	—	—	2.000	—
3. Наличныхъ денегъ, оставшихся отъ покупки процентныхъ бумагъ	—	—	16	51
<i>Б. Процентныхъ бумагъ.</i>				
4 ^{1/2} % закладныхъ листовъ Земельныхъ Банковъ:				
Полтавскаго	1.700	р.		
Бессарабско-Таврическаго	7.400	»		
Тифлискаго Дворянскаго	3.500	»		
	—		12.600	—
Итого въ приходѣ . . .	—	—	19.716	51
Всего съ оставшимися	—	—	1.662.151	83
II. Въ счетъ оборотнаго капитала.				
<i>(Доходы кассы).</i>				
<i>А. Наличныхъ денегъ.</i>				
1. Прецентовъ по купонамъ отъ принадлежащаго Кассѣ капитала въ процентныхъ бумагахъ, за исключеніемъ 5% государственнаго сбора	71.424	32	71.146	42
2. Тоже, на капиталъ, хранившійся въ Государственномъ Банкѣ	—	—	336	33
3. Въ возвратъ по уплатѣ 5% государственнаго сбора съ принадлежащаго Кассѣ капитала, заключающагося въ процентныхъ бумагахъ	3.975	12	3.975	12
4. Вычетовъ и взносовъ съ горныхъ инженеровъ	108.462	24	123.797	22
5. Въ возвратъ пенсій, оставшихся невыданными пенсионерамъ Кассы за выbytіемъ ихъ изъ оной	—	—	2.021	13
6. Остатокъ отъ аванса, выданнаго на расходы по страхованію выигрышныхъ билетовъ	—	—	1	—
Итого въ приходѣ . . .	—	—	201.277	22
Всего въ приходѣ по обоимъ капиталамъ .	—	—	220.993	73
А съ оставшимися	—	—	1.863.429	05

РАСХОДЪ.		Назначено по сѣтъ.		Въ дѣйстви- тельности же израс- ходовано.	
		Рубли.	К.	Рубли.	К.
ВЪ ТЕЧЕНІЕ ОТЧЕТНАГО ГОДА ПРОИЗВЕДЕНО РАСХОДОВЪ:					
I. Изъ неприкосновеннаго капитала.					
<i>А. Изъ наличныхъ денегъ.</i>					
1.	Выписана книжка Государственнаго Банка	—		2,000	
2.	На расходы по покупкѣ процентныхъ бумагъ:				
а)	На уплату по текущимъ купонамъ 84 р. 68 к.				
б)	Куртажныхъ, комиссіонныхъ и гербоваго сбора 23 » 93 »				
в)	Курсовая стоимость процентныхъ бумагъ . 11.191 » 39 »			11,300	
<i>Б. Изъ процентныхъ бумагъ.</i>					
1.	Вышло въ тиражъ погашенія 5% закладныхъ листовъ Тифлискаго Земельнаго Банка на сумму по номинальной стоимости 5.100 р.				
2.	Переданы въ Государственный Банкъ, для об- мѣна на новые, три 5% закладные съ выигры- шами листа Государственнаго Дворянскаго Зе- мельнаго Банка на сумму по номинальной стои- мости 300 »			5,400	
Итого		—		18 700	
II. Изъ оборотнаго капитала. (Доходовъ кассы).					
1.	На дѣлопроизводство по Кассѣ	3,000		3,000	
2.	На страхованіе выигрышныхъ билетовъ отъ тиражей пога- шенія	—		20	
3.	На усиленіе средствъ Министерства Финансовъ и Государ- ственнаго Контроля по пенсіонной части	530		530	
4.	На уплату долга, позаимствованнаго въ 1891 году изъ ка- пitalia горнозаводскихъ товариществъ	50,000			
5.	На возвратъ излишне поступившихъ въ Кассу взносовъ и вычетовъ съ горныхъ инженеровъ	—		68	58
6.	На уплату гербоваго сбора при передачѣ въ Государствен- ный Банкъ денегъ на текущій счетъ	—		1	
7.	На уплату Учетному и Ссудному Банку при обмѣнѣ тало- новъ отъ 5% закладныхъ листовъ Тифлискаго Земельнаго Банка на новые купонные листы	—		—	30
8.	Перечислено въ государственные доходы:				
		111.332	87	50.070	43
		17,706	08	18,095	90
		3,496	76	3,910	86
		178.616	35	183.409	86
Итого въ расходѣ		—		187.029	74
Всего въ расходѣ по обимъ капиталамъ		—		205,729	74

	Назначено по сметѣ.		Въ дѣйстви-тельности же осталось къ 1 января 1902 г.	
	Рубли.	К.	Рубли.	К.
ОСТАЛОСЬ КЪ 1 ЯНВАРЯ 1902 ГОДА:				
I. Неприкосновеннаго капитала.				
<i>А. Въ процентныхъ бумагахъ:</i>				
<i>(По номинальной стоимости).</i>				
1. 5% билетъ 1-го внутренняго съ выигрышами займа на	100	р.		
2. Тоже, 2-го займа »	100	»		
	200 р.			
3. Закладныхъ листовъ Земельныхъ Банковъ:				
5% Тифлискаго на	353.000	р.		
4 ¹ / ₂ % Харьковскаго »	286.700	»		
Тоже Московскаго »	47.300	»		
» Полтавскаго »	158.900	»		
» Донскаго »	217.000	»		
» Нижегородско-Самарскаго »	149.500	»		
» Бессарабско-Таврическаго »	199.600	»		
» Кіевскаго »	33.100	»		
» Тифлискаго »	3.500	»		
» С.-Петербурго-Тульскаго Поземельнаго Банка »	70.600	»		
» Херсонскаго Земскаго Банка »	95.000	»		
4. Свидѣтельствъ на 4% Государственную ренту »	17.800	»		
	1 632.000 р.		1.628.700	— 1 632.200 —
<i>Б. Въ наличныхъ деньгахъ:</i>				
На Главномъ Казначействѣ	11.251	р. 83 к.	10.275	98 — 11.251 83
Итого неприкосновеннаго капитала				
	—		— 1.643.451 83	
II. Оборотнаго капитала.				
<i>(Доходы кассы).</i>				
<i>Въ наличныхъ деньгахъ:</i>				
На Главномъ Казначействѣ	—		— 14.247 48	
Итого оборотнаго капитала				
	—		— 14.247 48	
Всего по обоимъ капиталамъ				
	—		— 1.657 699 31	
Кромѣ того:				
1. Въ Государственномъ Банкѣ переданные для обмѣна на новые три 5% закладные съ выигрышами листа Государственнаго Дворянскаго Земельнаго Банка	—		— 300	
2. Остается въ долгу за Кассою позаимствованные въ 1891 г. изъ капитала горнозаводскихъ товариществъ	—		— 50.000 —	

Изъ вышеизложеннаго усматривается, что въ отчетномъ 1901 г. въ неприкосновенномъ капиталѣ Эмеритальной Кассы произошли слѣдующія измѣненія: вышло въ тиражъ погашенія закладныхъ листовъ Земельныхъ Банковъ на 5.100 р. и отправлены въ Государственный Банкъ для обмѣна на новые три 5⁰/₁₀₀ закладные съ выигрышами листа Государственнаго Дворянскаго Земельнаго Банка на сумму по номинальной стоимости 300 р.; всего 5.400 р.; приобрѣтено же процентныхъ бумагъ на 12.600 р.; въ виду этого неприкосновенный капиталъ Кассы (1.632.200), заключающійся въ процентныхъ бумагахъ, къ концу отчетнаго года, въ сравненіи съ 1900 г. (1.625.000 р.), увеличился на (12.600 р.—5.400 р.) 7.200 р., одновременно съ чѣмъ капиталъ Кассы въ наличныхъ деньгахъ (17.435 р. 32 к.), оставшійся отъ 1900 г., въ сравненіи съ 1901 г. (11.251 р. 83 к.), уменьшился на сумму (13.300 р.—7.116 р. 51 к.) 6.183 р. 49 к.; въ общемъ же неприкосновенный капиталъ Кассы увеличился на (19.716 р. 51 к.—18.700 р.) 1.046 р. 51 к. Что же касается оборотнаго капитала Кассы, то по сему капиталу за отчетный годъ оказалось превышеніе дохода (201.277 р. 22 к.) противъ расхода (187.029 р. 74 к.) на 14.247 р. 48 к.

Такимъ образомъ отчетный 1901 г. по Эмеритальной Кассѣ горныхъ инженеровъ закончился превышеніемъ дохода противъ расхода (1.016 р. 51 к.—14.247 р. 48 к.) на *пятнадцать тысячъ двѣсти шестьдесятъ три рубля девяносто девять копѣекъ* (15.263 р. 99 к.).

Управляющій Департаментомъ *Васильевъ*.

Исполн. обязанности Начальника Отдѣленія *Меморскій*.

Бухгалтеръ *Л. Лебедевъ*.

ОБЪЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

къ отчету о денежныхъ оборотахъ Эмеритальной Кассы горныхъ инженеровъ за 1901 годъ.

Изъ представляемаго отчета усматривается, что къ 1 января 1901 г. капиталъ Кассы достигалъ 1.642.435 р. 32 к.; къ 1-же января 1902 г. капитала этого состояло: 1.657.699 р. 31 к., т. е. болѣе противъ 1900 г. на 15.263 р. 99 к.

Кассовые обороты эмеритальнаго капитала въ 1901 г. были слѣдующіе:

I. По неприкосновенному капиталу:

А. По процентнымъ бумагамъ:

1. Къ началу года состояло	1.625.000 р. — к.	
2. Въ теченіе года поступило процентныхъ бумагъ на	12.600 » — »	
	<hr/>	1.637.600 р. — к.
Вышло въ тиражъ погашенія 5 ⁰ / ₁₀₀ закладныхъ листовъ Тифлискаго Дворянскаго Земельнаго Банка на	5.100 р. — к.	

Переланы въ Государственный Банкъ для обмѣна на новые три 5 ⁰ / ₀ закладные съ выигрышами листа Государственного Дворянскаго Земельнаго Банка на сумму по номинальной стоимости	300 р. — к.	
	<hr/>	5.400 р. — к.
Осталось		1.632.200 р. — к.

Б. По наличнымъ деньгамъ:

Къ началу года состояло:

1. На текущемъ счету Государствен- наго Банка, на книжкѣ за № 65189	2.000 р. — к.	
2. На Главномъ Казначействѣ.	15.435 » — »	
	<hr/>	17.435 р. 32 к.

Въ теченіе года поступило:

Капитальной суммы по вышедшимъ въ тиражъ погашенія закладнымъ листамъ Земельныхъ Банковъ.	5.100 р. — к.	
Списанныхъ съ книжки Государствен- наго Банка.	2.000 » — »	
Наличныхъ денегъ, оставшихся отъ покупки процентныхъ бумагъ.	16 » 51 »	
	<hr/>	7.116 » 51 »
		24.551 р. 83 к.

Изъ нихъ:

Передано на покупку процентныхъ бумагъ.	13.300 » — »	
	<hr/>	11.251 р. 83 к.

II. По оборотному капиталу (доходы кассы):

Въ теченіе года поступило:

1. Процентовъ:		
а) по срочнымъ купонамъ	71.146 р. 42 к.	
б) на капиталъ, хранившійся въ Государственномъ Банкѣ на текущемъ счету	336 » 33 »	
2. Въ возвратъ расходовъ по уплатѣ 5 ⁰ / ₀ государственнаго налога съ принадлежащаго Эмеритальной		

Касса капитала въ процентныхъ бумагахъ	3.975 р. 12 к.	
3. Вычетовъ и взносовъ съ инженеровъ	123.797 » 22 »	
4. Въ возвратъ пенсій, оставшихся невыданными пенсионерамъ Эмеритальной Кассы за выбытіемъ ихъ изъ сей Кассы	2.021 » 12 »	
5. Остатокъ отъ аванса, выданнаго на расходы по страхованію выигрышныхъ билетовъ	1 » — »	
	<hr/>	201.277 Р. 22 к.

Изъ нихъ израсходовано:

1. На страхованіе выигрышныхъ билетовъ отъ тиражей погашенія	20 р. — к.	
2. На усиленіе средствъ Министерства Финансовъ и Государственнаго Контроля по пенсіонной части	530 » — »	
3. На дѣлопроизводство	3.000 » — »	
4. На возвратъ излишне поступившихъ въ Кассу взносовъ и вычетовъ съ горныхъ инженеровъ	68 » — »	
5. На уплату гербоваго сбора при передачѣ въ Государственный Банкъ денегъ на текущій счетъ	1 » — »	
6. На уплату С.-Петербургскому Учетному и Ссудному Банку при обмѣнѣ талоновъ отъ 5 ⁰ / ₁₀ закладныхъ листовъ Тифлискаго Дворянскаго Земельнаго Банка на новые купонные листы	— » 30 »	
7. На производство пенсій	183.409 » 86 »	
	<hr/>	187.029 » 74 »
Осталось		14.247 р. 48 к.

ЗАСИМЪ ВЪ ОСТАТКѢ КЪ 1902 ГОДУ:

I. По неприкосновенному капиталу:

а) Въ процентныхъ бумагахъ	1.632.200 р. — к.	
б) Въ наличныхъ деньгахъ на Главномъ Казначействѣ	11.251 » 83 »	
	<hr/>	1.643.451 р. 83 к.

II. По оборотному капиталу (доходы кассы):

Въ наличныхъ деньгахъ на Главномъ Казначействѣ		14.247 » 48 »
А всего по обоимъ капиталамъ		1.657.699 р. 31 к.

Кромѣ того:

1. Въ Государственномъ Банкѣ переданные для обмѣна на новые три 5⁰/₁₀₀ закладные съ выигрышами листа Государственнаго Дворянскаго Земельнаго Банка на сумму по номинальной стоимости. 300 р. — к.
2. Остается въ долгу за Кассою позаимствованные въ 1891 г. изъ капитала горнозаводскихъ товариществъ 50.000 » — »

За послѣднія десять лѣтъ обороты эмеритальнаго капитала выразились въ слѣдующихъ цифрахъ:

Г О Д Ы.	Капиталь къ началу года.		Доходы.		Расходы.		Остатокъ доходовъ за расходомъ.	
	Рубли.	Коп.	Рубли.	Коп.	Рубли.	Коп.	Рубли.	Коп.
1892	1.638.605	66	164.502	22	164.453	93	+ 48	29
1893	1.600.312	45	173.624	89	167.106	51	+ 6.518	38
1894	1.606.830	83	170.906	77	172.243	89	— 1.337	12
1895	1.605.493	71	177.175	68	181.845	69	— 4.670	01
1896	1.600.823	70	194.124	50	171.540	14	+ 20.584	36
1897	1.621.408	06	187.679	50	181.911	05	+ 5.768	45
1898	1.627.176	51	194.477	78	188.229	47	+ 6.248	31
1899	1.633.424	82	192.305	86	188.458	65	+ 3.847	21
1900	1.637.272	03	193.494	70	188.331	41	+ 5.163	29
1901	1.642.435	32	218.993	73	203.729	74	+ 15.263	99

Такимъ образомъ въ 1901 г. обороты Кассы дали въ результатѣ положительный остатокъ въ 15.263 р. 99 к., превышающій остатокъ 1900 г. на 10.100 р. 70 коп.

Управляющій Департаментомъ *Васильевъ*.
 Исполн. обязанности Начальника Отдѣленія *Меморскій*.
 Исполн. обязанности Столоначальника *Б. Холостовъ*.

Докладъ Ревизіонной Комиссіи, назначенной Горнымъ Совѣтомъ для разсмотрѣнія отчета Горнаго Департамента по Эмеритальной Кассѣ горныхъ инженеровъ за 1901 годъ.

Разсмотрѣвъ отчетъ о денежныхъ оборотахъ Эмеритальной Кассы горныхъ инженеровъ за 1901 годъ и провѣривъ его съ книгами и документами кассы, Ревизіонная Комиссія нашла слѣдующее:

- 1) Годовой отчетъ составленъ правильно.

2) Объяснительная записка къ годовому отчету составлена обстоятельно и даетъ понятіе о финансовомъ состояніи Эмеритальной Кассы.

3) Всѣ заведенныя къ 1 января 1893 года новыя книги по счетоводству и отчетности кассы, какъ-то:

а) Расчетная—взносовъ, слѣдующихъ съ горныхъ инженеровъ, откомандированныхъ въ частную службу.

б) Расчетная—6⁰/₁₀ вычетовъ, слѣдующихъ съ горныхъ инженеровъ, состоящихъ въ казенной службѣ.

в) Главная фондовая.

г) Фондовый журналъ кассы.

д) Для записи лицъ, поступившихъ въ число пенсіонеровъ кассы.

е) Для записи лицъ, выбывшихъ изъ числа пенсіонеровъ по разнымъ причинамъ, а равно и книги прежнихъ образцовъ, кои сохранены кассою,—велись надлежащимъ образомъ и находятся въ полномъ согласіи съ отчетомъ.

4) Статьи, помѣщенныя въ главной книгѣ, тождественны съ показаніями сличительныхъ вѣдомостей.

5) Статьи главной книги и журнала сходятся какъ между собою, такъ и съ документами.

Вмѣстѣ съ тѣмъ, Ревизіонная Комиссія остановилась на принятой нынѣ формѣ объяснительной записки, прилагаемой къ отчету о денежныхъ оборотахъ Эмеритальной Кассы, при чемъ нашла, что, для достиженія большей ясности въ отчетности, представлялось бы желательнымъ въ объяснительной запискѣ составлять, на основаніи данныхъ отчета, балансъ, примѣняясь къ выработанной комиссіей формѣ, при семъ прилагаемой.

Подлинный за надлежащими подписями.

Балансъ на 1 января 1902 года.

Активъ.

Счетъ процентныхъ бумагъ	1.632.200 р. — к.
Счетъ наличныхъ денегъ въ Главномъ Казначействѣ	25.499 » 31 »
Счетъ Государственнаго Банка:	
За 5 ⁰ / ₁₀ закладъ съ выигрышами листы Дворян. Зем. Банка, выписанные для обмѣна	300 » — »
	<u>1.657.999 р. 31 к.</u>

Пассивъ.

Счетъ кредиторовъ:

Долгъ Кассы Фонду Горнозавод. Товариществъ	50.000 р. — к.
Счетъ капитала Эмеритальной Кассы	1.607.999 » 31 »
	<u>1.657.999 р. 31 к.</u>

ГОРНОЕ И ЗАВОДСКОЕ ДѢЛО.

МИКРОСТРУКТУРА СТАЛИ И СОВРЕМЕННЫЯ ТЕОРИИ ЗАКАЛКИ.

(Trans. Am. Inst. Min. Eng. Colorado meeting. Sept. 1896 ¹).

Alb. Sauveur.

Введение.

Для правильнаго пониманія предлагаемой статьи необходимо предпослать краткое опредѣленіе того, что мы называемъ „критическими точками“ желѣза и стали.

Если мы возьмемъ кусокъ стали съ содержаніемъ углерода, напр., въ 0,50% или выше и, нагрѣвъ его до высокой температуры, станемъ медленно охлаждать, то замѣтимъ, что вначалѣ охлажденіе идетъ равномерно, пока температура не упадетъ, примѣрно, до 700°C.; здѣсь оно внезапно замедляется, вслѣдствіе выдѣленія сталью теплоты, которое иногда бываетъ настолько значительнымъ, что не только производитъ остановку въ охлажденіи, но даже замѣтное на глазъ повышеніе температуры— „рекалесценцію“—охлаждаемаго металла. За этой остановкой охлажденіе снова идетъ нормально, пока кусокъ стали не достигнетъ температуры окружающаго воздуха.

Вотъ это-то нарушеніе въ правильномъ ходѣ охлажденія металла, указывающее на значительныя, сопровождающіяся выдѣленіемъ тепла молекулярныя превращенія, и называется „критическою точкой“. Osmond, который первый точно опредѣлилъ положеніе и величину критическихъ точекъ съ помощью отличнаго пирометра Le Chatelier, принялъ для обозначенія ихъ предложенное Черновымъ наименованіе буквой *A*.

Опытъ показалъ, что при нагрѣваніи происходитъ обратное явленіе, т. е. поглощеніе тепла, замедляющее нормальное повышеніе температуры.

¹) Переводъ горн. инж. П. П. Савина.

Для того, чтобы отличить критическую точку, наблюдаемую при охлажденіи, отъ критической точки при нагрѣваніи, первую обозначаютъ чрезъ A_r , а вторую—чрезъ A_c ; обѣ эти точки не совпадаютъ съ одной и той же температурой: точка A_c лежитъ градусовъ на 30 выше A_r .

Howe доказалъ, что замедленіе A_r , или, вѣрнѣе, молекулярныя превращенія, вызывающія это замедленіе, обнаруживаются только въ томъ случаѣ, когда сталь была предварительно нагрѣта выше A_c , и что, обратно, молекулярныя превращенія при A_c возможны только тогда, когда сталь охлаждена была ниже A_r . Отсюда слѣдуетъ, что хотя эти двѣ точки и не совпадаютъ съ одной и той же температурой, все-же, очевидно, представляютъ собою лишь противоположныя фазы одного и того же явленія: если при A_r совершается нѣкоторое молекулярное превращеніе, то при A_c происходитъ какъ разъ обратное явленіе.

Howe и Osmond выяснили тотъ фактъ, что критическая точка A_r понижается пропорціонально скорости охлаждения, и если эта послѣдняя очень велика (случай закалки), то A_r совсѣмъ исчезаетъ, т. е. соотвѣтственныхъ молекулярныхъ превращеній не происходитъ, а въ охлажденной стали остается то строеніе, какое существовало въ нагрѣтой выше точки A_r ; этому-то строенію нѣкоторыя теоріи и приписываютъ твердость закаленной стали. Теоріи эти различаются между собою лишь объясненіями природы вещества, являющагося послѣ закалки. Теплота, развивающаяся во время молекулярныхъ превращеній при точкѣ A_r , такимъ образомъ, при закалкѣ остается скрытой, и можетъ быть, по словамъ Osmond'a, обнаружена раствореніемъ закаленного металла въ хлористой мѣди съ амміакомъ, такъ какъ при этомъ всегда выдѣляется больше теплоты, чѣмъ при раствореніи незакаленной стали. Эта скрытая теплота выдѣляется также при отжигѣ. Вѣроятно также предположеніе, что если бы мы могли нагрѣвать сталь съ такою же быстротою, съ какою охлаждаемъ ее при закалкѣ, то возможно было бы отсутствіе молекулярныхъ превращеній и при температурѣ высшей A_c , и, стало быть, такая сталь не будетъ измѣняться въ своихъ свойствахъ отъ закалки.

Сталь съ высокимъ или среднимъ содержаніемъ углерода имѣетъ только одну критическую точку, тогда какъ мягкая имѣетъ ихъ какъ при нагрѣваніи, такъ и при охлажденіи двѣ или три. Чтобы отличить ихъ одна отъ другой, ихъ обозначаютъ знаками: A_{r_3} , A_{r_2} , A_{r_1} —въ случаѣ охлажденія и—соотвѣтственно— A_{c_3} , A_{c_2} , A_{c_1} —въ случаѣ нагрѣванія.

Если содержаніе углерода въ стали превышаетъ 0,25%, то обѣ верхнія критическія точки сливаются, и вмѣсто одной получается двойная точка $A_{r_{3,2}}$; если же углерода больше 0,5%, то критическая точка будетъ тройная $A_{r_{3,2,1}}$. Это показываетъ, что три рода молекулярныхъ превращеній, совершающихся въ мягкой стали при различныхъ температурахъ, въ твердой—имѣютъ мѣсто при одной и той же температурѣ $A_{r_{3,2,1}}$. Таково общепринятое мнѣніе, хотя и не доказано вполнѣ удовлетворительно,

что выдѣленіе тепла при точкѣ, напр., $Ar_{3,2,1}$ соотвѣтствуетъ тремъ различнымъ превращеніямъ, а не двумъ или одному какому-либо изъ нихъ, при чемъ остальные могутъ и не совершаться.

На табл. 1, фиг. 32, графически показано положеніе критическихъ точекъ, получаемыхъ при охлажденіи стали съ различнымъ содержаніемъ углерода: ширина заштрихованныхъ полосъ соотвѣтствуетъ здѣсь не напряженности, а предѣламъ температуръ, захватываемыхъ замедленіемъ. Напр., изъ фиг. видно, что единственное встрѣчающееся у твердой стали замедленіе начинается при 680°C . и оканчивается при 640°C . Максимальное выдѣленіе тепла лежитъ гдѣ-то между двумя этими температурами, но не обязательно посрединѣ ихъ.

Этотъ графическій чертежъ составленъ на основаніи изслѣдованій Osmond'a, Howe, Roberts-Austen'a, Arnold'a и Saveur'a, и за однимъ или двумя исключеніями всѣ данныя этихъ ученыхъ близко совпадаютъ съ нанесенными здѣсь линіями.

Здѣсь мы можемъ видѣть, что сталь съ содержаніемъ углерода въ 0,02 до 0,07% имѣетъ только два замедленія Ar_3 и Ar_2 , тогда какъ сталь съ 0,07 до 0,22% углерода обнаруживаетъ всѣ три отличимыя другъ отъ друга точки Ar_3 , Ar_2 и Ar_1 . Далѣе, въ стали, содержащей отъ 0,22% до 0,43% углерода, являются только замедленія $Ar_{3,2}$ и Ar_1 , а въ стали, еще болѣе богатой углеродомъ—одна точка $Ar_{3,2,1}$.

Какъ эта послѣдняя точка, такъ и отдѣльныя критическія точки мягкой стали представляютъ собою обратимыя молекулярныя превращенія: Ac_3 и Ac_1 совершаются при температурахъ нѣсколько высшихъ, чѣмъ Ar_3 и Ar_1 , тогда какъ Ac_2 и Ar_2 почти совпадаютъ съ одной и той же температурой.

Извѣстныя примѣси, въ особенности марганецъ, никкель, хромъ и вольфрамъ, очень значительно понижаютъ критическія температуры: марганецъ и никкель, повидимому, могутъ, присутствуя въ достаточномъ количествѣ, совершенно уничтожить ихъ (вѣроятно, пониженіемъ ихъ за температуру окружающаго воздуха). Возможно также, что чѣмъ чище сталь, тѣмъ при болѣе высокомъ содержаніи углерода происходитъ сліяніе критическихъ точекъ.

Значеніе замедленій будетъ рассмотрѣно впослѣдствіи. Здѣсь намъ нужно было только установить понятіе „критическихъ точекъ“. Это суть замедленія, происходящія въ нагрѣваніи и охлажденіи кусковъ стали, указывающія на важныя измѣненія въ составѣ стали, сопровождающіяся поглощеніемъ или выдѣленіемъ тепла, и въ высокой степени вліяющія на физическія, химическія и механическія свойства металла.

Разсмотримъ теперь подробнѣе измѣненія микроструктуры, имѣющія мѣсто при охлажденіи стали съ различнымъ содержаніемъ углерода, и посмотримъ, въ какой связи они находятся съ существующими теоріями закалки.

I. Микроструктура стали.

Микроструктура полированной стали.—Предварительно небезполезно будетъ сказать нѣсколько словъ о томъ, какимъ образомъ дѣлается видимой микроструктура полированныхъ шлифовъ стали и желѣза, такъ какъ это имѣетъ большое значеніе для микроскопическихъ изслѣдованій желѣза.

Если будемъ разсматривать подъ микроскопомъ поверхность полированной стали, составныя части которой имѣютъ приблизительно одинаковую твердость, то мы не будемъ въ состояніи ихъ различить: при косвенномъ освѣщеніи вся поверхность представится однообразно темной, при вертикальномъ—равномѣрно свѣтлой.

Поэтому необходимо подвергнуть поверхность шлифа такой обработкѣ, которая отдѣлила бы намъ одни составные элементы отъ другихъ. Эту операцію, пожалуй, можно назвать „проявленіемъ структуры“. Обыкновенно дѣлается это съ помощью химическихъ реактивовъ, травленія, различнымъ образомъ окрашивающаго одни изъ элементовъ структуры, тогда какъ другіе остаются нетронутыми и блестящими.

Неправильное травленіе никуда не годится: оно маскируетъ истинное строеніе шлифа и легко приводитъ къ ложнымъ заключеніямъ. Sauveur весьма скоро бросилъ принятое всеми травленіе очень слабыми кислотами и употребляетъ исключительно нижеслѣдующій приемъ.

Укрѣпивъ надлежащимъ образомъ къ державкѣ хорошо отполированный шлифъ, онъ погружаетъ его въ концентрированную азотную кислоту (уд. в. 1,42), которая, вслѣдствіе извѣстнаго пассивнаго состоянія желѣза, почти не оказываетъ никакого дѣйствія на полированную поверхность. Шлифъ затѣмъ вынимаютъ изъ ванны и сразу подставляютъ подъ сильную струю воды, которая смываетъ малѣйшіе слѣды кислоты. Но какъ только первыя капли воды смѣшались съ кислотой, слоемъ лежащей на шлифѣ, какъ сразу начинается очень энергичная реакція, продолжающаяся, однако, настолько короткое время, что глубокаго травленія произойти не можетъ. Такая обработка даетъ рѣзкое и отчетливое травленіе, равномѣрное по всей поверхности, и безъ тѣхъ, искажающихъ изображеніе, радужныхъ пленъ и неравномѣрнаго окрашиванія различныхъ частей поверхности шлифа, которыя являются при употребленіи слабыхъ кислотъ и такъ мѣшаютъ и обманываютъ во время микроскопическихъ наблюденій.

Иногда бываетъ необходимо повторить сказанную обработку, чтобы яснѣе проявить строеніе, но болѣе двукратной рѣдко примѣняется. Затѣмъ шлифъ промываютъ алкоголемъ и быстро обсушиваютъ мягкимъ полотномъ или, еще лучше, струею сухого воздуха, если имѣется воздушный насосъ. Sauveur употребляетъ также и травленіе іодною тинкту-

рою, рекомендованною Osmond'омъ въ его „Méthode générale pour l'analyse micrographique des aciers au carbone“, но предпочитаетъ разбавлять тинктуру равнымъ объемомъ алкоголя. Это послѣднее травленіе часто продѣлывается два и болѣе раза, чтобы получить удовлетворительный результатъ. И тотъ, и другой приемы одинаково хороши, и трудно сказать, который изъ нихъ слѣдуетъ предпочесть. Очень можетъ быть, что іодную тинктуру слѣдуетъ рекомендовать тамъ, гдѣ требуется выяснитъ мельчайшія детали структуры, напр., нѣжныя отдѣльности перлита, тогда какъ для изслѣдованій при небольшихъ увеличеніяхъ способъ съ азотной кислотой болѣе дѣйствителенъ. Но, конечно, это правило примѣнимо не во всѣхъ случаяхъ.

Другой методъ приготовленія шлифовъ есть такъ называемая „полировка въ рельефъ“. Онъ состоитъ въ томъ, что для окончательной полировки употребляютъ упругую подложку, позволяющую полировочному матеріалу срабатывать только наиболѣе мягкіе элементы и оставлять въ рельефѣ болѣе твердые. Если элементы структуры сильно разнятся между собою по твердости, то микроскопъ легко даетъ возможность отличать ихъ, а приемъ этотъ позволитъ судить объ ихъ относительной твердости. Хорошей подложкой для полировки этимъ способомъ можетъ служить кусокъ мягкаго дерева, на который натянуть пергаментъ, пропитанный водою, а полировочнымъ матеріаломъ—небольшое количество тончайшаго крокуса золотыхъ дѣлъ мастеровъ.

Микроскопическіе составные элементы стали.—Прежде всего разсмотримъ общія свойства различныхъ элементовъ структуры стали, а затѣмъ и условія ихъ нахождения въ стали различнаго содержанія углерода и въ зависимости отъ закалки при различныхъ температурахъ.

Всякая углеродистая сталь, будетъ ли она закалена или же отожжена, состоитъ изъ одного или нѣсколькихъ изъ слѣдующихъ четырехъ элементовъ структуры: *феррита*, *цементита*, *перлита* и *мартензита*. Первые три наименованія были предложены Howe, послѣднее—Osmond'омъ.

Ферритъ.—Это есть желѣзо, свободное отъ углерода. Но заключаетъ ли оно въ себѣ другія примѣси, обыкновенно встрѣчающіяся въ стали, или нѣтъ—еще не доказано. Во всякомъ случаѣ, весьма возможно, что зерна феррита заключаютъ въ себѣ въ извѣстной мѣрѣ эти примѣси. Ферритъ встрѣчается въ трехъ главнѣйшихъ видахъ:

1) Если ферритъ находится въ значительномъ количествѣ, какъ, напр., въ мягкой стали, медленно остывшей или закаленной ниже критической температуры, то онъ выдѣляется относительно большими массами и кристаллизуется многогранными зернами, представляющими собою не вполне развитые кристаллы правильной системы, по большей части—кубы и октаэдры (таб. I, фиг. 2, 3, 4 и 29). На рисункѣ ферритъ представленъ бѣлымъ, а черная сѣтъ изображаетъ границы зеренъ.

2) Въ стали средней твердости, медленно охлажденной послѣ высокаго нагрѣва, въ которой ферритъ заключается только въ небольшихъ

количествахъ, онъ образуетъ оболочку различной толщины, окружающую перлитъ. Въ разрѣзѣ мы тогда видимъ сѣтчатую структуру, петли которой выполнены перлитомъ. Но если такая сталь будетъ прокована при сравнительно низкой температурѣ, или будетъ нагрѣта до низкой—немного выше критической точки—температуры, то перлитъ и ферритъ являются тѣсно смѣшанными, такъ что шлифъ представляется аморфнымъ.

3) Ферритъ образуетъ также составную часть перлита, состоящаго изъ тѣсной смѣси феррита и цементита. Чтобы отличать эту форму феррита отъ первыхъ двухъ, мы назовемъ ее „выдѣлившимся ферритомъ“ (segregated ferrite), а первая двѣ—„свободнымъ“ (structurally free ferrite).

Свободный ферритъ образуетъ въ дѣйствительности всю массу безуглеродистаго желѣза, и по мѣрѣ того, какъ содержаніе углерода въ стали увеличивается, количество феррита въ ней уменьшается и совершенно исчезаетъ при 0,8% содержанія углерода, такъ что такая сталь состоитъ исключительно изъ одного перлита (фиг. 12 и 34).

Травленіе шлифа іодомъ или азотной кислотой оставляетъ ферритъ бѣлымъ и блестящимъ, дѣлая замѣтными границы между отдѣльными зернами. При болѣе глубокомъ травленіи, однако, нѣкоторыя зерна легко окрашиваются, принимая пятнистый видъ, тогда какъ другія остаются блестящими. Ферритъ наиболѣе мягокъ изъ всѣхъ элементовъ структуры стали, при полировкѣ онъ легче и скорѣе стирается, такъ что подъ микроскопомъ онъ представляетъ всегда углубленный рисунокъ, а остальные даютъ рельефъ.

Цементитъ есть соединеніе желѣза съ цементнымъ углеродомъ, т. е. углеродомъ незакаленной стали. Этотъ карбидъ соотвѣтствуетъ формулѣ Fe_3C . Уже въ 1885 году Abel и Müller, работавшіе независимо одинъ отъ другого, обнаружили присутствіе карбида такого состава въ незакаленной стали; новѣйшія изслѣдованія Arnold'a и Read'a („The chemical relations of carbon and iron“. Journ. Chem. Soc. Aug. 1894) вполне подтвердили выводы этихъ ученыхъ, и теперь едва ли возможно какое-либо сомнѣніе относительно химическаго состава цементита. Однако, очень вѣроятно, что въ стали съ большимъ содержаніемъ марганца, карбидъ этотъ представляетъ собою двойное углеродистое соединеніе желѣза и марганца.

Подобно ферриту и цементитъ является:

1) въ видѣ выдѣлившихся массъ—въ твердой стали—но онъ всегда аморфенъ (фиг. 30). Бѣлая, выступающія рельефомъ части суть цементитъ, темная—перлитъ. На рисункѣ, таб. I, цементитъ представленъ чернымъ, чтобы отличить его отъ феррита, оставленнаго бѣлымъ;

2) въ видѣ тонкой оболочки, если онъ, въ извѣстныхъ случаяхъ, находится въ стали въ незначительныхъ количествахъ (фиг. 14), и

3) какъ составная часть перлита.

Цементитъ даже послѣ повторнаго травленія іодомъ или азотной кислотой остается бѣлымъ и блестящимъ; металлическій блескъ его силь-

нѣе, чѣмъ феррита—одного этого признака достаточно опытному глазу, чтобы узнать его. Какъ ферритъ—самый мягкій, такъ цементитъ—самый твердый изъ всѣхъ элементовъ структуры стали, и остается всегда въ рельефѣ, въ особенности, если при окончательной полировкѣ употребляютъ для полировочнаго матеріала мягкую, упругую подложку. Кромѣ того, свободный ферритъ имѣетъ зернистое сложеніе, тогда какъ цементитъ всегда аморфенъ. Цементитъ иглой не чертится, а ферритъ—очень легко. Свободный цементитъ никогда не встрѣчается въ мягкой или полутвердой стали. Впервые онъ появляется въ стали съ содержаніемъ углерода, превышающимъ 0,90%, и количество его возрастаетъ пропорціонально содержанию углерода. Въ стали съ 2% углерода онъ составляетъ почти 23% всей массы (фиг. 34 и 16). Свободный ферритъ и свободный цементитъ никогда не встрѣчаются одновременно въ той же стали. Первый образуетъ составную часть перлита въ мягкой и полутвердой стали, а второй—въ стали, богатой углеродомъ (фиг. 34).

Перлитъ.—Собственно говоря, изъ сказаннаго ясно, что перлитъ не есть элементъ структуры стали, но, тѣмъ не менѣе, это вполне опредѣленная составная ея часть.

Чтобы удовлетворительно познакомиться со строеніемъ перлита, необходимо взять по меньшей мѣрѣ увеличеніе въ 300 разъ. При этомъ условіи мы можемъ—какъ еще указано Osmond'омъ—различить пластинчатый перлитъ отъ зернистаго. Пластинчатый перлитъ легче всего наблюдается въ стали, нагрѣтой до высокой температуры и чрезвычайно медленно охлажденной, въ особенности въ отожженной стали. Строеніе здѣсь тѣмъ яснѣе обнаруживается, чѣмъ дольше продолжался отжигъ. Пластинчатымъ это сложеніе называется потому, что представляетъ собою перемежаемость тонкихъ слоевъ или пластинокъ феррита и цементита, обуславливающую собою подъ микроскопомъ явленіе иризаціи, подобно перламутру, почему разсматриваемому элементу структуры Sorby—впервые открывшій его—и далъ названіе „перламутровой составной части“ (pearly constituent), а Howe назвалъ перлитомъ (pearlyte).

Присутствіе въ стали ясно выраженнаго пластинчататаго перлита даетъ вѣрное указаніе, что сталь была отожжена или послѣ высокаго нагрѣва медленно и безъ помѣхи была охлаждена. Зернистое же видоизмѣненіе перлита характерно для стали,ковка которой была окончена при низкой температурѣ, или которая была вновь нагрѣта до недостаточно высокой температуры. Какъ указываетъ само названіе, эта разновидность имѣетъ до нѣкоторой степени зернистое строеніе и состоитъ изъ смѣси небольшихъ, неправильныхъ зеренъ цементита и феррита. Перлитъ всегда заключается въ незакаленной стали—при небольшомъ содержаніи углерода въ незначительномъ количествѣ, которое быстро увеличивается съ возрастаніемъ содержанія углерода. Если сталь содержитъ около 0,80% углерода, то вся ея масса состоитъ изъ перлита. При дальнѣйшемъ увели-

ченіи количества углерода въ стали, содержаніе перлита въ ней уменьшается: часть его замѣщается цементитомъ (фиг. 34).

Перлитъ окрашивается іодомъ и азотной кислотою въ темный цвѣтъ; онъ всегда образуетъ темную часть незакаленной стали.

Какъ только что было упомянуто, сталь съ 0,80% углерода состоитъ изъ одного только перлита. Проф. Arnold называетъ это содержаніе углерода „точкой насыщенія“ (the saturation point) стали и находитъ, что сталь, содержащая, за исключеніемъ углерода, — очень малыя количества постороннихъ тѣлъ, требуетъ для своего насыщенія около 0,90% углерода, т. е. только по достиженіи этого предѣла изъ нея исчезаетъ весь свободный ферритъ. Обыкновенные же сорта стали, содержащіе отъ 0,40% до 1,00% марганца и отъ 0,75% до 1,25% другихъ примѣсей, имѣютъ точку насыщенія около 0,80% углерода.

Понятно, что чѣмъ чище сталь, тѣмъ больше необходимо углерода для ея насыщенія; это зависитъ отъ того частью, что нечистая сталь меньше содержитъ желѣза, способнаго къ насыщенію, но также и присутствіе значительнаго количества марганца, образующаго двойной карбидъ, уменьшаетъ потребное для того количество углерода (?). Перлитъ обыкновенной стали содержитъ поэтому около 0,80% углерода или почти 12% цементита (Fe_3C) и 88% феррита—въ круглыхъ цифрахъ 1 часть цементита на 7 частей феррита.

Строеніе незакаленной стали представляется намъ въ такомъ видѣ. Находящійся въ стали углеродъ соединяется съ частью желѣза въ карбидъ Fe_3C (цементитъ); ферритъ и цементитъ соединяются въ определенной пропорціи для образованія структуры высшаго порядка,—перлита, при чемъ, смотря по обстоятельствамъ, избытокъ феррита (въ мягкой стали) или цементита (въ твердой стали) выдѣляется въ свободномъ видѣ (фиг. 34). Если составъ цементита и перлита извѣстенъ, то легко вычислить, изъ чего состоитъ сталь даннаго содержанія углерода. Возьмемъ сталь съ 0,50% углерода; мы знаемъ, что этотъ углеродъ долженъ соединиться съ извѣстнымъ количествомъ феррита для образованія цементита — Fe_3C (6,67 C + 93,33 Fe). Изъ такой пропорціи:

$$\begin{array}{ccc} C & Fe_3C & C \\ 6,67 : 100 & = & 0,50 : x \end{array}$$

найдемъ, что цементита должно получиться 7,50%. Этотъ цементитъ соединится далѣе съ ферритомъ для образованія перлита (12 Fe_3C + 88 Fe)

$$\begin{array}{ccc} Fe_3C & \text{перлитъ} & Fe_3C \\ 12 : 100 & = & 7,5 : x; \end{array}$$

отсюда опредѣлимъ, что наша сталь должна заключать въ себѣ 62,50% перлита. Остальное, т. е. 37,50%, есть свободный ферритъ.

Если сталь содержитъ въ себѣ болѣе 0,80% углерода, напр., 1,20%, то мы имѣемъ избытокъ цементита, и составъ стали будетъ вычисленъ

такимъ образомъ: 1,20% углерода соотвѣтствуютъ 18% цементита, остальные 82% — ферритъ, который соединится съ частью цементита въ такомъ отношеніи:

$$\begin{array}{ccc} Fe & Fe_3 C & Fe \\ 88 & : & 12 = 82 : x, \end{array}$$

т. е. съ 11,18% цементита въ перлитъ, а, слѣдовательно, остальные 6,82% остаются свободными. Итакъ, эта сталь состоитъ изъ 93,18% перлита и 6,82% свободного цементита.

Эти цифры, вѣроятно, были бы абсолютно точными, если бы сталь состояла только изъ углерода и желѣза. Но постоянно заключающіеся въ ней посторонніе элементы обязательно измѣняютъ вычисленныя соотношенія, которыя становятся только приблизительными. Въ приводимой далѣе таблицѣ показанъ микрографическій составъ незакаленной стали различнаго содержанія углерода, вычисленный вышеуказаннымъ способомъ, при чемъ десятичные знаки округлены.

Мартензитъ — есть та составная часть стали, которая образуется въ ней при высокой температурѣ и сохраняется при обыкновенной — очень быстрымъ охлажденіемъ, являясь причиной значительной твердости закаленной стали. Дѣйствительный составъ феррита, перлита и цементита намъ извѣстенъ довольно хорошо, но относительно мартензита мы этого сказать не можемъ. И дѣйствительно, разъ будетъ точно установлено, что такое представляетъ собою мартензитъ, до сихъ поръ неразрѣшенный вопросъ о закалкѣ стали станетъ самъ собою яснымъ. Каждая теорія, имѣющая своимъ предметомъ закалку стали, предполагаетъ мартензиту такой составъ, какой соотвѣтствуетъ этой теоріи. Прямыхъ же данныхъ для этого мы не имѣемъ.

Мартензитъ состоитъ изъ желѣза и углерода, но соединенныхъ не въ опредѣленныхъ пропорціяхъ, какъ въ перлитѣ. Углерода въ немъ заключается отъ 0,12% — въ очень мягкой стали, закаленной выше критической температуры, до 0,90% — въ твердой стали. Общее количество мартензита составляетъ: около 75% въ очень мягкой закаленной стали (остальное — ферритъ) и 100% въ закаленной стали, содержащей отъ 0,25% до 0,80% углерода. Если же содержаніе углерода превышаетъ 0,80%, то, кромѣ мартензита, мы находимъ извѣстное количество и цементита (фиг. 34 и 1—16). По этой причинѣ и твердость мартензита весьма различна: въ малоуглеродистой стали онъ сравнительно мягокъ, въ сильно углеродистый — онъ весьма твердъ, хотя и менѣе, чѣмъ цементитъ.

Составъ мартензита будетъ рассмотрѣнъ впослѣдствіи.

Какъ іодъ, такъ и азотная кислота окрашиваютъ мартензитъ, при чемъ интенсивность окраски находится въ зависимости отъ содержанія въ немъ углерода: малоуглеродистый, какъ въ мягкой стали, закаленной выше критической точки, онъ окрашивается въ свѣтло-желтый цвѣтъ, который дѣлается тѣмъ темнѣе, чѣмъ больше возрастаетъ содержаніе углерода. Мар-

Т а б л и ц а I.

Теоретическій микрографическій составъ незакаленной углеродистой стали.

C%	Микрографическій составъ въ %.			C%	Микрографическій составъ въ %.		
	Перлита.	Феррита.	Цементита.		Перлита.	Феррита.	Цементита.
—	—	100	—	1,30	91	—	9
0,10	12	88	—	1,40	90	—	10
0,20	25	75	—	1,50	88	—	12
0,30	37	63	—	1,60	86	—	14
0,40	50	50	—	1,70	85	—	15
0,50	62	38	—	1,80	83	—	17
0,60	75	25	—	1,90	81	—	19
0,70	87	13	—	2,00	80	—	20
0,80	100	—	—	2,10	78	—	22
0,90	98	—	2	2,20	76	—	24
1,00	97	—	3	2,30	74	—	26
1,10	95	—	5	2,40	73	—	27
1,20	93	—	7	2,50	71	—	29

тензитъ, богатый углеродомъ, при травленіи дѣлается настолько же темнымъ, и даже темнѣе, чѣмъ перлитъ отъ такой же обработки. Поэтому въ мягкой стали легко отличать, по болѣе свѣтлому цвѣту, мартензитъ отъ перлита, но въ твердой стали цвѣтомъ уже нельзя руководствоваться, а необходимо обратить вниманіе на структуру, чтобы различать эти два тѣла. Если перлитъ является пластинчатымъ, то смѣшать ихъ невозможно; но если онъ зернистый, то различіе становится затруднительнымъ, и необходимо точнѣе изслѣдовать его структуру. По словамъ Osmond'a, мартензитъ часто представляетъ собою группы параллельныхъ иголь или прямыхъ волоконъ, часто между собою пересѣкающихся.

Слѣдуетъ замѣтить, что для разсмотрѣнія структуры мартензита требуются очень сильныя увеличенія; но, несмотря на это, подробности оказываются настолько нѣжными и такъ запутанными, что видъ ихъ мало объясняетъ намъ сущность строенія. Sauveur находитъ, однако, достаточныя доказательства своему предположенію, что мартензитъ, подобно перлиту, состоитъ изъ двухъ веществъ различной твердости.

Итакъ, повторяя сказанное, мы напомнимъ, что незакаленная сталь состоитъ изъ одного перлита или смѣси перлита съ ферритомъ; закален-

ные же—или изъ одного мартензита, или—въ соединеніи съ ферритомъ или цементитомъ. Эти соотношенія графически представлены на фиг. 33.

Въ своей, упомянутой выше, работѣ Osmond описываетъ еще два элемента структуры, названные имъ *сорбитомъ* и *трооститомъ*. Sauveur не былъ въ состояніи наблюсти ихъ вполне удовлетворительнымъ образомъ, и потому не говоритъ о нихъ, тѣмъ болѣе, что это, по выраженію Osmond'a, „переходныя формы“, существованіе которыхъ ограничено превращеніями структуры во время тепловой обработки стали. Но даже, если бы существованіе ихъ было несомнѣнно, намъ ничего не пришлось бы измѣнить въ тѣхъ выводахъ, которые сдѣланы нами на основаніи микроскопическихъ наблюдений. Osmond находитъ, что при травленіи іодомъ стали, богатой углеродомъ, нагрѣтой нѣсколько выше критическихъ точекъ, часть перлита или, по крайней мѣрѣ, нѣкоторыя пластинки его окрашиваются.

А такъ какъ при этой обработкѣ какъ цементитъ, такъ и ферритъ должны оставаться свѣтлыми, то онъ и предполагаетъ тутъ существованіе новаго элемента структуры—*сорбита*, объясняя, что перлитъ сказанной стали состоитъ или изъ перлита съ сорбитомъ, или изъ цементита съ сорбитомъ, или, наконецъ, изъ двухъ различно окрашивающихся сорбитовъ.

Онъ принимаетъ, что сорбитъ содержитъ извѣстное количество углерода закала и представляетъ свою переходную форму между ферритомъ и цементитомъ (въ незакаленной стали) или—между цементитомъ и ферритомъ (въ закаленной).

Трооститъ Osmond находитъ между мартензитомъ и ферритомъ въ стали, закаленной между критическими точками. Химическій составъ его неизвѣстенъ, а соотвѣтствуетъ онъ промежуточной формѣ между ферритомъ и мартензитомъ.

Микроструктура стали закаленной выше, между и ниже критическихъ точекъ.—При изученіи микроструктуры закаленной стали Sauveur имѣлъ намѣреніе удостовѣриться, происходятъ ли въ ней видимыя измѣненія въ соотвѣтствіи съ критическими точками, и, если это такъ, то опредѣлить, въ чемъ заключаются эти измѣненія. Съ этой пѣлью проще всего было бы поступить такимъ образомъ: взять опредѣленное число стальныхъ брусковъ различнаго содержанія углерода, нагрѣть ихъ значительно выше критическихъ точекъ и, давъ медленно охладиться, закалить ихъ при температурахъ высшихъ, промежуточныхъ и низшихъ, чѣмъ критическія точки. Такимъ путемъ въ охлажденномъ металлѣ получится структура, соотвѣтствующая температурѣ закали, при чемъ можно, изъ сравненія, видѣть, какія измѣненія происходятъ при медленномъ охлажденіи и соотношенія ихъ къ критическимъ точкамъ.

Въ этихъ видахъ взяты были образцы стали, содержащей 0,09%, 0,21%, 0,35%, 0,80%, 1,20% и 2,50% углерода. Первые три образца были получены Sauveur'омъ отъ Howe, который точно опредѣлилъ для нихъ положеніе критическихъ точекъ. Вся сталь была рыночная, содержавшая

отъ 0,40% до 0,90% марганца и отъ 0,60% до 1,00%—общаго содержанія примѣсей (исключая углеродъ).

Нѣсколько образцовъ каждой серіи были нагрѣты выше критическихъ точекъ и предъ закалкой медленно охлаждены. Одинъ изъ брусковъ закаливали при температурѣ высшей A_{r_3} , другой—между A_{r_3} и A_{r_2} , третій—между A_{r_2} и A_{r_1} и послѣдній—ниже A_{r_1} (фиг. 32). Структура этихъ образцовъ была срисована подъ микроскопомъ при увеличеніи въ 200 разъ и представлена для сравненія на фиг. 1—16. Тѣ сорта стали, которые не имѣютъ замедленія A_{r_3} , не проявляютъ измѣненія структуры и выше A_{r_2} , а въ стали, имѣющей только одну точку A_{r_1} , происходитъ только одно измѣненіе структуры. Площади, занимаемыя различными элементами структуры, были измѣрены планиметромъ и представлены въ соответственныхъ процентныхъ величинахъ на таблицѣ II.

Т а б л и ц а II.

Микрографическій составъ нѣкоторыхъ сортовъ углеродистой закаленной стали.

Сталь №	C%	Закалена выше A_{r_3} . Объемъ въ % *).			Закалена между A_{r_3} и A_{r_2} . Объемъ въ %.			Закалена между A_{r_2} и A_{r_1} . Объемъ въ %.			Закалена ниже A_{r_1} или медленно охлаждена. Объемъ въ %.		
		Мар- тен- зита.	Фер- рита.	Цемен- тита.	Мар- тен- зита.	Фер- рита.	Цемен- тита.	Мар- тен- зита.	Фер- рита.	Цемен- тита.	Пер- лита.	Фер- рита.	Це- мен- тита.
1	0,09	77	23	0	27	73	0	11	89	0	10	90	0
		Закалена выше A_{r_2} . Объемъ въ %.											
		Мартензита.		Феррита.		Цементита.							
2	0,21	100		0		0		31	69	0	23	77	0
3	0,35	100		0		0		56	44	0	50	50	0
		Закалена выше A_{r_1} . Объемъ въ %.											
		Мартензита.		Феррита.		Цементита.							
4	0,80	100		0		0		0			100	0	0
5	1,20	94		0		0		6			92	0	8
6	2,50	80		0		0		20			77	0	23

*) Для практическихъ цѣлей можно принять, что процентныя отношенія площадей равны таковымъ же объемовъ; но теоретически это, конечно, только тогда справедливо, когда составные элементы структуры распределены въ сѣченіи совершенно равномерно, и число ихъ частицъ безконечно велико.

Измѣренія планиметромъ.—Для желающихъ заняться ими не бесполезно будетъ нижеслѣдующее краткое описаніе. Данныя, приведенныя въ табл. II, получены изъ измѣренія площадей, по крайней мѣрѣ, вдвое большихъ, чѣмъ изображено на чертежѣ. Примѣромъ можетъ служить сталь съ 0,09% углерода, закаленная между A_1 и A_2 . Изображеніе, дѣйствительно измѣренное, представлено на фиг. 36, но, для простоты, здѣсь не показаны спаи между отдѣльными зернами феррита.

Пусть намъ надо измѣрить общую площадь мартензита. Если бы мы стали измѣрять каждую маленькую площадь въ отдѣльности, то это была бы очень длинная и затруднительная работа, и, кромѣ того, неизбежны ошибки измѣренія планиметромъ возрасли бы количественно. Для упрощенія дѣла и значительнаго уменьшенія возможныхъ ошибокъ, всѣ маленькія площади были соединены, какъ показано пунктирной линіею, въ одну общую цѣпь. Приведенный къ нулю, планиметръ былъ установленъ въ точкѣ *A*, изъ которой онъ двигался по направленію, указанному стрѣлкою, такимъ образомъ, какъ будто предполагали измѣрить площадь одного зерна. Но дойдя до точки *B*, переходятъ по пунктирной линіи *BC* къ слѣдующему зерну. Отъ *C* идутъ по контуру зерна до *D*, откуда—къ слѣдующему и т. д., пока не достигнутъ точки *E* на послѣдней площади, которою снова обводятъ до *E*, переходя такимъ образомъ отъ зерна къ зерну назадъ къ *A*, слѣдуя, однако, только по тѣмъ линіямъ контуровъ зеренъ, которыя раньше были пропущены. Такимъ образомъ всѣ зерна будутъ обведены вполне по ихъ границамъ, и ошибка, происшедшая въ первой половинѣ измѣреній отъ того, что острие планиметра двигалось по пунктирнымъ линіямъ, будетъ уничтожена обратнымъ его движеніемъ по этимъ линіямъ. Итакъ, отсчетъ планиметра дастъ намъ общую поверхность мартензита.

Опредѣленный такимъ способомъ микрографическій составъ различныхъ образцовъ стали графически изображенъ на фиг. 34 и поможетъ намъ яснѣе представить себѣ сущность и величину измѣненій структуры при критическихъ точкахъ.

Какъ упомянуто, на взаимныя отношенія составныхъ элементовъ структуры извѣстное вліяніе оказываетъ количество постороннихъ примѣсей (исключая углеродъ). Напримѣръ, предѣлъ насыщенія очень чистой стали лежитъ близъ 0,90% углерода. Поэтому мы не можемъ вывести абсолютно точно составъ стали даннаго содержанія углерода изъ схемы фиг. 34; но она даетъ приблизительные и вполне удовлетворительные результаты для стали, обыкновенно находящейся въ продажѣ.

Sauveur нѣсколько разъ пытался опредѣлять содержаніе углерода по планиметрическимъ измѣреніямъ, въ предположеніи, что перлитъ содержитъ 0,80% углерода; но для полученія сравнимыхъ между собою результатовъ, необходимо было сталь, до микроскопическаго изслѣдованія, нагрѣвать до одной и той же температуры (лучше всего—нѣсколько выше

критическихъ точекъ), такъ какъ оказалось, что нагрѣваніе до различныхъ температуръ вліяетъ въ известной мѣрѣ на объемъ перлита.

Изъ фиг. 1—25 видно, что каждой критической точкѣ соответствуетъ определенное измѣненіе структуры. Отсюда слѣдуетъ, что эти измѣненія сопровождаются замедленіями въ поглощеніи и выдѣленіи тепла, начинаясь и оканчиваясь вмѣстѣ съ ними.

Разсмотримъ теперь въ отдѣльности измѣненія структуры для каждаго сорта стали.

Сталь № 1.—Содержаніе углерода 0,09%.—Даже при столь маломъ содержаніи углерода, эти измѣненія настолько значительны, что они приведены еще на фиг. 26—29, дающихъ, при увеличеніи въ 170 разъ, строеніе мягкой стали, закаленной соответственно—выше A_{r_3} , между A_{r_3} и A_{r_2} , между A_{r_2} и A_{r_1} и ниже A_{r_1} .

Въ первомъ случаѣ она состоитъ изъ 77% мартензита и 23% феррита. Но мартензитъ здѣсь содержитъ въ себѣ очень немного углерода. При травленіи іодомъ или азотной кислотой онъ окрашивается въ свѣтло-желтый цвѣтъ и не очень твердъ, такъ какъ чертится иглой. Между A_{r_3} и A_{r_2} сталь состоитъ изъ 27% мартензита, который распространенъ неравномѣрными зернами въ основной массѣ свободного феррита. Здѣсь мартензитъ значительно тверже, чѣмъ въ предыдущемъ случаѣ, и при травленіи становится совершенно темнымъ. Онъ очень твердъ, при полировкѣ на мягкой подложкѣ образуетъ явственный рельефъ, и иглой уже не чертится. Зерна феррита, хорошо различимыя на рисункѣ (фиг. 2), неясны на микрограммѣ (фиг. 27), что зависитъ отъ трудности получить рѣзкое изображеніе тонкихъ разграничительныхъ линий. Между A_{r_2} и A_{r_1} количество мартензита еще болѣе уменьшается, составляя здѣсь всего 11% всей массы. Во время замедленія A_{r_2} выдѣлилось 15% феррита, который при болѣе высокой температурѣ заключался въ мартензитѣ, почему общее количество его увеличилось до 89%. Зерна феррита очень плохо видны на микрограммѣ (фиг. 28).

Послѣ закалки при температурѣ ниже A_{r_1} шлифъ показываетъ 10% перлита и 90% свободного феррита. Во время замедленія A_{r_1} исчезаютъ остальные 10% мартензита, образуя 10% перлита и 1% феррита. Таковъ же микрографическій составъ этой стали послѣ медленнаго охлажденія; слѣдовательно, закалка ниже критическихъ точекъ не производитъ никакихъ измѣненій ни въ сущности, ни въ количествѣ составныхъ элементовъ структуры. И это относится одинаково до всѣхъ родовъ стали. На фиг. 1—16 перлитъ отличается отъ мартензита; на микрограммѣ (фиг. 29) по внѣшнему виду перлитъ и мартензитъ очень схожи; но мы уже знаемъ, какъ ихъ различать подъ микроскопомъ. Зерна феррита хорошо видимы на фиг. 29.

Сталь № 2.—0,21% углерода.—Эта сталь не имѣетъ верхней критической точки A_{r_3} ; если она закалена до замедленія A_{r_2} , то состоитъ

исключительно изъ одного мартензита (фиг. 5), который, однако, содержитъ въ себѣ немного углерода и травленіемъ слабо окрашивается. Между A_{r_2} и A_{r_1} онъ заключаетъ въ себѣ 31% мартензита въ неправильныхъ зернахъ, разсѣянныхъ въ основной массѣ свободного феррита (фиг. 6); изъ чего мы заключаемъ, что во время замедленія A_{r_2} около 70% феррита, при болѣе высокой температурѣ входившихъ въ составъ мартензита, сдѣлались свободными. Зерна феррита на рисункѣ неразличимы; они вполне тождественны съ изображенными на фиг. 2, 3 и 4. Ниже A_{r_1} масса стали состоитъ изъ 23% перлита и 77% феррита (фиг. 7), т. е. во время замедленія A_{r_1} 31% мартензита переходитъ въ 23% перлита и 8% феррита.

Сталь № 3.—0,34 % углерода.—Эта сталь, какъ и предыдущая, имѣетъ только двѣ критическія точки и, закаленная выше A_{r_2} , состоитъ изъ одного мартензита (фиг. 8), но здѣсь онъ болѣе углеродистъ, и потому тверже и темнѣе окрашивается. Во время перваго замедленія A_{r_2} выдѣляются 44% феррита, такъ что остается всего 56% мартензита (фиг. 9), при чемъ мартензитъ является не въ видѣ отдѣльныхъ зеренъ, а даетъ непрерывную, развѣтвляющуюся массу. Ниже A_{r_1} сталь состоитъ изъ равныхъ количествъ перлита и феррита (фиг. 10). Характеръ строенія остается такой, какъ будто мартензитъ *in situ* превратился въ перлитъ, только немногимъ болѣе (на 6%) богатый ферритомъ.

Сталь № 4.—0,80 % углерода.—Въ этомъ случаѣ мы достигли предѣла насыщенія стали. Послѣ медленнаго остыванія или закалки ниже A_{r_1} вся масса стали состоитъ исключительно изъ перлита (фиг. 12). Она имѣетъ только одну критическую точку, выше которой представляетъ собою сплошной мартензитъ (фиг. 11). Этотъ мартензитъ сильно углеродистъ, чрезвычайно твердъ и окрашивается въ очень темный цвѣтъ.

Сталь № 5.—1,20 % углерода.—Будучи закалена выше своей единственной критической точки, эта сталь, въ главной массѣ мартензитъ, заключаетъ въ себѣ 6% цементита, разсѣяннаго въ немъ въ видѣ червеобразныхъ включеній (фиг. 13). Ниже A_{r_1} мартензитъ исчезаетъ; на его мѣстѣ является перлитъ, выполняющій ячейки сѣти изъ 8% цементита (фиг. 14).

Сталь № 6.—2,50 % углерода.—Выше критической точки эта сталь состоитъ изъ 80% мартензита и 20% свободного цементита (фиг. 15). При A_{r_1} мартензитъ превращается въ 77% перлита, а количество свободного цементита увеличивается до 23% (фиг. 16). Структура этой стали, въ незакаленномъ видѣ, представлена на фиг. 30 при слабомъ увеличеніи; на фотографіи цементитъ является бѣлымъ.

Чтобы показать, какъ точно согласуются вышеописанныя измѣненія структуры съ замедленіями во время критическихъ точекъ, здѣсь воспроизводятся рисунки, опубликованные ранѣе въ Journ. of the Iron and Steel Institut¹⁾, въ видѣ фиг. 17—25.

¹⁾ „Further Notes on the Hardening of Steel“ H. Howe and A. Sauveur. Jour. of the I. and St. Inst. 1896. № 1.

21 брусокъ стали № 2-й былъ нагрѣтъ до 970° С, медленно охлажденъ до известной температуры — нѣсколько выше или между критическими точками — и затѣмъ быстро закаленъ. Такимъ образомъ, нѣкоторые бруски были закалены *во время самихъ превращеній въ структуры*, что позволило прослѣдить ходъ этихъ превращеній. Микрографическій составъ различныхъ брусковъ и температура ихъ закалки показаны на таб. III.

Т а б л и ц а III.

Микрографическій составъ стали, содержащей 0,21% углерода, послѣ закалки выше, между и ниже критическихъ точекъ.

Температура закалки въ $^{\circ}$ С.	Положеніе температуры закалки относительно критическихъ точекъ.	Микрографическій составъ стали въ процентахъ.		
		Мартензита.	Феррита.	Перлита.
880		100,0	0,0	0,0
836		100,0	0,0	0,0
797	Выше A_{r_2}	100,0	0,0	0,0
761		100,0	0,0	0,0
733		100,0	0,0	0,0
714		97,2	2,80	0,0
713	Начало A_{r_2}	86,00	14,00	0,0
698		70,20	29,80	0,0
652	Средина A_{r_2}	35,20	64,80	0,0
750		30,80	69,20	0,0
633		32,00	68,00	0,0
626		31,50	68,50	0,0
620	Начало A_{r_1}	30,00	68,40	1,60
600		4,00	78,50	17,50
575	Конецъ A_{r_1}	2,00	75,80	22,20
559		0,0	78,90	21,10
532		0,0	76,80	23,20
512		0,0	77,00	23,20
340	Ниже A_{r_1}	0,0	77,40	22,60
263		0,0	75,20	24,80
200		0,0	76,40	23,60

Фиг. 37 показываетъ графически ходъ измѣненій въ структурѣ стали. Изъ нея, а также изъ фиг. 26—31 и рисунковъ 17—25 видно, что *измѣненія структуры происходятъ только во время замедленій, начинаясь и оканчиваясь вмѣстѣ съ ними.* Пять стальныхъ брусковъ, закаленныхъ выше A_{r_2} , имѣютъ всѣ одну и ту же структуру (фиг. 17), состоя только изъ одного мартензита. Но какъ только начинается замедленіе A_{r_2} , выдѣляется часть феррита (фиг. 18), количество котораго растеть по мѣрѣ того, какъ продолжается охлажденіе и самое замедленіе становится болѣе яснымъ. Въ срединѣ A_{r_2} мы находимъ уже около 30% феррита (фиг. 20). Между A_{r_2} и A_{r_1} масса металла состоитъ изъ 70% феррита и 30% мартензита. Далѣе составъ остается безъ перемѣны, пока не дошли до второй критической точки. Четыре образца, закаленныхъ между A_{r_2} и A_{r_1} , имѣютъ одинаковый составъ, что видно изъ фиг. 37. Съ началомъ замедленія A_{r_1} происходятъ снова превращенія, при чемъ мартензитъ замѣняется перлитомъ, и продолжительность этого превращенія совершенно одинакова съ продолжительностью самаго замедленія. Въ началѣ A_{r_1} мы находимъ только 1,60% перлита (фиг. 18). Въ концѣ замедленія сталь заключаетъ въ себѣ 22% перлита и нѣсколько больше 2% мартензита (фиг. 23 и 24). Ниже A_{r_1} мартензитъ уже не существуетъ, и сталь состоитъ лишь изъ 22% перлита и 77% феррита. Семь брусковъ, закаленныхъ ниже A_{r_1} , доказываютъ, что при дальнѣйшемъ охлажденіи не происходитъ никакого измѣненія структуры. Микрографическій составъ стали, быстро закаленной ниже критическихъ точекъ, ничѣмъ не отличается отъ состава стали, медленно охлажденной.

Выводъ. — Каждая критическая точка соответствуетъ измѣненію структуры, которое начинается и оканчивается съ нею. Въ предѣлахъ температуръ, не заключающихъ въ себѣ критическихъ точекъ, не происходитъ и перемѣнъ въ микрографическомъ составѣ металла. Изъ микроскопическихъ наблюденій мы заключаемъ, что измѣненія структуры, происходящія при высшихъ точкахъ A_{r_3} и A_{r_2} , касаются только строенія металла и соотвѣтствуютъ лишь выдѣленію извѣстной части свободнаго феррита, который при высшей температурѣ заключался въ мартензитѣ. Превращеніе же, происходящее при низшей точкѣ A_{r_1} или $A_{r_{3,2,1}}$ (въ стали, имѣющей только одно замедленіе) и проявляющееся въ исчезновеніи мартензита и появленіи перлита, указываетъ—если только оно связано, какъ вообще предполагается, съ образованіемъ Fe_3C —на его химическій характеръ.

Принявъ для простоты, что сталь содержитъ только углеродъ и желѣзо, мы скажемъ, что выше A_{r_3} (фиг. 34) 0,12 частей углерода могутъ соединиться съ 99,88 частями желѣза или, круглымъ числомъ, 1 часть углерода съ 800 частями желѣза. Мартензитъ не можетъ принять большаго количества феррита, и если сталь содержитъ меньше, чѣмъ 0,12% углерода, то излишекъ желѣза не соединяется съ нимъ и остается въ видѣ свободнаго феррита. Между A_{r_3} и A_{r_2} мы находимъ на 0,25%⁰

углерода 99,75% желѣза, или 1 часть углерода на 400 частей желѣза. Въ предѣлахъ этихъ температуръ мартензитъ не въ состояніи связать большаго количества желѣза, и если послѣдняго избытокъ, то онъ остается свободнымъ. Между Ar_2 и Ar_1 количество феррита, могущаго соединиться съ мартензитомъ, еще меньше, а именно 0,50% углерода на 99,50% желѣза, т. е. 1 часть углерода на 200 частей желѣза; если же его больше, то онъ остается несвязаннымъ. Фиг. 4 поясняетъ фактъ, что мартензитъ никогда не можетъ заключать въ себѣ болѣе 0,9% углерода, или 1 часть углерода на 110 частей желѣза. Если же сталь содержитъ углерода болѣе этой величины, то избытокъ углерода, въ видѣ свободного цементита, остается несоединеннымъ. Здѣсь мы имѣемъ предѣлъ, который можетъ быть названъ *предѣломъ насыщенія* углерода желѣзомъ, и мы видимъ, что при нагрѣваніи съ каждой критической точкой этотъ предѣлъ насыщенія увеличивается и обуславливаетъ собою строеніе металла. Итакъ, мартензитъ, смотря по содержанію стали углерода и по ея температурѣ, можетъ соединяться съ количествомъ углерода, колеблющимся между 0,12% и 0,90%.

Вышеописанныя перемѣны структуры могутъ быть объяснены слѣдующимъ образомъ. Нагрѣемъ кусокъ углеродистой стали выше критической точки Ac_1 ; во время этой остановки заключающіеся въ стали углеродъ и желѣзо соединятся между собою въ пропорціи 1:200 для образованія мартензита (0,50% углерода и 99,50% желѣза). Если сталь содержитъ болѣе, чѣмъ 0,50% углерода, то все количество находящагося въ ней желѣза войдетъ въ составъ мартензита, и при дальнѣйшемъ нагрѣваніи не происходитъ болѣе никакого измѣненія структуры и не появляется другой критической точки. Но такъ какъ мартензитъ никогда не можетъ заключать въ себѣ болѣе 0,90% углерода, то въ присутствіи большаго количества углерода мы находимъ въ стали свободный цементитъ. Если же, напротивъ, сталь содержитъ менѣе 0,50% углерода, то выше Ac_1 часть желѣза остается не связанной въ видѣ свободного феррита; при дальнѣйшемъ нагрѣваніи такой стали мы встрѣчаемъ второе замедленіе Ac_2 , во время котораго предѣлъ насыщенія углерода желѣзомъ повышается до 1:400 (0,25% C и 99,75% Fe), и извѣстная часть феррита поглощается мартензитомъ, возстановляя, такъ сказать, равновѣсіе элементовъ структуры. Если сталь заключаетъ въ себѣ болѣе 0,25% углерода, то весь свободный ферритъ во время Ac_2 исчезаетъ, и послѣдующее нагрѣваніе уже не влечетъ за собою какихъ-либо превращеній въ составѣ стали и никакихъ критическихъ точекъ болѣе не появляется. Вотъ почему сталь съ содержаніемъ углерода отъ 0,25% до 0,50% имѣетъ только двѣ критическія точки. Въ случаѣ, если углерода меньше 0,25%, часть феррита остается выше Ac_2 свободной. Мягкіе сорта стали имѣютъ еще третье замедленіе Ac_3 , повышающее предѣлъ насыщенія углерода желѣзомъ до 1:800 (0,12% C и 99,88% Fe), такъ что весь или часть оста-

вавшего свободнымъ феррита поглощается мартензитомъ. Если углерода больше 0,12%, то исчезаетъ весь ферритъ, если меньше, то при дальнѣйшемъ нагрѣваніи часть феррита остается непоглощенной. При охлажденіи эти явленія происходятъ въ обратномъ порядкѣ, проявляясь въ A_{r_3} , A_{r_2} и A_{r_1} . Ферритъ, поглощаемый при A_{c_3} и A_{c_2} , снова появляется при A_{r_3} и A_{r_2} , тогда какъ мартензитъ превращается въ перлитъ при A_{r_1} .

II. Современные теоріи закалки.

Основываясь на вышеприведенныхъ микрографическихъ данныхъ, Sauveur критически изслѣдуетъ различныя предложенныя до сихъ поръ теоріи закалки стали. Howe весьма ясно резюмируетъ такимъ образомъ двѣ главныя теоріи¹⁾: „Обѣ теоріи основываются на предположеніи, что для сохраненія того особаго состоянія металла, которое существуетъ въ немъ при краснокалильной температурѣ, но не постоянно при низшей, достаточно быстрого охлажденія, и это потому, что въ этомъ случаѣ нѣтъ необходимаго промежутка времени для молекулярныхъ превращеній, совершающихся въ отожженной стали при переходѣ отъ краснокалильнаго жара къ обыкновенной температурѣ. Выше и во время критическихъ температуръ (A_1 у Osmond'a) углеродъ переходитъ изъ нормальнаго состоянія („цементный углеродъ“) въ такъ называемый „углеродъ закала“, который ниже этихъ температуръ непостояненъ и стремится перейти въ прежнее состояніе цементнаго углерода, что и происходитъ во время медленнаго охлажденія. Но съ помощью быстрого охлажденія онъ можетъ быть сохраненъ въ состояніи углерода закала, почему и находится въ закаленной стали. Но между тѣмъ какъ „углеродная теорія“ считаетъ задержку въ превращеніи углерода непосредственной причиной явленія закалки, „аллотропическая теорія“ смотритъ на нее какъ на нѣчто второстепенное, предполагая, что желѣзо выше критической температуры само принимаетъ аллотропическую форму твердаго, хрупкаго β -желѣза, которое такъ же, какъ и углеродъ закала, ниже этой температуры непрочно, легко переходя—опять-таки какъ углеродъ закала—въ обыкновенное состояніе α -желѣза, но что быстрымъ охлажденіемъ β -желѣзо можетъ быть сохранено и при обыкновенной температурѣ.

Howe попытался примирить эти двѣ противоположныя теоріи, приписавъ закаливаніе стали дѣйствию карбида аллотропической формы желѣза, который образуется при высокой температурѣ и можетъ быть полученъ быстрымъ охлажденіемъ; свою теорію онъ называетъ „углеродно-аллотропической“ (carbo-allotropic theory).

Профессоръ Arnold въ своемъ докладѣ „On the Influence of Carbon on Iron“ (Proc. Inst. Civil. Eng. vol 123, London, 1896) считаетъ причиной

¹⁾ „The Hardening of Steel“ Н. М. Howe: Journ. Iron and Steel Inst. 1895, № 2.

закаливанія стали не самый углеродъ, но чрезвычайно твердый желѣзный карбидъ въ разжиженномъ состоянii (*attenuated*). Эту теорію мы назовемъ „субъ-карбидной“.

Каждая изъ этихъ теорій по своему объясняетъ значеніе критическихъ точекъ и приписываетъ углероду и желѣзу выше, во время и ниже критическихъ точекъ, такія состоянія, которыя согласуются съ ихъ гипотезами. Всѣ эти положенія, а также микрографическія данныя представлены въ табл. IV.

Мартензитъ, какъ мы только что доказали, есть та составная часть закаленной стали, которая придаетъ ей твердость. Если бы намъ былъ извѣстенъ его составъ, то мракъ, покрывающій теперь явленія закалки, былъ бы разсѣянъ. Къ несчастію, детали его структуры такъ тонки и такъ трудно различимы, что даже сильнѣйшія увеличенія ничего не говорятъ намъ ни о его химическомъ составѣ, ни даже о характерѣ его строенія. Тѣмъ не менѣе, способъ его образованія даетъ намъ нѣкоторыя характеристическія указанія, весьма цѣнныя для разсматриваемыхъ теорій.

Смотря по сорту стали и температурѣ закалки, содержаніе углерода въ мартензитѣ колеблется между 0,12 и 0,90%. Изъ этого непосредственно слѣдуетъ, что мартензитъ не есть опредѣленное химическое соединеніе желѣза съ углеродомъ, какъ это предполагаетъ проф. Arnold, иначе дѣло шло бы о карбидѣ желѣза переменнаго состава, колеблющагося, въ зависимости отъ содержанія углерода въ стали и той или другой критической температуры, между $Fe_{78}C$ и $Fe_{24}C$. Sauveur не знаетъ, какъ обойтись безъ предположенія, что углеродъ мартензита распределенъ или растворенъ въ желѣзѣ. При нагрѣваніи во время каждой критической точки происходитъ повышеніе способности углерода поглощаться желѣзомъ (*power of diffusion of the carbon*) или такъ называемаго предѣла насыщенія желѣзомъ, такъ что углеродъ какъ бы диффундируетъ, захватывая все большее и большее количество феррита. Но вопросъ о томъ, можетъ ли углеродъ, самъ по себѣ или въ видѣ химическаго соединенія съ желѣзомъ, достигнуть состоянія диффузии, вопросъ этотъ остается до сихъ поръ нерѣшеннымъ.

Углеродная теорія.—Эта теорія, долгое время удовлетворявшая заводскихъ техниковъ, нѣсколько груба и несовершенна, такъ какъ приписываетъ закаливаніе стали твердому видоизмѣненію углерода, существующему при высокой температурѣ и могущему остаться въ стали дѣйствіемъ быстрого охлажденія. Эта теорія обязана своимъ существованіемъ факту, что при раствореніи закаленной стали въ холодныхъ, слабыхъ кислотахъ почти весь углеродъ выдѣляется въ формѣ углеводородовъ, тогда какъ въ такой же, но отожженной стали, подвергнутой сказанной обработкѣ, углеродъ почти цѣликомъ получается въ видѣ нерастворимаго остатка состава Fe_3C . Отсюда совершенно справедливо заключаютъ, что въ закаленной стали углеродъ присутствуетъ въ иномъ видѣ, чѣмъ въ

Т а б л и ц а IV.

		Углеродная теория.	Аллотропическая теория.	Углеродно-аллотропич. теория.	Субкарбидная теория проф. Arnold'a.	Микрографическія данныя.
Состояніе углерода и желѣза выше A_{T_3} .	Желѣзо и углеродъ закала.	Углеродъ растворенъ въ γ -желѣзѣ.	Углеродъ растворенъ въ γ -желѣзѣ.	Углеродъ и желѣзо, соединенные въ $Fe_{34}C$.	?	Очень мягкая сталь состоитъ изъ мартензита и феррита.
Причина выдѣленія теплоты при A_{T_3} .	?	Переходъ γ -желѣза въ β -желѣзо.	Переходъ γ -желѣза въ β -желѣзо.	Разложене субкарбида $Fe_{34}C$.	Образованіе субкарбида $Fe_{24}C$.	Выдѣленіе нѣкотораго количества феррита изъ мартензита.
Состояніе углерода и желѣза между A_{T_3} и A_{T_2} .	Желѣзо и углеродъ закала.	Углеродъ растворенъ въ β -желѣзѣ.	Углеродъ растворенъ въ β -желѣзѣ.	?	Углеродъ и желѣзо соединены въ субкарбидъ $Fe_{24}C$.	Мягкая и средней твердости сталь состоитъ изъ мартензита и феррита.
Причина выдѣленія теплоты при A_{T_2} .	?	Переходъ β -желѣза въ α -желѣзо. Сталь дѣлается магнитной.	Переходъ β -желѣза въ α -желѣзо. Сталь дѣлается магнитной.	Переходъ желѣза изъ пластическаго въ кристаллическое состояние.		Выдѣленіе новаго количества феррита изъ мартензита.
Состояніе углерода и желѣза между A_{T_2} и A_{T_1} .	Желѣзо и углеродъ закала.	Углеродъ растворенъ въ α -желѣзѣ.	Углеродъ растворенъ въ α -желѣзѣ.	?	Углеродъ и желѣзо соединены въ субкарбидъ $Fe_{24}C$.	Мягкая сталь: мартензитъ и ферритъ. Сталь средней твердости: мартензитъ. Твердая сталь: мартензитъ и цементитъ.
Причина выдѣленія теплоты при A_{T_1} .	Переходъ углерода изъ состоянія углерода закала въ состояние цементнаго углерода.	Углеродъ соединяется съ α -желѣзомъ для образованія Fe_3C .	Углеродъ соединяется съ α -желѣзомъ для образованія Fe_3C .	Углеродъ съ желѣзомъ $Fe_{24}C$ и образуются зованіе Fe_3C въ Fe_3C .	Разложене $Fe_{24}C$ и образуются зованіе Fe_3C въ Fe_3C .	Исчезновеніе мартензита и появленіе перлита.
Состояніе углерода и желѣза ниже A_{T_1} .	Желѣзо и цементный углеродъ соединены въ Fe_3C .	Желѣзо и цементный углеродъ соединены въ Fe_3C .	Желѣзо и цементный углеродъ соединены въ Fe_3C .	Желѣзо и углеродъ соединены въ Fe_3C .	Желѣзо и углеродъ соединены въ Fe_3C .	Мягкая сталь: перлитъ и ферритъ. Твердая сталь: перлитъ и цементитъ.
Причины закали.	Сохранене углерода въ состояніи углерода закала посредствомъ быстрого охлаждения.	Сохранене желѣза въ аллотропической формѣ, произведенное быстрымъ охлажденіемъ металла и содѣйствіемъ присутствующаго въ металлѣ углерода.	Сохранене углерода въ состояніи углерода закала посредствомъ быстрого охлаждения.	Сохранене въ металлѣ твердаго субкарбида $Fe_{24}C$ съ помощью быстрого охлаждения.	Сохранене въ металлѣ твердаго субкарбида $Fe_{24}C$ съ помощью быстрого охлаждения.	Сохранене мартензита посредствомъ быстрого охлаждения.

незакаленной. Въ чемъ же причина закаливающаго дѣйствія углерода—удовлетворительно не доказано. Трудно понять, какимъ образомъ, напри- мѣръ, 0,80% углерода, какова бы ни была его твердость, будучи распре- дѣлены въ мягкомъ желѣзѣ, составляющемъ 99,50 процентовъ общей массы металла, придаютъ ему ту твердость, какою отличается сталь та- кого состава, закаленная выше критической температуры.

Субкарбидная теорія проф. Arnold'a есть только видоизмѣненіе угле- родной теоріи и о ней мы будемъ говорить впослѣдствіи.

Аллотропическая теорія.—Въ этой теоріи, выработанной Osmond'омъ и поддерживаемой Roberts-Austen'омъ, закаливаніе стали объясняется сохраненіемъ твердой аллотропической формы желѣза съ помощью бы- страго охлажденія. Тѣмъ не менѣе аллотрописты должны съ самаго начала признать громадное значеніе углерода для закалки стали; твердо- сти металла, какъ замѣтилъ Hadfield, не существуетъ, разъ углерода нѣтъ. Мы не имѣемъ еще такого безуглеродистаго желѣза, которое дало бы намъ твердость, подобную твердости закаленной стали, богатой углеро- домъ, или которое можно было бы сдѣлать дѣйствительно твердымъ посредствомъ быстрого охлажденія. Для того, чтобы связать этотъ фактъ со своею теоріею, аллотрописты полагаютъ, что углеродъ способствуетъ сохраненію желѣза въ видѣ его твердаго аллотропическаго состоянія, и что, поэтому, степень твердости металла, достигнутая закалкой, прибли- зительно пропорціональна содержанію въ немъ углерода. Хотя такое заклю- ченіе невозможно фактически отрицать, но и невозможно убѣдиться въ его справедливости, почему и является нѣкоторое недоувѣріе къ разсма- триваемой теоріи.

Далѣе аллотрописты признаютъ, что ниже A_{r_2} желѣзо существуетъ въ видѣ α -желѣза и только при нагрѣваніи до A_{c_2} переходитъ въ твер- дое β -желѣзо (табл. IV). Но какъ объяснить тогда твердость стали, за- каленной между точками A_{r_2} и A_{r_1} , если металлъ въ предѣлахъ между этими температурами содержитъ только мягкое α -желѣзо? По этой теоріи способность закаливаться пропадаетъ, какъ только сталь охлаждена ниже A_{c_2} . Но Howe доказалъ, что она не исчезнетъ не только во время замедленія A_{c_2} , но остается даже ниже точки A_{r_1} . Впрочемъ, очень мало сомнѣній въ томъ, что сталь во время замедленія A_{c_1} получаетъ большую часть своей способности закаливаться.

По Osmond'у мартензитъ (подъ вліяніемъ углерода) представляетъ собою „кристаллическую организацію одной изъ аллотропическихъ разно- видностей желѣза“. Выше A_{r_3} мартензитъ можетъ называться γ -мартен- зитомъ, между A_{r_3} и A_{r_2} — β -мартензитомъ и ниже A_{r_2} — α -мартензи- томъ. Эта послѣдняя форма, какъ заключающая въ себѣ α -желѣзо, должна быть очень мягкой, но на самомъ дѣлѣ она очень тверда и тверже, чѣмъ β -и γ -мартензиты. Согласно утвержденію аллотропистовъ, различіе въ твердости мар- тензита мягкой стали и мартензита сильно углеродистой стали зависить не отъ

большаго содержанія углерода въ послѣдней, но отъ большаго количества β -или γ -желѣза, удерживающаго большее количество углерода въ мартензитѣ при закалкѣ. Мартензитъ всегда содержитъ въ себѣ α -желѣзо, и тѣмъ въ меньшемъ количествѣ, чѣмъ выше содержаніе углерода въ стали.

Изъ того факта, что свободный ферритъ мягкой стали и послѣ заковки остается очень мягкимъ, выводятъ, что это есть α -желѣзо, и что твердыя β - и γ -желѣзо никогда не находятся въ холодномъ металлѣ, но только входятъ въ составъ мартензита.

Если сталь будетъ нагрѣта до высокой, выше критическихъ точекъ, температуры, то она теряетъ способность притягиваться магнитомъ; изъ этого заключаютъ, что α -желѣзо магнитно, а β - и γ -желѣзо нѣтъ. Однако, внезапно охлажденная, эта сталь остается магнитной. Аллотрописты объясняютъ это тѣмъ, что даже при самой быстрой закалкѣ часть немагнитныхъ β - и γ -желѣза переходятъ въ α -желѣзо. Но тогда, имѣя въ виду, что чѣмъ больше содержаніе углерода въ закаленной стали, тѣмъ меньше въ ней α -желѣза, сталь, болѣе богатая углеродомъ, должна бы быть менѣе магнитной, чѣмъ мягкая; факты же между тѣмъ доказываютъ какъ разъ противоположное. Далѣе, исходя изъ того, что марганцовистая (съ 12⁰/₀ Mn) сталь, при медленномъ охлажденіи, не даетъ критическихъ точекъ, тверда и не магнитна, аллотрописты полагаютъ, что марганецъ, если онъ заключается въ стали въ значительномъ количествѣ, препятствуетъ переходу твердой аллотропической формы желѣза въ мягкое α -желѣзо. Такъ какъ марганцовистая сталь немагнитна, то она не содержитъ α -желѣза и потому, согласно теоріи, должна быть тверже, чѣмъ закаленная углеродистая сталь. Но на самомъ дѣлѣ она никогда не достигаетъ чрезвычайной твердости быстро закаленной стали, богатой углеродомъ.

Какъ вообще принято, существованіе критическихъ точекъ указываетъ на аллотропію, но сами аллотрописты приписываютъ причину низшаго замедленія A_{r_1} химическому процессу. По крайней мѣрѣ здѣсь мы наблюдаемъ выдѣленіе тепла не аллотропическаго происхожденія. Такимъ образомъ сама по себѣ критическая точка не доказываетъ аллотропіи, хотя такое превращеніе одного состоянія въ другое и можетъ обусловить ея появленіе. Sauvour считаетъ появленіе и исчезновеніе магнетизма, соотвѣтствующія, по Osmond'у и Arnold'у, замедленіямъ A_{r_2} и A_{c_2} , и то обстоятельство, что почти безуглеродистая сталь даетъ ясныя точки A_{r_3} и A_{r_2} , за очень важныя опоры аллотропической теоріи. Противники этой теоріи утверждали, что абсолютно чистое желѣзо не имѣетъ этихъ двухъ критическихъ точекъ, а если и имѣетъ, то только въ томъ случаѣ, если въ желѣзѣ присутствуютъ по крайней мѣрѣ нѣсколько сотыхъ процента углерода и сравнительно значительное количество другихъ примѣсей (именно сѣры). Однако, проф. Roberts-Austen доказалъ наличіе указанныхъ точекъ въ желѣзѣ абсолютно свободномъ отъ углерода.

Субкарбидная теорія Arnold'a.—Эта теорія, построенная на основаніи массы микроскопическихъ, химическихъ, механическихъ и физическихъ изслѣдованій, безусловно принята многими металлургами, думающими, что ея, наконецъ, совершенно разрѣшенъ вопросъ о закалкѣ стали. Въ предисловіи къ своей работѣ¹⁾ проф. Arnold выражается слѣдующимъ образомъ: „если бы можно было доказать, что углеродъ и при высокой температурѣ остается въ соединеніи съ желѣзомъ, то основаніе теоріи β -желѣза было бы разрушено, и рухнули бы всѣ выводы изъ нея“. Аллотрописты, вѣроятно, стали бы сомнѣваться въ этомъ заключеніи, и мы сейчасъ увидимъ, какъ проф. Arnold доказываетъ существованіе желѣзнаго карбида невѣроятной формулы $Fe_{24}C$. Изъ факта, что отожженная сталь съ 0,90% углерода состоитъ изъ одного перлита, а послѣ закалки при температурѣ высшей критической—только изъ мартензита, онъ заключаетъ, что этотъ послѣдній есть не что иное, какъ разжиженный карбидъ, состоящій изъ 0,90% углерода и 99,10% желѣза и соотвѣтствующій формулѣ $Fe_{24}C$ (0,884% C). „Если,—говоритъ онъ,—не признать существованіе субкарбида, который до наступленія критической точки A_{r_1} выдѣляется изъ желѣза опредѣленными массами, то невозможно удовлетворительно объяснить, почему карбидъ Fe_3C не распределенъ равномерно во всей массѣ ненасыщенной стали“.

Sauveur не понимаетъ, почему растворенному въ желѣзѣ углероду аллотропистовъ не можетъ быть присуща та же способность выдѣленія, какъ и субкарбиду. Излишне повторять еще разъ, что мартензитъ не есть настоящее химическое соединеніе углерода съ желѣзомъ. Удовольствуется ли проф. Arnold предположеніемъ, что субкарбидъ $Fe_{24}C$, единственная составная часть закаленной стали съ 0,90% углерода, растворенъ въ случаѣ мягкой стали въ большемъ количествѣ желѣза, и что степень растворимости тѣмъ выше, чѣмъ сталь мягче. Это былъ бы единственный возможный способъ для соглашенія его теоріи съ микрографическими данными. Далѣе существованіе субкарбида обуславливаетъ слѣдующее. При содержаніи углерода въ 0,90%, обозначаемомъ какъ предѣлъ насыщенія стали, весь закаленный металлъ цѣликомъ состоитъ изъ субкарбида; если это содержаніе ниже 0,90%, то, кромѣ субкарбида, является еще желѣзо; если выше—то свободный Fe_3C . Если бы убѣдиться въ томъ, что при 0,89% углерода наступаетъ критическая точка въ отношеніи механическихъ, физическихъ и химическихъ свойствъ стали, то это дало бы намъ новое доказательство существованія субкарбида. И этотъ выводъ критикуетъ Sauveur'a. Проф. Arnold пишетъ: „если теорія автора (Arnold'a) справедлива, то она необходимо требуетъ, чтобы при A_{r_1} желѣзо съ 0,884% углерода выдѣляло бы наибольшее количество теплоты“, и находить, что это дѣйствительно подтверждается опытомъ. Но

¹⁾ „On the Influence of Carbon on Iron“. I. O. Arnold. Proc. Inst. Civil. Eng. 123. Part. I.

вѣдь это есть естественное слѣдствіе строенія стали. Изъ таблицы (гдѣ предѣлъ насыщенія является при $0,80\%$ C) видно, что насыщенная сталь во всей своей массѣ претерпѣваетъ измѣненіе структуры, а можетъ быть и химическаго состава, тогда какъ въ стали болѣе мягкой или болѣе твердой только извѣстная часть объема подвергается превращеніямъ. Развѣ это не вполнѣ достаточное объясненіе?

Проф. Arnold безразлично, будь это для нагрѣванія или охлажденія, употребляетъ символы Ar_1 , Ar_2 , Ar_3 , такъ что непонятно, говорить ли онъ, что субкарбидъ появляется во время нагрѣванія или же при охлажденіи. Проф. Arnold пишетъ: „расплавленная твердая сталь состоитъ изъ смѣси нормальнаго карбида Fe_3C и субкарбида $Fe_{2,4}C$ “. Изъ этого можно было бы заключить, что разъ субкарбидъ находится въ расплавленномъ металлѣ, онъ образовался при (нагрѣваніи) Ac_3 , а при (охлажденіи) Ar_3 разлагается. Но въ другомъ мѣстѣ онъ выражается такъ: „Точка Ar_3 означаетъ образованіе субкарбида, тогда какъ точка Ar_1 обусловлена соединеніемъ элементовъ въ нормальный карбидъ Fe_3C “. Здѣсь онъ, конечно, полагаетъ, что субкарбидъ появляется во время охлажденія. Если же субкарбидъ образуется во время нагрѣванія при Ac_3 или $Ac_{3,2,1}$, то въ какомъ состояніи находится тогда углеродъ и желѣзо между Ar_1 и Ar_3 , такъ какъ Fe_3C разлагается при Ac_1 ? И откуда берется способность стали закаливаться въ промежуткѣ между этими температурами, разъ субкарбида не существуетъ?

Но, предположивъ, что субкарбидъ появляется во время охлажденія, при Ar_3 или $Ar_{3,2,1}$, выводы будутъ еще страннѣе, потому что тогда сталь, закаленная выше Ar_3 ($Ar_{3,2,1}$), не должна принимать закалку, такъ какъ въ ней нѣтъ субкарбида. Единственный, по мнѣнію Sauveur'a, спасительный исходъ изъ этой дилеммы будетъ признаніе, что субкарбидъ образуется во время нагрѣванія при Ac_1 и распредѣляется въ желѣзѣ при Ac_2 и далѣе при Ac_3 . Это нашло бы себѣ подтвержденіе и въ микрографическихъ данныхъ, но стоитъ въ противорѣчій съ мнѣніемъ Arnold'a, утверждающаго, что точка Ar_3 или Ac_3 обозначаетъ образованіе субкарбида.

Проф. Arnold говоритъ, что точка Ar_2 соотвѣтствуетъ переходу желѣза изъ „пластическаго состоянія въ кристаллическое“. Онъ называетъ Ar_2 точкой кристаллизаціи желѣза. Изъ этого мы необходимо должны заключить, что выше Ar_2 желѣзо аморфно. Но микроскопическія изслѣдованія Osmond'a и Sauveur'a согласно доказали, что величина зеренъ или кристалловъ желѣза растетъ съ температурой, отъ которой начали охлаждать металлъ, и уменьшается съ быстротой охлажденія; и если бы проф. Arnold былъ правъ, т. е. если бы металлъ до точки Ar_2 оставался аморфнымъ, то было бы безразлично, какъ бы мы высоко ни нагрѣли его выше этой точки—величина зеренъ оставалась бы одной и той же. Сталь, закаленная выше Ar_2 , имѣетъ ясно-кристаллическое сложеніе (фиг. 2), тогда

какъ, по словамъ проф. Arnold'a, она должна быть аморфной, и какъ будто кристаллизовалась во время самой закалки. Но мы знаемъ, что закаленная сталь не имѣетъ критическихъ точекъ ни A_{r_2} , ни какой-либо другой. Можно ли предположить, что расплавленная масса, застывая, остается значительное время аморфной, пока охлажденіе не дойдетъ до извѣстной критической точки, при которой внезапно кристаллизуется? Развѣ застываніе не есть до нѣкоторой степени синонимъ кристаллизаціи, и существуютъ ли—за однимъ или двумя исключеніями (стекло, опаль)—въ природѣ тѣла, не кристаллизующіяся при застываніи? Предположеніе проф. Arnold'a основано на слѣдующемъ опытѣ. Кусокъ желѣза былъ прокатанъ при низкой температурѣ, и микроскопическое изслѣдованіе показало, что кристаллы его измѣнили первоначальное свое расположеніе и удлинены въ направленіи прокатки. Нагрѣвъ затѣмъ кусокъ до 650°C ., никакого измѣненія въ структурѣ не замѣтили; но послѣ нагрѣва до 750°C . кристаллы были найдены нормальными и всякій слѣдъ деформаціи исчезъ. Arnold изъ этого заключаетъ, что желѣзо кристаллизуется во время замедленія A_{r_2} . На самомъ же дѣлѣ этотъ опытъ доказываетъ, что металлъ во время нагрѣванія при A_{c_2} дѣлается аморфнымъ, но никакъ не то, что онъ во время охлажденія остается аморфнымъ, пока не дошли до точки A_{r_2} . Напротивъ, мы имѣемъ право сказать, что желѣзо во время критическихъ температуръ становится аморфнымъ, и имѣемъ доказательства тому, что оно *остается такимъ во время нагрѣванія*. Потому что, если мы возьмемъ кусокъ стали, медленно охлажденный послѣ высокаго нагрѣва и, стало быть, состоящій изъ крупныхъ зеренъ или кристалловъ, и нагрѣвъ немного выше критическихъ температуръ, дадимъ ему охладиться, то увидимъ, что онъ заключаетъ въ себѣ исключительно очень мелкіе кристаллы. Такимъ образомъ во время замедленія сталь дѣлается аморфной и даже при дальнѣйшемъ нагрѣваніи не даетъ замѣтить никакой кристаллизаціи. Тотъ фактъ, что сталь во время охлажденія не можетъ остаться аморфной, какъ это наблюдается при нагрѣваніи, можетъ въ началѣ показаться страннымъ, но развѣ это не совмѣстимо съ законами образованія и роста кристалловъ? Развѣ пониженіе температуры не способствуетъ образованію кристалловъ и даже развѣ это не есть условіе этого послѣдняго? А повышеніе температуры развѣ не дѣйствуетъ въ обратную сторону? Во время постепеннаго охлажденія сила частичнаго сцѣпленія дѣйствуетъ въ полномъ размѣрѣ и способствуетъ росту кристалловъ, тогда какъ повышеніе температуры при нагрѣваніи противодѣйствуетъ силѣ сцѣпленія, разрушая, наконецъ, кристаллическое строеніе, и способствуетъ возникновенію аморфной структуры. Другими словами, можетъ ли вообще при повышеніи температуры наступить кристаллизаціа?

Проф. Arnold пишетъ, что если сталь кристаллизуется при температурѣ высшей 750°C ., (A_{r_2}), напр., около 900°C , то всякое желѣзо, закаленное ниже 900°C ., должно имѣть кристаллы, вытянутые по направленію

прокатки. Известно, однако, что для процесса кристаллизации необходимо *спокойное* остывание. Если металл подвергается проковкѣ или прокаткѣ, то (предположивъ, что эта операція достаточно энергична) въ концѣ ея онъ имѣетъ аморфную структуру. Если при этомъ температура металла настолько низка, что кристаллизация невозможна, то онъ остается аморфнымъ. Д-ръ Sorby первый замѣтилъ, что зерна желѣза, изъ которыхъ каждое слѣдуетъ разсматривать какъ кристаллическій индивидуумъ, при прокаткѣ не вытягиваются, и потому, слѣдовательно, образуются только послѣ того, какъ металлъ прошелъ черезъ валки. Причину того, что проф. Arnold нашелъ удлиненные кристаллы въ своемъ образцѣ, слѣдуетъ искать въ томъ, что желѣзо не было хорошо обжато или предъ прокаткой не было надлежаще нагрѣто, т. е. не было нагрѣто выше критической температуры, такъ что структура въ началѣ прокатки была еще кристаллической, и кристаллы оказались настолько неподатливыми, что давленіе валковъ было недостаточнымъ, чтобы ихъ разрушить.

Какъ только что упомянуто, проф. Arnold употребляетъ слово „пластическій“, а не „аморфный“. Однако, A_{r_2} онъ называетъ точкой кристаллизации желѣза. А это есть та точка, при которой тѣло переходитъ изъ аморфнаго въ кристаллическое состояніе. Проф. Arnold не можетъ думать, что при A_{r_2} желѣзо переходитъ изъ „пластическаго“, т. е. тѣстообразнаго, въ „непластическое“—твердое, такъ какъ такой переходъ едва ли будетъ сопровождаться выдѣленіемъ тепла. Желѣзо во время нагрѣванія очень постепенно становится пластичнымъ и тѣмъ болѣе, чѣмъ выше температура нагрѣва; такъ что нѣтъ такой опредѣленной температуры, про которую можно было бы сказать, что выше ея желѣзо пластично, а ниже—не пластично.

Для стали существуютъ много физическихъ явленій, необъяснимыхъ вышеизложенными теоріями, но необходимо не упускать изъ вида фактовъ, не представляющихъ сомнѣній. Перечислимъ ихъ:

1) Углеродистая сталь при охлажденіи, какъ и нагрѣваніи, имѣетъ одну или нѣсколько критическихъ точекъ или замедленій. Замедленія, наблюдаемая при нагрѣваніи, обратны замедленіямъ при охлажденіи, т. е. каждое изъ нихъ не можетъ повториться раньше, чѣмъ наступитъ другое; поэтому они суть только противоположныя фазы одного и того же явленія. Очень мягкая сталь имѣетъ три такихъ замедленія, мягкая и средней твердости—два, а твердая—только одно. A_{c_3} и A_{c_2} получаются при нѣсколько высшихъ температурахъ, чѣмъ A_{r_3} и A_{r_1} , тогда какъ A_{c_2} и A_{r_2} почти совпадаютъ.

2) Если углеродистую сталь закалить при температурѣ высшей критическихъ точекъ, то степень закалки приблизительно пропорціональна содержанію углерода. Если же она закалена ниже критическихъ температуръ, то закалка не оказываетъ на сталь вліянія.

3) Углеродистая сталь, нагрѣтая выше критическихъ температуръ, не магнитна, тогда какъ нагрѣтая ниже критическихъ точекъ—магнитна.

4) При раствореніи закаленной стали въ разбавленной, холодной кислотѣ, большая часть ея углерода выдѣляется въ видѣ углеводородовъ; если же такой обработкѣ подвергнуть незакаленную сталь, то почти весь ея углеродъ остается въ осадкѣ, соответствующемъ формулѣ Fe_3C .

5) Каждой критической точкѣ соответствуетъ ясное измѣненіе микрографическаго состава, и ни одно изъ этихъ измѣненій не совершается иначе, какъ во время критическихъ точекъ. Правда, величина и форма зеренъ стали измѣняются при медленномъ охлажденіи, въ зависимости отъ начальной температуры и степени охлаждения; но здѣсь не происходитъ никакого измѣненія въ микрографическомъ составѣ, такъ какъ оно не касается ни природы, ни относительнаго количества составныхъ частей структуры. Во время двухъ верхнихъ замедленій при охлажденіи выдѣляется извѣстное количество желѣза, находившееся до того въ соединеніи съ углеродомъ для образованія мартензита, масса котораго, такимъ образомъ, уменьшается, а содержаніе въ немъ углерода увеличивается. Во время второго замедленія происходитъ подобное же измѣненіе структуры. При Ac_3 и Ac_2 совершаются обратныя явленія, свободный ферритъ снова поглощается мартензитомъ. Въ теченіе замедленія A_1 , количество мартензита еще уменьшается, но и строеніе его измѣняется кореннымъ образомъ, такъ какъ онъ переходитъ въ перлитъ, состоящій изъ смѣси феррита и Fe_3C . Во время нагрѣванія при Ac_1 наступаетъ реакція: перлитъ, соединяясь съ частью феррита, переходитъ въ мартензитъ.

6) Марганцовистая сталь съ 12%. Mn не даетъ при охлажденіи замѣтныхъ замедленій. Она тверда и не магнитна.

Оставивъ въ сторонѣ все вышеизложенное, попытаемся разъяснить различныя явленія въ стали, основываясь исключительно на однихъ только микрографическихъ данныхъ.

Мы видѣли, что не только каждая критическая точка сопровождается измѣненіями въ микрографическомъ составѣ, но что и каждое такое измѣненіе соответствуетъ критической точкѣ. Не вправѣ ли мы отсюда заключить, что поглощеніе или выдѣленіе теплоты во время критическихъ точекъ зависитъ отъ этихъ самыхъ измѣненій въ структурѣ? Предѣль насыщенія углерода желѣзомъ понижается во время охлаждения при двухъ верхнихъ критическихъ точкахъ, отчего нѣкоторое количество желѣза освобождается. Не можетъ ли эта реакція служить поводомъ къ выдѣленію теплоты? Не представляетъ ли собою это явленіе перехода неустойчиваго состоянія молекулъ въ устойчивое? Если правда, что карбидъ Fe_3C не можетъ существовать выше A_1 , то нижнее замедленіе имѣетъ структуральный и химическій характеръ, и выдѣленіе теплоты тогда легко объяснимо. Можетъ ли быть, однако, закаливаніе понятнымъ безъ допущенія аллотропіи, или твердой формы углерода, а можетъ быть — карбида, существующихъ при высокихъ температурахъ? Мы знаемъ, что твердая составная часть стали, мартензитъ (за исключеніемъ весьма твердой стали,

гдѣ излишекъ углерода является въ видѣ цементита) состоитъ изъ всего находящагося въ стали углерода и части или всего заключающагося въ ней желѣза. Далѣе, мы знаемъ, что углеродъ—въ какомъ бы видѣ онъ ни былъ, самостоятельно или въ формѣ карбида,—распредѣленъ въ желѣзѣ мартензита и обладаетъ способностью, при нагрѣваніи, во время замедленій, распространяться въ еще большей массѣ желѣза. Приверженцы углеродной теоріи полагаютъ, что здѣсь въ желѣзѣ растворяется углеродъ въ состояніи углеродъ-закала, тогда какъ аллотрописты думаютъ, что углеродъ поглощается твердою аллотропическою разновидностью желѣза. *Sauveur* пытается провести предположеніе, что въ желѣзѣ растворяется именно нормальный карбидъ Fe_3C , хотя различное отношеніе углерода закаленной и незакаленной стали къ слабой холодной кислотѣ дѣлаетъ на первый взглядъ такое воззрѣніе невозможнымъ. Если даже при высокой температурѣ желѣзо остается соединеннымъ съ углеродомъ въ карбидъ Fe_3C , то этотъ карбидъ долженъ быть растворенъ въ желѣзѣ, а развѣ невозможно объяснить улетучиваніе углерода при раствореніи закаленной стали чрезвычайно тонкимъ раздѣленіемъ карбида Fe_3C ? Въ остаткѣ отъ растворенія незакаленной стали карбидъ Fe_3C находится въ видѣ сравнительно большихъ чешуекъ и зеренъ, подобныхъ тѣмъ, какія мы наблюдаемъ подъ микроскопомъ въ пластинчатомъ или зернистомъ перлитѣ. Въ мартензитѣ же закаленной стали этотъ Fe_3C можетъ быть въ состояніи такого раздробленія, что имъ могло бы быть обусловлено улетучиваніе углерода.

Sauveur спрашиваетъ, противорѣчитъ ли такое воззрѣніе законамъ химіи, и надѣется, что химики выскажутъ свои соображенія по этому поводу.

Твердость мартензита, безъ сомнѣнія, можетъ быть приписана заключающемуся въ немъ карбиду Fe_3C , о которомъ мы знаемъ, что онъ существуетъ во время критическихъ температуръ, и что онъ чрезвычайно твердъ. Можно было бы ожидать, что если твердость мартензита зависитъ отъ присутствія нѣкотораго количества Fe_3C , то и перлитъ медленно охлажденной стали также долженъ бы быть твердымъ.

Возьмемъ, на примѣръ, сталь, состоящую ниже критическихъ температуръ изъ одного только перлита, а выше ихъ—изъ одного мартензита; она въ томъ и другомъ случаяхъ будетъ заключать въ себѣ одинаковыя количества желѣза и Fe_3C . Но въ перлитѣ оба эти вещества, находясь въ сравнительно большихъ массахъ, раздѣлены другъ отъ друга, между тѣмъ какъ въ мартензитѣ твердый Fe_3C равномерно распредѣленъ во всей массѣ. Нельзя ли этимъ обстоятельствомъ объяснить различіе въ ихъ минералогической твердости? Для наглядности на фиг. 35 подъ литерой *A* представлено строеніе перлита, содержащаго въ себѣ 1 часть Fe_3C на 7 частей желѣза, а подъ литерой *B*—строеніе мартензита. На фиг. *A* и *B* объемныя отношенія твердаго карбида къ мягкому желѣзу одинаковы; но легко видѣть, разсмотрѣвъ различное ихъ распредѣленіе въ томъ и дру-

гомъ случаяхъ, что твердость мартензита—или, вѣрнѣе, его противодѣйствіе внѣдренію иглы—должна быть больше, чѣмъ у перлита. Относительно большія поверхности мягкаго желѣза въ перлитѣ гораздо удобнѣе поддаются иглѣ и разрушаются треніемъ, чѣмъ мягкіе элементы мартензита, со всѣхъ сторонъ окруженные твердымъ карбидомъ, и которые могутъ быть такъ малы, что даже остріе иглы не можетъ безпрепятственно чертить ихъ.

Sauveur не имѣетъ намѣренія выставить какую-либо новую теорію. Онъ полагаетъ только, что въ вышеизложенномъ заключается часть правды, которая поможетъ разрѣшить вопросъ о закалкѣ стали. Если же его основныя предположенія и выводы изъ нихъ окажутся несостоятельными, то онъ ждетъ ихъ опроверженія.

Пренія.

Пренія по поводу сообщенія Sauveur'a были чрезвычайно обстоятельны и содержательны, доказывая этимъ, насколько великъ интересъ вопроса, поднятаго Sauveur'омъ. Въ подлинникѣ они занимаютъ 100 страницъ—почти въ $2\frac{1}{2}$ раза болѣе мѣста, чѣмъ докладъ Sauveur'a (42 стр.), поэтому мы приводимъ ихъ въ извлеченіи.

Проф. Ledebur исправляетъ изложенную Sauveur'омъ углеродную теорію, указывая, что углеродъ находится въ стали въ растворенномъ видѣ не только, когда она расплавлена или нагрѣта выше критическихъ точекъ, но въ значительномъ количествѣ и ниже ихъ, въ случаѣ быстрого охлажденія. Углеродъ, находящійся въ состояніи простого раствора, называется углеродомъ закала, такъ какъ твердость стали возрастаетъ съ количествомъ этого элемента. Никто изъ карбонистовъ, однако, не думаетъ, что углеродъ при этомъ находится въ какомъ-то особенномъ „твердомъ“ видоизмѣненіи. Sauveur называетъ растворъ углерода въ желѣзѣ—мартензитомъ. Во время медленнаго остыванія этотъ растворъ разлагается и тѣмъ полнѣе, чѣмъ медленнѣе идетъ охлажденіе. Образуется карбидъ Fe_3C (цементитъ) съ выдѣленіемъ теплоты, при чемъ растворъ дѣлается бѣднѣе углеродомъ. Карбидъ твердъ, поэтому и твердость отожженной стали возрастаетъ съ общимъ содержаніемъ углерода; но такъ какъ онъ распределенъ въ массѣ металла какъ самостоятельный элементъ структуры, то онъ не можетъ способствовать увеличенію твердости всего куска стали въ той же мѣрѣ, какъ углеродъ, равномерно распределенный въ массѣ металла.

R. A. Hadfield говоритъ, что, согласно аллотропической теоріи, марганцовая сталь, вслѣдствіе присутствія β —желѣза, должна быть тверда и не магнитна, тогда какъ на самомъ дѣлѣ очень возможно, не уменьшая ея твердости, сдѣлать ее въ достаточной степени магнитной. Такимъ образомъ на нее нельзя ссылаться для доказательства существованія β -желѣза. Съ другой стороны, закаленная углеродистая сталь чрезвычайно магнитна, чего, по сказанной теоріи, не должно было бы быть, такъ какъ

она заключаетъ β - желѣзо. То и другое противорѣчитъ теоріи аллотропистовъ. То же самое и относительно никкелевой стали, содержащей болѣе 25% *Ni*. Смотря по ея тепловой обработкѣ, ее можно сдѣлать магнитной и немагнитной. По разбираемой теоріи, не магнитный сплавъ заключаетъ въ себѣ твердое β - желѣзо, но никкелевая сталь, напротивъ того, мягка. Такимъ образомъ аллотропическая теорія не можетъ объяснить эти явленія и потому вообще несостоятельна.

Ralph G. Scott находитъ, что сказанное *Sauveur*'омъ относительно стали съ 0,21% углерода не согласуется съ положеніемъ критическихъ точекъ, приведенномъ на фиг. 32, и желалъ бы разьясненія по этому поводу. Онъ не думаетъ, что съ химической точки зрѣнія можно было возражать противъ того, что мелкораздробленный Fe_3C подвергается болѣе энергическому дѣйствию кислотъ, чѣмъ Fe_3C въ зернахъ или пластинкахъ, но онъ сомнѣвается, чтобы разницу въ твердости закаленной и отожженной инструментальной стали можно было бы объяснить, съ помощью фиг. 35, различнымъ расположеніемъ ихъ частицъ.

Не имѣется также опредѣленныхъ данныхъ какъ о минералогической твердости Fe_3C , такъ и о томъ, *остается ли она всегда постоянной*. Если на послѣдній вопросъ отвѣтить утвердительно, то какъ объяснить тогда, что сталь съ 23% Fe_3C (фиг. 16)—не принимая во вниманіе количество Fe_3C , заключающееся въ перлитѣ,—легко рѣжется сталью (фиг. 11), содержащую въ себѣ только то его количество, какое находится въ мартензитѣ? Развѣ закаливаніе стали нельзя объяснить аллотропическимъ измѣненіемъ содержащагося въ ней углерода. Этотъ элементъ является въ различныхъ аллотропическихъ формахъ, и одна изъ нихъ—алмазъ—самое твердое изъ извѣстныхъ намъ тѣлъ, и твердость стали можно было бы приписать числу и величинѣ заключенныхъ въ ней алмазовъ, а прочность стали—ихъ распредѣленіемъ. Онъ полагаетъ, что образованіе углеводородовъ при раствореніи стали въ этомъ случаѣ не будетъ труднѣе объяснимо, чѣмъ въ случаѣ Fe_3C .

Henry C. Jenkins сомнѣвается, что причиной закалки является карбидъ въ состояніи диффузіи, такъ какъ онъ—въ виду того, что разлагается кислотами—уже диссоціировался и потому ничѣмъ не отличается отъ углерода, о которомъ говорятъ и аллотрописты, и карбонисты. Также спрашиваетъ онъ, могутъ ли быть измѣненія структуры, вызываемыя въ твердомъ тѣлѣ ненормальнымъ ходомъ тепловой обработки, иными, чѣмъ аллотропическими?

J. O. Arnold указываетъ, что травленіе стальныхъ образцовъ слабой азотной кислотой даетъ вполне удовлетворительные результаты и приводитъ въ примѣръ прекрасные препараты, полученные съ ея помощью д-ромъ *Sorby* и въ *Scheffield*'ѣ.

Съ примѣненіемъ минералогическихъ названій для обозначенія микрографическихъ элементовъ структуры онъ вполне согласенъ. Названія

„ферритъ“ и „цементитъ“ кажутся ему удобными; но „перлитомъ“ онъ предложилъ бы называть только „пластинчатый перлитъ“ Sauveur'a, такъ какъ только онъ обладаетъ перламутровымъ блескомъ. А для темныхъ зернистыхъ массъ нормальной стали („зернистаго перлита“) онъ рекомендуетъ названіе „сорбита“.—По обозначенію Sauveur'a слѣдовало бы также и субкарбидъ, если бы онъ дѣйствительно былъ мелкодробленнымъ Fe_3C въ массѣ желѣза, называть перлитомъ.

Всякій минералъ долженъ имѣть типическую формулу, въ которой главное основаніе могло бы замѣщаться другими базами, а также одну или нѣсколько кристаллическихъ формъ и специфическую твердость. Между тѣмъ Sauveur пишетъ, что сталь, содержащая отъ 0,2 до 0,9% углерода, послѣ закалки, съ температуры около 1000° С., состоитъ только изъ одного мартензита. Но такая закаленная сталь съ 0,2% углерода сдавливается при нагрузкѣ въ 100 тоннъ на 50%, а съ 0,9% углерода при той же нагрузкѣ не даетъ сжатія. Первая сталь обрабатывается такъ-же легко, какъ и мягкое желѣзо, тогда какъ вторая тверда, какъ алмазь. Далѣе, по словамъ Sauveur'a, мартензитъ при травленіи окрашивается весьма различно (отъ свѣтло-темнаго до чернаго цвѣта). Стало быть свойства мартензита весьма измѣнчивы.

Что разумѣетъ Sauveur подъ „разжиженнымъ мартензитомъ?“ -- На самомъ дѣлѣ мы имѣемъ слѣдующее: мартензитъ или желѣзный субкарбидъ $Fe_{24}C$ только въ такомъ случаѣ можетъ составлять собою всю массу закаленной стали, когда онъ содержитъ 0,9% углерода. Это относится до чистой углеродистой стали. Если же желѣзный карбидъ въ нѣсколько значительномъ количествѣ замѣщенъ карбидами марганца, вольфрама, хрома, никкеля и пр., то предѣлъ насыщенія стали углеродомъ сильно понижается. Напр., при содержаніи въ стали 1% марганца этотъ предѣлъ лежитъ около 0,7% углерода.

Въ ненасыщенной или бѣдной углеродомъ стали около 750° С. мартензитъ и ферритъ начинаютъ диффундировать одинъ въ другой, при чемъ въ концѣ концовъ получается или растворъ мартензита въ желѣзѣ, или же тѣсная микромеханическая смѣсь обоихъ этихъ элементовъ структуры.

Элементы структуры: сорбитъ, трооститъ и аустенитъ не подлежатъ разсмотрѣнію, такъ какъ, повидимому, никто, кромѣ открывшаго ихъ, не имѣлъ случая до сихъ поръ наблюдать ихъ.

Свое соображеніе о томъ, что только субкарбидъ или его растворъ въ желѣзѣ могутъ выдѣляться въ самостоятельныя массы, Arnold старается подкрѣпить доводомъ, что если бы вмѣсто субкарбида принять растворъ углерода, то рядомъ съ ферритомъ сталь бы выдѣляться и этотъ послѣдній. Но на самомъ дѣлѣ этого никогда не бываетъ, такъ какъ при раствореніи закаленной стали въ соляной кислотѣ почти весь углеродъ улетучивается въ видѣ углеводородовъ. Мнѣніе Sauveur'a, что максималь-

ное выдѣленіе теплоты при 0,9%-номъ содержаніи углерода есть „естественное послѣдствіе структуры стали, и ничего не имѣетъ общаго съ теоріей проф. Arnold'a“, не представляя доказательствъ въ пользу существованія субкарбида, — остается только ничѣмъ не подтвержденнымъ мнѣніемъ.

Что подразумѣваетъ Sauveur подѣ словами: „теплота, выдѣляющаяся во время измѣненій структуры при A_1 ? — Всѣ, за исключеніемъ, кажется, Sauveur'a, принимаютъ, что выдѣленіе теплоты при A_1 имѣетъ химическую причину. Тѣмъ не менѣе, заблужденіе Sauveur'a легко можетъ быть доказано опытомъ. Измѣненія структуры въ стали, содержащей около 0,25% углерода и 1% марганца, не отличаются замѣтнымъ образомъ отъ такихъ же измѣненій въ углеродистой стали съ 0,25% углерода. Но въ марганцовистой стали выдѣленіе теплоты при A_1 гораздо больше, чѣмъ въ углеродистой, что происходитъ вслѣдствіе образованія новаго двойного карбида съ большимъ химическимъ средствомъ. Точно также сталь съ 2,5% хрома и 0,5% углерода даетъ повышеніе температуры на 25°С.

На замѣчаніе Sauveur'a: „проф. Arnold всегда оспаривалъ, что точка A_3 или A_3 указываетъ на образованіе субкарбида“, Arnold цитируетъ изъ своихъ статей такое положеніе: „Выдѣленіе или поглощеніе тепла при A_1 зависитъ отъ обуглероживанія субкарбида $Fe_{24}C$ при переходѣ въ Fe_3C или отъ возстановленія Fe_3C въ $Fe_{24}C$ “.

Sauveur говоритъ, что, допустивъ въ стали выше 750°С., — напр., около 900°С., — кристаллическое сложеніе, все же, будучи закалена ниже 900°С. она должна имѣть кристаллы, удлиненные въ направленіи прокатки; Arnold на это возражаетъ, что онъ сказалъ такъ: „Osmond констатируетъ, что желѣзо выше 900°С. кристаллизуется (Sauveur говоритъ — выше 750°С.). Лица, практически знающія прокатку желѣза и стали, поймутъ, что это положеніе Osmond'a, заключаетъ въ себѣ еще другое, а именно, что всякое желѣзо, прокатанное при температурѣ ниже 900°С. (свѣтло-красное каленіе), должно имѣть кристаллы, вытянутые параллельно шлаковымъ волокнамъ“. Такъ какъ Sauveur не даетъ никакихъ опытныхъ доказательствъ своему сужденію объ явленіяхъ кристаллизаціи, то едва ли слѣдуетъ дальше останавливаться на сказанномъ; достаточно замѣтить, что положеніе, утверждающее, что желѣзо, напримѣръ, нагрѣтое до 1200°С., послѣ охлажденія до 1100°С. состоитъ изъ большихъ кристалловъ, величина которыхъ сохраняется послѣ закалки, не найдетъ большого числа защитниковъ.

Можетъ быть, мнѣніе Sauveur'a, что причина всѣхъ физическихъ, химическихъ и микроскопическихъ явленій лежитъ только въ различныхъ состояніяхъ нормального карбида Fe_3C , и подтверждается нѣкоторыми фактами, но большинство этихъ послѣднихъ говоритъ противъ вѣроятности его теоріи. Напримѣръ, въ твердой, какъ кремень, закаленной стали, послѣ ея полного отжига, Fe_3C находится распределеннымъ пылеобразно; тѣмъ не менѣе, эта сталь очень мягка. Если распределеніе кар-

беда является только гораздо болѣе тонкимъ, а не молекулярнымъ, то непонятно, почему удѣльный вѣсъ закаленной стали меньше, чѣмъ обыкновенной.

Roberts-Austen подтверждаетъ, что (и для аллотропиствъ) „присутствіе углерода существенно для закалки стали“. Признано, что углеродистое желѣзо слѣдуетъ поставить въ одинъ рядъ со сплавами, а эти послѣдніе — съ растворами, чѣмъ весьма облегчается изученіе многихъ явленій. Сталь съ 0,9% углерода даетъ предѣлъ насыщенія желѣза углеродомъ, и все говорить за то, что это есть „эвтектическій“ сплавъ стального ряда, т. е. такой сплавъ, который при извѣстной температурѣ сразу затвердѣваетъ всей своей массой, а при нагрѣваніи — такимъ же образомъ расплавляется. Но онъ эвтектиченъ для *твердаго*, а не для жидкаго раствора. Для эвтектичныхъ растворовъ характерно, что они не имѣютъ определенной химической формулы, такъ какъ не представляютъ собою собственно химическихъ соединеній. Желѣзо съ 1% углерода обладаетъ наивысшимъ прочнымъ сопротивленіемъ на разрывъ изъ всѣхъ членовъ стального ряда, что также характерно для эвтектическихъ растворовъ; а этимъ дается новое доказательство противъ существованія соединенія $Fe_{24}C$. Только когда сравниваешь между собою свойства сплавовъ желѣза съ углеродомъ, никкелемъ и марганцемъ, чувствуешь недостатки аллотропической теоріи; но слѣдуетъ замѣтить, что накопляющіяся опытные данныя все болѣе и болѣе подтверждаютъ ее. Сюда относятся новыя изслѣдованія Howe объ увеличеніи сопротивленія почти безуглеродистаго желѣза разрывающему усилю, послѣ закалки этого желѣза. Точно также собственные опыты *Roberts-Austen'a* о „диффузии твердыхъ металловъ“ доказываютъ наличие полныхъ молекулярныхъ превращеній въ твердыхъ тѣлахъ.

Henry D. Hibbard считаетъ возможнымъ, что мартензитъ есть аморфное вещество, и что поэтому микроскопъ не можетъ дать никакихъ указаній относительно его структуры.

Sauveur не упомянулъ о теоріи *Langley'a* и *Metcalf'a*, состоящей вкратцѣ въ слѣдующемъ. Всѣ явленія, происходящія въ закаленной стали, могутъ быть объяснены тѣми напряженіями, какія получились въ ней, вслѣдствіе прекращенія дѣятельности кристаллизационныхъ силъ при быстромъ охлажденіи, при чемъ углеродъ остается въ растворенномъ видѣ. Главнѣйшее доказательство этой теоріи заключается въ замѣтной твердости, которую сталь получаетъ при внезапномъ охлажденіи съ температуры кипящей воды. Извѣстно, что мягкое желѣзо и сталь, бѣдная углеродомъ (сравнительно съ твердой сталью), не можетъ становиться очень твердой быстрымъ охлажденіемъ съ температуры, высшей A_{r3} .

Въ закаленной углеродистой стали твердость сопровождается хрупкостью. Всякое тѣло, обладающее значительною твердостью, вслѣдствіе быстрого, а потому и неравномѣрнаго охлажденія съ высокой температуры, находится въ состояніи напряженія, зависящаго въ извѣстной мѣрѣ

и отъ его массы, и потому будетъ хрупко. Мягкій металлъ при быстрой закалкѣ не принимаетъ большой твердости, такъ какъ онъ имѣетъ возможность приспособиться къ неравномѣрности охлажденія. Развѣ нельзя допустить, что твердая сталь имѣетъ внутреннія напряженія, потому что она тверда, а не обратное, что она тверда, потому что обладаетъ внутренними напряженіями?

Способъ, которымъ внезапно ломаются закаленные стальные вещи, скорѣе говоритъ за напряженія, возникшія вслѣдствіе неравномѣрнаго охлажденія, чѣмъ за другія молекулярныя причины. Намъ извѣстно, что холодная обработка вызываетъ въ стали натяженія, дѣлая ее вмѣстѣ съ тѣмъ твердой; отсюда можно заключить, что увеличенная твердость происходитъ отъ этихъ натяженій; однако, эта твердость не достигаетъ вполнѣ твердости закаленной, какъ кремль, стали.

Внутреннія напряженія закаленной стали, безъ всякаго сомнѣнія, увеличиваютъ ея твердость, и это увеличеніе, вѣроятно, можетъ быть доказано опытами въ родѣ слѣдующаго. Нѣсколько образцовъ различнаго состава стали закалить, затѣмъ отжечь при нѣсколькихъ температурахъ, *низшихъ* краснаго каленія въ теченіе различныхъ промежутковъ времени, опредѣлить затѣмъ твердость и изслѣдовать образцы подъ микроскопомъ.

Происхожденіе мартензита, вѣроятно, можетъ быть объяснено такимъ образомъ. Выше A_1 , какъ полагаютъ вообще, Fe_3C диссоціируется. Во время медленнаго охлажденія при критическихъ точкахъ его составныя части соединяются вновь, при чемъ происходитъ выдѣленіе тепла. Если же охлажденіе очень быстро, то движеніе продуктовъ диссоціаціи внезапно прекращается, имъ не хватаетъ времени для соединенія, и такимъ образомъ *на одинъ и тотъ же объемъ остается больше частицъ*, чѣмъ при медленномъ охлажденіи. Этимъ и объясняется увеличеніе объема и уменьшеніе удѣльнаго вѣса закаленной стали.

P. H. Dudley обращаетъ вниманіе на то, что для микроскопическихъ изслѣдованій употребляются различные инструменты и различно обработанные образцы металловъ, что очень затрудняетъ самыя изслѣдованія и ведетъ къ разнорѣчивымъ толкованіямъ фактовъ. — Неизвѣстно также, можемъ ли мы наблюдать все мельчайшія подробности строенія стали, такъ какъ оптическое разрѣшеніе микроструктуры ограничено апертурой употребляемаго объектива.

Онъ полагаетъ, что, напримѣръ, пороки, встрѣчаемые у нѣкоторыхъ изъ 5 милліоновъ осей желѣзнодорожныхъ вагоновъ, существующихъ въ работѣ, могутъ быть объяснены только аллотропическимъ состояніемъ желѣза этихъ осей (рельсы желѣзныхъ дорогъ, находившіеся долгое время въ употребленіи, имѣютъ чрезвычайно твердый поверхностный слой на головкѣ).

Dudley считаетъ твердость мартензита скорѣе за состояніе, въ какомъ онъ находится, чѣмъ за его постоянное свойство. Онъ основываетъ свое

предположеніе на слѣдующемъ: 1) на различной степени твердости, соответствующей различному содержанию углерода; 2) на болѣе высокой температурѣ, до которой должны быть нагрѣты болѣе мягкіе сорта стали для закалки; 3) на измѣненіяхъ, вызываемыхъ отжигомъ, но не сопровождающихся замѣтными перемѣнами въ структурѣ (исключая внутреннихъ напряженій).

Для разъясненія явленій закалки могутъ служить также наблюдаемыя измѣненія длины брусковъ. При закалкѣ трехъ стальныхъ брусковъ одинаковыхъ размѣровъ, нагрѣтыхъ чуть-чуть выше критическихъ температуръ и потомъ закаленныхъ, два изъ нихъ дали сокращеніе длины, а одинъ—небольшое удлиненіе.

Брусокъ специальной инструментальной стали Jessop'a, длиною 11,6682 англ. дюйма, послѣ отжига имѣлъ длину 11,6742 англ. дюйма, а послѣ нагрѣва до краснаго каленія и закалки въ водѣ — 11,6694 англ. дюйма.

Три другихъ стальныхъ бруска послѣ закалки въ маслѣ и послѣ отжига (какъ для пружинъ) дали длины, приводимыя на слѣдующей таблицѣ.

Для полученія объемовъ стали въ различныхъ другихъ условіяхъ необходимы дальнѣйшіе опыты и болѣе точныя измѣренія.

Предположеніе, что сталь, при повышеніи ея температуры, не получаетъ кристаллической структуры, не подтверждается опытомъ.

Таблица V.

СОРТЪ СТАЛИ.	Длина въ англійскихъ дюймахъ.				
	Первоначальная.	Послѣ закалки.	Сокращеніе длины.	Послѣ отжига.	Удлиненіе.
Инструментальная сталь „Titanic“ $\frac{1}{2}$ " въ сторонѣ квадрата	11,4367	11,4350	0,0017	11,4351	0,0001
Рельсовая сталь съ 0,60% углерода $\frac{3}{8}$ " \times $\frac{3}{4}$ "	11,4962	11,4943	0,0019	11,4945	0,0002
Рельсовая сталь съ 0,60% углерода $\frac{1}{2}$ " въ сторонѣ квадрата	11,4269	11,4250	0,0019	11,4251	0,0001

E. D. Campbell считаетъ весьма важнымъ примѣненіе методовъ органической химіи къ изслѣдованію стали. Согласно прежнимъ опытамъ *Hahn'a* ¹⁾ и *Clöez'a* ²⁾, при раствореніи стали получаютъ углеводороды, изъ которыхъ были опредѣлены: газообразные члены олефиноваго ряда (C_nH_{2n}), а именно: метиленъ (C_2H_4), пропиленъ (C_3H_6), бутиленъ (C_4H_8), пентиленъ (C_5H_{10}) и дибутиленъ (C_8H_{16}); затѣмъ изъ парафиноваго ряда

¹⁾ Liebig's chem. Ann. 129, стр. 57.

²⁾ Compt. rendu., 85, стр. 1003.

содержащую углерода гораздо меньше, чѣмъ 0,9⁰/₁₀₀, нагрѣемъ нѣсколько выше A_{r_1} и закалимъ, то увидимъ, что мартензитъ занимаетъ совершенно тотъ же объемъ, какой раньше имѣлъ перлитъ; остальное же будетъ ферритъ. Но если сталь съ содержаніемъ углерода меньшимъ 0,9⁰/₁₀₀ будемъ до закалки нагрѣвать все выше и выше, то, согласно Sauveur'у и Osmond'у, мартензитъ будетъ занимать все большій и большій объемъ, а при травленіи шлифованной поверхности іодомъ или азотной кислотой принимать различную окраску. Переменны, происходящія въ стали, при ея нагрѣваніи выше A_{r_1} и составляютъ, главнѣйшимъ образомъ, предметъ спора между металлургами-химиками, такъ что съ нерѣшимостью предлагаю гипотезу относительно нѣкоторыхъ изъ этимъ переменъ и ихъ вліянія на физическія свойства стали. Прежде всего я упомяну о вѣроятіи, что въ отожженной стали углеродъ является въ видѣ одного или многихъ—а обыкновенно нѣсколькихъ—членовъ феррокарбонатаго ряда $C_n Fe_{3n}$, и что эти феррокарбонаты, выкристаллизовываясь при A_{r_1} изъ раствора, тотчасъ же переслаиваются съ Fe_{18} , образуя перлитъ, такъ что въ перлитѣ мы находимъ именно Fe_{18} , а не ферритъ, какъ обыкновенно думаютъ. Потому что, если бы это кристаллическое желѣзо, входящее въ составъ перлита, было бы ферритомъ, то оно относилось бы подобно ему и къ травленію іодомъ или азотной кислотой, чего на самомъ дѣлѣ нѣтъ. Такимъ образомъ, мы приходимъ къ заключенію, что составъ перлита будетъ: $C_n Fe_{3n}$, Fe_{18} . Въ теченіе послѣднихъ трехъ лѣтъ я стремился узнать, какое значеніе имѣетъ n въ различныхъ сортахъ стали, и мои изысканія, достаточно согласуясь въ результатахъ, приводятъ къ выводу, что въ стали, содержащей меньше 1,3⁰/₁₀₀ углерода, преобладаетъ $C_4 Fe_{12}$, а полученные дериваты позволяютъ съ достовѣрностью предположить существованіе въ ней $C_2 Fe_6$, $C_3 Fe_9$ и $C_5 Fe_{15}$. Съ увеличеніемъ въ отожженной стали содержанія углерода, начиная со стали, бѣдной углеродомъ, количество $C_2 Fe_6$ постоянно растетъ. Далѣе оказывается (хотя въ этомъ направленіи имѣется всего одинъ рядъ опытовъ), что въ одной и той же стали послѣ закалки находится больше $C_2 Fe_6$, чѣмъ послѣ опыта. Имѣя въ виду, что продукты растворенія закаленной стали качественно тѣ же самыя, какъ и отожженной того же состава, мнѣ кажется весьма вѣроятнымъ, что феррокарбонаты (или какъ обыкновенно выражаются — карбиды желѣза) не диссоціируются, но просто растворяются въ стали. Поглощеніе теплоты при A_{c_1} можно было бы отнести къ первой ступени, т. е. растворенію феррокарбонатовъ въ ихъ кристаллизационномъ желѣзѣ, совершенно подобно плавленію нѣкоторыхъ кристалловъ въ ихъ кристаллизационной водѣ, и такимъ образомъ получить превращеніе перлита въ мартензитъ того же объема, какъ первый, другими словами, въ субкарбидъ Arnold'a.

Относительно того, что представляютъ собою другія критическія точки A_{r_2} и A_{r_3} , пока сказать что-либо опредѣленное трудно. Наши собственныя изслѣдованія продуктовъ растворенія стали, хотя и недостаточно

далеко веденныя, чтобы дать положительные результаты, указываютъ, что феррокарбонъ съ повышеніемъ температуры болѣе или менѣе диссоціируются. И это кажется естественнымъ, такъ какъ въ малоуглеродистой стали феррокарбонъ все болѣе и болѣе проникаетъ въ ферритъ. Представляютъ ли собой точки A_{r_2} и A_{r_3} температуры, при которыхъ расщепляются извѣстные высшіе члены феррокарбоноваго ряда, какъ, напр., C_4Fe_{12} въ $2C_2Fe_6$, или—это температуры аллотропическихъ превращеній желѣза—я не могу высказать опредѣленно; однако, предполагаю, что въ стали, бѣдной углеродомъ, - и это кажется также естественнымъ—феррокарбонъ съ повышеніемъ температуры диффундируютъ все полнѣе и полнѣе, при чемъ вѣроятно, что эта диффузія сопровождается расщепленіемъ болѣе высокихъ членовъ феррокарбоноваго ряда на низшіе, и что при закалкѣ эти феррокарбонъ остаются растворенными въ массѣ металла и являются причиной особенностей въ его свойствахъ.

Однимъ изъ сильнѣйшихъ доказательствъ въ пользу аллотропическихъ превращеній желѣза при высокихъ температурахъ я считаю значительную твердость закаленной стали, сопровождаемую хрупкостью, и то обстоятельство, что эта твердость нѣсколько, а хрупкость, большею частью, исчезаетъ при вторичномъ нагрѣвѣ металла до $200 - 300^\circ C.$, т. е. до такой температуры, которая много ниже температуры полимеризаціи феррокарбонъ. Металлъ, обладающій въ закаленномъ состояніи наибольшей своей магнетической твердостью при нагрѣваніи до $200^\circ C.$, дѣлается магнетически болѣе мягкимъ; будучи же нагрѣтъ до $300^\circ C.$, сразу становится еще гораздо мягче и при дальнѣйшемъ нагрѣваніи медленно продолжаетъ дѣлаться все мягче, до тѣхъ поръ, пока, перейдя критическую точку, не достигнетъ минимума магнетической твердости, будучи вполне отожженъ. На этотъ фактъ можно смотрѣть какъ на выраженіе зависимости магнетической твердости стали отъ возможнаго аллотропическаго состоянія желѣза, такъ какъ большая часть магнетической твердости исчезаетъ съ потерей хрупкости, именно при той температурѣ, при которой сталь обыкновенно отжигается. Съ другой стороны, способность удерживать сообщенный стали магнетизмъ не уменьшается при $300^\circ C.$, какъ это было съ магнетической твердостью, но постоянно, хотя и медленно, увеличивается до $600^\circ C.$, т. е. почти до критической точки. И дѣйствительно, какъ только мы перейдемъ эту точку, мы увидимъ, что феррокарбонъ, бывшіе въ растворѣ, выкристаллизовались, а способность удерживать магнетизмъ сдѣлалась наименьшей изъ наблюдаемыхъ при всѣхъ другихъ состояніяхъ стали.

Изъ вышеприведенныхъ фактовъ можно было бы заключить, что если твердость и хрупкость, какъ весьма вѣроятно, зависятъ отъ аллотропической формы желѣза, возрастаніе упругаго и прочнаго сопротивленія на разрывъ, способность удерживать магнетизмъ и другія свойства обуславливаются, по всей вѣроятности, присутствіемъ растворенныхъ въ стали

феррокарбоновъ. Желѣзо этихъ феррокарбоновъ можетъ находиться и въ состояніи аллотропіи; но это обстоятельство не важно для объясненія наблюдаемыхъ свойствъ металла.

Слѣдующій аргументъ въ пользу существованія ряда феррокарбоновъ и ихъ расщепленія при нагрѣваніи стали будетъ отношеніе стали къ азотной кислотѣ при обыкновенной калориметрической пробѣ на углеродъ. Цвѣтъ нитродериватовъ производныхъ, полученныхъ при раствореніи высшихъ членовъ феррокарбонового ряда, по всей вѣроятности, будетъ темнѣе, чѣмъ при раствореніи низшихъ, совершенно такъ, какъ бромпроизводные высшихъ членовъ темнѣе, чѣмъ низшихъ. Отсюда понятно, почему при производствѣ калориметрическихъ пробъ для полученія наиболѣе точныхъ результатовъ необходимо, чтобы не только нормальная сталь и испытываемая имѣли приблизительно одно и то же содержаніе углерода—для того, чтобы имѣть въ обоихъ случаяхъ одни и тѣ же члены феррокарбонового ряда, но также и по той же самой причинѣ, чтобы та и другая были предварительно подвергнуты одной и той же термической обработкѣ.

Такъ какъ водородъ, по своимъ химическимъ реакціямъ, можетъ быть признанъ металломъ, и такъ какъ углеродъ обладаетъ способностью давать съ нимъ громадное число соединений (соединеній, въ которыхъ многочисленные атомы углерода сцѣпляются между собою самыми различными способами), то казалось бы весьма возможнымъ, что и желѣзо можетъ дать извѣстное число феррокарбоновъ, подобныхъ углеводородамъ; мало того, я не вижу причины, почему было-бы невозможно, чтобы рядъ другихъ металловъ, карбиды которыхъ разсматривались до сихъ поръ какъ неопредѣленные соединения, послужилъ бы къ образованію въ свою очередь ряда металлокарбоновъ?

Наши стремленія въ настоящее время направлены къ тому, чтобы, на основаніи изученія продуктовъ растворенія и термо-химическихъ реакцій желѣза и стали, еще далѣе развить „гипотезу о существованіи различныхъ феррокарбоновъ“.

Osmond разсматриваетъ далѣе теорію *Sauveur'a*. Послѣдній считаетъ доказаннымъ опытными данными, что каждая критическая точка соотвѣтствуетъ измѣненію структуры, которое одновременно съ нею начинается и оканчивается. Изъ этого онъ выводитъ, что эти измѣненія структуры суть причины критическихъ точекъ, и объясняетъ физическія, химическія и механическія явленія различнымъ распредѣленіемъ одного и того же карбида Fe_3C .

Это основное положеніе, по мнѣнію *Osmond'a*, справедливо для стали средней твердости, содержащей отъ 0,30 до 0,90% углерода, но не для болѣе твердой или мягкой.

Напримѣръ, сталь такого состава: C — 0,14%; Si — 0,045%; S — 0,018%; P — 0,01% и Mn — 0,19% дала:

	Маргениста въ %.	Феррита въ %.
Будучи нагрѣта до 960° и закалена при 670° С. (между A_{r_1} и A_{r_2})	14	86
Нагрѣтая до 960° С. и закаленная при 770° С. (между A_{r_2} и A_{r_3})	24	76
Нагрѣтая до 960° С. и закаленная при 820° С. (середина A_{r_3})	46	54
Нагрѣтая и закаленная при 1000° С.	61	39
” ” ” ” 1340° С.	90	10

Такимъ образомъ мы видимъ, что измѣненія въ структурѣ идутъ непрерывно съ повышеиёмъ температуры. На основаніи изслѣдованій Howe ¹⁾ и Charpy ²⁾ важную роль при этомъ играетъ время, такъ что весьма возможно, что если бы времени было достаточно, диффузія углерода полностью могла бы совершиться при A_{c_3} ; кромѣ того, время, необходимое для диффузіи, растетъ съ паденіемъ температуры. Въ случаѣ стали богатой углеродомъ, потребное для диффузіи время будетъ меньше, чѣмъ при малоуглеродистой стали, такъ какъ разстояніе между пластинками цемента въ перлитѣ твердой стали не превышаетъ 0,001 мм., а въ мягкой оно болѣе чѣмъ во сто разъ; а стало быть, и частицы углерода должны пробѣгать гораздо большій путь, чѣмъ въ твердой стали. Подобное же явленіе можемъ наблюдать при нагрѣваніи смѣси льда съ солью: если частицы того и другого тѣла безконечно малы и тѣсно перемѣшаны, то какъ только смѣсь расплавилась, растворъ получится вполне однороднымъ; но этого не будетъ, по крайней мѣрѣ, если массу не перемѣшивать, когда куски льда и соли велики и неравномѣрно распределены. Растворенію (диффузіи) соли въ водѣ должно предшествовать плавленіе льда, такимъ образомъ первое есть слѣдствіе, а не причина послѣдняго.

Въ стали, богатой углеродомъ, содержащей въ себѣ послѣ охлажденія свободный цементитъ, происходятъ подобныя же явленія. При закаливаніи маленькихъ кусочковъ структура ихъ по охлажденіи будетъ ближе подходить къ структурѣ металла, нагрѣтаго до температуры закалки, чѣмъ структура большихъ кусковъ, потому что тамъ охлажденіе совершается быстро, времени для измѣненія структуры остается меньше, и количество выдѣливагося цементита можетъ варьировать съ температурой закалки. Если эта послѣдняя переходитъ 1000° С., то даже при 1,60% С выдѣленіе цементита можетъ не произойти. Одновременно съ этимъ появляется новое тѣло—аустенитъ ⁴⁾, свойства котораго походятъ на свойства стали съ 12 — 13% марганца или съ 25% никкеля. Въ особенности замѣчательно, что онъ чертится швейной иглой или апати-

¹⁾ Transact. Am. Inst. Min. Eng. 23, стр. 508.

²⁾ Compt. rendu. 118, стр. 420.

³⁾ Compt. rendu. 121, стр. 684.

томъ, и для объясненія этого явленія до сихъ поръ не было сдѣлано попытки со стороны представителей углеродной теоріи. Osmond'у не удалось еще наблюдать количество аустенита большее 50%; если содержаніе углерода превышаетъ 1,60%, то снова появляется цементитъ. Въ стали съ 1,5 — 1,6% углерода, нагрѣтой до 700° С., количество свободного цементита доходить до 13%. Почти одновременно съ превращеніемъ перлита въ мартензитъ уменьшается и количество цементита, и тѣмъ болѣе, чѣмъ выше температура (доходя до 0% при 1200° С.), а на его мѣсто выступаетъ аустенитъ, и тѣмъ въ большемъ количествѣ, чѣмъ выше температура, доходя до 50% при 1200° С. Этотъ фактъ говоритъ въ пользу диссоціи, или, по крайней мѣрѣ, растворенія цементита при повышеніи температуры за критическія точки.

Возрѣнія Sauveur'a влекутъ за собою цѣлый рядъ необъяснимыхъ выводовъ.

Легкая растворимость чрезвычайно мелкихъ частицъ карбида (въ мартензитѣ) съ химической точки зрѣнія хорошо объяснима, такъ какъ даже измѣримыя пластинки карбида немного поддаются дѣйствию кислотъ. Но почему же проба на углеродъ калориметрическимъ путемъ даетъ въ закаленной стали потерю углерода? Болѣе тонкое раздробленіе карбида можетъ сдѣлать его скорѣе растворимымъ; но какъ оно можетъ измѣнить *сущность* реакцій.

Съ физической точки зрѣнія, карбидъ Fe_3C , остающійся постояннымъ при всѣхъ температурахъ, будучи нагрѣтъ выше A_1 , можетъ быть сравнимъ съ газомъ, расширеніе котораго вызываетъ охлажденіе, а сжатіе — нагрѣваніе, что и служитъ причиною появленія критическихъ точекъ. Но сжатіе въ одномъ мѣстѣ обусловливаетъ расширеніе въ сосѣднемъ, и въ общемъ должно получиться равновѣсіе. Такимъ образомъ точки A_3 и A_2 (существующія, помимо того, и въ чистомъ желѣзѣ) не могутъ быть объяснены исключительно распределеніемъ въ металлѣ карбида.

Съ механической точки зрѣнія представляется вопросъ: возрастаетъ-ли твердость даннаго тѣла по мѣрѣ того, какъ совершеннѣе распредѣляется въ немъ наиболѣе твердая составная его часть? Цементная сталь, напр., съ 1,50% С, обладающая сравнительно толстою сѣткою выдѣлившагося цементита, тверже подъ пилой, чѣмъ та же сталь, откованная при темно-красномъ каленіи, и имѣющая цементитъ въ болѣе раздробленномъ видѣ. Въ ряду углеродистыхъ соединеній желѣза между сталью и бѣлымъ чугуномъ развѣ только одно, содержащее 2,50% С (37% цементита), настолько же твердо, какъ и закаленная инструментальная сталь. Osmond того мнѣнія, что чрезвычайное раздробленіе карбида можетъ только уменьшить твердость стали.

Въ прежнее время Osmond думалъ, что при A_1 карбидъ Fe_3C вполнѣ разлагается, такъ какъ изъ бѣлаго чугуна электролитическимъ способомъ Weyl'я выдѣлялось сравнительно небольшое количество карбида, а онъ

ошибочно предполагалъ, что этимъ способомъ можно опредѣлить все его содержаніе въ металлѣ. Непосредственнымъ слѣдствіемъ такого невѣрнаго предположенія было заключеніе, что свободный цементитъ отличается отъ твердыхъ пластинокъ перлита и представляетъ собою разность мартензита съ большимъ содержаніемъ углерода закала. Но такой выводъ не былъ подтвержденъ его послѣдующими микрографическими работами, а Ledebur ¹⁾ въ цѣломъ рядѣ продуктовъ, отъ мягкой стали до бѣлаго чугуна, нашелъ, по способу Müller'a, карбидъ тождественнаго состава. Такимъ образомъ вѣроятно, что свободный цементитъ и пластинчатый карбидъ перлита суть одно и то же.

Съ другой стороны, въ стали съ 1,24% C, закаленной на C. 30° выше точки $A_{r_{3,2,1}}$, Osmond нашелъ частицы цементита, что согласуется съ наблюденіями Arnold'a ²⁾ и Sauveur'a. Слѣдовательно, при извѣстныхъ условіяхъ часть цементита можетъ существовать выше $A_{r_{3,2,1}}$, и теперь возникаетъ вопросъ, не представляетъ ли собою сталь выше критическихъ точекъ простой растворъ карбида Fe_3C въ γ -железѣ. Это, дѣйствительно, и будетъ доказано согласующимися между собою результатами тепловой обработки и микрографическихъ наблюденій.

Если два тѣла, не образующія другъ съ другомъ ни опредѣленныхъ химическихъ соединеній, ни изоморфныхъ смѣсей, взаимно растворимы, то кривая ихъ плавленія (или, что то же, растворенія) имѣетъ двѣ вѣтви, изъ которыхъ одна соотвѣтствуетъ выдѣленію одного и другая — выдѣленію другого въ твердомъ видѣ. Напр., для водныхъ растворовъ одна вѣтвь соотвѣтствуетъ выдѣленію льда изъ разжиженнаго раствора, а другая — выдѣленію растворенной соли въ концентрированной жидкости. Точка пересѣченія вѣтвей есть та степень концентраціи, при которой вода и соль одновременно затвердѣваютъ при извѣстной температурѣ. Henri Le Chatelier доказалъ, что такимъ же образомъ относятся другъ къ другу металлы, образующіе простые взаимные растворы (сплавы), и точка пересѣченія ихъ кривыхъ соотвѣтствуетъ затвердѣнію эвтектическихъ сплавовъ.

То же самое справедливо и для стали. Вѣтвь кривой, отдѣляющаяся отъ точки A_{r_3} въ мягкомъ желѣзѣ (860°C.), соотвѣтствуетъ началу выдѣленія феррита, т. е. превращенію γ -железа въ β -железо въ сортахъ стали, ненасыщенныхъ Fe_3C . Вторая вѣтвь соотвѣтствуетъ началу выдѣленія Fe_3C въ стали, богатой углеродомъ; точка пересѣченія обѣихъ кривыхъ (близъ 670° C.) соотвѣтствуетъ той точкѣ, когда β -железо вмѣстѣ съ карбидомъ Fe_3C выдѣляются при постоянной температурѣ. Это и есть предѣлъ насыщенія Arnold'a, полагающаго здѣсь образованіе соединенія $Fe_{24}C$. Однако, уже сама форма кривой доказываетъ, что такое объясненіе ложно, хотя терминъ предѣлъ насыщенія можетъ быть вполне умѣст-

¹⁾ Stahl und Eisen. 11, стр. 294.

²⁾ Proc. Inst. Civ. Eng. 123, стр. 148—150.

нымъ, такъ какъ онъ даетъ ту степень концентраціи, при которой, какъ γ - желѣзо карбидомъ Fe_3C , такъ и обратно—карбидъ Fe_3C γ - желѣзомъ, бываютъ взаимно насыщены. Явленія, наблюдаемая при этомъ предѣлѣ насыщенья, вполне точно можно уподобить затвердѣванію эвтектическихъ растворовъ. Въ чистомъ желѣзѣ этотъ предѣлъ совпадаетъ съ 0,90% C, но понижается въ присутствіи постороннихъ элементовъ, что необъяснимо теоріей Arnold'a о твердомъ соединеніи $Fe_{24}C$.

Точно также можно допустить, что растворенный въ мартензитѣ карбидъ Fe_3C подобенъ соли и частью диссоціируется. При этомъ часть углерода, находящаяся въ растворѣ, какъ карбидъ Fe_3C , можетъ явиться въ видѣ новой разновидности углерода, открытой Hogg'омъ ¹⁾ съ помощью слабой холодной азотной кислоты. Можетъ быть это есть тотъ карбидъ, который характеризуетъ сорбитъ въ отожженной стали ²⁾: при употребленіи метода Weyl'я онъ даетъ водоуглеродъ, а при пробѣ Еггерца твердой стали—коричневое окрашиваніе, характерное для ненасыщенной стали, хотя въ ней и не находится цементита. Напротивъ того, углеродъ разложившагося карбида соответствуетъ потерѣ углерода (missing carbon) въ способахъ Weyl'я, Eggerz'a или Müller'a.

Остается теперь объяснить, почему способомъ Weyl'я получается только цементитъ, заключающійся въ перлитѣ, а не свободный; нижеслѣдующее объясненіе Osmond считаетъ правдоподобнымъ. Извѣстно, что въ бѣломъ чугунѣ, нагрѣтомъ выше $A_{r_{3,2,1}}$, свободный цементитъ встрѣчается въ избыткѣ; но при этой температурѣ онъ немагнитенъ, и такимъ образомъ представляетъ собою изомерию пластинчатого карбида въ перлитѣ. Эта изомерія постоянна даже при обыкновенной температурѣ, если содержитъ въ себѣ достаточное количество марганца, ибо ферромарганецъ съ 25% Mn немагнитенъ. Не происходитъ ли то же самое и со свободнымъ цементитомъ въ сильно-углеродистой стали?

Если вспомнимъ, что свободный цементитъ и карбидъ, считаемый Hogg'омъ за растворимый, даютъ одинакія химическія реакціи, то мы будемъ близки къ тому, чтобы признать ихъ за одно и то же тѣло. Но получимъ ли мы тогда карбидъ β -желѣза Howe?

Слѣдующая таблица VI пояснитъ сказанное.

Затѣмъ Osmond описываетъ современное состояніе аллотропической теоріи. Онъ, вмѣстѣ съ Roberts-Austen'омъ, опредѣляетъ аллотропію, какъ „измѣненіе внутренней энергіи“, происходящее въ элементѣ во время критической температуры, но не сопровождающееся измѣненіемъ строенія (агрегата) и напоминаетъ о попыткахъ дѣлать различіе между химической и физической аллотропіей. Дѣйствительно, проф. Arnold давно называлъ A_2 точкой превращенія пластическаго желѣза въ кристаллическое, и хотя Sauveur находить это выраженіе неудачнымъ, тѣмъ не менѣе, оно

¹⁾ Journ. Iron Steel Inst. 1896, II.

²⁾ Bull. de la Soc. d'Encour. Mai, 1895.

Таблица VI.

Состояніе и реакціи (связаннаго) углерода въ стали.

НАЗВАНІЕ.		Формула.	Нахождение.	Отношенія къ пробамъ по способу:			
				Weyl'a.	Müller'a.	Eggetz'a.	
Цемент- ный угле- родъ.	Цементъ.	Въ тонкихъ пластинкахъ.	$Fe_3^{\alpha}C$	въ перлитѣ	выдѣляется	выдѣляется	растворяется, окрашивая растворъ въ темный цвѣтъ.
		Свободный.	$Fe_3\beta C$	въ свободномъ состояніи	даетъ во-	выдѣляется, можетъ	даетъ рас-
		Въ растворѣ.	$Fe_3\beta C$	въ мартензитѣ, сорбитѣ, аустенитѣ	доуглеродъ	быть, съ значительною потерей.	творъ темнаго цвѣта.
Углеродъ закала.		C—ионы.	въ мартензитѣ, трооститѣ (?).	частью улетучивается въ видѣ газа.	улетучивается.	улетучивается.	

можетъ служить для обозначенія внезапнаго измѣненія молекулярнаго состоянія. Точно также Arnold относитъ точку A_3 не къ химическимъ реакціямъ, а къ измѣненію состоянія тѣла, „подобному переходу воды въ ледъ“. Аллотрописты, не споря о названіяхъ, принимаютъ это во вниманіе и настаиваютъ на томъ, чтобы считать точки A_3 и A_2 доказательствомъ превращеній желѣза, подходящихъ подъ названіе аллотропіи, такъ какъ они являются даже въ самомъ чистомъ желѣзѣ, какое только могло быть получено до настоящаго времени, и сопровождаются критическимъ измѣненіемъ энергіи, безъ измѣненія въ агрегаціи частицъ тѣла.

Точки A_2 и A_3 соотвѣтствуютъ двумъ независимымъ явленіямъ; такъ:

- 1) Появленіе и исчезновеніе магнетизма совпадаетъ съ A_2 и
- 2) A_2 и A_3 остаются раздѣльными для самаго чистаго желѣза, какое только могъ приготовить Roberts-Austen.

Osmond знаетъ, что отождествленіе точки A_2 съ появленіемъ магнетизма, повидимому, противорѣчитъ нѣкоторымъ опытнымъ даннымъ и потому считаетъ необходимымъ подробно выяснитъ, что слѣдуетъ подразумѣвать подъ словомъ: „появленіе магнетизма“. Въ виду прогрессивнаго характера этого явленія, вслѣдствіе чего оно распространяется на значительный періодъ температуръ, и принявъ во вниманіе зависимость отъ основныхъ величинъ: скорости охлажденія, интенсивности магнитнаго поля,

системы пирометра и проч., становятся легко понятными разницы въ опредѣленіяхъ наблюдателей; на этомъ основаніи существенно важнымъ было бы сопоставить въ простомъ опытѣ кривыя охлажденія съ прогрессивнымъ измѣненіемъ магнетизма.

Это и сдѣлалъ Osmond, и полученные имъ результаты, подтвержденные впослѣдствіи болѣе точными и обширными изслѣдованіями Curie, не оставляютъ болѣе сомнѣнія въ томъ, что появленіе магнетизма совпадаетъ съ точкой A_{r_2} . Кромѣ того, особенные сорта стали, не имѣющіе точки A_{r_3} , теряютъ свой магнетизмъ уже при нагрѣваніи до-красна.

И если бы нашлись еще какія-либо неточности, то достаточно кривой охлажденія чистаго желѣза, полученной Roberts-Austen'омъ, чтобы раздѣлить точки A_{r_2} и A_{r_3} .

Osmond настаиваетъ на этомъ давно уже сдѣланномъ различіи точекъ, такъ какъ оно чрезвычайно важно, а между тѣмъ на него не всегда обращаютъ должное вниманіе. Оно съ необходимостью заставляетъ насъ признать три аллотропическія видоизмѣненія желѣза: α -желѣзо ниже A_{r_2} , β -желѣзо—между A_{r_2} и A_{r_3} и γ -желѣзо—выше A_{r_3} , тогда какъ прежде оба послѣднія видоизмѣненія обозначались вообще β -желѣзо.

Есть еще небольшое затрудненіе. Sauveur не увѣренъ въ томъ, что точки A_{r_3} и A_{r_2} желѣза совмѣщаются въ стали въ двойной или тройной точкѣ. Но сомнѣніе въ этомъ Osmond находитъ неосновательнымъ по слѣдующимъ причинамъ:

1) Если прослѣдить кривыя охлажденія въ стали съ возрастающимъ содержаніемъ углерода, то легко убѣдиться въ сближеніи и, наконецъ, сліянніи критическихъ точекъ.

2) Arnold ¹⁾ высчиталъ количество теплоты, выделяющейся при A_{r_1} , и нашелъ, исключивъ сумму A_{r_3} — A_{r_2} , въ предполагаемой тройной точкѣ, что теплота эта пропорціональна содержанію углерода (до 0,90% C). И хотя способъ вычисленія не былъ вполне точенъ, все-таки и приближительный результатъ подтверждаетъ теорію.

3) Появленіе магнетизма, характерное для A_{r_2} , доказываетъ, что эта точка должна заключаться въ точкахъ $A_{r_{3,2}}$ и $A_{r_{3,2,1}}$ ²⁾.

4) Кривыя термоэлектрическаго напряженія ³⁾ и проводимости электричества ⁴⁾, отнесенныя къ температурамъ, даютъ для точки A_{r_3} , если она обособлена, типическія характеристики, наблюдаемыя и въ сложной точкѣ $A_{3,2,1}$ стали, богатой углеродомъ.

На основаніи сказаннаго можно вычислить относительныя количества аллотропическихъ формъ желѣза, по мѣрѣ того, какъ онѣ появляются во время медленнаго охлажденія, для каждой температуры и для ка-

¹⁾ Proc. Inst. Civ. Eng. 123, стр. 152.

²⁾ Hopkins. Proc. Roy. Soc. 48, стр. 442.

³⁾ Osmond. Transf. de fer et de carbone.

⁴⁾ H. Le Chatelier. Comp. rendu. 110, стр. 283.

ждаго сорта стали. При этомъ можно различить три типа углеродистой стали.

Въ чистомъ желѣзѣ переходъ γ -желѣза въ β -желѣзо совершается внезапно при 855°C ., а β -желѣза въ α -желѣзо—постепенно между 750° и 700°C .

Въ стали богатой углеродомъ, всѣ три точки слиты въ одну (напр., при 675°C .); здѣсь γ -желѣзо, чрезъ состояніе β , сразу переходитъ въ α -желѣзо.

Въ сортахъ стали, обладающей двумя точками, дѣло выходитъ нѣсколько сложнѣе. Возьмемъ, напр., такъ подробно изученную Howe и Sauveur'омъ сталь съ $0,21\%$ углерода, диаграмма структуры которой представлена на фиг. 37. Въ промежуткѣ между критическими температурами мы находимъ здѣсь смѣсь мартензита (количество котораго съ повыше-ніемъ температуры увеличивается) съ ферритомъ (количество котораго при этомъ падаетъ). Каждое изъ этихъ тѣлъ имѣетъ свою собственную критическую точку. Точка $A_{r_{3,2}}$ соотвѣтствуетъ не всей массѣ стали, а только одному ферриту. Обогащеніе углеродомъ мартензита, представляющаго собою, собственно говоря, твердую сталь съ $0,80\%$ C., замедляетъ превращеніе желѣза совершенно такъ-же, какъ и въ настоящей многоуглеродистой стали, такъ что точка A_{r_1} всей массы стали есть въ дѣйствительности точка $A_{r_{3,2,1}}$ мартензита.

При медленномъ охлажденіи не будетъ существовать ни γ , ни β , ни α -мартензитъ, но только одинъ γ -мартензитъ; это отвѣтъ на вопросъ Sauveur'a, почему малоуглеродистая сталь, закаленная между $A_{r_{3,2}}$ и A_{r_1} , оказывается твердой. Въ мартензитѣ $A_{r_{3,2}}$ еще не наступила, тогда какъ для феррита она уже прошла.

Затѣмъ Osmond обращается къ вопросу о постоянствѣ различныхъ формъ аллотропіи. Онъ говоритъ, что для сохраненія при обыкновенной температурѣ аллотропической формы, постоянной при высокой температурѣ, слѣдуетъ только быстро провести ее чрезъ тотъ періодъ температуръ, во время котораго возможно превращеніе. Извѣстно, что растворенное тѣло производитъ въ растворителѣ осмотическое давленіе, понижающее точку затвердѣванія растворителя и повышающее его точку кипѣнія, и что давленіе въ прямомъ смыслѣ измѣняетъ положеніе этихъ двухъ точекъ, а именно повышаетъ или понижаетъ ихъ, въ зависимости отъ знака (+ или —) давленія и измѣненія объема, происходящаго отъ измѣненія въ агрегаціонномъ состояніи. Это относится также, какъ показали Mallard и Н. Le Chatelier, и къ аллотропическимъ превращеніямъ.

Что же мы видимъ въ стали?

Опытъ показываетъ, что углеродъ проникаетъ въ сталь при красномъ каленіи, сближаетъ точки A_{r_3} и A_{r_2} и доводитъ ихъ до сліянія съ A_{r_1} . Кромѣ того, изъ опытовъ мы знаемъ, что марганецъ, никкель и мѣдь (т. е. элементы, атомный объемъ которыхъ меньше, чѣмъ у желѣза), а

также растворенные двойные карбиды желѣза и марганца ($[Fe Mn]_3C$), желѣза и хрома ($[Fe Cr]C_3$), желѣза и вольфрама (?), находясь въ растворѣ стали, понижаютъ температуру ея превращеній иногда даже за обыкновенную. Это и доказываетъ существованіе осмотическаго давленія.

Внѣшняго давленія, за исключеніемъ закалки стали по способу Clemandot, обыкновенно не употребляютъ; но оно неизбѣжно при прокаткѣ, продолжающейся при температурѣ, низшей краснаго каленія, и въ особенности въ закаленной стали. André Le Chatelier ¹⁾ изучилъ измѣненія объемовъ, сопровождающія превращенія желѣза. Каждая аллотропическая разновидность имѣетъ собственный коэффициентъ расширенія; при пониженіи критическихъ точекъ повышается внезапное измѣненіе объема, такъ, напр., если измѣненія состоянія происходятъ при 300°C то, по вычислениямъ André Le Chatelier, могутъ возникнуть внутреннія напряженія въ 187 klg. на 1 mm.², что и служитъ причиной частаго образованія трещинъ въ закаленной стали. Въ этихъ напряженіяхъ Osmond не видитъ удовлетворительнаго объясненія твердости закаленной стали. Но фактъ тѣмъ не менѣе существуетъ, и весьма естественно, что имъ обусловливается полученіе той аллотропической формы желѣза, которая при обыкновенныхъ давленіи и температурѣ не могла бы быть постоянной. Но такъ какъ эти напряженія вызваны самимъ же превращеніемъ, то это послѣднее не можетъ остановиться раньше, чѣмъ не совершится въ опредѣленномъ объемѣ. Такъ, испареніе воды въ закрытомъ пространствѣ прекращается, какъ только давленіе пара достигнетъ опредѣленной, въ зависимости отъ температуры, величины; но прежде, чѣмъ получится это давленіе, необходимо, чтобы часть воды испарилась. Этотъ примѣръ можетъ служить доказательствомъ теоретической возможности, а можетъ быть и необходимости того, чтобы въ стали, въ которой происходитъ остановка частичныхъ превращеній, одновременно существовали бы, по крайней мѣрѣ, двѣ разновидности желѣза. Окончательное рѣшеніе этого вопроса все же требуетъ наблюденій и изслѣдованій, подобныхъ сдѣланнымъ Régnault для пара.

До настоящаго времени намъ извѣстны два крайнихъ случая: чистое желѣзо, всѣ превращенія котораго совершаются вполне во время медленнаго охлажденія, т. е. въ которомъ *Fe* при нормальной температурѣ находится только въ состояніи α , и марганцовая сталь съ 12—13% *Mn* и 1% углерода или никкелевая съ содержаніемъ большимъ 25% *Ni*; въ этихъ сплавахъ даже во время медленнаго охлажденія не происходитъ никакихъ перемѣнъ, и желѣзо остается всегда въ состояніи γ .

При разсматриваніи промежуточныхъ случаевъ, представляющихъ собою большинство и дающихъ большое разнообразіе въ явленіяхъ закалки, трудности возрастаютъ. Достоверные факты будутъ таковы:

¹⁾ Bull. soc. d'Enc. 10, стр. 1342.

1) Закалка стали препятствуетъ превращенію; отжигъ сопряженъ съ ненормальнымъ выдѣленіемъ тепла и самопроизвольнымъ ускореніемъ повышения температуры при нагрѣвѣ; но превращенія не уничтожаются совершенно, такъ какъ закаленная углеродистая сталь магнитна, а, стало быть, отлична отъ подходящаго типа марганцовой или никкелевой стали.

2) Во всѣхъ случаяхъ, когда критическія точки лежатъ ниже 350° — 400° С., мы имѣемъ дѣло съ сортами стали, отличающимися большею или меньшею твердостью, способностью намагничиваться и обладать полярнымъ магнетизмомъ ¹⁾. Руководствуясь опытами надъ охлажденіемъ этой стали и зная, что она, кромѣ того, магнитна, мы можемъ быть увѣрены, что превращенія въ ней, хотя отчасти, но совершаются; тѣмъ не менѣе, имѣется серьезное основаніе думать, что превращенія эти не протекаютъ вполнѣ, такъ какъ конечныя свойства металла сильно отличаются отъ свойствъ мягкаго желѣза.

3) Въ тѣхъ сортахъ стали, въ которыхъ превращенія имѣютъ мѣсто ниже 350° и не выше 400° С., твердость появляется или увеличивается при точкѣ $A_{r_{3,2}}$.

4) Въ извѣстныхъ сортахъ никкелевой стали, содержащихъ достаточное количество Ni и въ которыхъ превращенія происходятъ вблизи обыкновенной температуры, эти превращенія могутъ быть, по желанію, остановлены при данной температурѣ прекращеніемъ охлаждения.

Для обобщенія этихъ, полученныхъ опытомъ результатовъ, все-таки слѣдуетъ составить гипотезу, которая можетъ быть выражена слѣдующимъ образомъ:

Если причины, что бы они собою ни представляли, понижающія критическія точки металла, не настолько сильны, чтобы совершенно уничтожить превращеніе, и недостаточно слабы, чтобы позволить превращеніямъ дойти до конца, то металлъ будетъ заключать въ себѣ смѣсь различныхъ количествъ α , β и γ -желѣза. Первое мягко, послѣднее также не обладаетъ значительною минералогическою твердостью (хотя и не легко обрабатывается инструментами), тогда какъ β -желѣзо, одно или въ соединеніи съ другими его разновидностями, чрезвычайно твердо.

Принявъ эту гипотезу, мы будемъ имѣть возможность, зная относительныя количества α - β и γ -желѣза, входящія въ составъ металла, судить о характеристическихъ его свойствахъ,

Относительно вліянія углерода аллотрописты думаютъ (и считаютъ доказаннымъ), что оно ничѣмъ существенно не отличается отъ вліянія другихъ элементовъ. Электролитическое желѣзо имѣетъ твердость одинаковую съ отожженной сталью; сталь съ 15% никкеля и 0,20% или даже 0,10% углерода нелегко обрабатывается инструментами даже послѣ медленнаго отжига. Тѣмъ не менѣе, углеродъ является, такъ сказать, въ двухъ

¹⁾ Journ. Iron and Steel Inst. 1896, 1, стр. 180—187.

видахъ, такъ какъ онъ различно относится къ различнымъ формамъ желѣза. Въ присутствіи α -желѣза онъ образуетъ — независимо отъ количества желѣза, въ которомъ онъ заключается, — опредѣленнаго состава карбидъ; въ присутствіи γ -желѣза онъ, подобно никкелю или марганцу, является раствореннымъ въ свободномъ состояніи или въ видѣ карбида. Если бы существовалъ только одинъ цементный углеродъ, то мы знали бы только рядъ сортовъ отожженной стали, переходящей, наконецъ, въ бѣлый чугуны, на которую закалка не оказывала бы никакого дѣйствія. Наоборотъ, если бы мы имѣли одинъ углеродъ закала, то углеродистую сталь можно было бы уподобить никкелевой, съ тою только количественною разницею, что растворенный углеродъ, вслѣдствіе своего малаго атомнаго объема, проявилъ бы свое вліяніе на металлъ въ болѣе сильной степени, чѣмъ никкель, подобно водороду въ электролитическомъ желѣзѣ. Съ увеличеніемъ содержанія углерода мы нашли бы, что твердость вначалѣ слабо возрастаетъ, затѣмъ пошли бы самозакаливающіеся сорта стали, и, наконецъ, имѣли бы немагнитный металлъ, въ родѣ марганцовой стали. И здѣсь закалка была бы почти совершенно бесполезною операціей. Выраженія: „дѣлаться твердымъ“ (въ минералогическомъ смыслѣ) и „закаливаться“ такъ часто смѣшиваются, что слѣдуетъ указать на ихъ различіе. Закалка дѣйствуетъ тѣмъ, что препятствуетъ измѣненіямъ формъ углерода, а слѣдовательно и полнымъ превращеніямъ желѣза. Но то же, вѣдь, самое происходитъ и во время медленнаго охлажденія самозакаливающихся сортовъ стали: марганецъ, хромъ и вольфрамъ оказываютъ то же дѣйствіе, что и закалка.

Послѣ этого Osmond обсуждаетъ положенія Sauveur'a, изложенныя въ его докладѣ, а также выводимыя изъ нихъ заключенія, и дѣлитъ ихъ на четыре группы:

- 1) хорошо обоснованныя утвержденія, но относящіяся къ устарѣвшимъ формамъ аллотропической теоріи;
- 2) правильныя, но не относящіяся къ дѣлу, замѣчанія;
- 3) „сантиментальныя“, и
- 4) нелогическія положенія.

1-я группа.

а) *Если твердое, немагнитное β -жельзо есть причина свойствъ закаленной углеродистой стали, а также марганцовой стали, то послѣдняя, будучи немагнитной, должна заключать въ себѣ только β -жельзо, тогда какъ первая сильно-магнитная, должна содержать лишь часть β -жельза. На этомъ основаніи марганцовая сталь должна бы быть, по крайней мѣрѣ, столь же твердой, какъ и закаленная углеродистая, чего, однако, на самомъ дѣлѣ нѣтъ (Sauveur, Howe и др.).*

Марганцовая сталь, не претерпѣвающая никакихъ превращеній, содержитъ въ себѣ только γ -желѣзо, а твердость закаленной углеродистой стали объясняется присутствіемъ β -желѣза.

б) Если отсутствіе магнитныхъ свойствъ обличаетъ нахожденіе въ стали β -жельза, то, сообщивъ (напримѣръ, охлажденіемъ до -40° С.) магнетизмъ никкелевой стали, немагнитной при обыкновенной температурѣ, мы должны были бы уменьшить ея твердость, тогда какъ въ дѣйствительности наблюдается обратное (A. Le Chatelier).

Немагнитный металлъ содержитъ въ себѣ только γ -жельзо, которое при -40° С. переходитъ въ β и α -жельзо.

2-я группа.

с) Марганцовая сталь съ содержаніемъ Mn , высшимъ 12% , была подвернута цементации. При этомъ она сдѣлалась магнитной, удержавъ практически первоначальную твердость; поэтому, между твердостью и магнитностью нѣтъ никакой связи (Hadfield).

По изслѣдованіямъ какъ Stead, такъ и Osmond'a, сталь, сдѣлавшаяся магнитной, состоитъ изъ трехъ тѣлъ:

- 1) немагнитнаго карбида $(Fe, Mn)_3C$.
- 2) менѣе твердаго вещества, окружающаго этотъ карбидъ, и
- 3) мягкой остальной массы.

Въ этой смѣси твердость и магнитность суть свойства различныхъ составныхъ частей.

д) Одна и та же сталь, не измѣняя своего состава, получала магнитныя свойства просто медленнымъ охлажденіемъ (Hadfield).

Быть можетъ здѣсь, какъ и въ предыдущемъ случаѣ, происходило выдѣленіе карбида $(Fe, Mn)_3C$, при чемъ остальное содержаніе марганца въ металлѣ было недостаточно, чтобы предотвратить превращенія, и металлъ поэтому становился магнитнымъ. Недоказана также однородность охлажденнаго металла.

е) Марганцовая сталь, безуглероженная продолжительнымъ отжигомъ въ окиси жельза и медленно остывшая, сдѣлалась магнитной, не измѣняя значительно своего содержанія марганца; ее можно было ковать и закаливать, не уничтожая ея магнитныхъ свойствъ (Hadfield).

Въ отсутствіи углерода марганецъ не въ состояніи остановить превращенія во время (медленнаго или быстрого) охлажденія, почему металлъ и остается магнитнымъ, но не твердымъ. Этотъ опытъ, кромѣ того, доказываетъ, что присутствіе углерода необходимо для сообщенія марганцовой стали ея обычныхъ свойствъ. Но здѣсь дѣло идетъ не объ этомъ. Помимо того, охлажденный металлъ, по всей вѣроятности, неоднороденъ.

ф) Сталь съ $3,5\%$ марганца и $0,54\%$ углерода чертитъ стекло, а содержащая то же количество марганца и $0,10\%$ углерода легко обрабатывается напилькомъ (Hadfield).

Это также доказываетъ, насколько важно присутствіе углерода. Критическая точка жельза въ послѣднемъ случаѣ сильно понижена однимъ

марганцомъ, но, однако, не настолько, чтобы сдѣлать металлъ самозакаливающимся. Сомнительна и его однородность.

г) *Мягкое желѣзо не становится твердымъ отъ закалки* (Hadfield),

Еще не было сдѣлано опыта, могутъ ли дѣлаться твердыми мелкіе кусочки безуглеродистаго желѣза при закалкѣ при температурѣ, высшей 900° С. въ чрезвычайно холодной жидкости. Но и безъ того аллотропическая теорія остается непоколебимой. Чтобы получить явственную закалку, необходимо, но и достаточно, понизить температуру превращеній желѣза, по меньшей мѣрѣ, за 400° С. Во всѣхъ извѣстныхъ случаяхъ этотъ результатъ достигается содѣйствіемъ различныхъ факторовъ; нельзя только думать, что для этого достаточно только одного изъ нихъ — именно, быстроты охлажденія.

3-я группа.

h) *Не доказано, что закаленная сталь, богатая углеродомъ, содержитъ α -желѣзо*. Проф. Arnold, „точно изслѣдовавшій структуру стали“, не видѣлъ его даже при увеличеніи въ 800 разъ (Hadfield).

Едва ли проф. Arnold будетъ претендовать на то, чтобы видѣть молекулы стали при линейномъ увеличеніи въ 800 разъ.

i) *Нельзя видѣть β -желѣза* (Hadfield).

Но нельзя также видѣть и карбидъ $Fe_{24}C$.

4-я группа.

к) *Нѣкоторые элементы съ большимъ атомнымъ объемомъ (а именно фосфоръ) не удерживаютъ желѣзо въ состояніи β . Они, повидимому, дѣлаютъ его мягче и меньше хрупкимъ* (Arnold).

Этимъ предполагается, что никакой другой факторъ, кромѣ β -желѣза, не можетъ сдѣлать его тверже и хрупче.

Henry M. Howe говорить, что въ началѣ требовалось объяснить только три факта;

1) Потерю магнитныхъ свойствъ при красномъ каленіи.

2) Возрастаніе способности стали дѣлаться твердой почти пропорціонально содержанію въ ней углерода.

и 3) Нахожденіе углерода въ твердой стали въ иномъ состояніи, чѣмъ въ незакаленной.

Первый пунктъ тогда не былъ объяснимъ никакой теоріей, а два послѣдніе легче объяснялись углеродной теоріей, чѣмъ аллотропической.

Позднѣ сюда присоединились еще три другія замѣчательныя свойства, стоявшія въ полнѣйшемъ согласіи съ аллотропической теоріей, изъ которыхъ одно не могло быть объяснено углеродной теоріей, а два остальныхъ — лишь съ большимъ трудомъ. А именно:

А. Вполнѣ безуглеродистое желѣзо во время медленнаго охлажденія дало при опредѣленныхъ температурахъ два самопроизвольныхъ замедле-

нія, совпадающихъ съ измѣненіями въ магнитныхъ свойствахъ, а также съ выдѣленіемъ тепла и измѣненіями внутренней энергіи, что въ химическомъ смыслѣ служить указаніемъ на наличность аллотропическихъ превращеній элемента.

В. Почти химически чистое желѣзо, содержащее 0,022% углерода и 0,121% остальныхъ элементовъ, можетъ сдѣлаться, при быстромъ охлажденіи, тверже и хрупче, при чемъ предѣлъ упругости замѣтно не повышается. Въ виду ничтожнаго содержанія углерода и другихъ элементовъ, это явленіе нельзя объяснить по углеродной теоріи, а также и внутренними напряжениями, потому что какъ наружный слой, такъ и осевой цилиндръ закаленного стержня изъ этого металла, тверже (въ одномъ случаѣ даже необычайно тверже), чѣмъ самъ стержень. Howe предполагаетъ, что и другіе элементы, кромѣ углерода, могутъ способствовать полученію при быстрой закалкѣ аллотропическаго β -желѣза.

С. Если нагрѣемъ серію одинаковыхъ стальныхъ брусковъ въ одной и той же температурѣ, высшей критическихъ точекъ, дадимъ имъ медленно охладиться при одинаковыхъ условіяхъ и закалимъ при различныхъ температурахъ, то увидимъ, что хотя большая часть способности стали дѣлаться твердой и пропадаетъ при низшей критической точкѣ A_{r_1} , но что, начиная съ высшихъ критическихъ точекъ, точно также наблюдаются ясныя уменьшенія этой способности, чего нельзя, слѣдовательно, приписывать переменамъ въ состояніи углерода, но что вполне объясняется только аллотропической теоріей.

Д. Магнитныя явленія въ стали были превосходно объяснены Osmond'омъ на основаніи аллотропической теоріи (см. выше, рѣчь Osmond'a).

Тѣмъ не менѣе, Howe приписываетъ разновидности углерода громадное значеніе въ явленіяхъ закалки и на слѣдующихъ основаніяхъ:

1) Именно у тѣхъ сортовъ стали, которые, кромѣ A_{r_1} , имѣютъ еще одну или двѣ верхнія критическія точки способность принимать закалку достигаетъ наибольшей своей величины при низшей A_{r_1} , соответствующей превращеніямъ углерода.

На первый взглядъ это кажется вполне убѣдительнымъ, но аллотрописты все же могутъ возразить, что хотя большая часть β -желѣза и перешла во время верхнихъ критическихъ точекъ въ состояніе α , но что и при A_{r_1} остается еще значительная его часть; далѣе, что и выше A_{r_1} способность принимать закалку можетъ быть еще достаточно велика, чтобы не считать измѣненія въ состояніи углерода причиной закалки и, наконецъ, что распредѣленіемъ углерода закала въ стали съ 0,20% углерода, послѣ ея закалки между верхнимъ замедленіемъ и A_{r_1} , нельзя удовлетворительно объяснить, почему металлъ дѣлается гораздо тверже, чѣмъ при закалкѣ при температурѣ, низшей A_{r_1} . Кромѣ того, они могутъ прибавить: еще не доказано, что въ металлѣ совершаются на самомъ дѣлѣ превращенія углерода, такъ какъ даже различное отношеніе углерода къ

химическимъ реагентамъ можетъ быть объяснено различнымъ механическимъ распредѣленіемъ карбида.

Такимъ образомъ этотъ пунктъ не вполне доказателенъ.

2) Аллотропическая теорія объясняетъ постоянный магнетизмъ закаленной много - углеродистой стали и неспособность намагничиваться марганцовой стали предположеніемъ, что первая заключаетъ въ себѣ, кромѣ большого количества упругаго β -железа, значительное количество и магнитнаго α -железа, тогда какъ послѣдняя состоитъ исключительно изъ β -железа. Если бы это было правильно, и если бы β -железо было единственною составною частью закаленной стали, сообщающей ей твердость, то марганцовая сталь должна была бы быть гораздо тверже и хрупче, чѣмъ закаленная углеродистая, тогда какъ на самомъ дѣлѣ она мягче и несравненно менѣе хрупка. Углеродная теорія легко объясняетъ это предположеніемъ, что сталь дѣлается твердой и хрупкой въ присутствіи мартензита, свободнаго отъ марганца (субкарбидъ Arnold'a, и потому чрезвычайно твердаго и хрупкаго, тогда какъ мартензитъ, содержащій марганецъ (железо-марганцовый субкарбидъ) этихъ свойствъ не имѣетъ.

Аллотропистамъ весьма трудно объяснить, почему та составная часть металла, которая должна заключать въ себѣ наибольшее количество β -железа, не обладаетъ обоими характеристическими свойствами нормальной закаленной стали, богатой углеродомъ: твердостью стекла и хрупкостью.

Конечно, аллотрописты могутъ отвѣтить нѣчто въ родѣ слѣдующаго: „Содержаніе марганца въ марганцовой немагнитной стали (около 14% *Mn*) неминуемо должно оказывать значительное вліяніе на свойство сплава, которое, напримѣръ, можетъ выразиться уменьшеніемъ твердости и хрупкости, хотя бы сплавъ заключалъ въ себѣ гораздо больше β -железа, чѣмъ сталь, богатая углеродомъ.

Кромѣ того, цементитъ увеличиваетъ твердость какъ закаленной, такъ и незакаленной углеродистой стали. Въ первой дѣйствіе его можетъ быть сильнѣе, такъ какъ здѣсь онъ распредѣленъ равномернѣе, чѣмъ въ незакаленной, и естественно, что, со включеніемъ въ этотъ карбидъ марганца, твердость стали можетъ уменьшиться.

Однако, это объясненіе, хотя и не противорѣчащее логикѣ и здравому смыслу, кажется Howe искусственнымъ и мало убѣдительнымъ, и потому онъ полагаетъ, что, рядомъ съ аллотропическими превращеніями, на закалку углеродистой стали вообще, и въ особенности на твердость и хрупкость ея, громадное вліяніе оказываетъ также образованіе при высокой температурѣ извѣстнаго соединенія железа съ углеродомъ.

Углеродно-аллотропическая теорія Howe предполагаетъ существованіе карбидовъ аллотропическаго железа. Противъ нея возражали, что, согласно законамъ химіи, аллотропическія видоизмѣненія элементовъ не могутъ образовать особыхъ соединеній. Однако же, изомеріи на самомъ дѣлѣ таковыя образуютъ, такъ почему бы не предположить для группы-

ровки *одинаковыхъ* атомовъ того, что существуетъ для *неодинаковыхъ*. Это предположеніе ничѣмъ не будетъ противорѣчить законамъ химіи, согласно съ которыми соединенія C_6H_6 , C_2H_4 и CH_4 имѣютъ различныя группировки атомовъ углерода, переходяція безъ измѣненія въ многочисленныя ихъ соединенія.

Замѣчаніе Sauveur'a, что „предѣлъ насыщенія углерода желѣзомъ понижается при обѣихъ верхнихъ критическихъ температурахъ“, включаетъ, повидимому, предположеніе, что при этихъ точкахъ диссоціируется или 1) желѣзный карбидъ, или 2) растворъ, а можетъ быть, механическая смѣсь, или, наконецъ, 3) то и другое одновременно. Первое согласуется съ углеродной теоріей, второе—съ аллотропической, а третье—съ теоріей Howe.

Возраженіе Sauveur'a.—Настояція пренія показали, что мы имѣемъ дѣло не съ четырьмя, какъ первоначально принималъ Sauveur, а съ семью различными объясненіями явленій закалки, сопоставляемыми въ нижеслѣдующей таблицѣ:

Теорія.	Состоянія углерода и желѣза при высокихъ температурахъ, полученныя быстрымъ охлажденіемъ и обуславливаюція твердость металла.	Представители теорій.
I. Углеродная теорія.	1) Углеродъ въ нормальн. состояніи (графитовый?) растворень (разложень на іоны?) въ желѣзѣ.	Ledebur.
	2) Углеродъ въ твердомъ видоизмѣненіи (алмазъ?) распределень (растворень?) въ желѣзѣ.	
II. Карбидная теорія.	3) Субкарбидъ $Fe_{24}C$, образующій въ насыщенной стали (съ 0,9% C) всю массу стали, а въ болѣе мягкой—распределенный въ желѣзѣ.	Arnold.
	4) Карбидъ Fe_3C , распределенный въ желѣзѣ.	
III. Аллотропическая теорія.	5) Углеродъ, распределенный (растворенный?) въ твердой аллотропической формѣ желѣза.	Osmond и Roberts-Austen.
	6) Карбидъ Fe_3C , распределенный въ твердой аллотропической формѣ желѣза.	
IV. Углеродно-аллотропическая теорія.	7) Карбидъ аллотропической формы желѣза.	Howe (попытка).

Sauveur сожалѣетъ, что проф. Ledebur не выразился яснѣе, что онъ подразумѣваетъ подъ растворомъ желѣза и углерода. Ledebur считаетъ

причиной закалки не столько твердое видоизмѣненіе углерода, сколько тотъ фактъ, что углеродъ растворенъ въ желѣзѣ. Но можетъ ли растворъ двухъ мягкихъ веществъ (какъ, напримѣръ, желѣзо и графитъ) быть тверже его составныхъ частей? Поэтому мы должны думать, что карбонисты предполагаютъ алмазу—подобное состояніе углерода. Но тогда остается непонятнымъ, какимъ образомъ 1 часть углерода, какова бы ни была его твердость, будучи растворена въ 200 частяхъ мягкаго желѣза ($0,50\% C + 99,50\% Fe$), обуславливаетъ необычайную твердость закаленной стали этого состава.

Можетъ быть Ledebur полагаетъ, что углеродъ закаленной стали соединенъ съ нѣкоторымъ количествомъ желѣза и образуетъ опредѣленный карбидъ чрезвычайной твердости, растворенный въ избыткѣ желѣза? Въ такомъ случаѣ это будетъ отождествленіе съ карбидной теоріей.

Ledebur говоритъ, что углеродная теорія основана на открытіяхъ Rinmann'a, Åkermann'a, Müller'a, Abel'я, Osmond'a и др. Вѣроятно, онъ подражываетъ фактъ, доказанный многочисленными анализами, что углеродъ въ закаленной стали иначе относится къ слабымъ кислотамъ, чѣмъ въ незакаленной, слѣдовательно, является тамъ въ различныхъ состояніяхъ; но чѣмъ, кромѣ того, названные ученые способствовали дальнѣйшему обоснованію углеродной теоріи, *Sauveur*'у не извѣстно.

Нѣтъ надобности доказывать, что ферритъ есть безуглеродистое желѣзо, образующее почти цѣлкомъ массу ковкаго желѣза, такъ же, какъ и то, что цементитъ соотвѣтствуетъ карбиду Fe_3C . Труднѣе убѣдиться въ томъ, что перлитъ представляетъ собою тѣсную смѣсь феррита съ цементитомъ; но слѣдующій опытъ, повидимому, устраняетъ всѣ сомнѣнія.

Если разсмотримъ кусокъ отожженной стали, насыщенной углеродомъ, то увидимъ, что онъ состоитъ цѣлкомъ изъ тончайшихъ пластинокъ, попеременно твердыхъ и мягкихъ. Всѣ данныя говорятъ за то, что твердые части суть не что иное, какъ цементитъ, а мягкія—ферритъ. Чтобы удостовѣриться въ этомъ, можно кусокъ растворить въ холодной и слабой соляной кислотѣ, при чемъ получится остатокъ, въ видѣ нѣжныхъ пластинокъ, содержащій въ себѣ, практически, весь углеродъ стали и соотвѣтствующій формулѣ Fe_3C .

Химическій составъ мартензита еще не вполне установленъ.

Систематическое изслѣдованіе этихъ четырехъ составныхъ частей стали освѣтило уже многіе темные до сихъ поръ пункты, и будетъ современнымъ считаться одинаковой важности съ химическимъ анализомъ. „И въ этомъ,—говоритъ проф. Martens,—не будетъ сомнѣваться никто изъ тѣхъ, кому приходилось заниматься такими изслѣдованіями или хотя имѣть случай изучать коллекцію металлическихъ шлифовъ“. Оба сказанные метода изслѣдованій дополняютъ другъ друга.

Sauveur считаетъ Hadfield'a не за карбониста, а за приверженца карбидной теоріи.

Scott указалъ на кажущееся противорѣчiе между фиг. 32 и 37. Въ дѣйствительности измѣненiя структуры въ стали съ 0,22% C (фиг. 37) точно соотвѣтствуютъ своимъ критическимъ точкамъ и потому имѣеть мѣсто выраженiе: „всякая критическая точка сопровождается измѣненiемъ структуры, которое съ нею начинается и кончается, а въ промежуткѣ тѣхъ температуръ, между которыми критическихъ точекъ не имѣется, не происходитъ также и превращенiй“. Въ этомъ специальномъ случаѣ, однако, критическiя точки не находятся на мѣстѣ, указанномъ на фиг. 32. Эта послѣдняя диаграмма представляетъ собою обобщенiе многочисленныхъ опытовъ, и, за *немногими исключенiями*, выдѣленiе теплоты дѣйствительно происходитъ между указанными здѣсь предѣлами. Сталь Howe, очевидно, является здѣсь исключенiемъ: Ar_3 отсутствуетъ (и потому мы не находимъ между 800° и 750° C. никакихъ измѣненiй структуры), а Ar_2 и Ar_1 появляются при болѣе низкихъ температурахъ, чѣмъ обыкновенно, что, вѣроятно, происходитъ отъ сравнительно высокаго содержанiя марганца (1,19%) и другихъ примѣсей (0,31% Si). Проф. Arnold получилъ для стали того же содержанiя углерода, но съ меньшимъ количествомъ примѣсей (0,05% Mn и 0,05% Si), три ясно различающiяся между собою критическiя точки при 782°, 733° и 686° C., что согласуется съ диаграммой фиг. 32.

Скоттъ считаетъ труднымъ допустить, что закалка стали зависитъ отъ простой диффузи карбида Fe_3C въ желѣзѣ, и думаетъ, что вѣрнѣе предположить распредѣленiе въ немъ алмаза. Sauveur полагаетъ, что такое объясненiе еще менѣе удовлетворительно, такъ какъ количество распредѣленнаго алмаза составитъ только $\frac{1}{15}$ массы карбида.

Что цементитъ есть самая твердая составная часть стали, это всѣмъ извѣстно. Müller приписываетъ ему твердость полевого шпата (6 по шкалѣ Мооса), а Behrens — близкую къ этой. Сталь фиг. 16 съ трудомъ чертится сталью фиг. 11, такъ какъ значительныя выдѣленiя цементита защищаютъ перлитъ; сталь же фиг. 14 легко чертится сталью фиг. 11, такъ какъ отдѣльныя пластинки свободнаго цементита крайне тонки и чрезвычайно хрупки.

Указанiе Scott'a на то, что алмазъ поддается дѣйствию кислоты при растворенiи мартензита, вполне согласуется съ мнѣнiемъ Sauveur'a о распредѣленномъ карбидѣ A; такъ какъ мнѣнiя по этому вопросу раздѣлились поровну, то слѣдуетъ этотъ чисто химическiй пунктъ подвергнуть тщательному изслѣдованiю.

И съ очень слабыми кислотами можно получить хорошее травленiе, но для этого необходимъ продолжительный навывъ.

Проф. Arnold того мнѣнiя, что только закаленная сталь съ 0,9% C состоитъ исключительно изъ его субкарбида, а въ ненасыщенной, бѣдной углеродомъ, стали этотъ послѣднiй находится въ желѣзѣ въ состоянiи раствора, или диффузи, или, наконецъ, образуетъ съ нимъ микро-механическую смѣсь.

Arnold приводит, какъ доказательство существованія субкарбида $Fe_{24}C$, то, что углеродъ въ закаленной стали не выдѣляется опредѣленными массами (такъ какъ иначе онъ не могъ бы улетучиваться въ видѣ углеводорода при раствореніи стали, а образовалъ бы осадокъ); но изъ этого слѣдуетъ только то, что свободный нерастворенный углеродъ тутъ не можетъ существовать. И помимо того, аллотрописты склонны думать, что углеродъ распределенъ въ желѣзѣ въ видѣ карбида.

На замѣчаніе Arnold'a о мнѣніи, высказанномъ Sauveur'омъ, относительно того, выдѣляетъ ли сталь съ 0,9% C максимумъ теплоты при охлажденіи, *Sauveur* говоритъ:

Разсмотримъ фиг. 9, 11 и 13, представляющія структуру закаленной стали, содержащей соответственно 0,35, 0,80 и 1,20% C. Первая сталь есть смѣсь мартензита и феррита, вторая насыщена, и потому состоитъ исключительно изъ мартензита, а третья—изъ смѣси мартензита съ цементитомъ. Какова бы ни была истинная сущность разсматриваемаго явленія, мы знаемъ, что во время медленнаго охлажденія, при A_{r_1} , имѣетъ мѣсто выдѣленіе теплоты, обусловленное превращеніемъ мартензита въ перлитъ (фиг. 10, 12 и 14). Ферритъ перваго образца, какъ и цементитъ третьяго, остаются безъ перемѣны, а потому *они не играютъ никакой роли въ выдѣленіи тепла, т. е., значить, только одинъ мартензитъ термически активенъ.* Очевидно поэтому, что второй образецъ, состоящій изъ одного мартензита, долженъ при охлажденіи выдѣлять больше теплоты, чѣмъ два остальныхъ, заключающихъ въ себѣ ферритъ или цементитъ, а стало быть меньшую массу мартензита, чѣмъ насыщенная сталь.

Разнорѣчіе во мнѣніяхъ Arnold'a и Sauveur'a относительно точки кристаллизаціи желѣза предоставляется на разрѣшеніе самого читателя. Проф. Arnold утверждаетъ, что мнѣніе Sauveur'a „желѣзо, нагрѣтое до 1200° C. послѣ охлажденія, примѣрно, до 1100° C., должно состоять изъ крупныхъ кристалловъ“ противорѣчить предположенію Sauveur'a же, что здѣсь, въ виду краткости кристаллизаціоннаго періода, мы найдемъ только мелкіе кристаллы.

Hibbard напоминаетъ о *теоріи Langley* и *Metcalf*, приписывающей закалку стали натяженіямъ во внезапно охлажденномъ металлѣ; *Metcalf* говоритъ: „закаленную сталь можно разсматривать какъ замороженную жидкость въ состояніи напряженія, такъ какъ всѣ извѣстныя явленія можно отнести, а всѣ извѣстныя состоянія тѣлъ получить соответственнымъ примѣненіемъ теплоты и силы“.

Sauveur съ намѣреніемъ не разсматривалъ этой теоріи въ своемъ докладѣ. Закалка, независимо отъ того, какимъ образомъ она достигается, появляется и исчезаетъ во время критическихъ точекъ; а потому между этими послѣдними и явленіями закалки должна существовать причинная связь; слѣдовательно, всякая теорія, не принимающая во вниманіе этой связи, при настоящемъ состояніи нашихъ знаній не можетъ выдержать критики.

Если сталь закалить чуть-чуть повыше ее критической точки, она примет полную закалку, если же закалить ее ниже этой температуры, то она закалки не примет. Разница въ температурахъ, меньшая чѣмъ 10°C ., обуславливаетъ такой громадный результатъ! Очень правдоподобно, что закаленная сталь обладаетъ внутренними напряжениями, но они не могутъ служить причиной закаливанія. Почему же другіе металлы точно также не закаливаются быстрымъ охлажденіемъ?

Наконецъ, Howe намъ доказалъ, что по удаленіи тѣхъ частей закаленного стального стержня, въ которыхъ напряжения должны быть наисильнѣйшими, остальные части не только не дѣлаются мягче, но въ нѣкоторыхъ случаяхъ значительно прочнѣе на разрывъ, чѣмъ былъ раньше цѣлый стержень.

По теоріи напряженій твердость одной и той же стали должна постепенно возрастать съ повышеніемъ температуры закалки, тогда какъ, *говоря вообще*, и если мы достигли уже извѣстной температуры—съ дальнѣйшимъ повышеніемъ этой температуры твердость увеличивается лишь незначительно. По той же теоріи, съ пониженіемъ температуры закалки, твердость должна постепенно падать, на самомъ же дѣлѣ сталь при критической точкѣ сразу же дѣлается мягкой.

Sauveur думаетъ, что внимательное разсмотрѣніе вышеннеложенныхъ мнѣній приводитъ къ заключенію, что въ пользу аллотропическихъ превращеній желѣза во время критическихъ температуръ имѣются важныя данныя. Дѣло идетъ о слѣдующихъ вопросахъ: 1) содѣйствуютъ ли закалкѣ стали аллотропическія превращенія? и 2) если это такъ, то суть ли они единственная ее причина?

Howe полагаетъ, что закалкѣ металла содѣйствуютъ и аллотропическія превращенія, и состояніе, въ какомъ находится углеродъ. Аллотропическое желѣзо, — говоритъ онъ, — весьма прочно, но не обладаетъ большой твердостью, отсюда происходитъ прочность и относительная мягкость внезапно охлажденного безуглеродистаго желѣза и марганцовой стали, тогда какъ твердость въ минералогическомъ смыслѣ сообщаетъ углеродъ закала, что и объясняетъ значительную твердость закаленной много-углеродистой стали.

Osmond приписываетъ минералогическую твердость только β -желѣзу, тогда какъ γ -желѣзо прочно, но не очень твердо.

Sauveur желаетъ вкратцѣ разсмотрѣть только тѣ изъ доводовъ Osmond'a, которые непосредственно относятся къ высказаннымъ имъ взглядамъ.

Osmond полагаетъ, что выраженіе „въ тѣхъ предѣлахъ температуръ, гдѣ не имѣется критическихъ точекъ, не замѣчается и никакихъ измѣненій въ микрографическомъ составѣ“ справедливымъ только для стали средней твердости. Въ очень мягкой стали и въ такой, которая содержитъ болѣе $0,90\%$ C, онъ находитъ, что измѣненія структуры совершаются и внѣ критическихъ температуръ. Данныя, приведенныя Osmond'омъ для

мягкой (0,14% C) стали, не доказательны. Можно, конечно, видѣть, что между 1000° и 1340°С. происходятъ измѣненія въ микрографическомъ составѣ, но не видно, не сопровождаются ли они замедленіемъ (при охлажденіи). Въ дѣйствительности Ball, а также, по мнѣнію Sauveur'a, и другіе наблюдатели нашли критическую точку вблизи 1300°С.

Въ стали, богатой углеродомъ и нагрѣтой до высокой температуры, Osmond наблюдаетъ весьма постепенное измѣненіе микрографическаго состава, протекающее въ продолженіе значительнаго промежутка между температурами, гдѣ критической точки не появляется. Около 800°С. появляется новая составная часть стали, количество которой растетъ въ то время, когда количество свободного цемента соответственно уменьшается и, наконецъ, совершенно исчезаетъ. Это, конечно, противорѣчитъ положенію Sauveur'a, но послѣдній полагаетъ, что не слѣдуетъ дѣлать слишкомъ поспѣшныхъ заключеній на основаніи единичнаго факта, по крайней мѣрѣ, до тѣхъ поръ, пока образованіе и природа этого новаго тѣла не будутъ точнѣе изучены.

Свойства и способъ полученія аустенита представляютъ цѣлый рядъ неясностей. Сталь съ 1% C, закаленная при высокой (около 1000°С.) температурѣ, состоитъ исключительно изъ мартензита (Osmond), и потому чрезвычайно тверда. Съ другой стороны, сталь съ 1,5% C, подвергнутая той же операци, состоитъ круглымъ числомъ изъ 50% мартензита и 50% аустенита. Аустенитъ, согласно Osmond'у, гораздо мягче, чѣмъ мартензитъ, такъ какъ чертится иглой; поэтому послѣдняя сталь должна быть гораздо мягче, чѣмъ первая, чего на самомъ дѣлѣ нѣтъ.

Osmond уподобляетъ образованіе мартензита внутренней концентрации, и, повидному, такъ оно и есть. Однако, удивительно, что обуглероживаніе феррита не идетъ постепенно, а совершается въ короткій промежутокъ температуръ, соответствующій критическимъ точкамъ.

Во всякомъ случаѣ остается вѣрнымъ, что измѣненія въ структурѣ и замедленія, являющіяся во время нагрѣванія или охлажденія стали, находятся между собою въ тѣсной зависимости. Если первые и не суть первичныя причины послѣднихъ, то все-таки можно основательно предполагать, что онѣ ближайшія ихъ причины. Конечно, такимъ образомъ нельзя отвѣчать на вопросъ, которая изъ вышеперечисленныхъ теорій даетъ намъ эту первичную причину. По откровенному сознанію Sauveur'a, тотъ фактъ, что безуглеродистое желѣзо имѣетъ верхнія критическія точки, а также, что оно можетъ быть сильно закалено быстрымъ охлажденіемъ, повидному, дѣлаетъ невозможной гипотезу, что закалка стали обуславливается вышеприведенными измѣненіями структуры; но онъ точно также противорѣчитъ и карбидной, и углеродной теоріямъ.

Sauveur такъ понимаетъ выраженіе Osmond'a, относительно аллотропической теоріи, что въ мягкой стали во время 3-хъ критическихъ температуръ происходятъ слѣдующія превращенія.

Выше Ar_3 все желѣзо находится въ состояннн γ и образуетъ съ углеродомъ мартензитъ.

При Ar_3 извѣстное количество желѣза выдѣляется и переходитъ въ состояннн β , тогда какъ желѣзо мартензита остается въ состояннн γ . Слѣдовательно, металлъ состоитъ изъ свободнаго β - желѣза и γ - мартензита.

При Ar_2 происходитъ еще выдѣленнн желѣза, и все свободное желѣзо переходитъ въ состояннн α , тогда какъ желѣзо мартензита все еще пребываетъ въ состояннн γ . Металлъ здѣсь состоитъ изъ α - желѣза и γ - мартензита.

При Ar_1 α - желѣзо остается безъ измѣненнн, а γ - желѣзо мартензита переходитъ въ состояннн α , при чемъ одновременно происходитъ измѣненнн въ состояннн (или распредѣленнн?) углерода, и образуется перлитъ.

Это новое пониманнн аллотропической теорнн требуетъ внимательнаго разсмотрѣннн. Оно объясняетъ, почему появляющннся мартензитъ между Ar_1 и Ar_2 очень твердъ, что было бы невозможно, если бы содержащееся въ немъ желѣзо, подобно свободному ферриту, находилось въ состояннн α . Поэтому мягкая сталь (напримѣръ, съ 0,22% С) послѣ закалки между Ar_1 и Ar_2 должна быть гораздо мягче, чѣмъ закаленная выше Ar_2 , такъ какъ первая содержитъ 70% мягкаго α - желѣза, тогда какъ послѣдняя состоитъ изъ одного мартензита. Въ дѣйствительности же она немного мягче, но никоимъ образомъ не въ той степени, какую можно было бы здѣсь ожидать.

Съ другой стороны, магнитныя свойства закаленной стали средней твердости, состоящей изъ одного мартензита, указываютъ на присутствнн значительнаго количества α - желѣза.

Если же мартензитъ состоитъ только изъ γ - желѣза, то твердость его, независимо отъ содержаннн въ немъ углерода, должна быть всегда одна и та же. Мало того, эта твердость не должна быть очень велика, такъ какъ и γ - желѣзо не очень твердо. Конечно, всѣ эти противорѣчнн могутъ быть объяснены аллотропистами гипотезой, что мартензитъ *только при высокнхъ температурахъ* содержитъ въ себѣ γ - желѣзо, часть котораго (смотря по степени обуглероженнн стали и способу ея охлажденнн) при постепенномъ охлажденнн переходитъ въ состояннн β и α .

Поэтому сталь, закаленная между точками Ar_3 и Ar_2 , должна заключать въ себѣ больше β - желѣза, чѣмъ при закалкѣ выше Ar_3 , а слѣдовательно, обладать большей минералогической твердостью.

Все вышеизложенное доказываетъ, какой живой интересъ возбуждаетъ теперь теорически - научное разрѣшеннн вопроса о причинахъ явленнн закалки, которымъ дѣятельно заняты выдающннся изслѣдователи этой области; мы видѣли, какъ появляются новые факты и открытнн, влияющнн на видоизмѣненнн старыхъ и возникновеннн новыхъ теорнн; но

вмѣстѣ съ тѣмъ не можемъ не замѣтить, что по мѣрѣ того, какъ разъясняются отдѣльные мнѣнія и взгляды, они все болѣе и болѣе сближаются и согласуются между собою.

То большое значеніе, которое имѣетъ углеродъ въ теоріяхъ закалки стали, никѣмъ не отрицается, точно также существованіе аллотропическихъ видоизмѣненій желѣза допускается въ большинствѣ случаевъ, и, хотя оба эти пункта и служатъ главнѣйшими темами для дебатовъ, тѣмъ не менѣе эти-то пренія и послужили къ увеличенію нашихъ знаній въ разсматриваемой области.

Мнѣніе, что на желѣзо и сталь слѣдуетъ смотрѣть какъ на твердые растворы, привлекаетъ къ себѣ все болѣе и болѣе сторонниковъ, и изслѣдованія, производимыя въ этомъ направленіи, обѣщаютъ помочь намъ самымъ существеннымъ образомъ въ разъясненіи существующихъ недоразумѣній. Работы съ микроскопомъ не только чрезвычайно успѣшны, но находятъ все большее и большее примѣненіе въ практикѣ, и въ близкомъ будущемъ, безъ сомнѣнія, будутъ признаны необходимымъ дополненіемъ химическаго анализа. Химія нынѣ стремится къ тому, чтобы, наряду съ прежними общими анализами металловъ (*Bauschanalysen*), изобрѣсти методы для ближайшаго ознакомленія съ составомъ разныхъ сортовъ желѣза, при чемъ значительный успѣхъ въ этомъ отношеніи предвидится отъ примѣненія методовъ органическаго анализа для изслѣдованія желѣза и стали.

Много новыхъ открытій въ интересующей насъ области, особенно большое значеніе имѣетъ открытіе *аустенита*, хотя точный составъ его намъ и неизвѣстенъ, такъ какъ до сихъ поръ никѣмъ не было сдѣлано попытки къ его опредѣленію. Такая попытка, однако, не представляла бы, повидимому, трудностей, если желѣзные сплавы разсматривать какъ растворы, и съ этой точки зрѣнія взглянуть на явленія, происходящія при охлажденіи стали, богатой углеродомъ.

Сильно-углеродистое желѣзо частью еще въ расплавленномъ состояніи, частью во время или послѣ затвердѣванія выдѣляетъ при охлажденіи графитъ. Нѣтъ сомнѣнія, значить, что желѣзо при очень высокой температурѣ содержитъ въ растворѣ углеродъ, какъ таковой. Понижая далѣе температуру металла, наблюдаемъ выдѣленіе изъ него цементита (т. е. желѣзнаго карбида формулы C_nFe_{3n}), и очень вѣроятно, что этотъ карбидъ до того былъ въ растворенномъ состояніи. И дѣйствительно, нынѣ большинство наблюдателей считаетъ мартензитъ растворомъ $n Fe_3C$ (или $n Fe_3C Fe_{21}$) въ желѣзѣ, въ пользу чего говоритъ и значительная твердость этого вещества, такъ какъ C_nFe_{3n} (цементитъ) всѣми считается за самую твердую составную часть желѣзнаго сплава. Далѣе извѣстно, что если долгое время держать нагрѣтой до высокой температуры сталь, богатую углеродомъ, то выдѣляется углеродъ отжига, т. е. опять элементарный углеродъ, что возможно только въ томъ случаѣ, если

онъ до того, какъ таковой, находился въ растворенномъ состояніи. Кромѣ того, извѣстно, что карбидъ желѣза начинаетъ диссоціироваться уже при 800° С., а при 1100° С. большею частью вполне разлагается.

Нельзя ли какимъ-нибудь образомъ рассмотреть подъ микроскопомъ этотъ растворъ элементарнаго углерода въ желѣзѣ, несомнѣнно существующій при высокихъ температурахъ? Аустенитъ и есть именно та составная часть много-углеродистыхъ составовъ желѣза, достаточно богатая углеродомъ, которая появляется при высокихъ температурахъ и небольшая твердость котораго (почти равная твердости феррита) доказываетъ, что карбидъ не можетъ заключаться въ немъ въ большихъ количествахъ. Всѣ эти обстоятельства дозволяютъ сдѣлать не слишкомъ рискованное предположеніе, что аустенитъ есть не что иное, какъ растворъ элементарнаго углерода въ желѣзѣ, и что характерною составною частью мартензита слѣдуетъ считать желѣзный карбидъ (или субкарбидъ?).

Можетъ быть позволительно сдѣлать и еще одинъ шагъ впередъ. Извѣстно, что марганецъ очень значительно понижаетъ критическія точки, т. е. температуры, при которыхъ происходятъ различныя превращенія въ микрографической структурѣ металла. Нельзя ли объяснить относительно незначительную твердость марганцовой стали предположеніемъ, что часть углерода и при обыкновенной температурѣ остается въ элементарномъ состояніи? Въ этомъ случаѣ, вѣроятно, возможно было бы наблюсти аустенитъ, хотя и нельзя отрицать, что въ стали, богатой марганцемъ, можетъ и не произойти раздѣленіе мартензита отъ аустенита, и мы имѣли бы здѣсь предъ собою общій растворъ углерода и карбида въ желѣзѣ.

ТИТАНОВЫЕ РУДЫ, ШЛАКИ И СПЛАВЫ.

Инж.-хим. Г. В. Вдовишевскаго.

Специалисты по горному дѣлу вообще, и по металлургіи желѣза въ частности, были до 1896 года въ полномъ убѣжденіи, что желѣзныя руды, содержащія незначительное количество титановой кислоты, тугоплавки, а большое ея содержаніе дѣлаетъ руды совершенно непригодными для выплавки чугуна въ доменной печи.

Еще не очень давно считали титанъ одной изъ самыхъ вредныхъ примѣсей и приписывали ему не столько вредное дѣйствіе на свойства получаемаго чугуна, сколько признавали элементомъ, вызывающимъ туго- и густоплавкость шлаковъ.

О вліяніи титана на чугунъ мы имѣемъ весьма скромныя и неточныя свѣдѣнія, а причиной тому то простое обстоятельство, что титанъ весьма трудно переходитъ въ чугунъ, такъ какъ, вслѣдствіе трудной возстановляемости TiO_2 , почти весь переходитъ въ шлакъ. То, что мы знаемъ относительно титана, заключается въ слѣдующемъ:

Фарадей и Стодартъ напрасно трудились, желая ввести титанъ въ сталь; все его количество нашли въ шлакъ.

Карстенъ нашелъ титанъ въ желѣзѣ въ видѣ красныхъ зернышекъ и поставилъ вопросъ, соединяется-ли желѣзо химически съ титаномъ?

Предположеніе *Турнера* ¹⁾—будто красныя зерна, какъ мы теперь знаемъ, не что иное, какъ азотисто-синеродистый титанъ,—препятствуютъ процессу плавленія—не оправдалось.

Рилей въ ковкомъ желѣзѣ не нашелъ даже слѣдовъ титана, хотя этому вопросу пожертвовалъ много времени и труда. Металлъ, который до сихъ поръ носилъ названіе титановой стали, не содержалъ титана.

По *Карстену*, во многихъ сортахъ чугуна находятся слѣды титана, но въ какомъ видѣ,—не опредѣлено. По Ледебуру-же количество титана въ чугунѣ рѣдко превышаетъ 0,1—0,2%.

¹⁾ „The metallurgy of Iron“, стр. 53.

По изслѣдованіямъ *Себстрема*, желѣзо, содержащее титанъ, отличается большой твердостью, а содержащее 4,78 (?) Ti куется хорошо.

Въ послѣднее время убѣдились, что чугуны, выплавляемый въ доменной печи изъ рудъ, содержащихъ много титана, не принимаютъ въ себя этого элемента, и все количество титана переходитъ въ шлакъ, а потому стали искать другихъ способовъ производства сплавовъ титана. Дѣло отчасти рѣшено, и можно надѣяться, что въ недалекомъ будущемъ вліяніе титана на чугуны, желѣзо и сталь будетъ вполне точно выяснено, благодаря тѣмъ изслѣдованіямъ, которымъ, надо полагать, русскіе металлурги, вѣроятно, захотятъ пожертвовать свой трудъ, и главное потому, что въ ихъ распоряженіи имѣются богатые залежи титановыхъ рудъ, которыми природа такъ щедро надѣлила Россію. Располагая доступными средствами для опытовъ и изслѣдованій, русскіе металлурги должны предупредить иностранныхъ горныхъ инженеровъ въ испытаніяхъ свойствъ титановыхъ продуктовъ русскаго происхожденія. Грустный примѣръ равнодушія въ этомъ направленіи представляетъ ферроманганъ, производствомъ котораго изъ русскихъ рудъ занимаются преимущественно за границей, откуда русскіе горные заводы покупаютъ дорого готовый продуктъ. Въ справедливости вышесказаннаго достаточно убѣждаетъ статья *Зельдера* въ „*Revue universelle des mines, de la métallurgie etc.*“ за іюль 1899 года.

Вся цѣль настоящей статьи состоитъ въ томъ, чтобы ознакомить русскихъ техникувъ и горныхъ людей съ новостями по данному вопросу.

Что тугоплавкость желѣзныхъ рудъ, содержащихъ даже значительную долю титана, вовсе не имѣетъ мѣста или-же она ничтожна, могутъ служить доказательствомъ два завода, изъ которыхъ одинъ англійскій, въ *Norton on Tyre*, который съ 1868 года переплавляетъ безъ всякихъ затрудненій норвежскую руду съ содержаніемъ 38 до 40% титановой кислоты ¹⁾. Другой-же въ Пенсильваніи, который съ давнихъ временъ и по настоящее время постоянно пользовался рудой, содержащей отъ 8 до 10% TiO_2 , и безъ малѣйшаго ущерба отъ присутствія титана для выплавленного чугуна.

Собственно говоря, всякія отрицательныя мнѣнія, касающіяся туго- и тугоплавкости шлаковъ, какъ и вообще вліянія титана на желѣзный продуктъ, вызвали главнымъ образомъ извѣстныя изслѣдованія *Окермана* ²⁾, цѣль которыхъ состояла въ опредѣленіи количества тепла, нужнаго для выплавления шлаковъ разнаго состава. Между прочимъ, по опытамъ *Окермана*, количество тепла для сплавления шлаковъ, изъ конхъ одинъ содержалъ 10,22%, а другой 8,50% титановой кислоты, было равно № 1433 и № 2463 единицамъ тепла на вѣсовую единицу шлака.

¹⁾ А. I. Rossi: „Transactions of the American Institute of Mining Engineers“. Томъ XI, стр. 159.

²⁾ Jern Kontorrets annaler, 1886, I.

Составъ былъ:

	№ 2.	№ 2.
SiO_2	37,05 ⁰ / ₀	39,20 ⁰ / ₀
TiO_2	10,22 „	8,50 „
Al_2O_3	7,43 „	9,59 „
CaO	15,05 „	12,65 „
MgO	27,65 „	27,25 „
MnO	0,45 „	0,53 „
FeO	2,34 „	1,54 „
Va_2O_5	—	0,25 „
	100,19 ⁰ / ₀	99,51 ⁰ / ₀

Но, разсматривая рядъ громаднаго количества изслѣдованныхъ Окерманомъ шлаковъ, съ цѣлью опредѣленія количества тепла, необходимаго для ихъ расплавленія ¹⁾, легко можно убѣдиться въ томъ, что вышеприведенные шлаки требуютъ значительно меньше тепла для своего расплавленія, чѣмъ шлаки такого-же почти химическаго состава, но не содержащія титановой кислоты. Но существуетъ еще лучший трудъ по этому-же вопросу американца *А. И. Росси*, который въ 1896 году обнаружилъ свои довольно тщательныя и обширныя изслѣдованія о легкоплавкости титановыхъ рудъ и шлаковъ ²⁾.

На основаніи предварительныхъ опытовъ, произведенныхъ въ Буфало, въ особо для этой цѣли построенной печи, Росси пришелъ къ убѣжденію, что желѣзныя-титановыя руды, переплавляемые надлежащимъ образомъ, вовсе не заслужили установившагося о нихъ общественнаго мнѣнія, что, наоборотъ, переработка ихъ приноситъ даже большую пользу въ горно-хозяйственномъ отношеніи.

Изъ опытовъ Росси вытекаетъ, что шлаки, выплавленные изъ рудъ, содержащихъ много титана, окисъ алюминія, известь, магнезію и малыя количества желѣза, плавятся гораздо легче, если отношеніе кислорода кислыхъ соединений къ кислороду основныхъ равно приблизительно 4:3, и что густоплавкость шлаковъ *увеличивается*, если количество основныхъ соединений превышаетъ означенный предѣлъ.

Дальше,—говоритъ Росси,—вводя въ шлакъ извѣстное количество магнезій и извести, достигаютъ легкоплавкости, подобно тому, какъ это происходитъ въ глиноземо-известковыхъ силикатахъ.

Поэтому въ качествѣ флюса Росси совѣтуетъ употреблять доломитъ.

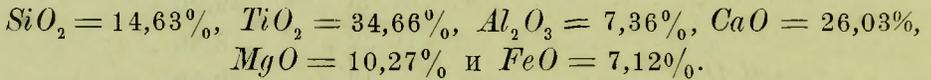
Весьма интересныя данныя мы находимъ у Росси относительно выплавки чугуна и шлака.

Вдувая воздухъ, нагрѣтый до 120—150⁰ Ц., въ малой шахтной

¹⁾ „Stahl und Eisen“. 1886. Таблица къ стр. 387.

²⁾ „The Iron Age“. Томъ 47, стр. 354 и 464.

печи, Росси выплавлялъ безъ всякихъ затрудненій шлакъ слѣдующаго состава:

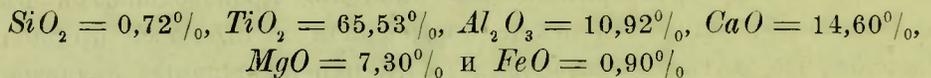


Руда, изъ которой выплавленъ этотъ шлакъ, содержала только 1,5 до 2⁰/₀ кремнезема и 20⁰/₀ титановой кислоты. Излишекъ кремнезема въ шлакъ происходилъ отъ топлива и флюса.

Приводимъ здѣсь еще нѣсколько примѣровъ такихъ легко- и жидкоплавкихъ шлаковъ, полученныхъ Росси:

SiO_2 . . .	11,94 ⁰ / ₀	14,82 ⁰ / ₀	16,00 ⁰ / ₀	15,60 ⁰ / ₀	18,00 ⁰ / ₀
TiO_2 . . .	38,20 „	32,90 „	28,48 „	40,50 „	34,50 „
Al_2O_3 . . .	15,00 „	10,45 „	12,00 „	10,00 „	12,70 „
CaO . . .	23,40 „	21,02 „	26,00 „	24,00 „	27,60 „
MgO . . .	6,50 „	9,50 „	10,00 „	8,00 „	10,00 „
FeO . . .	5,00 „	4,50 „	6,50 „	2,00 „	— „
	100,04%	93,19 ⁰ / ₀ ¹⁾	99,98 ⁰ / ₀	100,10 ⁰ / ₀	102,80 ⁰ / ₀
О. кисл. соед.		4	4	4	4
О. основ. соед.		3,10	3	2,5	3

Равно и шлакъ съ содержаніемъ весьма малаго количества кремнезема и большимъ, сравнительно, содержаніемъ титановой кислоты состава:



оказался легкоплавкимъ.

Этотъ шлакъ Росси получилъ, сплавляя смѣсь рутила, глинозема, извести и магнезій съ древеснымъ углемъ на холодномъ дутьѣ. Желѣзо, содержащееся въ рутилѣ, возстановилось и его нашли на днѣ печи въ видѣ сплавленнаго сѣраго чугунаго королька. Упомянутый шлакъ состоялъ изъ черно-синихъ, превосходно образовавшихся кристаллическихъ иголь.

Убѣдившись посредствомъ предварительныхъ опытовъ въ правильности своего способа изслѣдованій, Росси построилъ маленькую доменную печь съ цѣлью производить въ ней рядъ опытовъ. Размѣры домны были слѣдующіе:

Вышина 6 метровъ, діаметръ горна 0,76 м., распара 1,37 м. и колошника 0,86 м. Объемъ печи около 5,6 куб. метра. Домна была снабжена открытою грудью, открытымъ колошникомъ и 3-мя фурмами, діаметромъ 50 мм., которыя вдували воздухъ подъ давленіемъ 0,07 до 0,1 klg. на □ см. Температура воздуха не превышала 200⁰ Ц., а количество его въ минуту было постоянно равно 10 до 11, максимумъ 14 куб. метрамъ. Домна задута была на коксѣ, съ содержаніемъ 3,78⁰/₀ золы и 0,78⁰/₀ сѣры.

¹⁾ Вѣроятно, шлакъ содержалъ Va_2O_5 .

Съ цѣлью получить надлежащій сравнительный результатъ выплавки чугуна изъ титановыхъ рудъ, въ параллель съ такой же выплавкой обыкновенныхъ рудъ,—Росси предпринялъ извѣстныя предосторожности. Онъ началъ выплавлять чугунъ изъ свободного отъ титана „гематита“, содержащаго около 64% желѣза, 7—9% глинозема, 4,5—5,5% кремневой кислоты и 0,08 до 0,1% фосфора. Въ видѣ флюса онъ употреблялъ известнякъ, въ смѣси съ доломитомъ, размельчая флюсъ и руды до величины куриного яйца. Въ виду очень малыхъ размѣровъ доменной печи и низкой температуры вдуваемаго воздуха, весь выплавленный чугунъ, даже послѣ прибавки титановыхъ рудъ, былъ, конечно, бѣлый.

По мнѣнію Росси, составъ нижеприведеннаго шлака наводитъ на мысль, что температура печи была довольно высока, и шлакъ былъ поэтому легкоплавокъ. Но мнѣніе Росси легко оспаривается тѣмъ, что у Окермана приводится много легкоплавкихъ шлаковъ такого-же состава, по которымъ о температурѣ печи судить невозможно.

Пробы шлака отъ этой первой выплавки чугуна имѣли слѣдующій составъ:

SiO_2 . . .	30,10%	33,40%	36,0—37,00%
Al_2O_3 . . .	22,98 „	22,70 „	22,50 „
CaO . . .	36,87 „	30,80 „	28—28 „
MgO . . .	4,38 „	4,70 „	4,5—5,5 „
FeO . . .	3,80 „	6,60 „	2,80—5,00 „
$\frac{O. \text{кисл. соед.}}{O. \text{основ. соед.}}$. . .	4 : 6	4 : 5	4 : 4,4—4,5

Въ этомъ первомъ опытѣ дневное производство небольшой домны было равно 122 пудамъ.

Узнавъ, сколько доменная печь въ состояніи выплавить чугуна, стали прибавлять титановыя руды, съ содержаніемъ 8,2 до 19,7% титана и 40,3 до 63,4% желѣза. Первоначально прибавляли къ обыкновеннымъ рудамъ только $\frac{1}{3}$ вѣсовую часть титановыхъ и увеличивали постепенно ихъ количество, до тѣхъ поръ, пока, наконецъ, не стали забрасывать лишь только однѣ титановыя руды.

Среднее содержаніе желѣза во время плавки смѣшанныхъ рудъ было 55 до 56%. Лишь только начали сыпать въ колошникъ титановыя руды, стала увеличиваться производительность печи; казалось, эти руды возстановивались легче обыкновенныхъ. Въ этотъ періодъ времени дневная производительность домны увеличилась до 153 пудовъ, а пробы шлака, взятыя во время плавки, дали слѣдующій химическій составъ:

	Начало	Середина	Конецъ
	П л а в к и.		
SiO_2	34,10%	29,50%	27,29%
TiO_2	4,90 „	9,96 „	17,48 „
Al_2O_3	22,00 „	18,26 „	14,43 „

	Начало	Средина	Конецъ
<i>CaO</i>	23,63%	24,12%	22,71%
<i>MgO</i>	10,00 „	9,72 „	11,55 „
<i>FeO</i>	3,82 „	6,40 „	4,30 „
О. кисл. соед.	4	4	4
О. основ. соед.	4,4	4,1	3,5

Наконецъ, когда стали выплавлять чугуны изъ однѣхъ титановыхъ рудъ,—печь стала работать сильнѣе и выплавилъ чугуна въ теченіе дня 183 пуда, хотя среднее содержаніе желѣза въ рудахъ не превышало 52%, т. е. было сравнительно ниже прежняго.

Составъ шлака въ этотъ послѣдній періодъ времени былъ:

<i>SiO₂</i>	20,59%	15,32%	14,82%	15,90%
<i>TiO₂</i>	26,81 „	31,26 „	31,97 „	34,38 „
<i>Al₂O₃</i>	10,17 „	14,50 „	12,43 „	11,23 „
<i>CaO</i>	20,60 „	20,56 „	24,00 „	22,10 „
<i>MgO</i>	10,24 „	9,09 „	9,97 „	9,70 „
<i>FeO</i>	6,90 „	6,02 „	4,50 „	6,40 „

Шлакъ спускали по часамъ, и хотя онъ долженъ былъ совершить путь въ прямомъ направленіи въ 6 метровъ длиною, потомъ 12 метровъ по змѣобразной линіи, и хотя количество выпущеннаго шлака не превышало 10 пудовъ, все-таки къ концу своего пути шлакъ былъ совершенно жидкоплавокъ.

Такимъ-же самымъ свойствомъ обладали шлаки, содержавшіе максимумъ титана.

Нужно замѣтить еще и то обстоятельство, что нѣкоторые шлаки растворялись безъ всякаго затрудненія въ соляной кислотѣ и при выпариваніи дали студенистый остатокъ.

Что касается количества употребленнаго топлива и флюсовъ, то оно, конечно, было значительно, что обусловливалось малыми размѣрами печи и низкой температурой вдуваемаго воздуха.

При выплавленіи рудъ, свободныхъ отъ титана:

	Кокса.	Флюса.
1) Употребили на 62 пуда чугуна	132 п.	6,4 п.
2) При плавленіи краснаго желѣзняка съ титановой рудой	134 „	6,5 „
3) При плавленіи однѣхъ титановыхъ рудъ	121 „	5,7 „

Изъ статьи Росси можно заключить, что онъ вполне доволенъ качествомъ выплавленнаго чугуна и желаетъ его примѣнять въ видѣ добавочнаго матеріала къ литейному чугуну. По его мнѣнію, титанъ придаетъ чугуну хорошія свойства, но этому противорѣчатъ слѣдующій составъ металла:

<i>Si</i>	0, 36 ⁰ / ₀	0,16 ⁰ / ₀
<i>Ti</i>	нѣтъ	0,07 „
Химич. соединеннаго <i>C</i>	2,835 „	2,99 „
Графита	0,253 „	0,24 „
<i>P</i>	не сообщенъ.	

Судя по анализу чугуна, нужно признать мнѣніе Росси ошибочнымъ. Титана въ чугунаѣ слишкомъ мало, для того, чтобы онъ былъ въ состояніи вызвать переменъ свойствъ, и если чугунаѣ хорошъ, то доброкачественность его вовсе не зависитъ отъ присутствія титана, но отъ малаго содержанія вредныхъ примѣсей, какъ-то фосфора и сѣры, которыхъ вообще въ титановыхъ рудахъ весьма мало.

Во всякомъ случаѣ, опыты Росси противорѣчатъ общему мнѣнію относительно тугоплавкости титановыхъ рудъ и тугоплавкости выплаваемыхъ изъ нихъ шлаковъ. Изъ опытовъ видно, что титановыя руды, хотя и не тугоплавки, все-таки титановая кислота, трудно возстановляемая, переходитъ въ шлакъ, и процессъ полученія сплавовъ титана съ желѣзомъ въ доменной печи недостижимъ.

Съ цѣлью вводить титанъ въ желѣзо, нужно искать другихъ способовъ, и о нихъ-то я намѣренъ сказать нѣсколько словъ. Но раньше, чѣмъ приступлю къ этому вопросу, я считаю необходимымъ упомянуть о мѣсторожденіяхъ титановыхъ минераловъ и рудъ въ предѣлахъ Россіи, въ частности, и въ другихъ странахъ вообще.

Въ Россіи встрѣчается титанъ въ видѣ ангидрита титановой кислоты, или окиси титана TiO_2 , въ соединеніи съ кремнеземомъ въ нѣкоторыхъ минералахъ, но встрѣчается также отдѣльно, въ видѣ TiO_2 , въ россыпяхъ и въ коренныхъ мѣсторожденіяхъ, въ видѣ рутила, напр., въ Изумрудныхъ кояхъ, по р. Токовой, на Уралѣ.

Въ Ильменскихъ горахъ южнаго Урала находится *титанистый желѣзнякъ* или *ильменитъ* ($FeTiO_3 + Fe_2O_3$), часто съ содержаніемъ до 50% TiO_2 .

Ильменорутиль. Рутиль, содержащій до 11% FeO , черные кристаллы котораго находятся въ мѣскахъ Ильменскихъ горъ.—Минераль рѣдкій.

Титанитъ или *сфенъ* $CaTiSiO_5$ содержитъ до 41,51 TiO_2 .

На Уралѣ находится также *перовскитъ* титаново-известковая соль, $CaTiO_3$, въ видѣ черно-сѣрыхъ или буроватыхъ кубическихъ кристалловъ. Ахматовская минеральная копь въ Назямскихъ горахъ.

Кромѣ упомянутыхъ минераловъ, въ добываемыхъ магнитныхъ желѣзнякахъ Россіи, во многихъ мѣстностяхъ, встрѣчается большее или меньшее количество титановой кислоты. Въ нижеслѣдующей таблицѣ показаны главныя мѣсторожденія желѣзо-титановыхъ рудъ Европы (кромѣ Россіи), Соединенныхъ Штатовъ Сѣверной Америки и Австраліи.

МѢСТОРОЖДЕНІЕ.	Руда содержитъ.				
	Fe %.	TiO ₂ %.	P %.	S %	
Европа.					
<i>Швеція.</i> Табергъ (около Jönköping). Ulfö Aluô-Inglamåla.	31,45	6,3	—	—	Примѣсь Va ₂ O ₅ . Гиперитъ въ гнейсѣ. Оливинъ-Диабазъ.
Routivare-Norbotten	47—52	11—14,25	до 0,13		
<i>Норвегія</i>	56,49	до 46	—	—	„Норитъ“.
Соединенные Штаты Сѣверной Америки.					
<i>Сѣверная Каролина</i>	28—65	50—57	—	—	10—15% Cr.
<i>Виргинія</i> около Blue-Ridge, на востокъ отъ Lexington.					
<i>Нью-Джерсей</i>	—	9—10			
<i>Нью-Йоркъ</i> Руда горы „Адирондакъ“, въ сѣверной части края.	до 40,5	0,15—4,15	—	—	Богатая Al ₂ O ₃ , сходная съ рудой „Routivare“ въ Швеціи.
<i>Роде-Исландъ</i>	28,9—42,3	3,6—15,3			
<i>Канада</i>	36—37	до 50,0			
Магнетитъ въ Pine-Lake.	до 50,0	34,0			
	50—60	8—25	Нѣтъ.	Нѣтъ.	
<i>Миннесотта</i> Iron-Lake	49—58	2—16			
<i>Вьюмингъ</i>	45,5—53,3	23,0	—	0—1,44	
<i>Колорадо</i>	47—49	10—14			
Въ округъ Цибелля	—	9,38—36,0			
Соединенные Штаты Южной Америки.					
<i>Бразилія</i> , около Jacupiranga, въ Сан-Пауло	—	—	—	—	„Якупирангитъ“.
Австралія.					
<i>Новая Зеландія</i> , около Нью-Плимонта, въ провинці Таранаки.	Пласть руды (жельзо-титановой): толщина 14', длина 22 версты, ширина 5 версты.				

Обыкновенно титановыя руды свободны отъ фосфора и сѣры. Единственное исключеніе представляютъ руды изъ *Таберга* въ Швеціи, содержащія до 0,13% P, и руда изъ *Вьюминга* въ Соединенныхъ Штатахъ, содержащая отъ 0 до 1,44% сѣры. Въ виду такого малаго количества постороннихъ примѣсей, эти руды пригодны для приготовления сплавовъ титана съ желѣзомъ.

Для того, чтобы ввести титанъ въ сплавъ съ желѣзомъ, существуетъ нѣсколько способовъ, а именно:

Алюминотермическій способъ производства, о которомъ обширный докладъ читалъ Гольдшмидъ на собраніи общества нѣмецкихъ горныхъ инженеровъ 24 марта 1901 г. („Stahl und Eisen“ 1901 г., стр. 347). Температуру, нужную для возстановленія титановой кислоты, считаютъ до 300° Ц. При этомъ 100 ч. окиси желѣза требуютъ для своего возстановленія 33,3 ч. алюминія, а 100 ч. титановой кислоты—почти 50 ч. алюминія.

По сообщеніямъ А. I. Росси, порошкообразный алюминій стоитъ въ 7 до 10 разъ дороже, чѣмъ такое-же количество по вѣсу алюминія въ кускахъ, такъ что стоимость получаемого алюминотермическимъ путемъ ферротитана слишкомъ высока для цѣлей практическаго его примѣненія. Кроме того, по мнѣнію Росси, ферротитанъ, полученный этимъ путемъ, содержитъ углеродъ, фосфоръ и сѣру, главнымъ-же образомъ — значительное количество алюминія. Химическій анализъ двухъ образцовъ такого ферротитана далъ слѣдующіе результаты:

	1.	2.
Углерода.	0,434 ⁰ / ₁₀₀	0,475 ⁰ / ₁₀₀
Титана.	24,190 „	11,050 „
Алюминія.	5,940 „	9,960 „
Кремнія	1,030 „	1,250 „
Фосфора и сѣры	слѣды.	слѣды.

Присутствіе алюминія и другихъ примѣсей вовсе не желательно, а поэтому ихъ нужно устранять посредствомъ вторичнаго плавленія, что значительно увеличиваетъ стоимость производства.

Гораздо дешевле обходится другой способъ производства ферротитана, а именно—возстановленіе титановой кислоты посредствомъ расплавленного алюминія.

Росси примѣнилъ при этомъ способѣ обыкновенную электрическую печь системы Сименса, при чемъ одна печь небольшого размѣра въ состояніи дать заразъ 100 klg. сплава, а увеличивъ незначительно размѣръ печи, она можетъ выплавить до 225 klg. продукта. Самъ способъ производства состоитъ въ слѣдующемъ:

Приподнявъ угольные электроды, бросаютъ на дно стоящаго въ печи тигля алюминій въ кускахъ, а потомъ куски предназначеннаго для плавленія желѣза; количество послѣдняго зависитъ, конечно, отъ состава титановой руды и количества титана въ имѣющемъ быть выплавленномъ ферротитанѣ. Когда тигель нагруженъ, опускаютъ электроды до сопри-

косновенія ихъ съ кусками алюминія, а замкнувъ такимъ образомъ токъ, засыпаютъ въ промежутокъ между электродами и стѣнками тигля—титановую руду.

Выкладка стѣнъ тигля состоитъ изъ болѣе или менѣе мелко размолотой титановой руды съ различнымъ содержаніемъ титана, или-же изъ смѣси ея съ рутиломъ, или-же, наконецъ, изъ „концентрата“, т. е. обогащенной титановой руды, о которой подробнѣе будетъ сказано ниже.

Температура печи повышается быстро, и въ короткое время одинъ алюминій или алюминій совмѣстно съ желѣзомъ сплавляются. Ванна накаливается добѣла, алюминій начинаетъ улетучиваться въ видѣ паровъ, и тогда силу тока приходится регулировать, соображаясь на практикѣ до какихъ предѣловъ и стремясь получить возможно лучшій готовый продуктъ. Къ концу процесса увеличиваютъ силу тока, чтобы облегчить отдѣленіе ферротитана отъ образующагося алюминіеваго шлака, плавающего на поверхности металла. Если анализъ показываетъ избытокъ алюминія, то его удаляютъ добавленіемъ окиси желѣза.

Выплавленный шлакъ содержитъ 80—85% глинозема, соединеннаго съ примѣсями загрузки. Процессъ можно вести автоматически, и тогда выпускаютъ шлакъ и металлъ черезъ отдѣльныя отверстія, или-же процессъ ведутъ съ перерывами, и тогда оставляютъ печь для охлажденія и извлекаютъ изъ нея сплавленные корольки вмѣстѣ съ шлакомъ. Этотъ послѣдній легко отдѣляется отъ металла. Такимъ образомъ кусокъ вѣсомъ въ 100 кг. получаютъ въ продолженіе 1½ до 2 часовъ. Очистку полученнаго ферротитана производятъ, сплавляя его въ той же самой печи, добавляя титановой руды и пуская токъ короткое время.

Примѣръ. Съ цѣлью получить ферротитанъ по приведенному способу употребили два сорта руды. Первый сортъ, изъ Канады, содержалъ 24% титана, т. е. 40% титановой кислоты, и около 35% желѣза. Полученный изъ нея ферротитанъ переработали на сплавъ съ содержаніемъ 35 до 40% титана. Другая руда, изъ Адирондака, была совершенно чистая и содержала 8,5 до 9,0% титана, т. е. 14 до 15% титановой кислоты, и 58 до 60% желѣза. Эта руда безъ прибавки желѣза дала ферротитанъ съ содержаніемъ 13% титана. Во всѣхъ случаяхъ, кромѣ тѣхъ, въ которыхъ употребляли рутилъ, рассчитывали количество алюминія, нужное для возстановленія, по формулѣ $Al_2 + Fe_2O_3 = Fe_2 + Al_2O_3$, что и даетъ, какъ уже выше сказано, 0,33% алюминія на 1% окиси желѣза.

Это количество алюминія стремились уменьшить такимъ образомъ, что вмѣсто титановой руды приготовляли изъ нея концентратъ. Такимъ путемъ изъ руды Адирондака, содержащей 9,0% Ti , получили сплавъ съ содержаніемъ 75,84% титана, а количество употребленнаго алюминія такимъ образомъ значительно уменьшилось.

Способъ возстановленія углемъ. Этотъ способъ даетъ продуктъ съ содержаніемъ 10 до 28% титана и съ такимъ количествомъ углерода, что

металлъ лучше прибавлять къ литейному чугуну, чѣмъ къ стали. Углеродъ находится въ немъ въ видѣ графита; химически связаннаго углерода нѣтъ, что одновременно служитъ доказательствомъ, что титанъ находится въ видѣ металла, а не въ видѣ углеродистаго титана.

Способъ производства слѣдующій: определенное количество желѣзнаго лома сплавляютъ въ вышеупомянутой печкѣ и къ сплавленному металлу прибавляютъ крупно-смолотую руду вмѣстѣ съ древеснымъ углемъ и массу перемѣшиваютъ.

По мнѣнію Росси, ферротитанъ, полученный этимъ путемъ, можно продавать по доступной цѣнѣ для практическаго примѣненія, такъ какъ онъ дешевле ферротитана, изготовляемаго изъ „концентрата“. Эти сплавы имѣютъ темный стально-сѣрый цвѣтъ; они похожи на сѣрый чугунъ, содержащій много блестящихъ таблечекъ графита.

Способъ обработки посредствомъ концентрата. Концентратъ, иначе говоря, обогащенную титановую руду получаютъ слѣдующимъ образомъ.

Нагрузку руды изъ Адирондака смѣшиваютъ съ такимъ количествомъ древеснаго угля, что возстановленію подлежитъ только окисъ желѣза, титановая-же кислота остается нетронутой. Такую смѣсь подвергаютъ дѣйствию сравнительно сильнаго электрическаго тока и такъ, что полученная температура только немного выше температуры плавленія въ доменной печи, но она ниже температуры возстановленія титановой кислоты.

Въ присутствіи достаточнаго количества извести и другихъ основаній образуется шлакъ, состоящій, главнымъ образомъ, изъ *титановокислама кальция*. Въ видѣ продукта получаютъ свободный отъ сѣры и фосфора чугунъ, содержащій значительное количество кремнія, возстановленнаго изъ руды, и шлакъ, содержащій почти все количество титановой кислоты и малое количество желѣза. Этотъ шлакъ, названный Росси „концентратомъ“, представляетъ собою замѣчательный сырой матеріалъ для получения сплавовъ титана. Онъ содержитъ 35% титана и только 2 до 3% желѣза. Понятно, что, перерабатывая концентратъ въ электрической печи, употребляютъ только такое количество алюминія, какое нужно для возстановленія титановой кислоты, т. е. гораздо меньше, чѣмъ количество употребляемаго алюминія при непосредственномъ плавленіи желѣзныхъ рудъ, содержащихъ титанъ.

Алюминіевый шлакъ, происходитъ-ли онъ отъ процесса непосредственнаго плавленія рудъ, концентрата, или-же другого способа, легко рѣжетъ стекло и можетъ служить какъ матеріалъ для шлифовки, но одновременно онъ представляетъ собою превосходный сырой матеріалъ для получения алюминія (въ родѣ боксента), при чемъ большая часть употребленнаго прежде алюминія возстановляется, значительно уменьшая такимъ образомъ стоимость ферротитана.

Титановые сплавы, получаемые при помощи алюминія, какъ возста-

новителя, отличаются серебряно-бѣлымъ цвѣтомъ; сорта, содержащіе менѣе титана, отличаются блестящимъ зеркальнымъ изломомъ; болѣе богатые титаномъ имѣютъ тонкое зерно, болѣе слабый блескъ и менѣе чистый цвѣтъ. Хрупкость и твердость растутъ вмѣстѣ съ содержаніемъ титана.

Всѣ сплавы чертятъ и рѣжутъ стекло, ихъ можно весьма легко превращать въ порошокъ въ стальной ступкѣ, а порошокъ этотъ тѣмъ мельче и нѣжнѣе, чѣмъ больше сплавъ содержитъ титана.

Сплавы, получаемые возстановленіемъ посредствомъ угля, хотя и чертятъ стекло, но они значительно мягче, чѣмъ сплавы, получаемые при посредствѣ алюминія. Всѣ сплавы гораздо легче литого желѣза и стали, такъ какъ удѣльный вѣсъ титана ниже 5 (по Муасану 4,87).

Нижеслѣдующая таблица показываетъ составъ разныхъ ферротитановъ:

	И	з	ъ	р	у	д	ъ.
Весь углеродъ	7,286%	5,801%	6,178%	7,012%	6,234%	—	%
Графитъ	7,026 „	— „	6,083 „	6,871 „	— „	—	„
Углеродъ химич. связ.	0,260 „	— „	0,095 „	0,141 „	— „	—	„
Титанъ	12,27 „	10,96 „	12,54 „	18,41 „	12,42 „	13,02 „	
Кремній	0,76 „	0,68 „	0,61 „	— „	1,06 „	0,88 „	

И з ъ к о н ц е н т р а т о в ѣ.

Весь углеродъ	6,002 „	— „	— „	— „	— „	— „	— „
Титанъ	12,54 „	11,55 „	11,96 „	11,80 „	— „	— „	— „
Кремній	0,50 „	— „	— „	— „	— „	— „	— „

Въ обширномъ трудѣ о вліяніи титана на свойства литейнаго чугуна и стали, представленномъ Росси обществу „American Society of mechanical Engineers“ въ Мильрукѣ въ маѣ 1901 г., и продолженіи этого труда въ „Mineral Industrie“, томъ IX, 1901 г. авторъ упоминаетъ, что раньше добавляли ферротитанъ къ чугуну и стали въ видѣ порошка, и что этотъ способъ весьма неудобенъ, такъ какъ, вслѣдствіе малаго удѣльнаго вѣса, ферротитанъ плаваетъ по поверхности металла и теряетъ силу своего дѣйствія. Это препятствіе устранили въ послѣднее время тѣмъ, что ферротитанъ помѣщаютъ въ трубкѣ изъ литого желѣза, закрытой съ обонхъ концовъ, которую погружаютъ въ металлическую ванну.

Изъ опытовъ, произведенныхъ съ чугуномъ, содержащимъ титанъ, слѣдуетъ, что добавленіемъ 4% десятипроцентнаго ферротитана увеличивается сопротивленіе чугуна на изгибъ съ 20% на 25%, а сопротивленіе растяженію съ 30% на 50%.

Химическія изслѣдованія показали, что отношеніе между графитомъ и связаннымъ углеродомъ раньше и послѣ добавленія ферротитана остается одно и то же. Равно и содержаніе кремнія, фосфора, сѣры и марганца не измѣняется подѣ вліяніемъ титана. Единственную разницу въ составѣ

чугуна вызываетъ только самъ титанъ, количество котораго колеблется отъ 0,34 до 0,50 %.

При опытахъ съ тигельной сталью прибавляли 2 до 5% ферротитана, съ малымъ количествомъ углерода, полученнаго по способу возстановленія алюминіемъ.

Гольдшмидъ, въ упомянутомъ выше докладѣ, сообщаетъ, что титанъ придаетъ желѣзу и стали особенную плотность и волокнистый изломъ, — дальше, что сплавы съ большимъ содержаніемъ титана черезчуръ тугоплавки, вслѣдствіе чего ферротитанъ съ содержаніемъ 40% *Ti* непримѣнимъ на практикѣ, а въ продажѣ находятся лишь сплавы, содержащіе 20—25% *Ti*, но и такіе необходимо подогрѣвать до высокой температуры, прежде, чѣмъ добавить къ чугуну.

Въ послѣднее время нашли, что титанъ легче сплавляется съ марганцемъ, чѣмъ съ желѣзомъ, и на этомъ основаніи стали готовить „манганотитанъ“, содержащій 30—35% *Ti*. Добавленіемъ этого сплава получаютъ въ чугуны или стали въ два раза больше марганца, чѣмъ титана. Манганотитанъ растворяется въ кислотахъ легче, чѣмъ ферротитанъ.

Наконецъ, *Гольдшмидъ* сообщаетъ, что самый лучший и удобный способъ ввести титанъ въ желѣзо или чугуны основывается на дѣйствіи титана „in statu nascendi“ на жидкій металлъ. Для этого поступаютъ слѣдующимъ образомъ: на соответствующую смѣсь окисловъ титана съ желѣзомъ и алюминіемъ или, еще лучше, съ марганцемъ и алюминіемъ, такъ называемый „термитъ мангано-титановый“, пускаютъ струю сильно нагрѣтой стали, которая мгновенно зажигаетъ смѣсь. Титановый сплавъ, образующійся въ это время, переходитъ въ металлическую ванну. Образовавшійся термитовый шлакъ плаваетъ на поверхности, при чемъ освобождается столько тепла, что оно обуславливаетъ собою переходъ титана въ данный металлъ.

Сплавленіе титана въ видѣ ферротитана или-же манганотитана съ литейнымъ чугуномъ производится лучше всего такимъ образомъ, что на подходящій термитъ пускаютъ металлъ, нагрѣтый выше точки плавленія. Въ пробахъ, въ маломъ размѣрѣ, поступаютъ такимъ образомъ, что термитъ, находящійся въ тиглѣ, пробуждаютъ къ реакціи вышеописаннымъ путемъ, снимаютъ шлакъ (корундъ) и только тогда прибавляютъ сплавы титана.

Имѣя дѣло съ большимъ количествомъ титановаго сплава, тигель устриваютъ такъ, что выплавленный во время реакціи сплавъ раздѣдаетъ дно тигля и вытекаетъ въ стоящій ниже жидкій чугуны. При этомъ спускаютъ и шлакъ, тепло котораго приноситъ еще нѣкоторую пользу.

Корундовый шлакъ застываетъ весьма быстро, даже въ продолженіе нѣсколькихъ секундъ, но въ это время металлъ, особенно большія его количества, остается долгое время въ жидкомъ состояніи, такъ что съ выпускомъ не нужно торопиться.

Ферротитановый и манганотитановый термитъ реагируютъ до такой степени медленно, что если реакція должна происходить въ массѣ нѣсколькихъ фунтовъ, то приходится тигель нѣсколько разъ покачивать, чтобы ускорить реакцію.

Изъ одного килограмма ферротитанъ-термита выплавляютъ 350 гр. ферротитана, съ содержаніемъ 20—25% титана, а изъ одного килограмма манганъ-титанъ-термита получаютъ 280 гр. мангантитана, содержащаго 30—35% титана.

Дальнѣйшія изслѣдованія по вопросу дѣйствія титана на сталь и чугуны, его термитовъ и сплавовъ вполне доступны для тѣхъ счастливыхъ изслѣдователей, которымъ дана возможность располагать средствами такихъ заводовъ, которымъ дороги успѣхи техники въ ея практикѣ и теоріи.

Я лично не принадлежу къ такимъ счастливымъ, и желаніе мое, хотя бы самое горячее, остается только... желаніемъ.

Нисколько не сомнѣваюсь, что въ Россіи найдутся заводоуправленія, которыя только химикамъ-металлургамъ и поручатъ дальнѣйшую разработку этого вопроса.

ЕСТЕСТВЕННЫЯ НАУКИ, ИМѢЮЩАЯ ОТНОШЕНІЕ КЪ ГОРНОМУ ДѢЛУ.

О РАЦИОНАЛЬНОМЪ АНАЛИЗѢ ГЛИНЪ.

Засл. проф. К. Ив. Лисенко.

Ближайшимъ поводомъ къ составленію предлагаемой статьи послужила присылка проф. Томскаго университета г-мъ Сабекомъ въ керамическую лабораторію Т-ва В. И. Горнъ и К^о въ Воронежѣ отдѣльнаго оттиска его статьи: Beiträge zur Kenntniss der rationellen Analyse der Thone, напечатанной въ Zeitschrift der Chemische Industrie ¹⁾). Вопросъ, въ ней разбираемый, сталъ интересоватъ меня съ тѣхъ поръ, какъ я принялъ въ свое завѣдываніе керамическую лабораторію Т-ва В. И. Горнъ и К^о и занялся изученіемъ состава глинъ и зависимости отъ него ихъ свойствъ.

Изданный въ 1902 году отчетъ о дѣятельности Воронежской Лабораторіи за двухлѣтній періодъ ея существованія, въ которомъ приведенъ составъ многихъ образцовъ огнепостоянной глины изъ мѣсторожденія въ окрестностяхъ Воронежа, привелъ меня къ предположенію, что или общепринятый пріемъ опредѣленія состава глинъ, въ видѣ окисловъ элементовъ, ихъ составляющихъ, непригоденъ вообще для какихъ-либо выводовъ, относительно ихъ свойствъ, или, что тѣ свойства, которыя считаются характерными для глинъ, вообще вовсе не находятся въ зависимости отъ ихъ состава.

Для поясненія перваго моего предположенія необходимо обратить вниманіе на то, что глины, состоя собственно изъ воднаго силиката глинозема, почти никогда не встрѣчаются въ природѣ въ абсолютно-чистомъ состояніи и всегда содержатъ различныя примѣси, какъ-то: кварцевый песокъ, полевои шпатель, окись желѣза, слюду, иногда гипсъ, известнякъ, сѣрный колчеданъ и т. п. Нѣкоторыя изъ этихъ примѣсей содержатъ общія съ силикатомъ глинозема составныя части, и тотъ способъ анализа, кото-

¹⁾ Herausgegeben v. Verein zur Wahrung der Interesse der chemischen Industrie Deutschlands. Red. von D-r Otto N. Witte in Berlin

рымъ изслѣдуется въ настоящее время составъ глины, даетъ содержаніе въ ней суммы количествъ составныхъ частей какъ самаго вещества глины, такъ и сопровождающихъ его примѣсей. Ясно, что подобный результатъ не имѣетъ значенія, такъ какъ не даетъ понятія о томъ, какое количество и какихъ примѣсей примѣшано къ силикату глинозема въ глинь, и только количество щелочей, содержащихся въ такихъ примѣсяхъ какъ полевой шпатель и слюда, даетъ понятіе о содержаніи послѣднихъ въ глинь; но щелочи представляютъ такую составную часть глины, непосредственное опредѣленіе которой обыкновенно и не дѣлается, а за щелочи принимаютъ величину, недостающую въ суммѣ всѣхъ составныхъ частей до 100.

Ясно, что на одной этой величинѣ, опредѣленной по недостатку и заключающей, слѣдовательно, въ себѣ ошибки въ опредѣленіи всѣхъ остальныхъ составныхъ частей глины, строить много выводовъ не придется. Правда, по даннымъ элементарнаго состава вычисляется, согласно приему, предложенному Бишофомъ, коэффициентъ огнеупорности глинь, но самъ Бишофъ призналъ въ 1873 г. ¹⁾, что вычисленные по его формулѣ коэффициенты огнеупорности не согласуются съ результатами непосредственнаго ихъ опредѣленія.

Такимъ образомъ, необходимо признать, что элементарный составъ, опредѣляемый обыкновеннымъ химическимъ анализомъ, не даетъ возможности сдѣлать на основаніи его какія-либо опредѣленные заключенія относительно свойствъ глинь.

Что же касается до второго, приведеннаго выше, предположенія, что характерныя свойства глинь не находятся въ непосредственной зависимости съ ихъ составомъ, то на этотъ вопросъ я, отъ себя лично, не могу дать никакого отвѣта, но, къ великому моему удовольствію, онъ разобранъ весьма тщательно г-мъ Земятчинскимъ и выводы его подкрѣплены опытами, не позволяющими сомнѣваться въ ихъ справедливости. Въ виду важности этихъ выводовъ, я позволю себѣ прослѣдить довольно подробно все сказанное г-мъ Земятчинскимъ по этому вопросу въ его сочиненіи „Каолинитовыя образованія южной Россіи“ ²⁾; хотя сочиненіе это опубликовано лѣтъ шесть тому назадъ, но оно не обратило на себя вниманія нашихъ аналитиковъ-химиковъ и мало кому изъ нихъ извѣстно, и потому повторить еще разъ часть его содержанія не будетъ лишнимъ.

Согласно всему изложенному, въ главѣ I-й, части 3-й сочиненія г-на Земятчинскаго необходимо принять, что, хотя главную субстанцію глинь составляетъ водный кремнекислый глиноземъ, находящійся въ нихъ частью въ аморфномъ (коллоидальномъ) состояніи, частью въ видѣ кристаллическихъ чешуекъ и иголокъ (каолинитъ), но изъ этого все-таки

¹⁾ Notizblatt des deutschen Verein für Ziegel, Thon, Kalk, Cement. 1874.

²⁾ См. Труды С.-Петербургскаго Общества естествоиспытателей, Отд. геологін и минералогін, т. XXI, выпуска 2-го, стр. 211.

не слѣдуетъ, что и характерныя свойства глинъ обусловливаются присутствіемъ въ нихъ именно этого воднаго силиката. Въ самомъ дѣлѣ, въ чемъ же состоятъ характерныя свойства глины? и что такое есть глина? Мы называемъ „глиной“ землистую массу, болѣе или менѣе тонкую и жирную на ощупь, дающую съ водой и масломъ пластическое тѣсто, способное принимать всевозможныя формы, удерживать ихъ при высыханіи, а при сильномъ прокачиваніи дѣлаться твердымъ, какъ камень; кромѣ того, эта землистая масса въ сухомъ состояніи сильно впитываетъ воду и растворенныя въ ней вещества и потому прилипаетъ къ языку; разболтанная въ водѣ, она осаждается не сразу вся, а частью остается въ жидкости весьма долго во взвѣшенномъ (суспендированномъ) состояніи; наконецъ, глинѣ присущъ особый запахъ, издаваемый ею при смачиваніи водой или при дыханіи на нее.

Къ этимъ физическимъ свойствамъ я не причисляю огнеупорность, которой обладаютъ нѣкоторыя глины, напримѣръ, воронежская и южной Россіи, и не причисляю потому, что не все глины огнеупорны, т. е. удерживаютъ высокую температуру, не размягчаясь; большинство ихъ, при сильномъ накачиваніи, не только размягчается, но сплавляется. Своею огнеупорностью глины обязаны именно тому, что состоятъ почти исключительно изъ силиката глинозема и содержать мало свойственныхъ глинамъ примѣсей, но изъ этого, конечно, не слѣдуетъ, что огнестойкость есть специальное свойство силиката глинозема, потому что мало ли мы знаемъ веществъ еще болѣе огнеупорныхъ, напр., ѣдкая известь, магнезія и т. д., но въ глинахъ огнеупорность ихъ обусловливается тѣмъ, что онѣ состоятъ почти исключительно изъ такого огнестойкаго вещества, какъ силикатъ глинозема, и содержать мало легкоплавкихъ примѣсей.

Что вышеперечисленныя физическія свойства глинъ зависятъ не отъ состава, а отъ физическаго ихъ состояніи, усматривается изъ слѣдующаго:

Наиболѣе характерное свойство глины — это ея пластичность, и она не всегда возрастаетъ съ количествомъ находящагося въ ней силиката глинозема. Иногда глина, содержащая мало примѣсей, т. е. состоящая почти только изъ каолина, оказывается малопластичною и становится таковою только послѣ истиранія въ тончайшій порошокъ.

Кромѣ того, необходимо помнить, что пластичностью въ нѣкоторой степени обладаютъ силикаты магнезіи и, повидимому, нѣкоторые гидраты желѣзной окиси, такъ какъ иногда примѣсь бураго желѣзняка къ нѣкоторымъ слабо-пластическимъ тѣламъ дѣлаетъ ихъ болѣе пластичными.

Что пластичность каолиновъ зависитъ отъ мелкости частицъ, ихъ составляющихъ, и что непластичные сорта ея могутъ сдѣлаться пластичными, если ихъ подвергнуть тонкому измелъченію, утверждали еще Джонсонъ и Блекъ ¹⁾ въ 1867 г.

¹⁾ Johnson and Blake. Am. Journ. Scien. 1867. 43, ст. 351.

Въ виду важности этого положенія, г-нъ Земятинскій провѣрилъ его надъ двумя образцами глины очень сходнаго химическаго состава, но различающихся въ отношеніи крупности отдѣльныхъ частичекъ, изъ коихъ они сложены. Такимъ образомъ, были выбраны каолины глуховскій и изъ Владиміровки. Химическій составъ ихъ слѣдующій:

	H_2O гигр.	H_2O хим. соед.	SiO_2 .	Al_2O_3 .	Fe_2O_3 .	CaO .	MgO .	Щелочей.
Глуховскій								
каолинъ . . .	3,80	13,14	44,48	38,24	слѣды	—	0,15	—
Каолинъ изъ								
Владиміровки	0,88	13,62	45,83	40,04	слѣды	0,27	0,22	0,02

При столь сходномъ составѣ оба образца совершенно несходны по наружнымъ свойствамъ. Глуховскій каолинъ представляетъ плотную массу, трудно раздавливающуюся въ ступкѣ, а каолинъ изъ Владиміровки такъ рыхлъ, нѣженъ и мягокъ, что мараетъ пальцы и съ виду напоминаетъ мѣлъ; обнаружить въ немъ поверхность излома весьма трудно, тогда какъ изломъ глуховскаго каолина имѣетъ раковистый видъ и острые края. При наблюденіи невооруженнымъ глазомъ въ каолинѣ изъ Владиміровки ясно видны серебристо-бѣлыя чешуйки, съ перламутровымъ блескомъ, тогда какъ въ глуховскомъ каолинѣ никакихъ отдѣльностей не замѣчается.

Разница въ ихъ пластичности весьма велика и можетъ быть выражена такъ: если изъ замѣшаннаго въ тѣсто глуховскаго каолина скатать цилиндрики, толщиною въ поперечникѣ въ 5 мм., то ихъ можно сгибать въ дугу, равную полуокружности, при діаметрѣ всего въ 3 см., безъ всякаго разрыва поверхности; такихъ же размѣровъ цилиндрики изъ каолина изъ Владиміровки сгибаются въ дугу всего въ 45° , при чемъ діаметръ этой дуги долженъ быть не менѣе 12 см.

Это различіе въ пластичности обѣихъ глинъ подтверждается косвеннымъ путемъ другими ихъ свойствами, какъ-то: степенью гигроскопичности и увеличеніемъ объема при поглощеніи воды. Въ самомъ дѣлѣ, опытъ показалъ, что максимумъ гигроскопичности равенъ для глуховской глины 14,6%, а для владиміровской только 8,9% и что для первой увеличеніе объема при насыщеніи водой равно 2,9, а для второй—только 1,3.

Въ связи съ этимъ находится и различіе въ количествѣ гигроскопической воды, выдѣляемой этими глинами при $100^\circ C$. Такъ, выше было приведено, что для глуховской глины оно равно 3,8%, а для владиміровской—только въ 0,877%. Различіе въ крупности зерна, изъ которыхъ сложены обѣ глины, видно изъ результатовъ механическаго анализа по способу Осборна, которому онѣ были подвергнуты. При этомъ получилось:

	Изъ глуховскаго каолина.	Изъ владимірскаго каолина.
Скелета (частицы крупнѣе 0,25 мм. въ діам.).	нѣтъ	0,725 ⁰ / ₀
Песку („ „ отъ 0,25 „ до 0,05 мм.).	„	13,29 ⁰ / ₀
Илу („ „ 0,05 „ „ 0,01 „).	1,856 ⁰ / ₀	46,70 ⁰ / ₀
Глины („ „ 0,01 „ и мельче).	98,144 ⁰ / ₀	39,285 ⁰ / ₀

Изъ этихъ чиселъ видно, что глуховскій каолинъ состоитъ почти только изъ глинистыхъ частей, а во владимірскомъ каолинѣ онѣ составляютъ немного болѣе $\frac{1}{3}$ всего количества, поэтому первое ископаемое Земятчинскій называетъ настоящей глиной, а второе—суглинкомъ.

Вышеприведенный примѣръ двухъ глинъ почти одинаковаго состава и различающихся столь значительно относительно своей пластичности несомнѣнно доказываетъ, что это свойство глинъ не зависитъ вовсе отъ ихъ состава и, слѣдовательно, отъ содержанія силиката Al_2O_3 . Но еще болѣе осязательно доказываютъ этотъ же выводъ слѣдующіе опыты, въ которыхъ искусственно получаютъ вещества, обладающія пластичностью, изъ аморфнаго прокаленного кремнезема или сердобольскаго гранита, или, наконецъ, изъ прокаленного каолина изъ Владиміровки. Всѣ эти вещества по истираниі въ ступкѣ въ порошокъ, не особенно мелкій, не обнаруживаютъ ни малѣйшей связности, не даютъ съ водой пластичнаго тѣста и не увеличиваются при заминкѣ съ водой замѣтно въ объемѣ. Но если продолжать истирание ихъ въ агатовой ступкѣ далѣе и далѣе до наимельчайшаго состоянія, то аморфный кремнеземъ становится явно пластичнымъ и даетъ съ водой массу, изъ которой легко можно скатать цилиндрики, сгибающіеся безъ разрыва поверхности въ дугу, равную полуокружности (180°) съ діаметромъ въ 2 см. Точно также увеличивается его связность, а объемъ его при взбалтываніи съ водой, содержащей немного амміака, возрастаетъ въ 1,2.

При тѣхъ же условіяхъ порошокъ сердобольскаго гранита обнаруживаетъ подобныя же явленія. Такъ, при достаточномъ измельченіи, связность его частицъ дѣлается столь значительной, что для раздробленія цилиндрика, изъ него сдѣланнаго, высотой и діаметромъ въ 1 см., требуется грузъ въ 6 килогр.

Всѣ эти вещества по высыханіи прилипаютъ къ языку и при обливаніи водой издаютъ, подобно настоящимъ глинамъ, небольшой шумъ.

Не менѣе характернымъ для глинъ считается способность ихъ давать съ водой мутную жидкость, въ которой часть глины остается въ суспендированномъ состояніи весьма долго (мѣсяць и болѣе). Это свойство ихъ привело къ предположенію, что главная составная часть глинъ—водный силикатъ глинозема—находится въ нихъ въ видѣ аморфныхъ шарообразныхъ отдѣльностей (Аронъ), обладающихъ свойствомъ коллоида (Шлезингъ). Но въ настоящее время принимаютъ, что большая часть воднаго

силиката глинозема находится въ глинахъ въ кристалическомъ состояніи, въ видѣ чешуекъ, и хотя возможно, что часть его находится и въ видѣ коллоида, но доказательствъ этому мы не имѣемъ. Земятчинскій (стр. 218) указываетъ на то, что прохожденіе черезъ фильтръ глины при цѣженіи воды, въ которой она разболтана, свертываніе ее въ жидкости отъ присутствія солей и кислотъ, способность поглощать красящія вещества изъ растворовъ,—все это свойства, которыми обладаютъ не одни коллоиды, но и другія порошкообразныя тѣла. Кромѣ того, по наблюденіямъ Вильямса ¹⁾, коллоидными свойствами обладаютъ и болѣе крупныя частички воднаго силиката глинозема, имѣющія, какъ видно подъ микроскопомъ, чешуйчатое очертаніе.

Пребываніе частицъ глины въ суспендированномъ состояніи продолжается, конечно, не вѣчно;—частицы ея хотя медленно, но все-таки осаждаются, такъ что если жидкость, ихъ содержащая, находится въ абсолютномъ покоѣ, то она въ концѣ концовъ должна совершенно освѣтлиться.

Подобно водному силикату глинозема, въ суспендированномъ состояніи можетъ оставаться долгое время превращенная въ тончайшій порошокъ и полученная химическимъ путемъ аморфная кремневая кислота. Для этого ее, послѣ продолжительнаго истиранія въ агатовой ступкѣ, разбалтываютъ въ водѣ, содержащей немного амміака, и жидкость оставляютъ стоять въ спокойномъ мѣстѣ. По истеченіи сутокъ, большая часть кремнезема осаждается, но часть его остается въ жидкости, которая поэтому имѣетъ мутный видъ. Спустя нѣкоторое время, въ верхней части жидкость освѣтляется начисто, и прозрачный ея слой, постоянно увеличиваясь, достигъ, въ одномъ опытѣ, черезъ 13 дней толщины въ 3,2 см., т. е. осѣданіе кремнезема шло со скоростью 2,4—2,5 мм. въ сутки.

Но способностью оставаться въ водѣ въ суспендированномъ состояніи обладаютъ не только такія аморфныя тѣла, какъ осажденный кремнеземъ, силикатъ глинозема и т. п., но и тѣла, явственно кристаллическія. Такъ, тончайшій порошокъ сердобольскаго гранита, разболтанный въ водѣ, содержащей немного амміака, даетъ жидкость, которая не освѣтлилась со всѣмъ не только черезъ сутки, но даже и по истеченіи мѣсяца.

Тоже самое даетъ и кварцевый песокъ. Для доказательствъ этого, мелкій песокъ, въ естественномъ его состояніи, былъ обработанъ сначала соляной кислотой для удаленія окиси желѣза и углекислыхъ солей, потомъ освобожденъ отмучиваніемъ отъ пылеобразныхъ частей и, наконецъ, высушенъ и истертъ въ тончайшій порошокъ. Когда его взмутили съ водой и оставили стоять въ покоѣ, то въ жидкости замѣчались тѣ же явленія, что и въ предыдущемъ случаѣ, а именно: на дно медленно и послѣдовательно осаждались частицы, въ зависимости отъ ихъ размѣровъ, сначала болѣе крупныя, а за ними и болѣе мелкія. Вслѣдствіе несовер-

¹⁾ Вильямсъ, Опытъ изслѣдов. механич. анализа почвъ И. П. С. Х. Акад. 1892 г., стр. 28—50.

шенства измельченія, большая часть порошка осѣла черезъ нѣсколько часовъ, меньшая часть—по истеченіи сутокъ, но и послѣ этого жидкость оставалась мутною въ теченіе не только многихъ дней, но и недѣль.

Какъ извѣстно, глины обладаютъ также въ различной степени поглотительною способностью, т. е. извлекаютъ изъ воды вещества, растворенныя въ ней. Это ихъ свойство также приписывается обыкновенно присутствію въ глинахъ воднаго силиката глинозема, но г. Земятчинскій (стр. 225 и слѣд.) приводитъ весьма рѣзкіе доводы, опровергающіе это мнѣніе. Онъ указываетъ, во 1-хъ, на то, что не всегда поглотительная способность глинъ пропорціональна содержанію въ нихъ воднаго силиката глинозема. Слѣдуя показаніямъ Senft'a ¹⁾, чистый каолинъ иногда обладаетъ поглотительной способностью въ слабой степени, тогда какъ обыкновенная сѣровато-желтая глина, съ 3—5% гидрата желѣзной окиси или съ тонко раздробленнымъ гумусовымъ веществомъ, обнаруживаетъ это свойство въ высшей степени.

Соображенія геологическаго и минералогическаго характера привели г-на Земятчинскаго къ предположенію, что и поглотительная способность глинъ есть функція не ихъ состава, а зависитъ отъ чисто физическихъ причинъ, т. е., какъ и въ предыдущихъ случаяхъ, отъ степени мелкости частичекъ, изъ которыхъ составлено поглощающее вещество. Чтобы провѣрить это предположеніе, г. Земятчинскій чисто опытнымъ путемъ провѣрилъ слѣдствіе, изъ него вытекающее, а именно: одинаковой ли поглощающей способностью обладаютъ два наиболѣе чистыхъ и, слѣдовательно, почти тождественныхъ по составу каолина или эта способность измѣняется только въ зависимости отъ физическаго ихъ строенія? Для рѣшенія этого вопроса г. Земятчинскій бралъ уже знакомые намъ, изъ предыдущихъ опытовъ, глуховскій и владиміровскій каолины, при чемъ послѣдній испытывался въ естественномъ видѣ и въ тщательно измельченномъ состояніи. Кромѣ того, г. Земятчинскій продѣлалъ опыты съ искусственными порошками, приготовленными изъ кварцеваго песка и различающимися только крупностью зерна, ихъ составляющаго.

Опыты состояли въ томъ, что 10 гр. каждаго порошка взбалтывались съ 100 к. см. растворовъ хлористыхъ солей калия, натрія и аммонія, содержащихъ 10% соли, и измѣненіе въ содержаніи послѣдней опредѣлялось послѣ взбалтыванія: 1) или по измѣненію удѣльнаго вѣса раствора, опредѣляемому посредствомъ вѣсовъ Вестфала, 2) или объемнымъ опредѣленіемъ хлора въ соляномъ растворѣ до взбалтыванія его съ поглощающимъ порошкомъ и послѣ него.

Первый рядъ опытовъ далъ числа не особенно рѣзкія, но, во всякомъ случаѣ, доказывающія, что уменьшеніе удѣльнаго вѣса растворовъ происходитъ сильнѣе при взбалтываніи ихъ съ глуховскимъ каолиномъ,

¹⁾ F. Senft. Der Steinschütt und Erdboden, 1867. 242.

чѣмъ съ владиміровскимъ, и особеннаго вниманія заслуживаетъ неодинаковое дѣйствіе владиміровскаго каолина въ естественномъ и измельченномъ состояніяхъ, при чемъ онъ, въ послѣднемъ состояніи, поглощаетъ гораздо сильнѣе.

Болѣе явственно вытекаетъ тотъ же выводъ изъ чиселъ, полученныхъ при опредѣленіи въ растворахъ солей хлора до взбалтыванія съ поглощающимъ веществомъ и послѣ него. Не приводя всѣхъ результатовъ опытовъ (см. Земятчинскій, стр. 277), укажемъ только, что изъ одного и того же раствора нашатыря глуховскій каолинъ поглотилъ при взбалтываніи въ 7 разъ болѣе соли, чѣмъ каолинъ владиміровскій. То же самое замѣчается и при растворахъ другихъ солей.

Опыты съ поглощающей способностью кварцеваго песка были сдѣланы надъ тремя образцами его различной крупности зерна, а именно: одинъ состоялъ изъ песчинокъ, осаждающихся при отмучиваніи въ теченіе минуты, другой въ теченіе 5 минутъ и третій въ теченіе сутокъ. Песокъ былъ предварительно очищенъ, какъ описано выше. Опытъ показалъ, что поглощаемость песка возрастаетъ по мѣрѣ уменьшенія крупности зерна въ пропорціи для NH_4Cl 1 : 3,65 : 5 и для KCl въ пропорціи 1 : 4 : 7,3, т. е. что самый мелкій песокъ поглощаетъ NH_4Cl въ 5 разъ и KCl въ 7,3 болѣе, чѣмъ песокъ самый крупный.

Наконецъ, что касается до особаго запаха, издаваемого сухой глиной при смачиваніи ее водой или при дыханіи на нее, то, несомнѣнно, что, какъ вещество не летучее, глина не можетъ оказывать дѣйствія на органъ обонянія иначе, какъ путемъ чисто механическимъ, а именно, слѣдуетъ допустить, что вода, испаряясь съ поверхности глины, увлекаетъ съ собой и мельчайшія частички ея, и онѣ, раздражая слизистую оболочку дыхательнаго органа, вызываютъ то ощущеніе, которое мы характеризуемъ какъ глинистый запахъ. Г. Земятчинскій говоритъ, что чистый аморфный кремнеземъ, предварительно прокаленный, при размачиваніи его водой издаетъ также глинистый запахъ.

Такимъ образомъ, всѣ вышеприведенные опыты приводятъ къ выводу, что характерныя свойства глинъ не зависятъ отъ природы веществъ, ихъ составляющихъ, и потому между составомъ глинъ и всѣми вышерассмотрѣнными свойствами ея не можетъ существовать никакой зависимости.

Но одно изъ важнѣйшихъ свойствъ глины—это ея огнеупорность, конечно, находится въ зависимости отъ количества содержащагося въ ней воднаго силиката глинозема, которымъ она и обусловливается. Примѣси, встрѣчающіяся въ глинѣ, или плавятся сами легче силиката глинозема, или, дѣйствуя на него при накаливаніи, образуютъ болѣе плавкія соединенія, поэтому ясно, что чѣмъ менѣе будетъ въ глинѣ этихъ примѣсей, тѣмъ глина огнеупорнѣе, т. е. выдерживаетъ безъ измѣненія болѣе высокую температуру.

Отсюда ясно вытекаетъ то значеніе, которое можетъ имѣть для опре-

дѣленія огнеупорности данной глины знаніе количества содержащихся въ ней примѣсей. Повидимому, въ этомъ случаѣ могъ бы сослужить полезную службу механическій анализъ, но въ дѣйствительности это не оправдывается, потому что путемъ механическаго анализа мы раздѣляемъ зерна составляющія глину, только по ихъ величинѣ, вслѣдствіе того, что уд. вѣса и глиноземнаго силиката и примѣсей весьма близки между собой; допустить же предположеніе, что примѣси въ глинѣ находятся въ видѣ болѣе крупныхъ зеренъ, чѣмъ самое вещество глины, мы не имѣемъ никакого основанія.

Вслѣдствіе этого, для рѣшенія вопроса о степени огнеупорности глины по ея составу, оказалось необходимымъ избрать путь химическаго изслѣдованія и отыскать такой реагентъ, который бы далъ возможность отдѣлить самое вещество глины отъ ея примѣсей.

Попытки въ этомъ направленіи начались очень давно, въ первой половинѣ прошлаго столѣтія, и были вызваны работами Форхгаммера ¹⁾, который, производя многочисленные анализы глинъ изъ Швеціи, тщетно старался отыскать какую-либо зависимость между ихъ свойствами и составомъ. Вслѣдъ за тѣмъ Бишофъ ²⁾ высказалъ, что вычисленные по составу глинъ коэффиціенты ихъ огнеупорности не согласуются съ прямыми опредѣленіями ея опытнымъ путемъ.

Г-нъ Аронъ объяснилъ этотъ фактъ тѣмъ, что вычисленіе коэффиціента огнеупорности производится въ предположеніи, что при температурѣ плавленія глины въ этомъ процессѣ принимаютъ участіе всѣ ея составныя части, а въ дѣйствительности происходитъ нѣчто иное. Различныя вещества, находящіяся въ глинахъ въ видѣ примѣси, плавятся при накаливаніи глины не сразу вмѣстѣ съ силикатомъ глинозема, а послѣдовательно, и только при возвышенной температурѣ, когда и наиболѣе тугоплавкія составныя ея части расплавятся, наступаетъ моментъ перехода глины въ однородную жидкую массу; это и произойдетъ при температурѣ, соотвѣтствующей вычисленному коэффиціенту огнеупорности. Во всѣхъ же случаяхъ, когда глина отъ дѣйствія высокой температуры сначала только размягчается, а не плавится, вслѣдствіе того что часть ея остается еще въ нерасплавленномъ состояніи, нельзя ждать соотвѣтствія между наблюдаемой температурой плавленія и вычисленной.

Но, какъ въ большинствѣ случаевъ при фабрикаціи глиняныхъ издѣлій, обжигъ ихъ производится при температурѣ, при которой глина не плавится, а только спекается (*Garbrennen*), т. е. при которой плавятся только нѣкоторыя ея составныя части, то ясно, что химическое изслѣдованіе не должно ограничиваться опредѣленіемъ примѣсей глины, но должно распространяться и на ту ея часть, которая составляетъ такъ называемое вещество глины. Выводъ этотъ получилъ особое значеніе съ тѣхъ поръ,

¹⁾ Pogg. Ann. Band 35, 1835 г.

²⁾ Notitzblatt des deutschen Vereins f. Ziegel, Thon, Kalk, Cement. 1874.

какъ Зегеръ доказалъ, что свободные плавни (а не тѣ, что находятся въ невывѣтрившейся части примѣсей) понижаютъ температуру плавленія глины пропорціонально своему количеству. Это свойство привело Зегера къ работкѣ изъ смѣси чистаго каолина съ различными количествами плавней цѣлаго ряда смѣсей, изъ которыхъ и формируются такъ называемые нормальные конусы Зегера, употребляемые для опредѣленія температуры печей. Конусы эти получили большое распространѣніе въ техникѣ съ тѣхъ поръ, какъ Хехтъ сравнилъ показанія ихъ съ показаніями пирометра Ле-Шателье и подтвердилъ, что между температурой плавленія глины и количествомъ заключающихся въ конусахъ примѣсей къ ней существуетъ полная пропорціональность. Изъ этого ясно вытекаетъ, что если въ глинѣ часть плавней находится въ видѣ полевого шпата, то, независимо отъ количества его, размягченіе глины начнется при температурѣ плавленія этого вещества, т. е. при 1310° С. (№ 9 конуса Зегера) и только въ расплавленномъ состояніи онъ (т. е. плавень) начнетъ дѣйствовать на остальную массу глины.

Что въ глинахъ, судя по способу ихъ образованія, плавни могутъ находиться и въ свободномъ состояніи, т. е. не въ видѣ полевого шпата, усматривается изъ самаго способа ихъ образованія.

Поэтому, когда хотятъ сдѣлать заключеніе о степени огнестойкости глины по ея составу, то это послѣднее обстоятельство должно быть принято во вниманіе и согласно ему должно опредѣлять отдѣльно плавни, находящіеся въ свободномъ состояніи и въ соединеніи, на примѣръ, въ видѣ полевого шпата.

Способъ этотъ, въ его первоначальномъ видѣ, какъ онъ былъ предложенъ Форхгаммеромъ, состоялъ въ обработкѣ навѣски глины продолжительнымъ кипяченіемъ съ крѣпкой сѣрной кислотой, которая, какъ предполагается, растворяя самое вещество глины, почти не дѣйствуетъ на полевой шпатъ, что не совсѣмъ вѣрно. Что способъ этотъ не исполнѣнъ точно, указывалъ еще Бишофъ, который его и не принялъ, но, что, при соблюденіи нѣкоторыхъ условій, онъ даетъ результаты, достаточно точные для техническихъ цѣлей, было доказано многими химиками и между прочимъ Зегеромъ, который и содѣйствовалъ его усовершенствованію. Такъ, Зегеръ показалъ, что глину не надо кипятить съ сѣрной кислотой очень долго, не болѣе 10—12 часовъ, потому что въ это время въ растворъ переходитъ почти весь содержащійся въ ней силикатъ глинозема. Точно также по его опредѣленіямъ оказалось, что тонкій порошокъ полевого шпата, при кипяченіи съ крѣпкой сѣрной кислотой, въ продолженіе вышеозначеннаго времени, растворяется въ количествѣ не болѣе $2,24\%$. Если принять во вниманіе, что содержаніе полевого шпата въ глинахъ рѣдко достигаетъ до 10% , обыкновенно же оно гораздо менѣе значительно, то и при 10% вліяніе вышеприведенной растворимости его въ сѣрной кислотѣ отзовется столь малой величиной на результатѣ анализа, что ей можно не придавать значенія.

Въ настоящее время, слѣдую предположенію Линдгорста, нерастворимый остатокъ отъ обработки глины сѣрной кислотой подвергаютъ дѣйствию плавиковой кислоты и по удаленіи всего кремнезема опредѣляютъ въ немъ глиноземъ и щелочи.

Таковы въ сущности своей основанія способа рациональнаго анализа глинъ. Не трудно видѣть, однако - же, что онъ непримѣнимъ къ тѣмъ изъ нихъ, которыя, кромѣ полевого шпата, содержатъ, какъ примѣсь, слюду или осколки цеолитовыхъ минераловъ, растворимые въ кислотахъ; въ этихъ случаяхъ примѣненіе рациональнаго анализа можетъ повести къ серьезнымъ ошибкамъ.

Самый ходъ рациональнаго анализа описанъ весьма кратко у Бруно Керля въ его *Handbuch der gesammten Thonindustrie* (1879), а также у Поста ¹⁾, но, кромѣ того, имѣются указанія по этому болѣе подробныя, сдѣланныя Зегеромъ ²⁾, Хехтомъ ³⁾, Бишофомъ ⁴⁾. Всѣ они поступаютъ приблизительно такъ: берутъ навѣску въ 5 гр., высушенной при 100—150° С. и истертой въ порошокъ глины, обливаютъ ее въ колбѣ 150—300 гр. воды, содержащей 2 к. с. натроваго щелока и кипятятъ, пока глина не распустится въ жидкости вполне. Тогда къ ней по охлажденіи прибавляютъ 50 к. с. или 25 к. с. сѣрной кислоты и снова кипятятъ до тѣхъ поръ (часовъ 10—12), пока не появятся пары сѣрной кислоты. Тогда жидкость, по охлажденіи, разбавляютъ водой, даютъ ей отстояться и сливаютъ осторожно большую ея часть въ особый стаканъ, а остатокъ кипятятъ послѣдовательно два раза съ соляной кислотой и натровымъ щелокомъ. Послѣ cadaго кипяченія жидкость разбавляютъ водой, отстаиваютъ и подъ конецъ процѣживаютъ, а затѣмъ остатокъ промываютъ, прокалываютъ и взвѣшиваютъ. Осадокъ этотъ состоитъ изъ кварца и полевого шпата, и его обрабатываютъ, какъ было указано выше, плавиковою кислотой, опредѣляютъ затѣмъ въ немъ глиноземъ и по оному вычисляютъ содержаніе полевого шпата. Если вѣсъ суммы кварца (песку) и полевого шпата вычестъ изъ навѣски, то разность покажетъ количество содержащагося въ ней глинистаго вещества, и Бишофъ считаетъ его гадательнымъ, проблематичнымъ, потому что мы не имѣемъ никакихъ указаній насчетъ того, произошло ли разложеніе глинистаго вещества, при дѣйствии кипящей сѣрной кислоты, вполне или нѣтъ.

При анализѣ двухъ образцовъ глины изъ Россіи, по приему Зегера, были замѣчены дѣйствительно слѣдующія неудобства: при сливаніи жидкости увлекаются ею и осколки еще не разложившейся, находившейся въ глинѣ породы, и если, для избѣжанія могущей быть отъ этого потери, жидкость захотятъ процѣдить, вмѣсто того, чтобы сливать, то осадокъ

¹⁾ Post. Chemisch.-technisch. Anal.

²⁾ Boekmann. Chem.-technische Untersuchung's Methoden. 1884.

³⁾ Chem. Techn. v. Damme. 1883.

⁴⁾ Boekmann l. c. (1884). Lunge. Chemisch-technische Untersuchung's Methoden. 1899.

быстро залѣпляеть фильтръ, такъ что цѣженіе длится цѣлые дни. Кромѣ того, цѣдилку съ остающимся въ ней студенистымъ кремнеземомъ хорошо промыть весьма трудно. При этомъ было замѣчено, что даже при сильномъ кипяченіи съ сѣрной кислотой навѣска глины разлагалась вполнѣ не всегда и часть ея оставалась неразложенною, вслѣдствіе чего погрѣшность въ опредѣленіи суммы кварца и полевого шпата доходила до 3,3%. Ясно, что столь неточныя опредѣленія не пригодны даже и въ тѣхъ случаяхъ, когда анализъ глины производится съ чисто практической цѣлью. Чтобы выяснитъ причину этой ошибки, бесполезно обращаться къ технической литературѣ: въ ней нѣтъ по этому предмету никакихъ указаній, но что подобныя ошибки нерѣдки, доказываютъ справки, навѣденныя въ керамическихъ лабораторіяхъ, специально занимающихся анализами глинъ; всѣ онѣ показали, что разность въ опредѣленіяхъ суммы кварца и полевого шпата весьма нерѣдко доходитъ даже до 4%.

Вслѣдствіе сего профессоръ Witt въ Берлинѣ обратилъ особое вниманіе на опредѣленіе причины этой погрѣшности рациональнаго анализа и на отысканіе пріемовъ для того, чтобы избѣжать ихъ и сдѣлать анализъ глинъ болѣе точнымъ.

Для производства этихъ изысканій были взяты 2 упомянутые уже образца глины изъ Россіи и при анализѣ ихъ было обращено вниманіе на слѣдующіе четыре пункта:

1) на правильную концентрацію сѣрной кислоты и способъ разварки въ ней глины; 2) на двойное сливаніе; 3) на окисленіе помощію азотной кислоты органическихъ веществъ, весьма часто содержащихся въ глинѣ; 4) на подготовку глины, подвергаемой анализу, съ цѣлью сдѣлать ее вполнѣ однородной.

Мы не будемъ входить въ разсмотрѣніе всѣхъ опытовъ и разсужденій, которые привели г. Сабекъ къ рекомендуемымъ имъ выводамъ относительно этихъ пунктовъ, и укажемъ только на ихъ сущность и значеніе.

Всѣ химики, занимавшіеся рациональнымъ анализомъ глинъ, рекомендуютъ брать для разварки навѣски ея въ 5 гр. ровно 50 к. с. сѣрной кислоты, разбавленной отъ 300 к. с. (Хехтъ) до 100 к. с. воды. Г. Сабекъ говоритъ, что наиболѣе удобная кислотная жидкость получается при смѣшеніи 100 к. с. воды съ 50 к. с. сѣрной кислоты. Смѣсь эта кипитъ спокойно, безъ сильныхъ толчковъ, и если ее нагрѣваютъ такъ осторожно, чтобы пламя непосредственно не касалось дна сосуда, то часа черезъ 4¹/₂ начинается отдѣленіе паровъ сѣрной кислоты. Дальнѣйшее нагрѣваніе жидкости можетъ повести къ ошибкамъ, такъ какъ крѣпкая сѣрная кислота при высокой температурѣ разлагаетъ полевою шпатъ, и, слѣдовательно, нагрѣвать болѣе 4¹/₂ часовъ не нужно. Относительно сливанія жидкости г. Сабекъ говоритъ слѣдующее: такъ какъ простое сливаніе кислаго раствора влечетъ за собой ошибки, а цѣженіе его идетъ слишкомъ мед-

ленно, то и оказалось болѣе удобнымъ замѣнить простое сливаніе двойнымъ. Производится оно такъ:

Въ стаканъ, емкостью въ 2 литра, сливаютъ предварительно разбавленный водой и не вполне освѣтлившейся кислый растворъ глины, не стѣняясь тѣмъ, что онъ увлечетъ съ собой нѣкоторое количество твердаго остатка. Затѣмъ жидкости, получаемая при многократной послѣдовательной обработкѣ остатка сначала 10 к. с. раствора ѣдкаго натра и затѣмъ 5 к. с. крѣпкой соляной кислоты, при чемъ каждая обработка должна состоять въ кипяченіи въ продолженіе 5 минутъ, сливаются въ тотъ же стаканъ, не стѣняясь тѣмъ, что съ жидкостью можетъ перейти въ него и часть твердаго остатка. Если горячая щелочная жидкость сливается въ стаканъ осторожно, то въ верхней части жидкости образуется осадокъ гидрата глинозема, который, осаждаясь, увлекаетъ вмѣстѣ съ собой и всѣ плавающія твердыя частицы.

По истеченіи часа жидкость вполне освѣтляется, такъ что ее можно начисто слить. Въ чашкѣ остается главная масса нераствореннаго остатка взятой глины и его смываютъ на фильтръ соляной кислотой.

Жидкость, отстоявшуюся начисто въ стаканѣ, осторожно сливаютъ такъ, чтобы на этотъ разъ ни малѣйшее количество твердаго остатка не было увлечено ею. Обыкновенно вмѣстѣ съ остаткомъ на днѣ стакана остается отъ 50 к. с. до 100 к. с. жидкости, которую сливаютъ въ чашку и подвергаютъ повторенной и послѣдовательной обработкѣ натровымъ щелокомъ и соляной кислотой. Получаемая при этомъ кислотная и щелочная жидкости собираются теперь уже отдѣльно, чтобы можно было видѣть, содержатъ-ли онѣ какія-нибудь плавающія твердыя частички, увлеченныя при сливаніи. Щелочная жидкости отстаиваются весьма скоро, такъ что если остатокъ въ стаканѣ промыть хорошенько водой, сливая промывныя воды, а затѣмъ облить соляной кислотой, то эта послѣдняя извлекаетъ изъ него послѣдніе клочки глинозема; поэтому слѣдующая обработка щелокомъ служитъ только какъ гарантія, что вещество глины разложено и извлечено начисто. При грубыхъ же опредѣленіяхъ можно этой вторичной обработки кислотой и щелокомъ вовсе не дѣлать. Отмытый вполне остатокъ въ стаканѣ собирается на тотъ же фильтръ, высушивается, прокаливается и взвѣшивается. Для опредѣленія количества полевого шпата въ этомъ остаткѣ его обрабатываютъ плавиковою кислотой или фтористымъ аммоніемъ и затѣмъ прокаливаетъ, смочивши сѣрной кислотой; полученныя сѣрнокислыя соли растворяютъ въ водѣ, осаждаютъ изъ раствора глиноземъ, по количеству котораго и вычисляютъ содержаніе полевого шпата въ глинѣ. Для этой цѣли Зегеръ совѣтуетъ помножить полученное количество глинозема на 5,41, но правильнѣе будетъ уменьшить этотъ коэффициентъ до 5,10¹⁾.

¹⁾ См. Emile Baurry. *Traité des Industries céramiques*. 1897 стр. 81.

Все вышеизложенное относительно двойного сливанія требуетъ нѣкотораго разъясненія. Г. Сабекъ говоритъ, что по окончаніи разварки съ сѣрной кислотой жидкость охлаждають, разбавляютъ водою и сливають въ стаканъ вмѣстѣ съ нѣкоторымъ количествомъ мути. Затѣмъ оставшійся въ чашкѣ осадокъ кипятятъ съ 10 к. с. крѣпкаго натроваго щелока и жидкость осторожно сливають въ тотъ же стаканъ. При осторожномъ сливаніи щелочная жидкость, въ слоѣ соприкосновенія съ кислотнымъ растворомъ, выдѣляетъ растворенный ею глиноземъ, который, осаждаясь на днѣ стакана, увлекаетъ всю муть, плавающую въ кислой жидкости. Но такъ какъ глиноземъ осаждается въ нижній слой жидкости, имѣющей кислую реакцію и содержащей много сѣрной кислоты, то чтобы онъ не растворился и дѣйствительно сѣлъ на дно стакана, надо, чтобы эта кислая жидкость была или очень сильно разбавлена, или чтобы сѣрная кислота успѣла въ ней нейтрализоваться при послѣдовательномъ цѣженіи щелочной жидкости.

Переходя къ вопросу, какъ устранить органическія вещества, часто заключающіяся въ глинѣ или въ видѣ углистыхъ частицъ, или корней растений, и препятствующія правильному ходу анализа, у г. Сабека указано на окисленіе (сжиганіе ихъ) мокрымъ путемъ, помощью бертолетовой соли или азотной кислоты.

При окисленіи бертолетовой солью, ее измельчаютъ предварительно въ тонкій порошокъ и затѣмъ бросаютъ очень малыми порціями въ кипящую съ глиной сѣрную кислоту. При осторожной работѣ взрыва отъ разложенія бертолетовой соли не происходитъ, и окисленіе идетъ быстро, такъ что навѣска глины, содержащей до 15% углерода, была отъ него освобождена вполнѣ въ часъ времени. Неудобства этого способа состоятъ въ томъ, что калий бертолетовой соли переходитъ въ сѣрнокислую соль, слѣдовательно, частью нейтрализуетъ сѣрную кислоту и что эта соль выкристаллизовывается (осаждается) изъ жидкости.

Окисленіе азотной кислотой идетъ также весьма легко, при чемъ на навѣску глины съ 15% углерода достаточно 15 к. с. кислоты. Этотъ способъ окисленія представляетъ то преимущество предъ предыдущимъ, что при немъ не вводятся въ растворъ соли. Окисленіе идетъ быстро и оканчивается въ 1 или 1½ часа; получаемый прозрачный растворъ имѣетъ обыкновенно буроватый цвѣтъ, но плавающихъ въ немъ частицъ угля незамѣтно вовсе. Кристаллическіе минералы, находящіеся въ глинѣ, какъ примѣси, не измѣняются почти вовсе отъ дѣйствія азотной кислоты.

Относительно вліянія, которое могутъ оказывать на составъ средней пробы глины находящіеся въ ней осколки кварца, полевого шпата и т. д., замѣтимъ слѣдующее: Зегеръ совѣтуетъ глину, подлежащую анализу и содержащую подобныя примѣси, не растирать въ ступкѣ, а только раздроблять въ ней зерна отдѣльныхъ породъ, изъ опасенія, что, въ видѣ тонкаго порошка, они будутъ сильнѣе растворяться кислотами. Но Сабекъ

говорить прямо противное и настаиваетъ на томъ, что глина, подлежащая анализу, должна быть истерта въ ступкѣ въ однородную массу, такъ какъ по его опредѣленіямъ неточности, обусловливаемая растворимостью въ кислотахъ и щелочахъ примѣсей, заключающихся въ глинѣ, не превосходятъ своей величиной погрѣшностей химическихъ анализовъ вообще.

Мы не станемъ слѣдить за г. Сабekomъ въ его доказательствахъ этого положенія, но приведемъ только нѣкоторыя изъ данныхъ, на которыхъ онъ основывается.

Такъ, относительно дѣйствія растворовъ ѣдкаго и углекислаго натра на кварцевый песокъ, онъ приводитъ результаты наблюдений Lunge и Willberg'a ¹⁾, изъ которыхъ видно, что чѣмъ мельче песокъ, тѣмъ онъ легче растворяется въ щелочныхъ жидкостяхъ. Называя *крупнымъ* пескомъ (gröberes) такой, который просѣивается черезъ сито, имѣющее 2 т. отверстій на кв. см., *мелкимъ* такой песокъ, который отстаивается въ водѣ вполнѣ черезъ двое сутокъ, и *самымъ мелкимъ* такой, который отстаивается въ водѣ черезъ 14 сутокъ, гг. Лунге и Вильбергъ нашли, что при 2-хъ часовомъ кипяченіи со слѣдующими щелочными жидкостями эти сорта одного и того же песка теряютъ въ вѣсѣ.

	5% $NaHO$.	5% Na_2CO_3 .	1% Na_2CO_3 .
Крупный песокъ	1,96 ⁰ / ₁₀₀	слѣды	слѣды
Мелкій песокъ	16,20 „	5,90 ⁰ / ₁₀₀	2,10 ⁰ / ₁₀₀
Самый мелкій песокъ	100,00 „	—	—

Если принять во вниманіе, что описанный выше способъ рациональнаго анализа глины требуетъ не двухчасового кипяченія съ натровымъ щелокомъ, а всего двукратнаго, по 5 минутъ каждый, и допуская, что количество раствореннаго песка въ ѣдкомъ натрѣ пропорціонально времени дѣйствія послѣдняго, то вѣроятную ошибку при анализѣ надо уменьшить, по крайней мѣрѣ, въ 12 разъ. Такимъ образомъ, возможная растворимость при анализѣ будетъ для крупнаго песка = 0,16⁰/₁₀₀, для мелкаго песка = 1,32⁰/₁₀₀, а для самага мелкаго песка = 8,33⁰/₁₀₀.

Если же принять въ соображеніе, что эти числа относятся до чистаго песка, содержаніе котораго въ глинѣ не превышаетъ 20⁰/₁₀₀, то вышеприведенныя числа надо будетъ уменьшить еще разъ въ 5 и принять вмѣсто нихъ слѣдующія: 0,032; 0,264; 1,56. Это послѣднее число относится къ мельчайшему песку, содержаніе котораго въ глинѣ измѣряется навѣрное долями одного процента. При томъ при анализѣ употребляется не 5⁰/₁₀₀-ный, а 2⁰/₁₀₀-ный растворъ $NaHO$.

Дѣйствительно, цѣлый рядъ опытовъ показалъ, что растворимость тончайшихъ частей песка имѣетъ при анализѣ глины второстепенное значеніе, такъ какъ при параллельныхъ анализахъ одного и того же образца глины получаются почти совпадающіе результаты, что было бы

¹⁾ Zeitschrift für angewandte Chemie. 1897 г., тетрадь 14.

врядъ ли достижимо, если бы растворимость песка въ щелокѣ была значительна. Во всякомъ случаѣ, основываясь на работѣ Лунге и Вильберга, надо принять, что для получения совершенно точныхъ результатовъ слѣдуетъ брать вмѣсто натроваго щелока растворъ углекислаго натра.

Относительно дѣйствія кислотъ на полевою шпатъ и другія кристаллическія горныя породы, встрѣчающіяся въ глинтѣ, можно было бы сослаться на прежнія опредѣленія Зегера, но, къ сожалѣнію, они не полны и не точны. Поэтому г. Сабекъ продѣлалъ самъ эти опыты съ ортоклазомъ и альбитомъ изъ Швеціи. Оба эти минерала были тонко измельчены въ стальной ступкѣ, просѣяны, прокипячены съ соляной кислотой и натровымъ щелокомъ, промыты и высушены до постояннаго вѣса. Каждое изъ этихъ веществъ было раздѣлено по крупности зерна на 3 сорта.

1) Крупный сортъ, не просѣивающійся черезъ сито съ 4 т. отверстій на 1 кв. см.

2) Менѣе крупный сортъ, просѣивающійся черезъ сито съ 4 т. отверстій на 1 кв. см., но не просѣивающійся черезъ сито съ 5 т. отверстій на 1 кв. см.

3) Мелкій сортъ, просѣивающійся черезъ сито съ 5 т. отверстій на 1 кв. см. Всѣ операциі съ ними были продѣланы согласно вышеописанному приему.

	Съ 25 к. с. H_2SO_4 на 1 гр. ортоклаза.	Съ 50 к. с. H_2SO_4 на 1 гр. ортоклаза.	
Очень крупный порошокъ потерялъ	0,22 ⁰ / ₀	0,00 ⁰ / ₀	
Менѣе крупный сортъ потерялъ	0,22 „	0,94 „	
Тонкій сортъ потерялъ	2,35 „	1,92 „	
	Съ 25 к. с. H_2SO_4 на 1 гр. альбита.	Съ 25 к. с. H_2SO_4 + 5 к. с. HCl на 1 гр. альбита.	Съ 50 к. с. H_2SO_4 + 5 к. с. HNO_3 на 1 гр. альбита.
Самый крупный сортъ потерялъ	1,59 ⁰ / ₀	1,21 ⁰ / ₀	1,23 ⁰ / ₀
Менѣе крупный сортъ потерялъ	2,22 „	1,50 „	1,80 „
Мелкій сортъ потерялъ	2,19 „	2,12 „	2,20 „

Такимъ же образомъ были произведены опыты со слюдой, при чемъ получены слѣдующіе результаты:

	Съ 25 к. с. H_2SO_4 + 5 к. с. HCl на 1 гр. слюды.	Съ 50 к. с. H_2SO_4 + 5 к. с. HCl на 1 гр. слюды.	Съ 50 к. с. H_2SO_4 + 5 к. с. HNO_3 на 1 гр. слюды.
Очень крупное зерно	71,60 ⁰ / ₀ ¹⁾	25,59 ⁰ / ₀	52,21 ⁰ / ₀
Крупное зерно	—	41,99 ⁰ / ₀	57,96 ⁰ / ₀
Мелкій порошокъ	—	77,59 ⁰ / ₀	81,72 ⁰ / ₀

¹⁾ Г. Сабекъ приводит на стр. 30 своей брошюры объясненіе, почему навѣски ортоклаза и альбита и т. д. растворяются скорѣе, когда на 1 гр. ея берутъ 25 к. с. H_2SO_4 , а не 50 к. с.; не приводя его здѣсь, ограничиваемся только этимъ указаніемъ.

Всѣ эти результаты приводятъ къ заключенію, что полевые шпаты разлагаются при обработкѣ сѣрной, соляной кислотой и натровымъ щелочкомъ и, дѣйствительно, отчасти растворяются въ этихъ реактивахъ, но если принять въ расчетъ, что въ глинѣ содержаніе полевого шпата рѣдко достигаетъ 10⁰/₀, то, слѣдовательно, потеря отъ разложенія его при анализѣ будетъ въ 10 разъ меньше вышеприведенныхъ чиселъ и въ дѣйствительности врядъ-ли превыситъ 0,2⁰/₀. Слѣдовательно, несмотря на всѣ утвержденія Бишофа, рациональный анализъ есть способъ не менѣе точный, чѣмъ всякій другой способъ технического анализа. Но необходимо принять, что если на навѣску глины въ 5 гр. брать 50 к. с. H_2SO_4 и 100 к. с. воды, то при кипяченіи ея одно и то же время, что и съ жидкостью, содержащей только 25 к. с. H_2SO_4 на 100 к. с. воды, потеря отъ растворенія полевого шпата будетъ въ первомъ случаѣ менѣе значительна, чѣмъ въ послѣднемъ.

Что касается до растворимости слюды въ кислотахъ, то вышеприведенныя числа показываютъ, что она весьма значительна. Но извѣстно, что въ бѣлыхъ глинахъ слюда встрѣчается въ видѣ примѣси весьма рѣдко, а для содержащихъ слюду глинъ, имѣющихъ въ обожженномъ состояніи желтый, переходящій въ бурый цвѣтъ, рациональный анализъ примѣнять не слѣдуетъ. Г. Сабекъ приводитъ анализы глины изъ Пензенской губерніи, Раненбургскаго уѣзда, а также и изъ другихъ мѣстностей, произведенные имъ параллельно по два раза, при чемъ полученные результаты дѣйствительно разнятся между собой только въ сотыхъ и рѣдко въ десятыхъ доляхъ процента. Это даетъ ему поводъ еще разъ упрекнуть Бишофа ¹⁾ за то, что онъ утверждалъ, что при рациональномъ анализѣ нельзя получать точныхъ данныхъ, вслѣдствіе растворимости кварца въ въ натровомъ щелокѣ, а полевого шпата въ сѣрной кислотѣ; между тѣмъ, если бы эта растворимость была значительна, то никогда нельзя было бы получить столь согласныхъ результатовъ при ихъ опредѣленіи.

Если при рациональномъ анализѣ глины полевого шпата вовсе не оказывается въ ней, то это нужно объяснить, согласно работамъ Форхгаммера, Зенфта и Зегера, что глины эти вовсе его не содержатъ и что, слѣдовательно, онъ разложился вполне при образованіи ихъ.

Въ общемъ, успѣхъ рациональнаго анализа глины сводится къ соблюденію слѣдующихъ условій:

- 1) Совершенная однородность средней пробы, подлежащей анализу.
- 2) Должная концентрація сѣрной кислоты и правильное ея кипяченіе.
- 3) Окисленіе содержащагося въ глинѣ органическаго вещества, и его лучше всего производить посредствомъ азотной кислоты.
- 4) Примѣненіе двойного сливанія сѣрнокислаго раствора, для отдѣленія его отъ осадка.

¹⁾ Chemisch-Technischen Untersuchungsmethoden v. Lunge, стр. 515.

Выше, говоря о значеніи рациональнаго анализа для сужденія о качествѣ данной глины, мы старались указать на зависимость, которая должна существовать между ея плавкостью и рациональнымъ составомъ. Но, если бы рациональный анализъ имѣлъ значеніе только для сужденія о степени огнеупорности, то, безъ сомнѣнія, онъ примѣнялся бы въ практикѣ весьма рѣдко, такъ какъ непосредственное опредѣленіе этой огнеупорности въ горну Сень-Клеръ Девиля при помощи конусовъ Зегера рѣшается тотъ же вопросъ скорѣе и съ достаточной для практической цѣли точностью.

Но дѣло въ томъ, что рациональный анализъ не только можетъ служить основаніемъ для сужденія о степени огнеупорности глины, но онъ имѣетъ значеніе, по словамъ г. Сабекъ, какъ контрольное средство при фабрикаціи глиняныхъ издѣлій. Рациональный анализъ показываетъ, сколько содержитъ глиняная масса полевого шпата и кварца и сколько ихъ еще нужно подбавить къ ней, чтобы она вполнѣ удовлетворяла слѣдующимъ условіямъ:

1. Содержала бы достаточное количество веществъ, уменьшающихъ излишнюю жирность глины (такъ сказать, отощающихъ), что въ высшей степени важно для того, чтобы она имѣла должную пластичность и, вмѣстѣ съ тѣмъ, переносила бы сушку сдѣланныхъ изъ нея издѣлій должнымъ образомъ.

2. Содержала бы достаточное количество полевого шпата, какъ плавня, и, благодаря этому, относилась бы къ высокой температурѣ, такъ какъ это требуется для изготовленныхъ изъ нея желаемого сорта издѣлій.

Въ дополненіе ко всему вышеизложенному о рациональномъ анализѣ глинъ мы считаемъ безусловно необходимымъ привести нѣкоторыя свѣдѣнія изъ книги Земятинскаго, о которой было говорено выше. Въ 3-й части ея есть глава 2-я, посвященная изслѣдованію дѣйствія различныхъ химическихъ реактивовъ на глины, и по приведеннымъ въ ней выводамъ она заслуживаетъ серьезнаго вниманія химиковъ-аналитиковъ. Г. Земятинскій относится съ недовѣріемъ къ способу рациональнаго анализа глинъ, основанному на дѣйствіи на нихъ сѣрной кислоты, и говоритъ то же, что Бишофъ, что способъ этотъ не можетъ давать точныхъ результатовъ, потому что сѣрная кислота дѣйствуетъ не только на вещество глины (силикатъ глинозема), но и на полевой шпатъ и другіе кремнекислые минералы въ ней встрѣчающіеся.

Мы видѣли, что Сабекъ не отрицаетъ этого, но, вмѣстѣ съ тѣмъ, онъ указываетъ на то, что дѣйствіе это такъ медленно и незначительно, что неточность отъ растворимости силикатныхъ примѣсей въ глинахъ (кромѣ слюды) не превышаетъ обыкновенныхъ погрѣшностей анализа.

Ясно, что рекомендуемый г-мъ Сабекомъ способъ требуетъ при своемъ исполненіи строгаго слѣдованія тѣмъ приѣмамъ, которые онъ указываетъ иначе полученные результаты будутъ неточны.

Поэтому не подлежитъ сомнѣнію, что рациональный анализъ много

бы выстрѣлъ какъ въ точности, такъ и въ удобствѣ его производства, если бы можно было замѣнить въ немъ сѣрную кислоту другой жидкостью, растворяющей силикатъ алюминія и не дѣйствующую на полевой шпатъ и т. п. Таковой жидкостью, на основаніи работъ г. Земятчинскаго, нужно признать 10⁰/₀ соляную кислоту, которая растворяетъ находящійся въ глинѣ силикатъ алюминія при температурѣ около 100⁰ С. Особенно легко разлагается глина соляной кислотой, показанной крѣпости, если ее предварительно прокалить до слабаго темно-краснаго каленія¹⁾, при чемъ почти вся содержащаяся въ ней въ химическомъ соединеніи вода выдѣляется. Для примѣра приведемъ нѣсколько численныхъ данныхъ, полученныхъ г-мъ Земятчинскимъ. Навѣска каолина изъ Вальдгейма была нагрѣта до слабаго темно-краснаго каленія въ теченіе 4¹/₂ часовъ и потеряла при этомъ 17,347⁰/₀, т. е. выдѣлила всю воду. Затѣмъ она настаивалась въ теченіе 10 часовъ на водяной банѣ съ 10⁰/₀ соляной кислотой, остатокъ по промывкѣ обработанъ 10⁰/₀ растворомъ соды на холоду, а затѣмъ при кипяченіи, для извлеченія изъ него освободившагося кремнезема. Послѣ этихъ операцій осталось 2,643⁰/₀ вещества, которое не было кварцевымъ пескомъ, потому что имѣло желтоватый цвѣтъ и по сплавленіи съ содой обнаружило содержаніе и окиси желѣза, и глинозема. Глинозема 10⁰/₀ *HCl* извлекла 44,64⁰/₀, а *SiO₂* освободилось и извлечено содой 51,688⁰/₀, а каолинъ изъ Вальдгейма содержитъ въ безводномъ состояніи *Al₂O₃* = 44,63⁰/₀, а *SiO₂* = 53,13⁰/₀. Ясно, что *Al₂O₃* въ остаткѣ могло быть только ничтожное количество.

Точно также каолинъ изъ Владиміровки, при прокаливаніи при темно-красномъ каленіи въ теченіе 2-хъ часовъ, потерялъ всю воду (13,75⁰/₀) и послѣ обработки 10⁰/₀ *HCl* въ теченіе 10 часовъ на водяной банѣ и извлеченіи остатка содой, разложился почти вполнѣ, такъ какъ въ растворъ при этомъ перешло 38,83⁰/₀ глинозема, а содержится его въ глинѣ изъ Владиміровки 40,02⁰/₀. Когда полученный остатокъ былъ еще 2 раза обработанъ крѣпкой *HCl* и содой, то въ растворъ его перешло еще 1,166⁰/₀, такъ что всего изъ каолина изъ Владиміровки *HCl* слабая и крѣпкая извлекли всего 39,999⁰/₀. Г. Земятчинскій занялся изслѣдованіемъ дѣйствія 10⁰/₀ *HCl* на глину, потому что ее рекомендовали какъ реактивъ для отдѣленія, при анализѣ почвы, цеолитовъ отъ глины, и онъ пришелъ къ выводу, что для этой цѣли она непригодна и точныхъ результатовъ давать не можетъ. Наблюденія его, наоборотъ, привели къ убѣжденію, что слабая (10⁰/₀) *HCl* кислота такъ легко разлагаетъ каолилитовыя породы, что ее можно употреблять вмѣсто сѣрной кислоты при рациональномъ анализѣ глины. Для этой цѣли г. Земятчинскій совѣтуетъ навѣску глины, прокаленную, по крайней мѣрѣ, въ теченіе часа до темнаго ка-

¹⁾ Глина, сильно прокаленная до бѣлаго каленія, растворяется трудно даже въ крѣпкой соляной кислотѣ.



ленія ¹⁾, подвергнуть затѣмъ дѣйствию 10% *HCl* въ закрытомъ стаканчикѣ и нагрѣвать его не менѣе 10 часовъ на водяной банѣ. Крѣпкую *HCl*, хотя она дѣйствуетъ много быстрѣе, употреблять г. Земятчинскій считаетъ опаснымъ, такъ какъ она можетъ дѣйствовать и на встрѣчающіеся въ глинѣ осколки минераловъ, какъ полевой шпатъ, роговая обманка и др. Остатокъ отъ процѣживанія солянокислаго раствора нужно прокипятить въ теченіе получаса съ 10% растворомъ соды, затѣмъ остатокъ промыть, высушить и, по сжиганіи фильтра, взвѣсить.

Мнѣ кажется, что предложеніе г. Земятчинскаго заслуживаетъ вниманія химиковъ и аналитиковъ, и весьма вѣроятно, что съ замѣной сѣрной кислоты соляной кислотой устранятся недостатки рациональнаго анализа глины при посредствѣ сѣрной кислоты и онъ войдетъ во всеобщее употребленіе. Но, конечно, въ предложеніи г-на Земятчинскаго способъ анализа глины является недостаточно выработаннымъ. Такъ, мы не видимъ никакого критерія для опредѣленія—разложилась ли навѣска глины вполнѣ при настаиваніи въ теченіе 10 часовъ на водяной банѣ. Мы не знаемъ затѣмъ, какъ достигнуть такого разложенія глины соляной кислотой, и нельзя ли подъ конецъ настаиванія употреблять соляную кислоту болѣе крѣпкую.

Необходимо затѣмъ опредѣлить, какъ дѣйствуетъ крѣпкая соляная кислота на различной крупности порошки ортоклаза, альбита, слюды и т. д. Точно также, имѣя въ виду, что цѣженіе соляно-кислой жидкости, содержащей студенистый кремнеземъ, можетъ оказаться на практикѣ весьма неудобнымъ, необходимо было бы изслѣдовать—нельзя ли соляно-кислый экстрактъ глины передъ цѣженіемъ выпарить досуха, остатокъ высушить при 120° С. и затѣмъ уже, обливъ водой, процѣдить. При этомъ условіи кремнеземъ, находясь въ нерастворимомъ состояніи, не представлялъ бы никакихъ препятствій къ цѣженію. Только по выясненіи этихъ и другихъ имъ подобныхъ вопросовъ опытнымъ путемъ, рациональный анализъ глины, помощью слабой соляной кислоты, можетъ войти въ ежедневный обиходъ керамическихъ и вообще аналитическихъ лабораторій.

¹⁾ Глина, послѣ сильнаго прокалыванія до-бѣла, растворяется въ слабой соляной кислотѣ трудно.

БИБЛІОГРАФІЯ.

Очеркъ дѣятельности журнала *Stahl & Eisen* за вторую четверть 1902 г.

Заслуженнаго профессора Ив. Авг. Тиме.

Книжка № 7 (Стр. 357—371). Рейнско-Вестфальская промышленная выставка въ Дюссельдорфѣ 1902 года.

Это статья, сопровождаемая 19 рисунками въ текстѣ и планомъ выставки, изображенномъ на таблицѣ IV, касается общей организаціи выставки.

Общая площадь выставки = 530.000 м.², изъ которыхъ 127.000 м.² представляли 168 отдѣльныхъ зданій и 53.000 м.² были заняты выставкой подъ открытымъ небомъ. Всего застроено 180.000 м.². Выставка въ Берлинѣ въ 1896 г. занимала площадь 1.100.000 м.² и всемірная выставка въ Парижѣ въ 1900 г.—2.227.946 м.², изъ которыхъ застроено было 650.000 м.², т. е. въ 3,6 больше, нежели въ Дюссельдорфѣ.

Наибольшая площадь, занятая отдѣльными зданіями, = 29.415 м.² № II зданіе промышленности и 14.532 м.² = 280 × 51,9 м. машинное зданіе ¹⁾). Главный ресторанъ (1.200 мѣсть) = 2.800 м.² и винный ресторанъ (700 мѣсть) = 1,900 м.². Стоимость всѣхъ 168 зданій = 10 до 12 милліоновъ марокъ.

Для сообщенія между собою различныхъ частей выставки служила круговая электрическая (съ аккумуляторами) желѣзная дорога въ 3,5 километра длиною, при скорости движенія 12 километровъ въ часъ, рассчитанная minimum на 10.000 пассажировъ въ день, съ 10 станціями. Стоимость проѣзда одного кругового конца = 20 пфеннигамъ.

Центральная электрическая станція. Расходъ электрической энергіи = 6.000 л., которая служила для передачи силы и столько-же для освѣщенія (6.000 л.), для 1.000 дуговыхъ фонарей и 4.000 калильныхъ лампъ. На станціи были установлены 26 паровыхъ машинъ съ 27 динамами, по большей части съ непосредственной передачей. Провода были устроены съ слѣдующимъ напряженіемъ:

1 постоянного тока въ 220 вольтъ (V); 2 по 115 V; 2 по 220 V. 1 переменнаго тока въ 2.000 до 5.000 V и 1 переменнаго тока въ 10.000 V. Полная длина сѣти = 25 километрамъ. На центральной станціи было установлено 26 паровыхъ машинъ, общей силой въ

¹⁾ Машинный дворецъ на Парижской выставкѣ 1889 г. занималъ площадь 630.00 м.² (см. таблицу VII соч. Ив. Тиме: „Новости механическаго отдѣла Парижской всемірной выставки 1889 г.“ С.-Петербургъ. 1894 г.).

12.645 пар. л.; котловая заключаетъ 16 пар. котловъ съ общею нагрѣвательною поверхностью 3.550 м.², съ двумя дымовыми трубами съ внутреннимъ діам. вверху 2,5 м. и высотой 58 м. Для перегрѣва пара имѣется поверхность въ 250 м.².

Водоснабженіе. Въ сообщеніи съ городскимъ водопроводомъ была устроена на выставкѣ круговая вѣтвь съ напоромъ отъ 4 до 4¹/₂ атм., служившая для различныхъ цѣлей: пожарныхъ, для фонтановъ, поливки, питья и проч. Для специальныхъ цѣлей была устроена на Рейнѣ особая станція съ 4 центробѣжными насосами, дававшими въ минуту 30, 20 и два по 10 м.³ воды (всѣ вмѣстѣ 70 м.³ въ минуту), поднимавшими воду на высоту 7 и 9 м. въ машинное зданіе и въ горнозаводскій павильонъ. Насосы эти приводились въ дѣйствіе электрическою силою съ моторами, приспособленными для различнаго числа оборотовъ, соотвѣтственно переменной высотѣ всасыванія, въ зависимости отъ положенія уровня воды въ рѣкѣ. Для фонтановъ на выставкѣ въ минуту расходовалось 37 м.³ воды = 37 × 80 = 2.960 ведеръ; въ часъ 2.960 × 60 = 177.600 ведеръ и въ день—около 2 милліоновъ ведеръ.

Машинный павильонъ. О горизонтальныхъ его размѣрахъ сказано выше. Внутри его было установлено три мостовыхъ электрическихъ крана, каждый силою въ 30 тоннъ, съ рельсами, расположенными на высотѣ 11 м. отъ пола. Кромѣ того, имѣлось 2 электрическихъ крана, въ 10 и 15 тоннъ, съ рельсами, расположенными на 6,7 м. отъ пола. Въ этомъ павильонѣ были выставлены весьма разнообразныя машины: прокатныя машины (цѣлый универсальный станъ), компрессоры для водоотлива изъ шахтъ до 1.000 силъ съ электрическимъ дѣйствіемъ. 6 фирмамъ были выставлены различной системы газовые генераторы и они служили для временнаго дѣйствія одной воздуходувной машины въ 1.000 силъ и двухъ по 600 силъ. Былъ также 800-сильный газомоторъ для дѣйствія прокатного стана. Затѣмъ идетъ рядъ газомоторовъ силою отъ 20 до 450 л., для различной цѣли. Большинство изъ выставленныхъ газомоторовъ въ послѣдствіи на заводахъ будутъ дѣйствовать доменными газами.

Въ Горномъ отдѣлѣ было выставлено полное шахтное устройство съ 800 л. углеподъемною машиною и съ желѣзнымъ копромъ; горизонтальная водоотливная машина въ 360 л. для подъема 25 м.³ воды въ минуту съ глубины 500 м. Большой компрессоръ, всасывающій 4.000 м.³ воздуха въ минуту, и электрическій вентиляторъ, извлекающій отъ 8.000 до 9.000 м.³ воздуха въ минуту. Эта коллекція представляла еще тѣмъ болѣе интересъ, что по окончаніи выставки эти машины предназначены къ установу на одномъ изъ большихъ рудниковъ для дѣйствительной службы.

(Стр. 371—372). *Центробѣжные газоочистители системы Theisen'a.* Приборы эти еще раньше были описаны въ цитируемомъ журналѣ, въ № 9—1901 г. и въ № 3—5—1902 г. Теперь появились болѣе новые приборы, которые при нормальномъ дѣйствіи въ состояніи давать весьма чистый газъ, съ содержаніемъ въ 1 м.³ ничтожнаго количества—0,004 грамма пыли. Такой отличный результатъ, полученный съ доменнымъ газомъ, конечно, послужитъ гарантіей для правильнаго дѣйствія газодоменныхъ моторовъ. Такая степень чистоты газа даже выше, нежели атмосфернаго воздуха въ доменныхъ заводахъ. На основаніи подобныхъ данныхъ, одна изъ машиностроительныхъ фирмъ даетъ гарантію непрерывнаго дѣйствія (безъ остановокъ) газомоторовъ на доменномъ газѣ до 4 недѣль. Къ сожалѣнію, при этомъ не разъяснено, почему такой срокъ считается достаточнымъ для газодоменныхъ воздуходувныхъ машинъ. Это, я полагаю, недомолвка со стороны г. *Тейзена*. При новыхъ приборахъ *Theisen'a* на 1 м.³ очищаемого газа расходуется 0,8 до 1 метра воды. Приборы *Тейзена* примѣняются для очистки и генераторнаго газа, при чемъ газъ освобождается не только отъ пыли, но и отъ содержащейся въ немъ смолы. Примѣненіе очищеннаго газа рекомендуется и для паровыхъ котловъ, и кауперовъ, при чемъ получается болѣе совершенное его сожиганіе.

Вскорѣ предполагается соорудить въ числѣ другихъ два большихъ газоочистительныхъ устройствъ: одно на 300 и другое на 1.400 м.³ газа въ минуту.

(Стр. 372—373). *Скользкій ролгангъ*. При длинныхъ и тонкихъ плоскихъ носкахъ прокатываемаго металла, обыкновенный ролгангъ, состоящій изъ роликовъ, представляетъ нѣкоторыя неудобства, допуская прогибъ полосы и задерживая быструю работу прокатного стана. Для устраненія этихъ недостатковъ, на заводахъ *American Steel Hoop Co* обыкновенные ролганги были замѣнены новою системою *скользящаго ролганга*, дѣйствующаго сгущеннымъ воздухомъ (фиг. 1—4). Сущность этого устройства заключается въ слѣдующемъ: въ кирпичный каналъ, расположенный подъ заводскимъ поломъ, вдувается воздухъ, который выходитъ изъ наклонныхъ къ горизонту отверстій, въ чугунныхъ длинныхъ коробкахъ, расположенныхъ надъ каналомъ, при чемъ прокатанная полоса, положенная въ верхній желобокъ этихъ коробокъ (играющихъ роль воздушныхъ рельсовъ), получить плавное (безъ тренія) прямолинейное движеніе, поддерживаясь на слое сгущеннаго воздуха. Для передвиженія ленточнаго желѣза толщиной въ $\frac{1}{8}$ " достаточно давленіе воздуха всего въ $1\frac{1}{2}$ унціи. Подобный ролгангъ обходится разъ въ 5 дешевле обыкновенной системы.

Принципъ дѣйствія этого устройства аналогиченъ системѣ *скользящей желѣзной дороги*, бывшей на Парижской выставкѣ 1889 г.; только вмѣсто сгущеннаго воздуха тамъ примѣнялась напорная вода (См. таблицу VI въ моемъ сочиненіи: „*Новости механическаго отдѣла* на Парижской выставкѣ 1889 г., см. выше).

(Стр. 374—380). *M. Rudeloff: Испытаніе желѣза и стали по излому*. Старѣйшій и еще по сіе время примѣняемый въ кузницахъ способъ испытанія желѣза заключается въ изломѣ полосы, предварительно сдѣлавъ насѣчку на ней зубиломъ. Насѣчка дѣлается не столько для облегченія излома, сколько для того, чтобы изломъ происходилъ безъ наружнаго измѣненія формы полосы, при чемъ онъ получается болѣе явственнымъ. Вмѣсто насѣчки зубиломъ, напримѣръ, во Франціи дѣлаются надрѣзы пилою. Въ настоящей статьѣ разобраны всѣ до сихъ поръ примѣняемые способы испытанія металловъ, съ предварительной насѣчкой ударомъ. *Reiser*, однако, находитъ, что проба на изломъ сама по себѣ, отдѣльно взятая, для стали не можетъ считаться достаточною, хотя онъ признаетъ за ней достоинство возможности быстрого заключенія о вліяніи температуры закалки на твердость и вязкость стали. Для этой цѣли *Reiser* на испытываемой стальной полосѣ, въ нѣкоторомъ разстояніи одна отъ другой, дѣлаетъ насѣчки (вокругъ полосы) и нагреваетъ конецъ до свѣтло-краснаго цвѣта до первой насѣчки, при чемъ остальные части остаются съ постепенно уменьшающеюся температурою нагрѣва до буро-краснаго цвѣта. Затѣмъ, защемяя полосу, предварительно закаленную въ водѣ, въ тиски, онъ послѣдовательно, ударомъ молотка, отбиваетъ отдѣльныя части, при чемъ по сопротивленію излому и наружному виду самаго излома является возможность судить объ измѣняемости вязкости и твердости при постепенно уменьшающемся температурѣ закалки. При этомъ крупность зерна, начиная отъ сильно нагрѣтаго конца, постепенно уменьшается и затѣмъ снова увеличивается. Куски съ наиболѣе мелкимъ изломомъ обнаруживаютъ наибольшее сопротивленіе, слѣдовательно, температуру ихъ нагрѣва слѣдуетъ считать правильною. Не имѣя возможности и времени входить въ детали этой статьи, указаннаго сейчасъ примѣра я полагаю достаточнымъ, чтобы заинтересовать каждаго заводскаго техника.

(Стр. 380—384). *Электрическое поворачиваніе крупныхъ поковокъ, при обработкѣ подъ молотами и прессами*.

Лѣтъ 20—30 тому назадъ употреблявшіеся способы ручного поворачиванія около оси проковываемыхъ крупныхъ предметовъ (пушекъ, валовъ) цѣлой артелью рабочихъ, дѣйствующихъ за державу, поневолѣ пришлось теперь оставить и замѣнить механическими способами,

когда вѣсъ поковокъ достигаетъ нерѣдко большой величины—до 25 и 50 тоннъ. Для механическаго поворачиванія, отковываемый предметъ огибають въ одинъ и болѣе оборотовъ цѣпью, одинъ конецъ которой укрѣпляется къ бабѣ молота или прессы, а за другой держатъ рабочіе. При подъемѣ бабы, дѣйствіемъ тренія цѣпи, болванка поворачивается около оси и затѣмъ, при опусканіи ея, ослабнувшую цѣпь снова натягивають ¹⁾. Въ способѣ, предложенномъ нашимъ г. инж. *Романовымъ* и примѣненномъ на Пермскихъ пушечныхъ заводахъ, натяженіе цѣпи при подъемѣ молота производится ручнымъ *тормазомъ*. Болѣе совершенно поворачиваніе болванокъ производится автоматически, посредствомъ особаго механизма, приспособленнаго при самомъ кранѣ, паровомъ или гидравлическомъ, всегда имѣющемся при молотѣ или прессѣ. Чертежъ весьма совершеннаго парового вращающагося крана силою въ 60 тоннъ на стальномъ заводѣ *S-t Etienne* (во Франціи) помѣщенъ на таблицѣ 11 сочиненія *C. Chomienne: Fabrication de l'acier*, 1898 г. Здѣсь всѣ движенія: поворачиваніе крана около вертикальной оси, подъемъ и опусканіе отковываемыхъ предметовъ, перемѣщеніе ихъ по радіусу крана и поворачиваніе болванокъ около ихъ оси совершаются автоматически. Краномъ управляетъ всего одинъ машинистъ. Въ новѣйшее время все большее распространеніе получаютъ *электрическіе* краны. При нихъ имѣется или одинъ электромоторъ, при чемъ различныя движенія въ ту и другую сторону достигаются помощію болѣе или менѣе сложныхъ приводовъ и муфточныхъ механизмовъ, или примѣняютъ *два* и *три* электромотора, изъ которыхъ каждый выполняетъ извѣстную роль, при чемъ сложные приводы устраняются.

Въ настоящей статьѣ, на фиг. 1—2—3, изображенъ весьма простаго устройства приборъ для поворачиванія тяжелыхъ болванокъ съ небольшимъ электромоторомъ, примѣненный въ новой кузницѣ извѣстнаго завода *J. Cockerill*, въ Бельгій. Моторъ укрѣпленъ наверху, на тѣлѣжкѣ мостового крана, и вращеніе отъ него къ цѣпному блоку, съ цѣпью *Галля*, охватывающей болванку, передается вертикальнымъ *раздвижнымъ* валикомъ и двумя коническими шестернями. Устройство это весьма оригинальное и удобное и на которое стоитъ обратить серьезное вниманіе такимъ нашимъ заводомъ, каковы: *Обуховскій* и *Пермскій*.

(*Смр.* 384—386). *J. Castner: Крупновскія броневыя плиты во Французской Палатѣ депутатовъ.*

Въ этой статейкѣ дѣлается упрекъ фирмѣ *Круппа* въ рекламахъ по поводу новыхъ броневыхъ плитъ, которыя на дѣлѣ оказались будто бы не столь хорошими. Статья имѣетъ полемическій, мало интересный для насъ характеръ.

(*Смр.* 387—391). *H. v. Jüptner: Содержаніе сѣры въ шлакахъ и заводскихъ продуктахъ.*

(*Смр.* 391—393). *W. Stieber: Очистка колошниковыхъ газовъ.*

Въ этой небольшой, но весьма интересной статейкѣ авторъ разсматриваетъ очистку колошниковыхъ газовъ отъ пыли съ теоретической точки зрѣнія, подкрѣпляя свои взгляды элементарными расчетами. Прежде примѣнявшіеся способы очистки доменныхъ газовъ были основаны на дѣйствіи силы тяжести, т. е. *постоянной* силы, тогда какъ при новыхъ способахъ для этой цѣли пользуются *центробѣжною* силою, которую можно измѣнять произвольно, сообразно надобности. При замедленіи скорости теченія газа, частицы пыли будутъ осаждаться подъ вліяніемъ силы тяжести, встрѣчая сопротивленіе со стороны газовой среды. На основаніи равновѣсія силъ тяжести и сопротивленія, авторъ вывелъ слѣдующую зависимость между крупностью частицъ пыли *a* и скоростью газа *V*, а именно $a = 0,036 V^2$. При

¹⁾ О различныхъ способахъ поворачиванія болванокъ, между прочимъ, указано въ моемъ соч.: „*Основы машиностроенія*“ 1885 г. Т. II, стр. 228—230.

дѣйствія центробѣжной силы эта зависимость въ существующихъ приборахъ выражается такъ: $a = 0,000034 V^2$. Отсюда авторъ приходитъ къ заключенію, что дѣйствіемъ центробѣжной силы достигается въ 1.000 разъ лучшее очищеніе колошниковаго газа, нежели въ старыхъ приборахъ. Для совершенства очистки дѣйствію центробѣжной силы должна подвергаться только пыль, а газъ долженъ находиться въ относительно спокойномъ состояніи. Этому условію удовлетворяетъ оригинальный приборъ, изображенный на страницѣ 392, состоящій изъ двухъ вентиляторовъ разнаго діаметра, расположенныхъ на одной оси, съ отдѣльными спиральными кожухами, и всасывающія отверстія которыхъ, расположенныя одинъ противъ другого, сообщены между собою патрубкомъ. Такъ какъ большій вентиляторъ при томъ-же числѣ оборотовъ въ состояніи подавать больше воздуха, нежели меньшій, т. е. $Q_1 > Q_2$, то оба вѣтвь будутъ подавать количество $Q_1 - Q_2$, и въ маломъ вентиляторѣ теченіе воздуха будетъ совершаться обратно обыкновенному ¹⁾, т. е. отъ внѣшней окружности къ внутренней и затѣмъ въ большомъ отъ внутренней къ внѣшней окружности. При одинаковомъ діаметрѣ вентиляторовъ, расходъ воздуха = 0, что соотв. холостому ходу вентилятора; измѣняя отношеніе радіусовъ вентилятора, при той же скорости крыльевъ, можно по желанію измѣнять скорость теченія газа. Идея новая, и интересно знать, насколько она оправдывается на практикѣ.

(Стр. 399 — 400). *О настоящемъ положеніи и будущности желѣзной промышленности Англійи.* Эта статья представляетъ сообщеніе *W. Jacks'a* въ *West of Scotland Iron & Steel Institute*. Ораторъ цифрами доказываетъ объ упадкѣ англійской торговли желѣзомъ и сталью. Съ 1871 по 1900 г. выплавка чугуна возрасла въ Англійи только на 30%, между тѣмъ въ Германіи—на 700% и въ Америкѣ—на 800%. Онъ понимаетъ, что прежнее положеніе *Англійи* (въ 1871 г., когда на ея долю причиталось 50% міровой производительности чугуна) не могло удержаться, потому что для этого не хватаетъ ни средствъ, ни народонаселенія *Англійи*; но все-же онъ полагаетъ, что развитіе другихъ странъ, въ особенности *Германіи* и *Америки*, не должно превосходить за счетъ Англійи, и что между тѣмъ наблюдается въ дѣйствительности. Германія основала свою внѣшнюю торговлю за счетъ *Англійи*, а *Америка* развиваетъ свою экспортную торговлю, въ свою очередь, за счетъ *Германіи* и *Англійи*. Успѣхъ Германіи зависитъ отъ болѣе низкой стоимости товаровъ и часто лучшаго качества, нежели англійскіе. Затѣмъ комиссіонерская часть въ Германіи лучше организована при знаніи комиссіонерами иностранныхъ языковъ, и нѣмцы лучше приносиваются къ условіямъ требованій. Въ этомъ отношеніи авторъ приводитъ много интересныхъ примѣровъ изъ практики, но которые въ краткомъ очеркѣ неудобно воспроизвести. Далѣе ораторъ жалуется на косность англійскихъ рабочихъ, враждебно относящихся къ замѣнѣ ручной работы машинами, и также на вѣдательство рабочихъ союзовъ въ административныя дѣла промышленныхъ предприятий и т. п.

(Стр. 403). *Доменная печь безъ горна.*

На стр. 403 имѣется изображеніе такой печи съ фурмами, расположенными на незначительной высотѣ надъ наклонною лещадою, по которой образующійся чугунъ стекаетъ въ особый крытый горнъ, расположенный на четырехколесной тележкѣ въ передней части печи и нѣсколько ниже ея. Изъ горна чугунъ, по мѣрѣ накопленія, желобомъ поступаетъ въ подвижной ковшъ и доставляется къ разливочной машинѣ. Это устройство съ отдѣльнымъ горномъ напоминаетъ собою сходное-же устройство при вагранкахъ системы *Кригара*.

¹⁾ Такъ какъ разрѣженіе въ большомъ вентиляторѣ болѣе, нежели густота въ маломъ.

Къ преимуществамъ новаго устройства относится:

- 1) Устраненіе проѣданія горна, какъ въ обыкновенныхъ доменныхъ печахъ, и прогоранія фурмъ.
- 2) Требуется меньше воды для охлажденія нижней части печи.
- 3) Печь работаетъ равномернѣе и чугунъ получается болѣе хорошаго качества.
- 4) Сберегается работа чистки горна; шлакъ не можетъ попадать въ фурмы.
- 5) Устраняется возможность прорыва металла чрезъ выпускное отверстіе.
- 6) Устраняется образованіе настывлей.
- 7) Подача воздуха производится равномернѣе, потому что горнъ печи не бываетъ то полнымъ, то пустымъ.

На подобномъ принципѣ устроенныя шахтныя печи уже существуютъ при мѣдномъ производствѣ, и нѣтъ причинъ сомнѣваться въ успѣхѣ ихъ и при желѣзномъ производствѣ на подобіе того, какъ, напримѣръ, бессемерованіе, которое съ одинаковымъ успѣхомъ примѣняется и при мѣдномъ производствѣ.

Книжка № 8. Болваночный станъ фирмы Märkischen Maschinenbau—Anstalt (Wetter на Рурѣ). Taf. V, VI и VII.

Этотъ станъ предназначенъ для прокатки болванокъ литого металла (стальныхъ) наибольшаго поперечнаго сѣченія 550×430 мм., при наибольшемъ вѣсѣ 4,000 klg. Болванки, поднятыя электрическимъ краномъ изъ колодезь Джерса, поступаютъ въ опрокидыватель, который ихъ кладетъ на *рольгангъ*, состоящій изъ 16 роликовъ (частью сплошныхъ), діам. 440 мм., которые ихъ подаютъ въ валки, діам. 1.100 до 1.150 мм. и длиною въ тѣлѣ 2.750 мм. Для передвиганія и поворачиванія болванокъ въ ручьяхъ имѣется гидравлическій *кантовальный* приборъ. Этотъ приборъ, по сравненію съ прежними, усовершенствованъ въ томъ смыслѣ, что кулаки можно удобно вынимать сверху, и, кромѣ того, онъ защищенъ отъ падающей внизъ окалины. Верхній валокъ уравновѣшенъ двумя гидравлическими цилиндрами, а верхній соединительный стержень помощью грузовъ. Для вращенія нажимныхъ винтовъ служитъ гидравлическій приборъ съ зубчатой штангой съ отдѣльною зубчатою частью изъ никкелевой стали. Вверху, вмѣсто болтовъ, станины скрѣплены между собою болѣе прочнымъ образомъ пустотѣлыми балками, укрѣпленными помощью эллиптическихъ колець, надѣваемыхъ въ нагрѣтомъ состояніи на такіе-же выступы. Управление всѣми движеніями совершается машинистомъ съ особой платформы, расположенной спереди стана надъ рольгангомъ (Taf. VII). Для лучшаго осмотра и болѣе удобнаго ремонта, оси роликовъ рольганга расположены *выше* пола фабрики на 920 мм. Обращено особое вниманіе на прочность и хорошую смазку рольганга. Для дѣйствія рольганга служитъ реверсивная двойная паровая машина, съ кулисами, при діаметрѣ цил. 350 мм. и ходѣ поршней 500 мм. Давленіе пара въ котлахъ $6\frac{1}{2}$ атмосферъ. Новинкой настоящаго стана является устройство *шестереннаго* става по системѣ инженера *Ortmann'a*, который здѣсь является *слитымъ* вмѣстѣ съ машинною рамою. Шестерни замкнуты въ кожухъ, и зубцы ихъ погружены въ масло. Это устройство, сокращая длину установки, въ то же время содѣйствуетъ болѣе правильной и непосредственной передачѣ движенія. Шестерни имѣютъ угловые зубцы, но главныя колеса при машинѣ здѣсь устроены съ прямыми зубцами. Тѣ и другія изъ литей стали.

Двигатель—*тандемъ* реверсивная машина, изображенная на Taf. VII. Діам. пар. цил. 1.050 и 1.600 мм. (въ каждой половинѣ) и ходъ поршней 1.300 мм. Число об. 120. При передачѣ 1 : 2,5, число об. валковъ въ 1 м. = 48. Упругость пара въ котлахъ $6\frac{1}{2}$ атм., но временами она падаеть до 4 атм. При четырехъ паровыхъ цилиндрахъ имѣются 4 ци-

цилиндр. золотника съ двумя кулпсами *Аллана*. Между ресиверомъ и цилиндрами низкаго давленія устроены клапанъ известной системы *Kiesselbach'a*.

Машина и станъ обслуживаются двумя мостовыми кранами, расположенными на различныхъ горизонтахъ, и рельсы которыхъ расположены по двумъ взаимно перпендикулярнымъ направленіямъ. За настоящее опубликованіе обстоятельныхъ чертежей этого новаго устройства техники должны быть благодарны директору Меркского завода г. *W. Schnell*. Наши заводскіе директора, падкіе до казенныхъ заказовъ, кажется, не скоро додумаются до подобныхъ публикацій, на общую пользу. Настоящіе чертежи мною рекомендованы какъ полезное руководство при проектированіи для гг. студентовъ V курса Горнаго Института.

(Стр. 415 — 416). *P. Reusch*: *Удаленіе сѣры изъ кокса и чугуна въ вагранкахъ*. Въ этой статьѣ сообщаются нѣкоторые опыты надъ ошлакованіемъ сѣры въ вагранкахъ прибавленіемъ марганца. Статья сопровождается 7 химическими анализами ваграночнаго чугуна, полученнаго съ прибавленіемъ въ шихту отъ 2 до 6% извести и отъ 1 до 3% марганцовой руды. Безъ прибавленія марганца содержаніе сѣры въ чугунѣ = 0,04 до 0,074%. Съ прибавленіемъ 1% марганцовой руды содержаніе сѣры уменьшилось до 0,004—0,007%; при 2 и 3% такой руды оставались только *слѣды* сѣры.

(Стр. 416—419). *F. Daniels*: „*Новыя устройства для нагреванія болванокъ*“. При прокаткѣ болванокъ литого желѣза и стали большое значеніе имѣетъ *равномѣрность* нагрева до требуемой температуры. Для этой цѣли были придуманы различные приборы, изъ числа которыхъ особеннаго вниманія заслуживаютъ *колодцы* (*Ausgleichungsgruben*), впервые предложенные *Джерсомъ*. Эти послѣдніе, не затрачивая горючаго, пользуются, калильнымъ жаромъ самихъ болванокъ. Впрочемъ, иногда подобные колодцы устраиваются съ нагревомъ помощію регенеративныхъ топокъ *Силенса* и называемыхъ въ Германіи *Tieföfen*, такъ какъ они располагаются ниже уровня пола. Недостатокъ подобныхъ устройствъ заключается въ томъ, что при нихъ вся садка нагревается (поспѣваетъ) одновременно, и по одиночкѣ насаживаемыя холодныя болванки дѣйствуютъ охлаждающимъ образомъ на остальныя горячія болванки. Таковое-же дѣйствіе обнаруживаетъ открываніе печной крышки дважды для каждой болванки: при посадкѣ и вынутіи ихъ. Вслѣдствіе этого происходитъ большая потеря тепла, нежели въ *перекатныхъ* печахъ (*Rollöfen* или *Stossöfen*), въ которыхъ болванки двигаются по наклонному поду печи внизъ, въ направленіи, противоположномъ движенію пламени, и такимъ образомъ постепенно нагреваются. При этомъ болванки имѣютъ горизонтальное положеніе, и соприкосновеніе болванокъ одна къ другой затрудняетъ надлежащее дѣйствіе пламени и нерѣдко причиняетъ привариваніе болванокъ одна къ другой.

Для устраненія этихъ недостатковъ предложены новыя печи съ *вертикальнымъ установомъ* болванокъ и съ *электрическимъ* приборомъ для подвиганія ихъ вдоль длиннаго пода печи. Описанію подобныхъ новыхъ печей, давшихъ хорошіе результаты, и посвящена настоящая статья, сопровождаемая 10-ью отчетливыми фигурами въ текстѣ. Эта интересная статья преоставляетъ сообщеніе *W. Daalen'a*.

(Стр. 420 — 424). *Новый газомоторъ, дѣйствующій на доменныхъ газахъ, фирмы Soest & Co.*

За развитіемъ газодоменныхъ моторовъ съ большимъ интересомъ слѣдятъ все заводскіе техники. Въ этомъ отношеніи въ послѣдніе годы сдѣланы значительные успѣхи. Первые неудачи зависѣли не столько отъ самихъ моторовъ, сколько отъ неудовлетворительной очистки газовъ, при чемъ происходило быстрое истираніе поршня и цилиндра, и самое воспламененіе газа происходило неправильно и т. п. Но теперь эти недостатки устранены, и исправное непрерывное дѣйствіе подобныхъ моторовъ на многихъ заводахъ, въ теченіе нѣсколькихъ мѣся-

цевъ, служить лучшимъ этому доказательствомъ. Выгоды примѣненія доменныхъ газовъ заключаются въ полномъ устраненіи паровыхъ котловъ и въ два раза большемъ тепловомъ полезномъ дѣйствіи, по сравненію съ паровой машиной одинаковой силы. Вопросъ о томъ, какая изъ системъ газовыхъ двигателей является наилучшею, еще не вырѣшенъ окончательно, потому что многія новыя системы дѣйствуютъ только весьма короткое время. Принимая-же во вниманіе главныя требованія заводской практики: *простоту устройства и обезпеченность правильности дѣйствія*, слѣдуетъ дать предпочтеніе *четырёхтактной* системѣ, имѣющей за собою 30-ти-лѣтнюю опытность и разработанной во всѣхъ деталяхъ, и полезное дѣйствие которой выше, нежели въ другихъ болѣе сложныхъ системахъ. Къ числу фирмъ, изготовляющихъ большіе газомоторы, въ послѣднее время примкнула фирма *L. Soest & Co* въ *Reisholz*, около *Дюссельдорфа*. На фиг. 1 до 5 представленъ типъ газомотора настоящей фирмы, весьма прочной конструкціи. Распределение газа совершается двумя клапанами, впускнымъ и выпускнымъ, расположенными на одной вертикальной оси и которые весьма удобно можно вынимать кверху. Сожигательная между ними камера расположена на уровнѣ нижней части горизонтальнаго цилиндра мотора, что допускаетъ *легкую очистку* цилиндра отъ накопившейся въ немъ грязи. Распределительный приборъ допускаетъ *тройное* дѣйствие мотора: 1) *Двухтактное* сгущеннымъ воздухомъ, при пускѣ въ ходъ. 2) *Четырёхтактное* дѣйствие съ уменьшеннымъ сжатіемъ смѣси и 3) Нормальное четырёхтактное дѣйствие съ высокимъ сжатіемъ смѣси (до 13 атм.).

Воспламенение смѣси производится *электрически*. При машинѣ имѣется компрессоръ, сгущающій воздухъ до 15 атмосферъ, служащій для пуска ея въ ходъ. Охлажденіе водою всѣхъ нагрѣваемыхъ частей машины весьма совершенно. Охлаждаются не только цилиндры, но и клапанные коробки и часть газоотводной трубы. Смазка всѣхъ частей весьма совершенная. Цилиндры снабжаются масломъ непрерывно, при помощи вращающагося насоса. На фиг. 6—7 и 8 помѣщены поршневые діаграммы.

(Стр. 425—432). *M. Rudeloff: Испытаніе желѣза и стали въ образцахъ съ насѣчкой. (Продолженіе).*

Это—продолженіе статьи, начало которой было помѣщено въ № 7. Здѣсь обращено особое вниманіе на опыты *Barba* съ полосами съ насѣчкой или надрѣзкой глубиною 1 до 2 мм. На стр. 426 указаны различные способы образованія надрѣзовъ. Особенно рекомендуется двойной методъ образованія треугольных угловыхъ выемокъ въ 45° рѣзкомъ и затѣмъ вдавливаніемъ въ нихъ на дальнѣйшіе 0,5 мм. остраго ножа. Статья сопровождается четырьмя таблицами испытанія на изгибъ ударомъ. Таблица 3 указываетъ на вліяніе формы выемокъ (насѣчекъ) и способа изготовленія ихъ на результатъ пробы. Настоящая статья имѣетъ большой интересъ для заводскихъ испытательныхъ лабораторій.

(Стр. 432—438). *H. V. Lüptner: Содержаніе свры въ шлакахъ и заводскихъ продуктахъ, (Продолженіе).* Въ концѣ статьи авторъ приходитъ къ 12 выводамъ, которые онъ хотя и не считаетъ окончательными, но все-же полагаетъ, что разсмотрѣнные въ его статьѣ методы допускаютъ болѣе основательное изученіе металлургическихъ процессовъ и что на основаніи ихъ можно придти къ дѣйствительно полезнымъ для практикн заключеніямъ.

(Стр. 438—440). *D. Leo: Цементация желѣза.* Въ статьѣ изложены приемы цементанціи и приведены двѣ таблицы химическихъ анализовъ желѣза до и послѣ цементанціи, съ показаніемъ содержанія углерода въ различномъ разстояніи отъ поверхности. Въ одномъ случаѣ, при содержаніи углерода на поверхности въ 1%, на глубинѣ 15 мм. оно уменьшилось до 0,10%. Цементанція производится въ газовой печи въ особомъ ящикѣ, задвигаемомъ въ печь на четырехколесной тележкѣ. Печь изображена на фиг. 439.

Книжка № 9. (Стр. 477—488). *Техническія устройства на выставкѣ въ Дюссельдорфѣ*. Здѣсь помѣщенъ краткій очеркъ выставленныхъ большихъ паровыхъ машинъ, приводившихъ въ движеніе динамо-машины, сопровождаемый гравюрами фотографическихъ снимковъ. Въ концѣ очерка имѣется сжатое описаніе свѣтящихся фонтановъ. Для дѣйствія всѣхъ фонтановъ затрачивалось 300 силъ на насосы и 250 киловаттъ на освѣщеніе.

(Стр. 488—489). *Новая воздуходувная машина на антрацитовомъ доменномъ заводѣ г. Пастухова, въ Сулинѣ, на югѣ Россіи* (Черт. VIII). Эта вертикальная машина компаундъ выписана изъ Америки, гдѣ при суточной производительности доменныхъ печей въ 600 и болѣе тоннъ примѣняютъ вертикальный типъ. Вертикальныя машины хотя и дороже, но, по мнѣнію американцевъ, онѣ отличаются болѣе правильнымъ дѣйствіемъ за отсутствіемъ односторонняго истиранія поршней и цилиндровъ. Затѣмъ, въ отношеніи устойчивости и доступности подобныхъ машинъ, въ послѣднее время въ Америкѣ сдѣлано много усовершенствованій. Эта машина была изготовлена для Сулинскаго завода фирмою *Edward P. Allis & Co*, въ *Milwaukee*, въ Соединенныхъ Штатахъ. Вертикальный типъ былъ избранъ за недостаткомъ существующаго помѣщенія. Машина была собрана зимою 1900 г. и пущена въ дѣйствіе лѣтомъ 1901 г. Въ слѣдующей таблицѣ показаны главные размѣры этой машины и параллельно съ ними размѣры раньше устроенной воздуходувной машины тою-же фирмою для завода *Duquesne* (въ Америкѣ).

Діам. цилиндровъ:	Сулинъ. mm.	Дюкенъ mm.
паровыхъ выс. давл.	1.066	1.016
» низк. »	2.032	1 981
воздуходувныхъ	2.132	1.930
общій ходъ поршней	1.524	1.524
число об. въ минуту	55m. ³	55
объемъ воздуха, всасыв. при 1 оборотѣ	21,80	17,26 m. ³

Основаніемъ для цилиндровъ служатъ чугуныя пустотѣлыя станины, состояція каждая изъ двухъ частей: верхней цилиндрической, заключающей направляющія для ползуна, и нижней конической, соединяющейся съ фундаментной рамой и придающей машинѣ надлежащую устойчивость. Нижняя часть состоитъ изъ двухъ половинъ, скрѣпленныхъ между собою болтами, діам. 60 mm. Прорѣзы въ этихъ частяхъ обезпечиваютъ удобный доступъ ко всѣмъ частямъ. Подушки вала маховика отлиты вмѣстѣ съ основными рамами. Шейки вала діам. 530 mm., при длинѣ 915 mm. Диаметръ цапфы кривошипа 356 mm., при длинѣ 305 mm. Вѣсъ вала 8 тоннъ и двухъ кривошиповъ 7 тоннъ. Маховое колесо, отлитое въ Сулинѣ, имѣетъ вѣсъ 50 тоннъ, при діам. 7,315 m. Въ *Дюкенѣ* маховое колесо въ 40 тоннъ. Крестовины стальные. Направляющія для нихъ пустотѣлыя и могутъ быть охлаждаемы, когда это нужно при большемъ числѣ оборотовъ машины. По мѣрѣ истиранія направляющихъ, посредствомъ особыхъ болтовъ и клиньевъ, плотное прилеганіе крестовины обезпечивается; центробѣжный регуляторъ приводится во вращеніе ремнемъ и можетъ быть, посредствомъ стержня и пружины, установленъ на желаемое число оборотовъ. Въ паровыхъ цилиндрахъ парораспределеніе типа *Корлисса*. При машинѣ имѣется холодильникъ съ паровымъ воздушнымъ насосомъ. Машина можетъ по желанію работать съ холодильникомъ и безъ него. Воздуходувные и паровые поршни каждый связаны между собою *двумя* стержнями. Это устройство прочное, но сложное, было вызвано спеціальнымъ устройствомъ воздуходувныхъ цилиндровъ съ центральнымъ всасывающимъ золотникомъ (Taf. VIII). Машина можетъ быть пущена въ ходъ при всякомъ положеніи

поршня, потому что посредством особаго клапана всегда возможно пустить паръ въ большой цилиндръ.

Въ воздуходушныхъ цилиндрахъ всасываніе воздуха производится *центральнымъ цилиндрическимъ* золотникомъ съ приводомъ отъ эксцентрика системы *Kennedy* (Патентъ 1896 г.), и которые могутъ дѣйствовать 6 и болѣе лѣтъ безъ ремонта. Нагнетательные *клапаны*, по 4 въ каждомъ цилиндрѣ, системы *Reynold* съ механическимъ приводомъ отъ другого эксцентрика и имѣющими срокъ службы отъ двухъ до четырехъ лѣтъ. При такой конструкціи *Кеннеди-Рейнольда* вредныя пространства уменьшены до $\frac{5}{100}$ %. Машина работаетъ спокойно, равномерно. Въ случаѣ ремонта одной половины машины, другая можетъ продолжать работать. При 50 об. и давленіи 20 фунт. машина развиваетъ 3.200 пар. л. ¹⁾. Это самая большая воздуходушная машина въ Россіи и вообще на континентѣ Европы.

По слухамъ, эта машина издаетъ сильный стукъ на ходу, подобно другимъ двумъ американскимъ воздуходушкамъ съ золотниковымъ воздухораспределеніемъ, установленнымъ на *Никополь-Мариупольскомъ* заводѣ. Почему эти послѣднія на ходу издаютъ стукъ, еще не выяснено, между тѣмъ къ преимуществу золотниковъ, по сравненію съ клапанами, главнѣйше относится тихое, безшумное дѣйствіе, какового, повидимому, американцы не могли достигнуть.

Эта статья подписана директоромъ Сулинскаго завода, германскимъ инженеромъ *Simmerbach*. *Сулинскій* заводъ былъ устроенъ русскимъ инженеромъ и много лѣтъ управлялся русскими техниками, но теперь, по непонятной причинѣ, владѣлецъ завода, русскій купецъ, болѣе симпатизируетъ нѣмцамъ и доступъ на заводъ русскимъ техникамъ сталъ затруднительнымъ. Очевидно, что примѣръ финансоваго вѣдомства, основавшаго южное горнозаводское дѣло на иностранныхъ силахъ, повлекло въ соблазнъ и настоящаго владѣльца Сулинскаго завода.

(Стр. 490—492). *Наибольшая древесноугольная доменная печь на свѣтъ*. Здѣсь дано сжатое описаніе доменной печи на заводѣ *Vares* въ *Босній*. Въ 1901. суточная производительность = 105,5 т. чуг., при расходѣ 35 klг. древеснаго угля на 100 klг. чугуна. Воздухъ нагревается въ каушерѣ; статья сопровождается 4-мя фигурами въ текстѣ. Полная высота печи до верхняго конца засыпной воронки 21,25 м. Діам. распара 4,5 м., колошника 3,2 м. и горна 2,5 м.

(Стр. 493—503). *Dr. Kohlmann*: Мѣстороженіе оолитовыхъ рудъ (*минеттъ*) въ *лотарингской* юрѣ.

На стр. 493 данъ указатель 57 сочиненій, трактующихъ объ этихъ рудахъ. Въ этихъ сочиненіяхъ описаны только извѣстныя части этого обширнаго мѣстороженія и не доставало общей сводки, т. е. описанія всего мѣстороженія на территоріяхъ *Германіи*, *Франціи*, *Люксембурга* и *Бельгіи*. Настоящая статья имѣетъ цѣлью восполнить этотъ пробѣлъ.

На таблицѣ IX данъ общій планъ мѣстороженія и на таблицѣ X—геологическіе разрѣзы. Далѣе въ этой книжкѣ имѣются слѣдующія небольшія статьи:

1) *C. Rosambert* (стр. 503 — 505). Опредѣленіе сравнительнаго достоинства желѣзныхъ рудъ, по данному химическому составу, вычисленіемъ. Эта статья находится въ связи съ подобною-же статьею *P. List'a*, помѣщенной въ книжкѣ № 24 настоящаго журнала за 1901 годъ.

2) *A. Wencelius* (стр. 506—509). Анализы доменныхъ и генераторныхъ газовъ.

3) (Стр. 509—516). Успѣхи въ добычѣ дегтя и амміака изъ газовъ доменныхъ печей и генераторовъ.

¹⁾ По Справочной книгѣ, стр. 250, $N = 0,03 Q_0 h$; при $N = 3.200$ л. и $Q_0 = 21,8 \times 55 = 1.170$ м.³, $h =$ до $91\frac{1}{2}$ см. = 1,20 атм. Абсол. давл. возд. 2,20 атм.

4) (Стр. 516—519). Старое и новое о фабрикации проволочных гвоздей. На фиг. 1—2 и 7—8 изображены гвоздарные станки.

Книжка № 10 (Стр. 541—545). Здѣсь находимъ описаніе нѣкоторыхъ замѣчательныхъ предметовъ фирмы *Крупна*, бывшихъ на Дюссельдорфской выставкѣ. Изъ коллекціи броневыхъ плитъ выдавалась громадная плита: длиной 13,16 м., шириной 3,4 м. и толщ. 30 см., вѣсомъ 106 тоннъ; она была выкатапа изъ сырой болванки вѣсомъ 130 тоннъ и представляетъ собою самый крупный изъ когда-либо прокатанныхъ предметовъ.

На фиг. 3 изображенъ *шестиколѣнчатый* составной стальной валъ для винтового парохода, діам. 635 мм., съ внутр. пустотою діам. 255 мм., при общей длинѣ 21,95 м. и проч.

(Стр. 545—550). *W. Garrett*: Новѣйшая практика прокатки проволоки и ея результаты.

Въ этой статьѣ изложены общіе приемы современнаго производства стальной проволоки, при чемъ предварительно прокатанная проволока въ 4—5 мм. подвергается дальнѣйшей обработкѣ въ волочильныхъ станкахъ. Констатируется фактъ отсталости проволочнаго производства въ Англии и Германіи, по сравненію съ Соединенными Штатами. Особенно въ Англии придерживаются преданіямъ старины и гдѣ это производство переходило изъ поколѣнія въ поколѣніе извѣстной касты людей. Американцы, принадлежащіе болѣе молодой націи, не стѣснены преданіемъ старины и совершенствуютъ производство сообразно современнымъ требованіямъ промышленности. Настоящая статья имѣетъ слишкомъ узкій интересъ, касающійся только проволочныхъ фабрикантовъ

(Стр. 550—551). Здѣсь имѣется сжатое описаніе новыхъ небольшихъ конверторовъ, дѣйствующихъ распыленною нефтью и служащихъ для плавки литейнаго чугуна, ковкаго чугуна и стали. Вместимость реторты около $\frac{1}{2}$ тонны; она устроена вращающеюся, на подобіе бессемеровскаго конвертора. Нефть доставляется особой трубою, и количество ея регулируется клапаномъ. На фиг. 1—2 (стр. 551), къ сожалѣнію, представленъ только наружный видъ конвертора. Отливки изъ сѣраго чугуна получались болѣе чистыми и прочными, нежели изъ вагранокъ. Эти новые конверторы дали столь хорошіе результаты, что имъ суждено сдѣлаться желательнымъ приборомъ для каждой литейной. Они особенно хороши тамъ, гдѣ нефть дешева, а уголь и коксъ дороги.

Результаты дѣйствія центробѣжнаго газоочистителя Theisen'a (стр. 551). Здѣсь сообщаются интересные результаты съ приборомъ *Тейзена* на доменномъ заводѣ общества *Schalk*. въ Гельзенкирхенѣ. Доменный газъ поступаетъ въ приборъ съ содержаніемъ въ 1 м.³ 2,5 граммовъ пыли, при температурѣ 140° С. При затратѣ 55 до 60 лошадей приборъ могъ очистить 115 м.³ газа съ содержаніемъ 0,002 до 0,022 граммовъ пыли и 15 грам. воды, при расходѣ на промывку воды около 1 литра на одинъ м.³ газа. Грязная вода, выдѣляющаяся изъ газоочистителя, имѣла температуру 50° С. и въ отсадочномъ резервуарѣ она охлаждалась до 15° С. По истеченіи двухъ недѣль содержаніе пыли возрасло до вышеуказаннаго maximum'a 0,022 грамма. Если-же промывку производить только чистой водой, то количество пыли уменьшится. Давленіе газа предъ газоочистителемъ = 10 мм. по водѣ, между тѣмъ очищенный газъ поступаетъ подъ паровые котлы почти безъ давленія. Съ увеличеніемъ давленія газа предъ котлами, прикрываніемъ заслонки, производительность прибора падаетъ; при давленіи 50 мм. она = 62 м.³ въ минуту и при давленіи 95 мм. — 27 м.³.

По истеченіи двухъ недѣль дѣйствія, приборъ былъ сильно засоренъ и полезное дѣйствіе его уменьшилось. Послѣ очистки нормальное дѣйствіе прибора вновь возстановилось.

(Стр. 554—570) *Продолженіе статьи D. Kohlmann'a о залежахъ оолито-*

выхъ рудъ (минеттъ) въ Лотарингіи. При статьѣ приложена карта мѣсторожденія, Taf. IX, и геологическіе разрѣзы, Taf. X.

Книжка № 10. (Стр. 589—590). О высшемъ горнотехническомъ образованіи въ Пруссіи.

Союзъ нѣмецкихъ желѣзозаводчиковъ обратился съ петиціей къ министру торговли и промышленности, въ которой онъ указываетъ на быстрый ростъ германской желѣзной промышленности, которая въ 1894 г. по своимъ размѣрамъ превзойдетъ Англію, и о чемъ раньше не приходилось и мечтать. И такіе результаты достигнуты при неблагоприятныхъ условіяхъ германской желѣзной промышленности. Вслѣдствіе большого разстоянія между рудными и каменноугольными мѣсторожденіями и заводовъ до гаваней, требуются большіе расходы на перевозку. Къ этому слѣдуетъ прибавить низкое содержаніе рудъ, почти въ два раза меньшее, нежели озерныхъ американскихъ рудъ, вслѣдствіе чего уменьшается выходъ чугуна и увеличиваются расходы по перевозкѣ, потому что постороннія примѣси въ рудахъ увеличиваютъ мертвый грузъ.

Если, несмотря на столь неблагоприятныя природныя условія, достигнуты такіе значительные успѣхи въ германской желѣзной промышленности, то слѣдуетъ признать, что не послѣдняя роль выпала на долю научно-техническаго образованія, благодаря неутомимой совокупной работѣ педагогическаго персонала высшихъ техническихъ школъ.

Но, несмотря на быстрый ростъ германской желѣзной промышленности, представители съ тревогою взираютъ на будущность, потому что, при быстромъ развитіи всѣхъ отраслей желѣзной промышленности, требуется большое количество техническихъ силъ по химической, заводской и механической части, между тѣмъ въ самой организаціи преподаванія въ высшихъ техническихъ школахъ настала совершенная застой.

На всѣ высшія техническія школы въ Пруссіи ежегодно ассигнуется 2.870 000 марокъ. Но въ этой суммѣ заключаются и взносы со стороны учащихся, такъ что жертвы государства на высшія техническія школы сводятся къ относительно небольшой суммѣ 1.728.650 марокъ. Въ особенности она представляется малою по сравненію съ затратами университетовъ. Ежегодные расходы государства на которые простирается до 10 милліоновъ марокъ, при 17.000 учащихся, тогда какъ въ трехъ высшихъ техническихъ школахъ въ Пруссіи число учащихся = 7.300. Слѣдовательно, на одного учащагося въ университетахъ причитается въ годъ 580 и на одного учащагося въ техн. школахъ—240 марокъ. Признавая университеты вполне достойными государственной субсидіи въ вышеуказанномъ размѣрѣ, въ петиціи къ г. министру высказывается настоятельная необходимость въ соотв. увеличеніи субсидій и высшимъ техническимъ школамъ. Всякія указанія относительно улучшенія организаціи въ нихъ будутъ привѣтствованы редакціей журнала *Stahl & Eisen*.

(Стр. 591—604). *H. Brauns*: Новая прокатная фабрика фирмы *Union*, въ Дортмундѣ.

Статья эта сопровождается 14 рисунками въ текетѣ и общимъ планомъ фабрики на таблицѣ XI.

Принятая система главнаго прокатнаго стана: *реверсивный дуо*, назначенный для прокатки балокъ до 600 мм. высотой, U—желѣза до 300 мм. высотой, рельсовъ, пластинъ, заготовокъ и проч. Для полученія наибольшей производительности при наименьшей себѣ стоимости, болванки, вѣсомъ не менѣе 3-хъ тоннъ, изъ колодцевъ поступаютъ въ станъ и съ одного нагрѣва прекатываются въ полупродукты или въ готовый фабрикатъ. И только при крупныхъ балкахъ и недостаточности нагрѣва въ обыкнов. колодцахъ, прибѣгаютъ къ генераторнымъ колодцамъ съ *нагрѣвомъ*. Надъ колодцами устроены электрич. мостовой кранъ, силою въ 6 тоннъ, при пролетѣ въ 20 м. Скорость движенія крана въ минуту 60 м., ворота 28 м. и скорость подъема груза 9 м. въ минуту. Для опрокидыванія болванокъ на роль-

гангъ, служить особый *опрокидыватель*, съ гидравлическимъ цилиндромъ. Подводящій рольгангъ и оба переднихъ рольганга приводятся въ дѣйствіе вертик. двойною реверсивн. машиною съ цилиндр. 300 мм. діам. при ходѣ поршней 470 мм. и зубчатой передачей 3 : 10. Машина установлена сбоку стана. Число об. рольганговъ 54—60, чему соответствуетъ скорость на окружности валковъ 1,55 до 1,73 м. въ секунду. Для поворачиванія и подвиганія болванокъ имѣется особый гидравлическій приборъ, помѣщенный подъ самымъ рольгангомъ, общепринятаго устройства. Болваночный станъ *дуо* имѣеть два валка, діам. 1.100 мм. и длиною между цапфами 2.700 мм. Шестеренный ставъ состоитъ изъ двухъ шестеренъ съ угловыми зубцами діам. 1.150 мм. и длиною 1.000 мм.

Двигатель,—реверсивная двойная машина съ цилиндр. діам. 1.200 мм. при ходѣ поршней 1.300 мм. и съ отношеніемъ 1 : 2,5. Машина фирмы *Gebrüder Klein (Dahlbruch)*, а прокатной станъ фирмы *Haniel & Lueg* (въ Дюссельдорфѣ). Прокатанныя болванки, въ 400 мм. въ квадратѣ, разрѣзываются на части посредствомъ паро-гидравлическихъ ножницъ фирмы *Breuer, Schumacher & Co* (въ Калькѣ) и поступаютъ въ отдѣлочный станъ для заготовокъ 250 до 130 мм. въ квадратѣ и минимальной длиною 500 мм.

Рольганги ножницъ и отдѣлочнаго стана приводятся въ дѣйствіе отъ реверсивнаго электромотора въ 70 силъ и совершающаго 720 об. въ минуту. Скорость на окружности роликовъ = 1,56 м. въ 1 секунду. (Этотъ электромоторъ изображенъ на стр. 601). Для 5 *поперечно-волоочильныхъ* приборовъ, впереди и позади отдѣлочнаго стана, служитъ 160 с. реверсивный электромоторъ, совершающій 310 об. въ минуту, съ двойною зубчатою передачею (фиг. 10, стр. 600). Скорость этихъ волочилъ (*Schlepper*) 0,8 м. въ секунду.

Рольганги устроены весьма прочно, съ чугунными роликами и стальными шестернями. Отдѣлочный станъ состоитъ изъ 4-хъ ставовъ съ валками, діам. 900—920 мм. и длиною 2.500 мм., съ стальными шестернями въ *шестеренныхъ* станинахъ; станъ приводится въ дѣйствіе *тройною* реверсивною машиною фирмы *Erhardt & Sehmer* (въ Шлейфмюль). Діам. цил. 1.300 мм. и такой же ходъ поршней (1.300 мм.). Минутное число об. до 130 и слѣдовательно скорость прокатки 6 м. Упругость пара 8,5 атмосфер. Станъ и машина обслуживаются электрическимъ мостовымъ краномъ въ 30 тоннъ. Станины чугунныя, съ стальными подушками. На стр. 598—599 имѣются фотографическія изображенія механическихъ приборовъ для нагрузки заготовокъ въ вагоны. На стр. 602 изображена отдѣлочная мастерская для рельсъ и балокъ.

Для обслуживания прокатной фабрики служатъ 10 водотрубныхъ котловъ фирмы *Бабкокъ и Вилкоккъ* (нѣмецкихъ фирмъ), каждый съ нагревательною поверхностью 370 м.² и перегревателемъ въ 56 м.² Упругость пара 10 атмосферъ.

Позади котловъ расположена система *экономейзеровъ* въ 1.520 м.² нагревательной поверхности, служащая для нагрева отходящими газами питательной воды до 110° Ц.

Денная производительность (въ смѣну отъ 6 до 6 час.) на основаніи опытной прокатки была слѣдующая ¹⁾:

При фабрикаціи:

1) Заготовокъ 50 мм. въ квадратѣ	480 тоннъ.
2) Пластинъ 200 × 13 мм.	400 »
3) Балокъ № 30	450 »
№ 55	380 »
4) Рельсовъ 40 klg. въ метрѣ	500 »

¹⁾ Въ моей *Справочной книгѣ* стр., 521, процѣв. дана меньше, всего до 500 тоннъ въ сутки (т. е. въ 2 смѣны).

Всѣ болванки были прокатаны съ одного нагрѣва.

Настоящая статья заключаетъ весьма много интересныхъ деталей, касающихся прокатки, и потому можетъ служить полезнымъ пособіемъ при составленіи проектовъ по горнозаводской механикѣ въ Горномъ Институтѣ и въ другихъ высшихъ техническихъ заведеніяхъ.

(Стр. 605—610). *Рейнско-Вестфальская промышленная выставка. IV. Die Gutehoffnungshütte, Actien Verein für Bergbau und Hüttenbetrieb.* Этотъ рейнскій заводъ (расположенный въ Обергаузенѣ) играетъ въ нѣмецкомъ желѣзномъ дѣлѣ выдающуюся роль: на немъ еще въ 1790 г. были сдѣланы опыты надъ употребленіемъ кокса или «обезсѣрениаго угля». Затѣмъ на немъ, одномъ изъ первыхъ, было введено пудлингованіе, прокатка рельсовъ и постройка паровыхъ машинъ и пароходовъ. Въ 1810 г. это общество было извѣстно подъ фирмой: «*Jacobi, Haniel & Huysen*».

Съ 1873 г. оно существуетъ подъ теперешнимъ названіемъ.

По богатству каменноугольныхъ и желѣзныхъ рудниковъ оно принадлежитъ къ наилучшимъ заводскимъ предпріятіямъ; добывая сырые матеріалы, оно подвергаетъ ихъ дальнѣйшей обработкѣ, и поэтому заводъ состоитъ изъ многихъ отдѣленій.

Въ *Sterkrade* имѣются первоклассныя машиностроительныя фабрики, служащія для изготовленія главнѣйше заводскихъ и рудничныхъ механизмовъ современнаго типа; чугуно- и стали-литейныя; паровая кузница, пресовая, цѣпная и котельная кузницы, съ мостовымъ отдѣленіемъ.

На заводахъ въ *Обергаузенѣ* имѣется 9 доменныхъ печей, съ годичною производительностью 400.000 тоннъ = 24.100.000 пудовъ чугуна, или на 1 печь свыше 2.600.000 пудовъ. При нихъ 451 коксовая печь, т. е. по 50 штукъ на каждую доменную печь. На своихъ кояхъ, изъ 6-ти шахтъ, ежедневно добываетъ 5.250 тоннъ каменнаго угля. Около *Дюссельбурга* имѣется водопроводная станція съ годичною производительностью 8 милліоновъ кубическихъ метровъ воды. На газовомъ заводѣ ежедневно получается 3.000 м.³ газа. Годичная производительность фабрики огнепостоянныхъ матеріаловъ = 10.000 тоннъ ¹⁾. Число служащихъ и рабочихъ 14.000; общая сила 46.000 л., т. е. на 1 рабочаго 3,28 лш. ²⁾.

Выставка этой фирмы въ *Дюссельдорфѣ* соответствовала грандіозности самихъ заводовъ. На фиг. 1 изображена фотографія шахтной подъемной паровой машины тандемъ съ четырьмя цилиндрами. На фиг. 2 и 3 *газо-доменная воздуходувная машина*. Эта послѣдняя, при нормальномъ числѣ оборотовъ въ минуту, должна всасывать 1.000 м.³ воздуха и сгущать его до 0,5 атмосфер. (1,5 атмосфер. абсолют.). Затѣмъ, было поставлено вторичное условіе возможности сгущенія воздуха до 0,7 атм., при сохраненіи той же работы газоваго цилиндра, но съ уменьшеніемъ количества подаваемого воздуха до 700 м.³ Нагнетаніе совершается клапанами *Штумпфа* (фиг. 3, стр. 609). Уменьшеніе количества подаваемого воздуха достигается тѣмъ, что при обратномъ ходѣ поршня часть веосаннаго воздуха снова выгоняется наружу. Къ сожалѣнію, механизмъ, исполняющій эту роль, описанъ мало удовлетворительно, непонятно.

(Стр. 610—613). *R. Vencke. Нѣкоторыя свѣдѣнія о дѣйствіи вагранокъ.* Въ этой небольшой статейкѣ приведены различные взгляды, касающіеся пользы (*Grau*) или бесполезности (*Ledebur*) примѣненія нагрѣтаго воздуха при вагранкахъ, предѣловъ густоты и количества воздуха и значенія передоваго горна и проч.

(Стр. 613—614) *Фиг. 1 до 3.* Газоулавливающіе приборы съ двойнымъ затворомъ при домнахъ *Сулинскаго* завода, въ Землѣ Войска Донскаго. На фиг. 1—2 изображенъ

¹⁾ Т. е. всего 2,5% производительности чугуна (Справ. книга стр. 647) отъ 5 до 15%

²⁾ Справ. книга 1899 г., стр. 689: 2 до 4, средн. 3 пар. л.

приборъ съ боковымъ отводомъ газовъ, системы *Парри*, и на фиг. 3—съ центральнымъ отводомъ типа *Нoff*"а. Последняго рода газоуловители особенно пригодны для оолитовыхъ и вообще мелкихъ рудъ.

(Стр. 616—617). *Развитіе стверо-американской желѣзной промышленности*. Настоящая статейка представляетъ извлеченіе изъ *путеводителя* по американскимъ стальнымъ и желѣзнымъ заводамъ г. *Swank*, вышедшаго 15-мъ изданіемъ. Здѣсь приведены данныя, касающіяся заводскихъ и рудничныхъ компаній, ихъ мѣстонахожденія, наименованіе фирмъ, адреса ихъ, данныя о производительности и объ акціонерныхъ капиталахъ, о количествѣ печей, конверторовъ и проч.

Въ 1901 г. въ Соединенныхъ Штатахъ было въ дѣйствиіи:

1) 406 доменныхъ печей, изъ нихъ 261 коксовыхъ, 85 антрацито-коковыхъ и 55 древесноугольныхъ. Въ постройкѣ было 12 печей. Годичная производительность всѣхъ 25.209.030 тоннъ.

2) Число дѣйствующихъ прокатныхъ и стальныхъ заводовъ 527 и въ постройкѣ было 12. Простыхъ пудлинговыхъ печей 3.251 (1 двойная печь принята за 2 простыхъ печи). Нагрѣвательныхъ печей 3723. Годичная производительность продуктовъ прокатки (при двойной смѣнѣ) = 23.591.876 тоннъ.

3) Число фабрикъ для рѣзанныхъ гвоздей 43. Гвоздарныхъ машинъ 3.385. Число фабрикъ проволочныхъ гвоздей 64.

4) Число бессемеровскихъ фабрикъ 35 съ 81 конверторомъ. Годичная производительность болванокъ и отливокъ 13.145.000 тоннъ. Число конверторовъ малаго бессемерованія (*Klepp, Robert, Tropenas* и проч.) 19.

5) Число дѣйствующихъ 112 и вновь устраиваемыхъ 12 мартеновскихъ заводовъ. Число мартеновскихъ печей въ нихъ: 403 дѣйствующихъ и 50 въ постройкѣ. Годичная производительность всѣхъ 8.422.386 тоннъ.

6) Стале-тигельныхъ заводовъ 48, съ годичной производительностью болванокъ и литья 177.800 тоннъ, при 2.896 тигляхъ.

7) Число заводовъ, изготовляющихъ жельзо и матовое желѣзо, 62. Заводовъ, извлекающихъ непосредственно желѣзо изъ рудъ, 2. Общая ихъ годичная производительность 6.172 тонны.

8) 8 заводовъ, изготовляющихъ крицы изъ чугуна и лома, съ годичною производительностью 25.984 тонны.

Акціонерный капиталъ различныхъ компаній простирается отъ 1 до 50 милліоновъ долларовъ и въ 67 случаяхъ свыше 50 милл. долл. и до 100 милл., и въ одномъ случаѣ 160 милл., т. е. до 320 милл. рублей.

(Стр. 618—624). *Н. Виеск*: «*О картеляхъ*». Культурные успѣхи XIX столѣтія кореннымъ образомъ измѣнили экономическія условія жизни. Производительность товаровъ возрасла и народный обмѣнъ усилился, принявъ новое направленіе. Присканіе рынка для сбыта колоссальной производительности представляетъ величайшую и труднѣйшую задачу народнаго хозяйства.

Сбытъ продуктовъ промышленности идетъ гладко и выгодно только въ особенно благоприятныя времена, которыя иногда даже заставляютъ думать, что производство не удовлетворяетъ потребности. Въ такія времена основываются новыя предпріятія съ цѣлью увеличенія производительности. Между тѣмъ въ обыкновенное время потребность сокращается, и для сбыта производства настаетъ тяжелое время, и приходится какъ на внутреннемъ, такъ и на внѣшнемъ рынкѣ выдерживать сильную борьбу за существованіе. Было придумано много средствъ, чтобы ослабить вредное вліяніе подобной борьбы, по крайней мѣрѣ въ предѣлахъ внутренняго рынка,

образованіемъ союзовъ производителей подъ названіемъ: *конвенцій, картелей, синдикатовъ* или *трестовъ*.

Въ настоящее время въ Германіи имѣется около 300 картелей, изъ которыхъ до 80 торговыхъ, а остальные промышленныя. Ихъ форма и организація весьма различны, а сообразно съ этимъ и результаты ихъ дѣятельности неодинаковы.

«*Цѣновыя конвенціи*», ограничивающія для своихъ членовъ продажную цѣну издѣлій, представляютъ самую несовершенную форму союза. Значительно болѣе совершенными являются *картели*, распредѣляющія заказы по специальностямъ, сообразно съ производствомъ, оказывая тѣмъ благоприятное вліяніе на цѣны. Хотя предоставленіе продажи въ руки отдѣльныхъ членовъ корпораціи и при этихъ картеляхъ нерѣдко ведетъ къ недоразумѣніямъ.

Наиболѣе совершенною формою подобныхъ союзовъ въ Германіи представляются *синдикаты* съ общими продажными складами для внутренняго, а также и для внѣшняго рынковъ.

Типомъ подобнаго союза является *рейнско-вестфальскій угольный синдикатъ*. Цѣль его заключается въ регулированіи производства сообразно потребности, въ установленіи цѣнъ, въ правильномъ соотношеніи къ себѣ стоимости, въ устраненіи сильныхъ колебаній въ цѣнахъ и въ обезпеченіи рабочимъ правильнаго заработка. Главная цѣль всѣхъ подобныхъ союзовъ заключается въ обезпеченіи его членамъ приличнаго дохода. Кромѣ того, они должны принимать въ соображеніе и интересы своихъ кліентовъ, потребителей и, напротивъ того, узкій взглядъ на временную выгоду можетъ подорвать въ корнѣ самое учрежденіе синдиката.

Увеличеніе производства съ цѣлью повиженія цѣнъ заставляетъ столь развитую промышленность, какъ въ Германіи, производить превыше потребности внутренняго рынка. Поэтому большинство производствъ, картелированныхъ или нѣтъ, рассчитаны на вывозъ за границу.

Можно считать за правило, что на внутренней торговлѣ наживаютъ больше, нежели на внѣшней, и положеніе міроваго рынка бываетъ таковое, когда на вывозѣ нельзя имѣть вовсе барыша, а напротивъ того приходится терпѣть нѣкоторый убытокъ. Картели допускаютъ поддерживать цѣны на внутреннемъ рынкѣ болѣе высокія и, напротивъ, понижать ихъ на международномъ рынкѣ.

Наиболѣе совершенная форма картелей есть та, которая главнѣйше основывается на *пониженіи себѣ стоимости*, въ обширномъ значеніи этого слова, и, опираясь на ней, увеличиваетъ доходность и обезпечиваетъ постепенное развитіе производства. Эта форма, повидому, осуществлена въ американскихъ *трестахъ*.

Въ Соединенныхъ Штатахъ *картели* получили быстрое развитіе, несмотря на общественное мнѣніе, направленное противъ нихъ, и на созданіе многихъ специальныхъ законоположеній противъ картелей. Правда, подъ вліяніемъ этихъ законовъ внѣшняя форма картелей и трестовъ измѣнилась, но сущность осталась одна и та же. Въ Америкѣ весьма скоро *картели*, т. е. союзы отдѣльныхъ *самостоятельныхъ* предпріятій, были оставлены и перешли къ *трестамъ*, т. е. къ организаціи общихъ большихъ предпріятій. Въ 1899 г. былъ 81 подобный трестъ, съ общимъ капиталомъ 1.838,5 милліоновъ долларовъ, около $7\frac{1}{2}$ милліардовъ марокъ, или $3\frac{3}{4}$ милліарда руб. Изъ этихъ трестовъ особенною извѣстностью пользуются *нефтяные* и *сахарные* тресты и въ послѣднее время всеобщее вниманіе обращено на тресты въ области желѣзной и стальной промышленности. Въ 1898 г. банкирскій домъ *P. Morgan*'а образовалъ изъ шести большихъ обществъ *Federal Steel Co.*, которая умалила значеніе извѣстныхъ заводовъ *Carnegie*, которые, въ свою очередь, въ 1900 г. изъ 27 обществъ образовали *Carnegie Co.* Но первая компанія оказалась болѣе сильною и потому послѣдняя присоединилась къ ней въ 1901 г., и обѣ онѣ образовали одну общую *Ko United*

States Steel Corporation съ капиталомъ въ $5\frac{1}{2}$ миллиардовъ марокъ и ей принадлежать $\frac{2}{3}$ всѣхъ желѣзныхъ и стальныхъ заводовъ въ Соединенныхъ Штатахъ, съ желѣзными и каменноугольными рудниками и соответствующими путями сообщения, сухопутными и водяными. Этотъ стальной трестъ даетъ работу 300.000 рабочимъ. Дѣло ведется подъ управленіемъ особой *Директоріи*, съ извѣстнымъ *M. Schwab* во главѣ. Несмотря на обширную децентрализацию, все это дѣло представляетъ одно гармоническое цѣлое.

Особенное вниманіе обращено на пониженіе стоимости издѣлій. Малоходныя предпріятія приостанавливаются; напротивъ того, въ другихъ предпріятіяхъ обращено особое вниманіе на развитіе наиболѣе выгодныхъ по мѣстнымъ условіямъ производствъ. Обладая громадными запасами различныхъ рудъ, облегчается правильное распредѣленіе ихъ въ отдѣльныхъ заводахъ. Единство въ управленіи сухопутными и водяными путями сообщения обезпечиваетъ наилучшее использование средствами перевозки съ наименьшею потерей времени и силы. Специализация работъ и техническія усовершенствованія повышаютъ доходы, не увеличивая оборотнаго капитала.

Бывали примѣры, что, при перепроизводствѣ извѣстныхъ издѣлій, образованіемъ *картели* производительность была сокращена на 28% ихъ полной производительной способности. Но при этомъ для многихъ заводовъ цеховая стоимость возрасла настолько, что дальнѣйшее ихъ существованіе было невозможно. Тогда былъ образованъ *трестъ* изъ 80 заводовъ, изъ которыхъ только 12 лучшихъ были пущены въ дѣйствіе и настоль усиленно, что, покрывъ всѣ расходы предпріятія, они дали еще большую прибыль. По примѣру Америки тресты начинаютъ распространяться и въ *Англіи*. О томъ, получаютъ-ли тресты въ скоромъ времени распространеніе и въ *Германіи*, трудно сказать, за недостаткомъ большихъ капиталовъ и духа предпримчивости, хотя союзъ многихъ небольшихъ, въ началѣ самостоятельныхъ вестфальскихъ угольныхъ предпріятій въ большія общества отмѣчаетъ начало образованія трестовъ. Въ Америкѣ борьба противъ трестовъ послужила для двухъ большихъ политическихъ партій агитаціоннымъ средствомъ при послѣднихъ президентскихъ выборахъ. Настоящій президентъ Соединенныхъ Штатовъ въ пользу трестовъ и онъ полагаетъ, что обнаруживающійся перевѣсъ американской промышленности надъ европейскою находится въ связи съ трестами. Также и въ Германіи общественное мнѣніе въ пользу изданія законовъ для картелей.

Въ заключеніе авторъ возлагаетъ большую будущность на учрежденіе картелей, несмотря на нѣкоторые бывшіе неудачные примѣры, всегда возможные въ совершенно новомъ дѣлѣ, затронувшемъ кореннымъ образомъ народное хозяйство.

Книжка № 12.

(Стр. 645—650). *H. Illies: Американскія симерсъ - мартеновскія фабрики.* Со времени изобрѣтенія въ 1878 г. *G. Thomas* омъ основной набойки для конверторовъ, получилъ практическое распространеніе, особенно въ Германіи, основной литой металлъ, хотя еще нужны были годы, прежде, нежели онъ сталъ примѣняться при желѣзныхъ постройкахъ и мостовыхъ сооруженіяхъ, что случилось въ 1886 и 1887 годахъ, когда бессемерованіе было отодвинуто уже на второй планъ. Въ *Австріи* въ мартѣ 1901 г. была обработана послѣдняя бессемеровская садка.

Въ другомъ положеніи дѣло находилось въ Америкѣ, гдѣ бессемерованіе, введенное въ началѣ 80 годовъ, было преобладающимъ. Въ началѣ 90 годовъ устроено много новыхъ бессемеровскихъ фабрикъ и годичное производство ихъ достигло 8.000.000 тоннъ, но въ 1900 г. оно уменьшилось до 6.791.726 тоннъ. Впослѣдствіи, однако, оказалось, что полученный металлъ былъ неодинаково пригоденъ для различныхъ цѣлей. Поэтому листовой металлъ выдѣлывался по

прежнему изъ мареновской стали, и когда съ введеніемъ механическихъ устройствъ удешевлено было производство мареновскаго металла, такъ что маренованіе могло конкурировать съ ессемерованіемъ, то и профильное желѣзо: угловое, тавровое, швеллерное и т. п. тоже стали изготовлять мареновскимъ способомъ, и бессемеровское желѣзо теперь употребляется только для рельсовъ, пластинъ, жести, ленточнаго металла и т. п. Для удовлетворенія возрастающей потребности въ Америкѣ возникли многіе новые мареновскіе заводы, изъ которыхъ самый большой *Homestead Steel Works*, затѣмъ *Duquesne* и *Sharon Steel Co.*

Вообще перешли къ 50-ти тоннымъ печамъ, при которыхъ производство удешевилось и расходъ горючаго матеріала сократился, по сравненію съ меньшими печами. *Спрокидывающіяся* мареновскія печи примѣняются только въ отдѣльныхъ случаяхъ; выгоды ихъ уравниваются ихъ большею стоимостью устройства и содержанія, а потому въ новѣйшихъ заводахъ Америки ихъ больше не примѣняютъ. Повсюду введена *вагонная отливка*, допускающая быстрое удаленіе болванокъ изъ литейнаго зданія. Болванки, еще горячія, поступаютъ въ нагрѣвательные колодцы. Старые гидравлическіе вращающіеся краны замѣнены мостовыми электрическими кранами, имѣющими то достоинство, что они обслуживаютъ всю площадь зданія. Подобныя устройства введены и на всѣхъ нашихъ новыхъ мареновскихъ фабрикахъ на *Югѣ* и на *Уралѣ*.

На таблицѣ XII, въ планѣ и въ разрѣзѣ, представлена мареновская фабрика № 1, принадлежащая заводамъ *Homestead* (*Carnegie Steel Co.*), собруженная въ 1887—88 гг., съ 8-ю печами въ 25—30 тоннъ вмѣстимостью, и другая, № 2, болѣе новая фабрика, построенная въ 1889—90 гг., съ 16-ю печами, вмѣстимостью каждая 40—50 тоннъ. Въ 1897 г. начата была постройкой третья, № 3, мареновская фабрика, самая большая въ Америкѣ и быть можетъ во всемъ свѣтѣ. На таблицѣ XIII она изображена въ планѣ и въ поперечномъ разрѣзѣ. Она состоитъ изъ 24-хъ печей, вмѣстимостью каждая по 50 тоннъ. При 16-ти садкахъ въ недѣлю въ каждой печи годовая производительность = 900.000 тоннъ, или свыше 33.000 тоннъ на каждую печь ¹⁾).

Првложенные къ статьѣ два плана новѣйшихъ мареновскихъ фабрикъ могутъ служить полезнымъ руководствомъ при проектированіи.

(Стр. 651—654). *W. Schmidhammer*: *Особый родъ руднаго процесса въ мареновскихъ печахъ.*

Было время, когда стремились въ мареновскихъ печахъ увеличить садку чугуна по сравненію съ ломомъ. Но такъ какъ основная футеровка мареновскихъ печей въ то время еще не была извѣстна, то въ среднемъ чугуна въ садку поступало около 25%. Со времени постоянного развитія основнаго процесса количество чугуна было доведено до 50%. От мѣстныхъ условій зависитъ составъ шихты: *чугуна, руды* и *лома*, при которой получаютъ наивыгоднѣйшія условія плавки. На Уралѣ, при недостаткѣ желѣза и лома, приходится обрабатывать въ значительной пропорціи *чугунъ* и *руду*.

Далѣе авторъ коснулся извѣстнаго руднаго процесса съ жидкой рудой братьевъ *Горяиновыхъ*, коснувшись отчасти моего описанія, ²⁾ и особенно распространяется о введеніи этого способа на *Надеждинскомъ* заводѣ въ *Богословскѣ* съ приведеніемъ детальнаго химическаго анализа: чугуна, руды, шлаковъ и стали, въ различные періоды плавки.

Авторъ указываетъ, что, по всей вѣроятности, независимо отъ братьевъ *Горяиновыхъ*,

¹⁾ *Справочная книга*, стр. 628, въ мареновской фабрикѣ въ Луганскѣ, при вмѣстимости печей въ 20 тоннъ, годовая производительность = 12.000 тоннъ.

²⁾ „Горный Журналъ“, 1897 г.

совершенно сходный рудный процессъ введенъ былъ въ *Pumebury* и о которомъ было сдѣлано г. *Monell* сообщеніе въ собраніи *Iron & Steel Institute*, въ Лондонѣ, въ маѣ 1900 г. На поду печи, вмѣстимостью въ 40 тоннъ, насыпался слой извести, въ количествѣ 3 тоннъ, и сверхъ него 10 до 12 тоннъ руды изъ *Верхняго* озера. По истеченіи $\frac{1}{2}$ часа руда начинаетъ плавиться, и тогда прибавляютъ жидкаго чугуна. Реакція совершается весьма быстро, но не *стремительно*, какъ въ процессѣ *Горяинова*, потому что руда при этомъ не была вполнѣ расплавлена. Нѣтъ сомнѣнія, что настоящая, хотя и небольшая, но обстоятельно изложенная статья представитъ интересъ для металлурга и вообще заводскаго инженера.

(*Стр.* 654—663). Здѣсь сообщаются нѣкоторыя свѣдѣнія относительно желѣзныхъ заводовъ, на основаніи данныхъ *Рейнско-Вестфальской* выставки. На *стр.* 654—657 имѣются нѣкоторыя свѣдѣнія объ известномъ заводѣ *Hörde*. Въ настоящее время на этомъ заводѣ имѣются 3.200 пар. л. газоменныхъ машинъ, приводящихъ въ дѣйствіе динамомашинны съ напряженіемъ въ 3.000 вольтъ, для обслуживанія стального завода и угольныхъ рудниковъ. Доменный заводъ, съ 8-ю большими доменными печами, имѣетъ годовичную производительность въ 430.000 тоннъ чугуна, и томасовская фабрика—мѣсячную производительность въ 30.000 тоннъ стальныхъ болванокъ.

Продукты прокатки. На выставкѣ находились: стальные заготовки 50×50 мм. и длиною 146 до 152 м., въ свернутомъ видѣ. Угловое желѣзо 40×40 мм. и длиною 121 м., вѣсомъ 362 klg.; плоское желѣзо 55×6 мм. и длиною 167 м., при вѣсѣ 420 klg.; листовое желѣзо $22\frac{1}{2} \times 3,2$ м. и толщиной 17 мм., при вѣсѣ 9.800 klg.; котельное желѣзо длиною 25 м., шириною 2,4 м., толщиной 17 мм., при вѣсѣ 8.150 klg. Различные сорта листового металла: при толщинѣ 0,35 мм. до 4,3 м. длиною; при толщинѣ 1 мм. до 9 м. дл.; при толщинѣ 1,7 мм. до 11 м. дл.; при толщинѣ 3,5—5 мм. 17 до 21 м. длиною. Рельсъ длиною 76 м., вѣсомъ 3.416 klg., согнутый въ холодномъ состояніи.

Стр. 657—660 относятся къ выставкѣ заводовъ *Buderus*. На фиг. 2 изображень доменный газоулавливающий приборъ съ *центральнымъ* отводомъ и съ *двойнымъ* затворомъ. Приборы съ двойнымъ затворомъ получили особенное распространеніе съ введеніемъ газомоторовъ, дѣйствующихъ доменными газами. На фиг. 3, въ планѣ, представлена схема фабрики для изготовленія шлаковаго портландскаго цемента. Эти обѣ фиг., 2 и 3, могутъ быть полезны при проектированіи доменныхъ заводовъ

Стр. 660—663 относятся къ *рельсовому музею*, представляющему собою богатѣйшее историческое собраніе верхняго строенія путей, т. е. рельсовъ и ихъ скрѣпленій, и шпаль, выставленное фирмою *Georg-Marien Berg & Hütten-Verein*, въ Оснабрюкѣ, въ Ганноверѣ, которое еще раньше красовалось на Филадельфійской выставкѣ и въ свое время возбудило большой интересъ въ Америкѣ. Отъ состоянія полотна желѣзной дороги, какъ известно, зависитъ безопасность и быстрота движенія, а потому настоящее собраніе имѣетъ большое практическое значеніе.

(*Стр.* 663—667). *A. Wencelius: Анализы доменныхъ и генераторныхъ газовъ.* Здѣсь приведено описаніе новаго прибора для анализа доменныхъ газовъ, о которомъ упоминалось въ статьѣ того-же автора, помѣщенной въ № 9 настоящаго журнала. Приборъ этотъ изображень на фиг. 1 и 2. Оставляя въ сторонѣ описаніе этого прибора, весьма интереснаго для химика, я упомяну только, что авторъ весьма рекомендуетъ его для заводскихъ лабораторій. Приборы эти изготовляются фирмою *E. Leybold* въ Кѣльнѣ.

Стр. 667—669 касаются нѣкоторыхъ преобразованій въ высшей технической школѣ въ *Аахенѣ*. Долгое время представителемъ кафедры металлургіи *общей и металлургіи желѣза* было одно лицо, и самое преподаваніе пребывало въ нѣкоторомъ застоѣ. Съ 1897 г.

эти обѣ отрасли знаній были поручены двумъ отдѣльнымъ представителямъ, и дѣло пошло лучше.

(Стр. 669—670). *K. Grosse: Вращательное устройство для кузнечныхъ крановъ.*

Настоящая замѣтка вызвана описаніемъ въ № 7 *электрическаго вращательнаго устройства съ проволочнымъ канатомъ вмѣсто цѣпи системы A. Willaredt*, служащаго для поворачиванія около оси болванокъ, обрабатываемыхъ подъ гидравлическимъ прессомъ на заводѣ *I. Cockerill*. Авторъ настоящей замѣтки находитъ, что существующіе гидравлическіе поворачивающіе приборы нисколько не хуже, и что цѣпь имѣетъ преимущество надъ канатомъ, такъ какъ она меньше истирается, и ремонтъ ея (отдѣльныхъ звеньевъ) легче и быстрее, нежели каната. Затѣмъ онъ находитъ, что электричество не допускаетъ столь быстрыхъ и точныхъ маневрированій, какъ при гидравлическихъ приборахъ, и, наконецъ, самое исполненіе и содержаніе гидравлическаго прибора гораздо проще. Въ одномъ гидравлическомъ устройствѣ уступаетъ электрическому, а именно въ томъ, что оно допускаетъ поворачиваніе только въ одну сторону, тогда какъ электрическое устройство—въ обѣ стороны. Но этотъ недостатокъ, когда это нужно, можно устранить добавочнымъ приспособленіемъ. Съ своей стороны я прибавляю, что къ достоинствамъ электрическаго прибора относится примѣнимость его ко всякому существующему крану на всѣхъ заводахъ, гдѣ имѣется электрическая станція.

Новыя книги.

1) *I. Deschamps: Les Gazogènes*. Paris. 1902. Форматъ 8° въ 26¹/₂ листовъ. Фигуры, въ количествѣ 240, помѣщены въ текстѣ. Цѣна 6 р. 75 к.

Эта книга посвящена описанію различнаго рода *генераторовъ*. Изъ 15 главъ первыя пять посвящены общимъ понятіямъ о горючихъ матеріалахъ и горѣніи. Главы VI—XII заключаютъ описанія главныхъ системъ генераторовъ. Глава VIII исключительно посвящена генераторамъ *Сименса*. Въ главѣ IX на первое мѣсто поставлены генераторы для водяного газа *Dawson'a*. Глава XIII посвящена вспомогательнымъ приборамъ и очисткѣ газовъ, а глава XIV—рекуператорамъ и регенераторамъ. Въ послѣднемъ XV параграфѣ приведены нѣкоторые примѣры примѣненія генераторовъ для образованія двигательной силы.

Книга имѣетъ исключительно описательный характеръ, представляя собою цѣнный сборникъ свѣдѣній, разъясненныхъ въ различныхъ сочиненіяхъ. На фиг. 227—229 имѣется отчетливое изображеніе центробѣжныхъ газоочистителей системы *Saltor*.

2) *C. F. Guilbert: Les Générateurs d'Électricité*, а l'Exposition universelle de 1900. Paris. 1902. 8°, 44 печатныхъ листа съ 615 гравюрами въ текстѣ. Цѣна 13 р. 50 к.

Въ этой книгѣ заключается сжатое описаніе динамо-машинъ, электромоторовъ и приводившихъ ихъ въ дѣйствіе паровыхъ машинъ, бывшихъ на послѣдней Парижской всемірной выставкѣ 1900 г.

3) *A. Brovot: „Das Kalibrieren der Walzen“*. Leipzig, 1902. Lieferung 1, Taf. 1—40, съ небольшимъ пояснительнымъ текстомъ. Цѣна 14 *Mrk*.

Настоящій первый выпускъ представляетъ атласъ чертежей формата 2°, заключающій большое количество изображеній ручьевъ и валковъ для прокатки желѣза и стали.

Табл. 2 и 3 заключаютъ ручки для болваночныхъ валковъ, діам. 1.100 до 1.150 mm. и длиною 2.650 до 3.000 mm, служащихъ для прокатки болванокъ въ сѣченіи 450×450 до 550×550 mm. Подъемъ верхняго валка 170 до 180 mm. Въ каждомъ ставѣ по 8 ручьевъ. Реверсивное *дуо* діам. 850 mm. при длинѣ валковъ 2.250 mm. для прокатки заготовокъ

На таблицу 4 дана калибровка двухъ становъ *трио*, для прокатки заготовокъ изъ болванокъ сѣченіемъ 140×170 мм. и 300×300 мм. Число ручьевъ въ каждомъ ставѣ 20 до 22.

Табл. 5—18 заключаютъ ручки для квадратныхъ и круглыхъ полосъ для крупносортовыхъ, среднесортныхъ и мелкосортныхъ становъ.

Табл. 19—23 относятся къ плоскому желѣзу.

На таблицу 24 представлены валки для прокатки колосниковыхъ полосъ *трапециoidalнаго* поперечнаго сѣченія.

Табл. 25—*ступенчатые* валки для плоскихъ полосъ.

Табл. 26—40 относятся къ прокаткѣ углового желѣза.

Къ этому первому выпуску приложенъ пояснительный текстъ въ 32 страницы 4^о, въ которомъ даны краткія общія свѣдѣнія о прокаткѣ. Наиболѣе интереснымъ въ немъ представляются численные примѣры прокатки различныхъ сортовъ металла. Настоящее сочиненіе, имѣющее практической характеръ, является полезнымъ дополненіемъ къ прежнимъ сочиненіямъ по части калибровки валковъ: *Туннера, Далена, Неве и Генри, Жесъ, Тонкова* и проч. По окончаніи настоящаго очерка, мнѣ былъ присланъ 2-ой выпускъ этой книги съ атласомъ въ 80 таблицъ чертежей.

4) *Журналы XIII и XIV совѣщанія гг. инженеровъ Вятскаго Горнаго Округа въ 1899 и 1901 гг. Вятка. 1902 г.*

Журналы совѣщаній инженеровъ этого Округа всегда отличаются обиліемъ интереснаго матеріала и заключаютъ полные, научно-обработанные проекты многихъ заводскихъ устройствъ, которые являются весьма полезнымъ руководствомъ при проектированіи для молодыхъ техниковъ и для гг. студентовъ высшихъ техническихъ заведеній.

Въ настоящемъ выпускѣ я обращаю вниманіе на нижеслѣдующія монографіи:

XIII совѣщаніе.

а) *Д. А. Богаевскій*. Вертикальная турбина системы *Жирара* въ 75 силъ, въ *Кирсинскомъ* заводѣ (стр. 7—49), съ двумя таблицами чертежей. Статья эта представляетъ детальный расчетъ размѣровъ всѣхъ частей турбины, предназначенной для дѣйствія листокалательнаго стана. Въ концѣ статьи приложена смѣта стоимости постройки и сборки этой турбины.

б) (Стр. 1—6). *В. С. Косолаповъ*. Описаніе проекта постройки доменной печи въ *Кажимскомъ* заводѣ *Д. Е. Бенардаки*, съ чертежемъ доменной печи на чугунныхъ колоннахъ. Къ сожалѣнію, къ печи примѣненъ довольно примитивный газоуловительный приборъ, съ простою крышкою на колошникѣ.

в) *К. П. Семеновъ*. Чугунолитейное производство въ *Блохолуницкомъ* заводѣ (стр. 50—79) съ чертежами: литейной фабрики современнаго типа, съ мостовымъ крапомъ, отражательной печи, двухъ вагранокъ, вентиляторовъ *Рута и Ллойда*. Приведены сравнительныя наблюденія при переплавкѣ чугуна на антрацитѣ и древесномъ углѣ. На 1 пудъ антрацита и древеснаго угля причисляется 8 и 2 до 2,5 пуд. чугуна. Минутный расходъ воздуха на 1 тонну часовой производительности = 516,7 куб. фут. при антрацитѣ и 1.653 до 2.000 куб. фут. при древесномъ углѣ. Одна и та же вагранка при 1.200 куб. фут. воздуха въ минуту даетъ часовую производительность до 144 пуд. при антрацитѣ и 48,6 пуд. при древесномъ углѣ. Отсюда усматривается большое значеніе примѣненія при уральскихъ вагранкахъ антрацита взаменъ древеснаго угля.

д) *В. Чуваевъ*. Расчетъ *струйчатого* холодильника системы *Мортон* для паровой воздуходувной машины *Климовскаго* завода, съ чертежемъ. Установка холодильника

обусловлена экономіей доменнаго газа на дѣйствіе паровыхъ котловъ, для того, чтобы его больше оставалось для пользованія въ воздухонагрѣвательномъ приборѣ и въ рудообжигательныхъ печахъ. Разрѣженіе въ холодильникѣ 0,2 атмосферы = 2,066 м. Сила машины 60 л. Діам. мундштука, подводящаго холодную воду, = 30 мм. и отводящаго теплую воду 31 мм. Діаметръ подводящихъ трубъ: паровой 53 мм. и для холодной воды 63 мм.; такой-же діаметръ имѣетъ и выходная труба прибора. Напоръ воды = 3,2 м.

Скорость истеченія холодной воды изъ водяного мундштука

$$V = 0,95 \sqrt{2 \cdot 9,81 (10,33 + 3,2 - 2,066)} = 14,21 \text{ м. въ секунду.}$$

Къ этому я прибавлю, что на Уральскихъ заводахъ, основанныхъ вначалѣ исключительно на гидравлической силѣ, всегда имѣются условія, благопріятныя для примѣненія холодильниковъ *Мортон*. Одинъ изъ первыхъ подобныхъ холодильниковъ былъ еще много лѣтъ тому назадъ примѣненъ при рельсопрокатной паровой машинѣ съ маховымъ колесомъ въ *Катавъ-Извановскомъ* заводѣ. Недавно струйчатый холодильникъ сходной системы *Кёртинга* примѣненъ при реверсивной рельсопрокатной машинѣ въ 6.000 силъ въ *Нижне-Салдинскомъ* заводѣ горнымъ инженеромъ *В. Е. Грумъ-Гржимайло*.

е) *И. Шишовъ*. Расчетъ усилий, дѣйствующихъ въ стропильныхъ фермахъ (стр. 92—116). съ 8-ю таблицами чертежей.

Въ предисловіи къ своей статьѣ авторъ говоритъ, «что въ заводскомъ дѣлѣ нерѣдко встрѣчается необходимость въ проектированіи металлическихъ стропиль». Усилия, дѣйствующія въ частяхъ стропильныхъ фермъ, опредѣляются при этомъ *расчетомъ* или *графически*. Послѣдній способъ имѣетъ преимущество наглядности и удобства, но при немъ не такъ замѣтно вліяніе различныхъ величинъ, опредѣляющихъ собою характеръ и размѣры фермы; при незначительномъ-же измѣненіи условій заданія приходится дѣлать новое графическое построеніе.

Поэтому расчетъ усилий по формуламъ во многихъ случаяхъ представляетъ свои преимущества, особенно если сопровождается надлежащею повѣркою для устраненія ошибокъ, могущихъ легко вкрасться при вычисленіи.

Чтобы облегчить трудъ расчета наиболѣе употребительныхъ и простыхъ системъ стропиль, чаще употребляемыхъ въ заводскомъ дѣлѣ, на таблицахъ II до XIV авторъ собралъ формулы, въ которыхъ усилія выражены въ зависимости отъ нагрузки и главнѣйшихъ размѣровъ фермы. При составленіи этой, весьма полезной для заводскаго техника, статьи авторъ пользовался классическими трудами *Ritter'a*, *Паукера* и друг.

Кромѣ этихъ болѣе или менѣе большихъ статей имѣются и болѣе мелкія, но также не лишеныя интереса. Двѣ изъ нихъ, *И. М. Демидова*, относятся къ различнымъ мѣрамъ предосторожности, принимаемымъ для безопасности рабочихъ и представляющимъ, по словамъ автора, «вѣчно новый вопросъ».

XIV совѣщаніе.

Изъ 8-ми статей, помѣщенныхъ въ этомъ выпускѣ, я обращаю вниманіе, какъ на новинку для Урала, на *золотниковую воздухоподувку* въ Омутнинскомъ заводѣ, описанную на стр. 47—64 *Д. А. Богаевскимъ*, съ приложеніемъ чертежа, изображающаго машину въ масштабѣ $\frac{1}{40}$ натуральн. велич. ¹⁾

Машина эта исполнена въ Швеціи, заводомъ фирмы *Болиндеръ и К^о*, машина двойная, горизонтальная, непрямого дѣйствія, съ кривошипамъ, расположенными подъ угломъ въ 90°.

¹⁾ При этомъ замѣчу, что слѣдовало-бы всѣ чертежи пронумеровать въ обихъ выпускахъ.

Маховое колесо исполняет и роль шкива, такъ что машина приводится въ дѣйствіе ремнемъ по желанію отъ парового или гидравлическаго двигателя. Машина доставляетъ въ минуту 70 м.³ воздуха, при густотѣ 15 ст. по ртути у самой машины. Цилиндрическіе уравновѣшенные золотники воздуходушныхъ цилиндровъ каждый состоитъ изъ двухъ отдѣльныхъ частей (поршней), соединенныхъ общимъ стержнемъ. Золотники приводятся въ дѣйствіе каждый отъ эксцентрика, ось котораго расположена подъ $\angle 90^\circ$ относительно оси соответствующаго кривошипа (диска). Фундаментъ для машины бетонный, устроенъ подъ руководствомъ горнаго инженера *М. Эрихмана*. Статья сопровождается детальными расчетами и можетъ служить полезнымъ пособіемъ при проектированіи. Машина эта обслуживаетъ новую доменную печь Омутнинскаго завода. Диаметръ воздушныхъ цилиндровъ 0,865 м., ходъ поршней 0,600 м., нормальное число оборотовъ 60. Объемъ доменной печи = 89,3 м.³. Это едва-ли не первая золотниковая воздуходушная машина при доменныхъ печахъ на Уралѣ.

Къ сожалѣнію, при описаніи необъяснено: 1) почему выборъ палъ на золотниковую воздуходушку, и 2) не дано индикаторной діаграммы.

Весьма желательно было бы имѣть результаты наблюденій надъ дѣйствіемъ этой машины.

5) *Горное Искусство. Доставка*. Составилъ горный инженеръ *А. Тертигоревъ* (преподаватель Екатеринославскаго высшаго горнаго училища). Екатеринославъ. 1902 г. Текстъ 8^о около 10^{1/2} печатныхъ листовъ и отдѣльный атласъ съ 22 таблицами чертежей. Настоящая книга представляетъ въ сущности лекціи, читанныя студентамъ III-го курса выше-названнаго училища.

Эта книга представляетъ весьма полную монографію по механической рудничной откаткѣ, а слѣдовательно является весьма полезнымъ приобретеніемъ въ области русской технической литературы. Сочиненіе составлено, повидимому, исключительно по печатнымъ трудамъ иностранныхъ авторовъ и во главѣ ихъ *E. Braun'a* и *I. v. Hauser'a*. Молодому автору поэтому можно сдѣлать упрекъ, что онъ нигдѣ не дѣлаетъ ссылокъ на тѣ печатные труды, которые ему служили пособіемъ при составленіи его лекцій.

6) *Новая система нефтяного отопленія, съ подогревтой нефтью, инженера Г. Г. Хелимсаго*. Тифлисъ. 1899. Брошюра въ 24 страницы, съ 4-мя чертежами въ текствѣ и съ отдѣльнымъ атласомъ въ 10 чертежей ¹⁾.

Идея изобрѣтенія заключается въ нижеслѣдующемъ. При нагреваніи жидкаго топлива (мазута и нефти) въ герметически закрытомъ сосудѣ, сначала выдѣляются легкія масла въ газообразномъ состояніи (газолинъ, лигроинъ) и затѣмъ бензинъ, и, по мѣрѣ возвышенія температуры, — керосинъ, солярное масло и проч. По мѣрѣ повышенія температуры жидкое топливо все болѣе и болѣе разжижается и, наконецъ, приобретаетъ способность выбрасываться съ большой быстротой чрезъ самыя ничтожныя отверстія, діам. $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{3}$ и $\frac{1}{4}$ мм. Этимъ свойствомъ горючаго, при надлежащемъ устройствѣ форсунокъ, авторъ воспользовался для полученія хорошей пульверизаціи, превосходящей паровую. Для провѣрки своихъ наблюденій изобрѣтатель бралъ небольшой герметически закрытый чугунный сосудъ съ нефтью, въ который былъ введенъ желѣзный змѣвикъ, одинъ конецъ котораго онъ соединилъ съ паровымъ вентилемъ котла, а другой — съ паропроводной трубою паровой машины. Емкость резервуара была въ 1^{1/2} пуда, а змѣвикъ имѣлъ 4 завитка съ $\frac{3}{4}$ '' внутреннимъ діаметромъ. Послѣ 15 минутъ началась перегонка нефти, при чемъ легкія масла собирались надъ поверхностью горючаго въ верхней части резервуара, и получилось давленіе сначала въ 15 фунтовъ и потомъ оно дошло до

¹⁾ Брошюра и чертежи были мнѣ любезно вручены самимъ изобрѣтателемъ, въ бытность мою проездомъ въ г. *Тифлисъ*, въ прошлое лѣто.

35 фунтовъ (при рабочемъ давленіи въ паровомъ котлѣ = 50 фунтамъ). Трубочкой діам. $\frac{1}{2}$ " резервуаръ былъ соединенъ съ пульверизаторомъ, и получилась превосходная пульверизация. При дальнѣйшихъ работахъ явилась разнообразная серія пульверизаторовъ и резервуаровъ, представленныхъ въ приложенномъ при описаніи альбомѣ. По мѣрѣ расходования нефти изъ резервуара производится постепенное подкачиваніе новаго ея количества и, комбинируя размѣры резервуара пропорціонально количеству расходуемой нефти, устраняется охлажденіе массы въ резервуарѣ и пульверизация будетъ происходить равномерно, при полномъ, совершенномъ сжиганіи горючаго. Нагрѣвъ горючаго, соответствующій 60 фунтамъ давленія въ паровомъ котлѣ, давалъ прекрасную пульверизацию изъ отверстія діам. 0,25 мм. При дальнѣйшемъ увеличеніи давленія получается еще лучшій эффектъ и является возможность выпуска горючаго въ распыленномъ видѣ въ *самыя ничтожныя и едва замѣтныя простыми глазами отверстія*.

Работая дальше, авторъ напалъ на мысль воспользоваться одновременно съ горѣніемъ жидкаго горючаго также и горѣніемъ газа, скопляющагося въ верхней части нефтяного резервуара отъ нагрѣванія топлива. Этотъ газъ по трубочкѣ отводился въ центральную часть пульверизатора, гдѣ и сжигался дѣйствіемъ огненной массы отъ выбрасываемой пульверизаторомъ нефтяной пыли. Но такъ какъ при этомъ упругость пара быстро возрастала, то отъ примѣненія газа при котлахъ пришлось отказаться, но для металлургическихъ цѣлей этотъ способъ примѣненія жидкаго топлива съ газомъ, по мнѣнію автора, незамѣнимъ.

Еще замѣчательное свойство высокаго нагрѣва горючаго,—это то, какъ бы послѣднее ни было грязно, вся механическая примѣсь и вода моментально осаждаются на днѣ резервуара, и въ пульверизаторъ поступаетъ фильтрованное чистое топливо. Выходное отверстіе для него дѣлается на 13 до 17 сантиметровъ выше дна резервуара; этимъ объясняется то обстоятельство, что, несмотря на ничтожныя отверстія пульверизатора ($\frac{1}{2}$, $\frac{1}{3}$ и $\frac{1}{4}$ мм.), засариванія почти никогда не бывало.

Идею своего изобрѣтенія авторъ формулируетъ въ слѣдующемъ видѣ: «До сего времени существовало два двигателя пульверизации горючаго,—это *паръ* или *горячій воздухъ* и большое искусственное давленіе (до 14 атмосферъ) *насосами*, которое заставляло жидкое топливо выбрасываться черезъ отверстія пульверизаторовъ въ измельченномъ видѣ (способы *Тентелевскаго* завода и *Петерсона*). Мною открытъ *третій* двигатель, — это высокій нагрѣвъ жидкаго топлива въ герметически закрытомъ сосудѣ, при чемъ первый крайній предѣлъ нагрѣванія 100° Ц., и чѣмъ выше этотъ нагрѣвъ, тѣмъ совершеннѣе и лучше пульверизация, и тѣмъ необходимость въ искусственномъ давленіи все болѣе и болѣе сводится къ нулю».

Съ повышеніемъ температуры уменьшается плотность горючаго и увеличивается въ еще болѣе степени его разжиженность. Нефть, нагрѣтая до 100° Ц., при томъ же отверстіи имѣетъ скорость истеченія въ 75 разъ большую, нежели при нагрѣвѣ до 15° Ц.

Пульверизаторы. Далѣе авторъ даетъ описаніе своихъ пульверизаторовъ различныхъ системъ, изображенныхъ на 10 таблицахъ. Принципъ этихъ пульверизаторовъ аналогиченъ съ пульверизаторами *Тентелевскаго* завода, т. е. въ нихъ тоже помощію *винтовой нартзки* стержня, помѣщеннаго внутри мундштука, вытекающей струѣ нефти сообщается вращательное около оси насадки движеніе, для возбужденія *центробѣжной силы*. Авторъ почему-то игнорируетъ названіемъ центробѣжной силы и о нартзкѣ червяка упоминаетъ, что эта ностѣдняя имѣетъ важное значеніе на дальность выбрасыванія, а также на степень пульверизации. Устройство тонки и топочныхъ дверецъ тоже сходное съ устройствомъ *Тентелевскаго* завода ¹⁾. По-

¹⁾ Мое описаніе и расчетъ безшумныхъ форсунокъ *Тентелева* было помѣщено въ „Горномъ Журналѣ“ 1894 въ книжкѣ № 11. Подобное безшумное нефтяное отопленіе недавно введено и на станціи *С.-Петербургскаго* водопровода, около *Таврическаго* дворца.

добно этимъ послѣднимъ, и настоящія форсунки даютъ *безшумное* дѣйствіе, обеспечивающее въ кочегаркѣ абсолютную тишину. Полезное дѣйствіе этой новой системы отопленія выражается въ среднемъ 13,5 килогр. испарительности на килогр. нефти, тогда какъ при паровыхъ форсункахъ въ среднемъ оно не болѣе 11 килогр. Для форсунки *Тентелева* безъ подогрева нефти дается испарительность до 14 килогр. на 1 кил. мазута. Эти цифры, къ сожалѣнію, не даютъ яснаго представленія объ экономическихъ выгодахъ *нагрѣванія* нефти. Такое нагрѣваніе, очевидно, должно же приносить пользу. Выясненіе этого обстоятельства ближе всего ожидать отъ такого прекраснаго спеціалиста по нефтяному отопленію, какимъ является г. *Хелмскій*.

Вопросъ о нѣдрахъ и развитіе горной промышленности въ XIX столѣтіи.

Составилъ членъ горнаго совѣта князь Абамелекъ-Лазаревъ. Стр. 316 (IV+110+XII+190)
in 4°. Спб. 1902.

Горн. инж. Е. Н. Васильева.

Подъ приведеннымъ заглавіемъ, въ концѣ прошлаго года, выпущена внушительная по объему и хорошо изданная книга, которая, какъ указано въ предисловіи, «представляетъ попытку прослѣдить въ прошломъ и настоящемъ вліяніе основныхъ началъ горнаго права на развитіе горной промышленности или, точнѣе выражаясь, прослѣдить, въ какихъ странахъ и въ какое время развилась горная промышленность и какія въ то время основныя начала горнаго права существовали въ тѣхъ странахъ». Книга подраздѣлена на двѣ части. Изъ нихъ 2-я часть заключаетъ въ себѣ таблицы, въ которыхъ приведены цифровыя данныя: а) о міровой горнозаводской производительности и ея стоимости за 1808, 1888 и 1898 годы, при чемъ относящаяся къ этому данныя сведены какъ по отдѣльнымъ государствамъ и ихъ группамъ, такъ и по отдѣльнымъ металламъ и минераламъ, б) о міровой производительности чугуна, мѣди и каменнаго угля по десятилѣтіямъ, в) о количествѣ чугуна, выплавленнаго въ разныхъ странахъ на различномъ топливѣ, г) о выплавкѣ чугуна и добычѣ ископаемаго угля и желѣзныхъ рудъ въ Россіи по районамъ, и др. Кромѣ того, къ книгѣ приложена графическая карта міровой добычи минераловъ и производства металловъ.

Данныя этихъ таблицъ служатъ, между прочимъ, матеріаломъ для 1-й части книги, состоящей изъ 4-хъ главъ, изъ которыхъ двѣ первыя посвящены: обзору основныхъ началъ законовъ о нѣдрахъ земли, дѣйствующихъ въ разныхъ государствахъ; распредѣленію этихъ государствъ на группы, сообразно упомянутымъ основнымъ началамъ; сопоставленію стоимости горнозаводской производительности указанныхъ группъ государствъ и, наконецъ, выводамъ относительно упомянутыхъ основныхъ началъ, которыя изъ этого, по мнѣнію автора, вытекаютъ. Затѣмъ, въ 3-й главѣ, авторъ, задавшись цѣлью выяснитъ, можно ли упрекнуть наши горныя законы въ томъ, что они задержали развитіе горной промышленности въ Россіи, рассматриваетъ послѣдовательный ходъ развитія главнѣйшихъ отраслей русской горнопромышленности, а въ главѣ 4-й излагаетъ свои, вытекающія изъ всего предыдущаго положенія, а также предлагаетъ нѣкоторыя измѣненія въ дѣйствующемъ у насъ горномъ законодательствѣ.

Насколько же тщательно и объективно отнесся авторъ къ дѣлу, въ какой мѣрѣ выводы и заключенія его обоснованы, убѣдительно и могутъ послужить для правильнаго освѣщенія и разрѣшенія весьма важныхъ, затронутыхъ книгою вопросовъ?

«Въ Англіи и ея колоніяхъ, въ Сѣверо-Американскихъ Штатахъ и въ Россіи, заявляетъ авторъ, — землевладѣлецъ считается собственникомъ нѣдръ своей земли и воленъ по своему усмотрѣнію ими распорядиться.

Въ остальныхъ государствахъ европейской культуры уже нѣсколько столѣтій землевладѣлецъ не въ правѣ распорядиться нѣдрами, хотя въ нѣкоторыхъ изъ этихъ государствъ онъ и признается собственникомъ нѣдръ. На основаніи различія въ правахъ землевладѣльцевъ на нѣдра мы раздѣлили государства на двѣ группы».

Для каждой изъ этихъ группъ приводятся затѣмъ цифры стоимости продуктовъ горной промышленности (за исключеніемъ стоимости благородныхъ металловъ), выраженные въ процентахъ по отношенію къ общей стоимости міровой горной промышленности, при чемъ оказывается, что изъ общей стоимости міровой горнозаводской производительности приходилось:

	На 1-ю группу.	На 2-ю группу.
Въ 1808 г.	40,29 ⁰ / ₀	59,71 ⁰ / ₀
» 1888 »	66,76 ⁰ / ₀	33,24 ⁰ / ₀
» 1898 »	62,36 ⁰ / ₀	37,64 ⁰ / ₀

«Государства первой группы,—поясняетъ авторъ,—не только въ теченіе ХІХ-го столѣтія отвоевали у государствъ второй группы первенствующее положеніе, но ихъ горная промышленность развилась несравненно быстрѣе, чѣмъ въ государствахъ второй группы, именно съ 1808 года по 1898 годъ стоимость продуктовъ горной промышленности Англіи съ колоніями, Сѣверо-Американскихъ Штатовъ и Россіи увеличилась въ 18,58 разъ, а остальныхъ государствъ только въ 7,57».

Изъ этого авторъ сначала выводитъ, что «совпаденіе развитія горной промышленности и принадлежности нѣдръ землевладѣльцу—ясное доказательство, что право землевладѣльца никоимъ образомъ *не можетъ служить тормазомъ*¹⁾ развитія горной промышленности» (стр. II), а затѣмъ далѣе уже болѣе рѣшительно утверждаетъ, что «основныя начала англійскаго горнаго права... будучи положены въ основаніе горныхъ законовъ англійскихъ колоній и Соединенныхъ Штатовъ, и въ этихъ новыхъ странахъ также *содѣйствовали* исполненію росту горной промышленности, какъ и въ самой Англіи» (стр. III).

Тотъ же аргументъ, признаваемый, очевидно, авторомъ очень вѣскимъ, повторяется въ книгѣ, въ разныхъ варіаціяхъ, нѣсколько разъ: «первенствующее положеніе государствъ первой группы показываетъ, какъ странно считать права землевладѣльца на нѣдра тормазомъ развитія горной промышленности (стр. 3); «именно въ тѣхъ странахъ, гдѣ произволъ землевладѣльца ничѣмъ не ограниченъ, тамъ горная промышленность и достигла исполненіи размѣровъ» (стр. 47); «ездѣ, гдѣ онъ (произволъ землевладѣльца) существуетъ, тамъ колоссальное развитіе горнопромышленности» (стр. 49) и т. д.

Въ виду этого, слѣдуетъ, прежде всего, разсмотрѣть, основательно ли и допустимо ли вообще только по даннымъ о количествѣ и стоимости горнозаводскихъ продуктовъ, производимыхъ разными государствами или районами, и по измѣненіямъ, происходящимъ въ этихъ данныхъ, дѣлать какія-либо заключенія относительно дѣйствующихъ въ нихъ горныхъ законовъ.

Всякому, конечно, извѣстно, что развитіе горной промышленности въ странѣ зависитъ не только отъ горнаго законодательства, дѣйствующаго въ ней, но также отъ совокупности цѣлага ряда естественныхъ, экономическихъ и разныхъ другихъ причинъ, въ числѣ которыхъ большая или меньшая наличность минеральныхъ богатствъ имѣетъ, само собою, первенствующее значеніе. Весьма рѣдко всѣ эти причины дѣйствуютъ въ одну сторону; въ большинствѣ же

¹⁾ Курсивъ въздѣ нашъ.

случаевъ нѣкоторыя изъ нихъ дѣйствуютъ въ направленіи противоположномъ, чѣмъ остальные, при чемъ въ этихъ случаяхъ горная промышленность и ея производительность либо прогрессируютъ, либо, наоборотъ, регрессируютъ, смотря по тому, какія изъ противоположныхъ на нее вліяній берутъ въ общемъ перевѣсъ. При этомъ можетъ иногда оказаться, да и въ дѣйствительности оказывается, что страна съ менѣ совершеннымъ горнымъ законодательствомъ и многими другими менѣ благопріятствующими горному промыслу условіями, но избилующая богатыми мѣсторожденіями полезныхъ ископаемыхъ, будетъ производить большее количество горнозаводскихъ продуктовъ, нежели другая страна, относительно бѣдная минеральными запасами, хотя и располагающая болѣе совершенными горными законами и другими способствующими развитію горнозаводской промышленности данными. Въ такомъ именно положеніи находятся нѣкоторыя западно-европейскія государства, давно вступившія на путь промышленнаго развитія и значительно уже истощившія продолжительною разработкою свои рудныя и каменноугольныя мѣсторожденія, что ставитъ преграды дальнѣйшему усиленію ихъ горнозаводской производительности.

Съ другой стороны, величина и, въ особенности, стоимость горнозаводской производительности разныхъ странъ и районовъ, сами по себѣ, безъ принятія во вниманіе занимаемыхъ ими пространствъ, ихъ рудныхъ запасовъ рода полезныхъ ископаемыхъ и пр., не могутъ служить мѣриломъ степени развитія горнозаводской промышленности въ этихъ странахъ или районахъ. Страна съ слабо сравнительно развитою горнозаводскою дѣятельностію, но обширная по пространству, можетъ производить большее количество горнозаводскихъ продуктовъ, нежели страна съ сильно развитымъ горнозаводскимъ промысломъ, но незначительная по занимаемой территоріи. Затѣмъ, при всѣхъ прочихъ равныхъ условіяхъ, стоимость горнозаводской производительности района, обладающаго болѣе рѣдкимъ и цѣннымъ полезнымъ ископаемымъ, будетъ выше, чѣмъ производящаго чаще встрѣчающійся и потому сравнительно дешевый продуктъ.

Изъ сказаннаго вполне понятно, что, не углубившись въ изслѣдованіе всѣхъ причинъ, вліявшихъ на общій ходъ данной горнозаводской промышленности, не выяснивъ, въ какомъ именно направленіи вліяла при этомъ та именно отдѣльная причина, которая насъ интересуетъ, нельзя относить, въ той или другой степени, къ этой отдѣльной причинѣ послѣдовавшее измѣненіе въ количествѣ и стоимости горнозаводской производительности, тѣмъ болѣе, когда сопоставляются, какъ въ обсуждаемой книгѣ, относящіяся къ этому цифровыя данныя за столь отдаленные одинъ отъ другого годы, какъ 1808 и 1898, въ промежутокъ между которыми произошли самыя существенныя измѣненія въ различныхъ факторахъ, вліяющихъ на горную промышленность.

Какую же убѣдительность и цѣнность могутъ при такихъ условіяхъ представлять приведенныя выше утвержденія автора, что будто бы совпаденіе развитія горной промышленности и принадлежности нѣдръ землевладѣльцу ясно доказываетъ, что право землевладѣльца на нѣдра земли не служатъ тормазомъ развитія горной промышленности?

Впрочемъ, авторъ и самъ отлично знаетъ зависимость развитія горнопромышленности отъ разныхъ другихъ, кромѣ основныхъ началъ законодательства, причинъ, по знанію это онъ приписываетъ, однако же, къ дѣлу очень своеобразно. Именно, когда цифровыя данныя не благопріятны проводимому имъ мнѣнію, тогда онъ вспоминаетъ объ упомянутыхъ другихъ причинахъ, съ цѣлью объяснить именно ихъ вліяніемъ такія цифры; когда же, наоборотъ, цифры благопріятствуютъ его мнѣнію, тогда онъ совершенно забываетъ о другихъ причинахъ, какъ будто-бы онѣ вовсе и не вліяли на результаты горнозаводской производительности.

Такъ, наиримѣръ, въ среднѣ XVIII вѣка въ Россіи дѣйствовало законодательство, основанное на началѣ горной свободы, и рядомъ съ этимъ наша горная промышленность достигла

такого развитія, что вывозъ желѣза за границу выражался милліонами пудовъ, т. е. громадными для того времени количествами. И вотъ авторъ спѣшитъ заявить (стр. 31 и 32), что «это развитіе горной промышленности не было обязано своимъ существованіемъ горной свободѣ, введенной въ наше законодательство Петромъ Великимъ, а *цѣлому ряду другихъ мѣръ*, принятыхъ Петромъ и его преемниками»; мѣры эти далѣе и перечисляются подробно.

Точно также, когда въ Царствѣ Польскомъ, — съ изданіемъ закона 26 іюня 1870 г., установившаго для каменноугольной и нѣкоторыхъ другихъ отраслей горнаго дѣла начала, приближающіяся къ горной свободѣ.—добыча угля стала быстро развиваться, повысившись съ 20 милл. пуд. 1870 года до 250 милл. пуд. въ 1890 году, то авторъ опять же указываетъ, что «тамъ развитіе дѣйствительно начинается съ 1874 г., но потому, что съ того же времени въ Царствѣ Польскомъ началась постройка желѣзныхъ дорогъ и при томъ необходимыхъ для развитія въ этомъ краѣ горной промышленности» (стр. 48).

А вотъ далѣе (на той же стр.), лишь сравнивъ приведенныя цифры добычи угля въ Царствѣ Польскомъ съ цифрами добычи того же полезнаго ископаемаго въ Донецкомъ бассейнѣ. онъ прямо уже заключаетъ: «стоитъ только бѣгло посмотрѣть на цифры относительной добычи въ Польшѣ и на Донцѣ, чтобы понять, что законъ 1870 года не имѣлъ ни малѣйшаго вліянія на развитіе угля въ Польшѣ, такъ какъ при полномъ произволѣ землевладѣльца на Донцѣ за тридцать лѣтъ добыча увеличилась въ 50 разъ, а въ Польшѣ, при такъ называемой горной свободѣ, — только въ 12 разъ».

Между тѣмъ, автору и въ этомъ случаѣ надлежало, конечно, принять во вниманіе слѣдующіе, общезвѣстные факты: что Польскій каменноугольный районъ, составляющій лишь небольшую часть Силезскаго каменноугольнаго бассейна и занимающій площадь всего лишь около 200 кв. верстъ, представляется довольно ничтожнымъ по пространству, сравнительно съ Донецкимъ бассейномъ; что въ Донецкомъ бассейнѣ имѣются угли, дающіе коксъ, требующіеся при чугуноплавленномъ производствѣ, тогда какъ польскіе угли не коксуется; что по своимъ качествамъ донецкій уголь значительно превосходитъ польскій, при чемъ послѣдній не выдерживаетъ дальней перевозки; что, вслѣдствіе этого, районъ потребления и общій спросъ донецкаго угля гораздо больше въ послѣдніе годы, чѣмъ польскаго; что недавно еще, въ виду существовавшихъ у насъ недостатка въ углѣ и затрудненій по снабженію имъ желѣзныхъ дорогъ, Министерство Путей Сообщенія заключало долгосрочные контракты на поставку угля и выдавало при этомъ денежныя авансы нѣкоторымъ донецкимъ углепромышленникамъ на устройство новыхъ копей или проведеніе новыхъ шахтъ и т. п.

Подобныхъ приведеннымъ примѣровъ обращенія съ фактическимъ матеріаломъ въ разсматриваемой книгѣ не мало. До какихъ предѣловъ доходитъ иногда увлеченіе автора при объясненіи причинъ движенія горнопромышленности, можно видѣть изъ слѣдующаго:

На стр. 71 говорится, что правила 1872 года «не были распространены на *богатѣйшія и надежнѣйшія* нефтяныя земли, находящіяся около Баку. Эти, такъ называемыя, *завѣдомо нефтеносныя* земли сдавались въ аренду съ торговъ». Затѣмъ далѣе, обсуждая правила 1894 о нефтяныхъ промыслахъ на земляхъ Кубанскаго и Терскаго войскъ, авторъ опять же отмѣчаетъ, что *лучшія* земли зачисляются въ *завѣдомо нефтеносныя* и сдаются съ торговъ». Между тѣмъ, тотчасъ же вслѣдъ за этимъ, читаемъ: «Какое же практическое послѣдствіе имѣло для развитія нефтепромышленности такое умаленіе, почти упраздненіе принципа горной свободы? Самое неожиданное для поклонниковъ горной свободы и самое благотворное для нефтепромышленности, которая развилась до огромныхъ размѣровъ именно тамъ, гдѣ горная свобода не дѣйствуетъ, т. е. въ окрестностяхъ Баку и въ земляхъ Терскаго войска, на *завѣдомо нефтеносныхъ* земляхъ».

Итакъ, по автору, нефтяной промыселъ сильно развился около Баку и въ Терской области не потому, — какъ всѣ до сихъ поръ думали, — что тамъ находятся «богатѣйшія, надежнѣйшія» и «лучшія» нефтеносныя земли, современная стоимость которыхъ доходитъ около Баку до 300 и болѣе тысячъ рублей за десятину, а потому, что тамъ не дѣйствуетъ горная свобода!!!

Обращаясь къ обсужденію, въ частности, сдѣланнаго имъ распредѣленія государствъ на группы и приводимыхъ для нихъ цифръ, нельзя не замѣтить слѣдующаго:

Исходя изъ поставленной себѣ задачи — сравнить движеніе горнозаводской производительности въ странахъ съ разными основными началами горнаго законодательства, автору, само собою, слѣдовало, при установленіи двухъ группъ, въ одну отнести всѣ тѣ горнозаводскіе районы и мѣстности, гдѣ дѣйствуетъ принципъ акцессіи, т. е. нѣдра земли принадлежатъ владельцу поверхности, а въ другую — всѣ тѣ мѣстности и районы, гдѣ дѣйствуютъ начала горной свободы, или къ нимъ приближающіяся. На первый взглядъ можетъ показаться, что онъ такъ именно и поступилъ; но, при ближайшемъ разсмотрѣніи, оказывается иное.

Дѣйствительно, въ первую группу имъ включены, съ полною своею горнозаводскою производительностію (кромѣ благородныхъ металловъ), Англія съ колоніями, Сѣверо-Американскіе штаты и Россія. Между тѣмъ, въ книгѣ читаемъ: «Положеніе Россіи въ вопросѣ о правѣ на нѣдра ближе всего къ положенію Сѣверо-Американскихъ штатовъ, ибо въ обѣихъ странахъ землевладѣлецъ — полный собственникъ нѣдръ своей земли, а на земляхъ общественныхъ федеральныхъ въ Америкѣ и на свободныхъ казенныхъ земляхъ въ Россіи установлены порядки пользования нѣдрами, напоминающіе на практикѣ порядки, существующіе въ государствахъ второй группы» (стр. 16). «Сторонники горной свободы, ожидавшіе столько чудесъ отъ ея введенія въ Польшѣ въ 1870 году, должны были убѣдиться, что та же горная свобода была безсильна развить добычу угля и антрацита на войсковыхъ земляхъ Войска Донскаго, гдѣ дѣйствуетъ положеніе 8-го марта 1864 года, тоже основанное на горной свободѣ».

Итакъ, стоимость горнозаводской производительности (кромѣ благородныхъ металловъ) на федеральныхъ земляхъ въ Сѣверо-Американскихъ штатахъ и въ Россіи на земляхъ: свободныхъ казенныхъ, войсковыхъ Донской области, а также Царства Польскаго подлежатъ исключенію изъ первой группы и перенесенію во вторую ¹⁾.

Затѣмъ, какъ отмѣчено выше, въ приведенныя для группъ цифровыя данныя не включена стоимость производства благородныхъ металловъ, при чемъ, — какъ слѣдуетъ заключить изъ объясненій автора (вывоска 2 на стр. 3), — это сдѣлано съ тѣмъ, чтобы избѣгнуть упрека въ преувеличеніи горнопромышленнаго значенія государствъ первой группы. Между тѣмъ, намъ кажется, что такое включеніе измѣнило бы цифровыя данныя группъ едва ли въ пользу выводовъ автора. Дѣйствительно, изъ 2,370 пудовъ золота, добытаго въ Россіи въ 1898 году, на свободныя казенныя и Кабинетскія земли приходилось болѣе 1,850 пуд., т. е. болѣе $\frac{3}{4}$ всего количества. Въ Сѣверо-Американскихъ штатахъ, со включеніемъ Аляски, по даннымъ автора, федеральныя земли составляютъ 40% общей территоріи, при чемъ свободныхъ федеральныхъ земель всего болѣе имѣется въ штатахъ, близкихъ къ Скалистымъ горамъ, гдѣ развита въ большихъ размѣрахъ золотопромышленность; въ послѣдніе годы она развилась также и въ Аляскѣ, которая почти вся состоитъ изъ свободныхъ федеральныхъ земель. Наконецъ, казалось бы правильнымъ отнести также ко второй группѣ и коронныя земли англійскихъ ко-

¹⁾ Точнѣе говоря, по Царству Польскому слѣдуетъ перенести стоимость продуктовъ лишь каменноугольной, желѣзной, цинковой и свинцовой промышленности, но ими почти что исчерпывается вся мѣстная горнопромышленность.

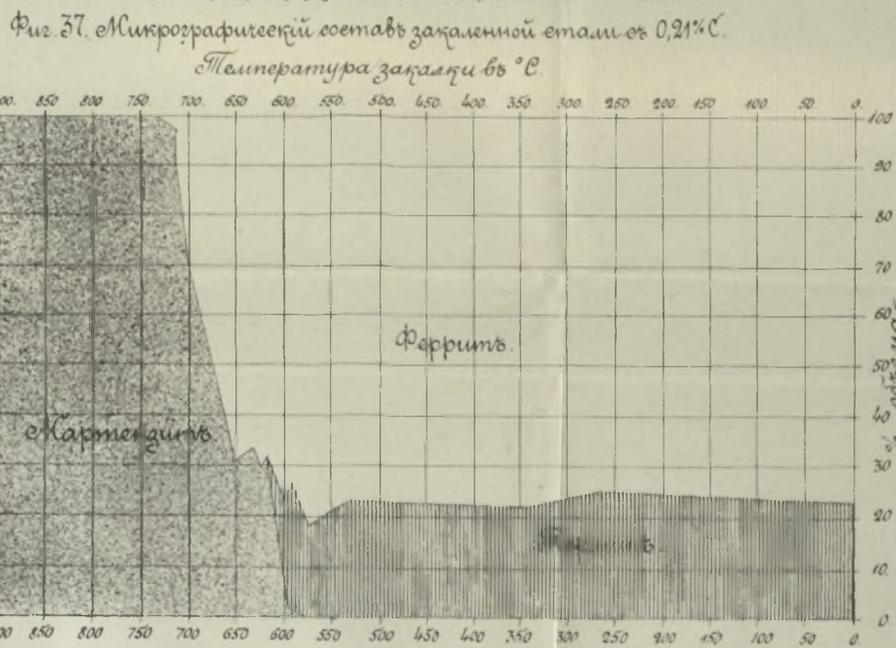
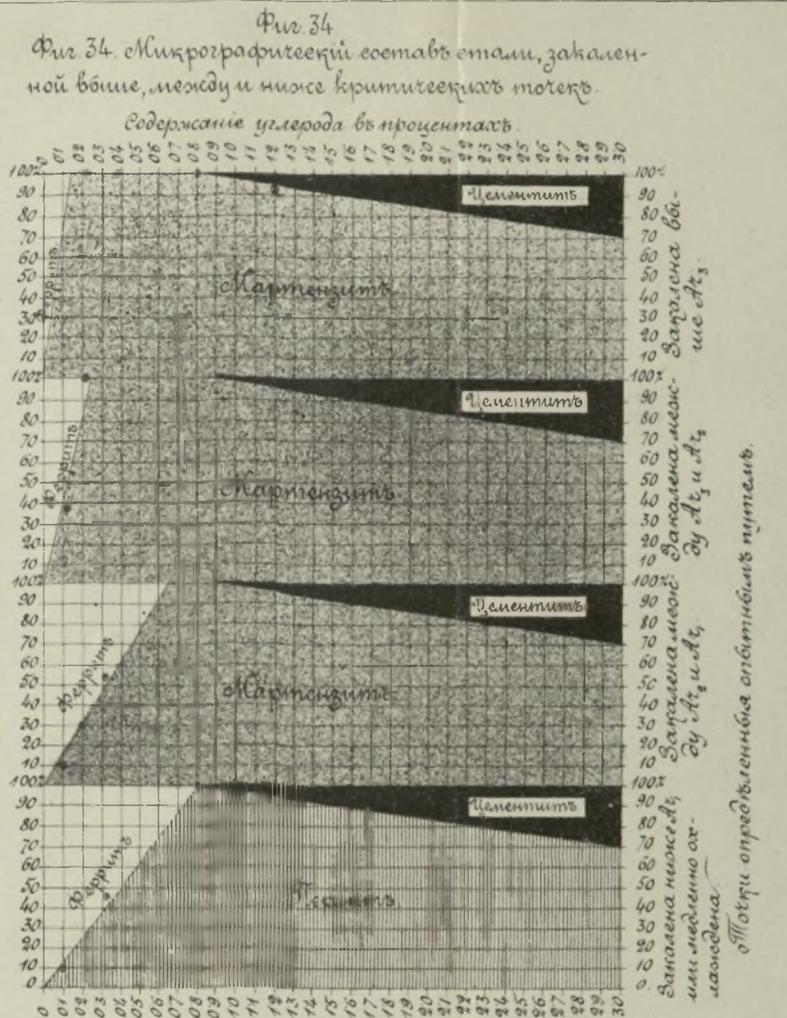
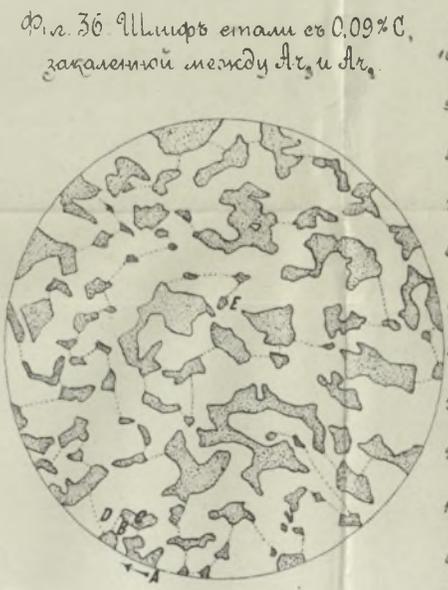
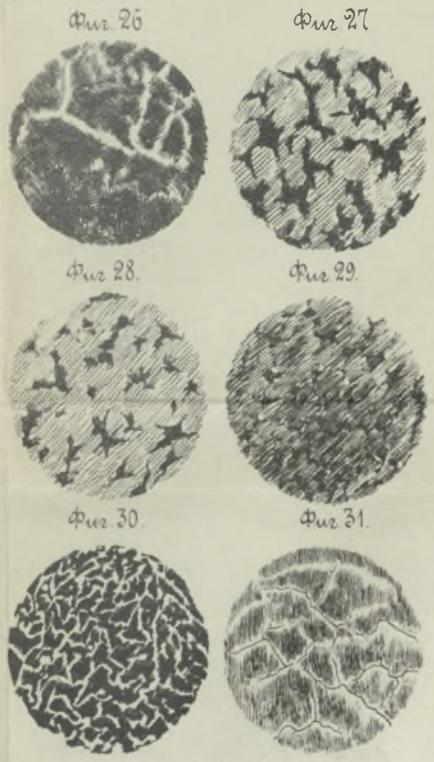
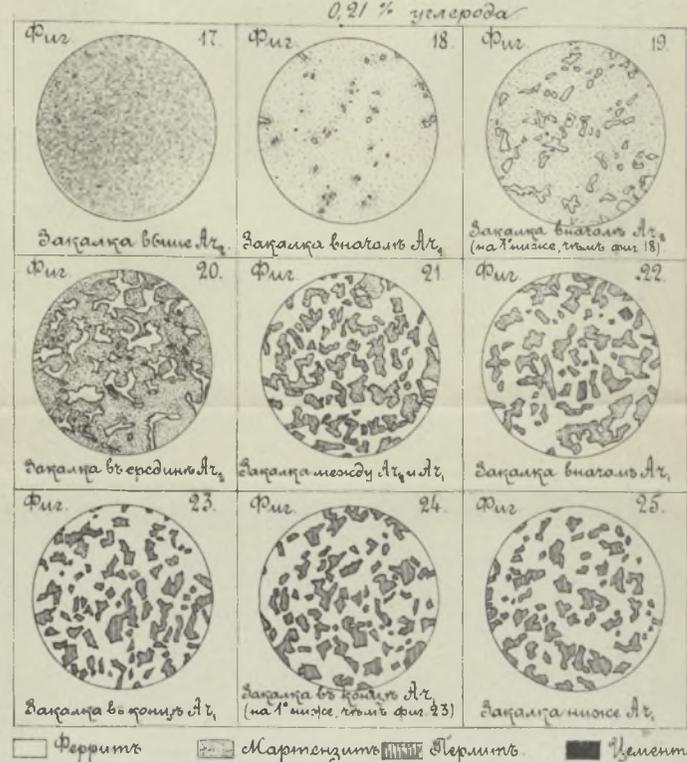
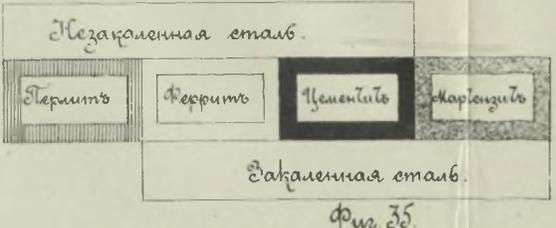
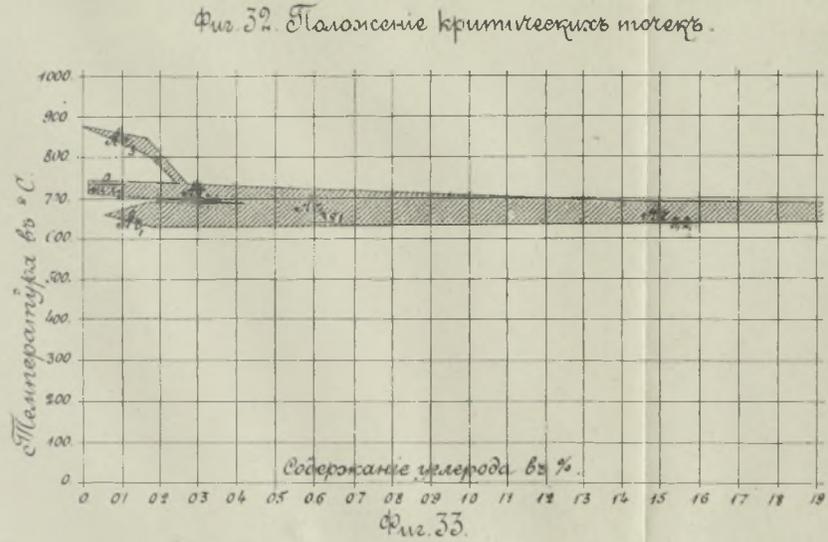
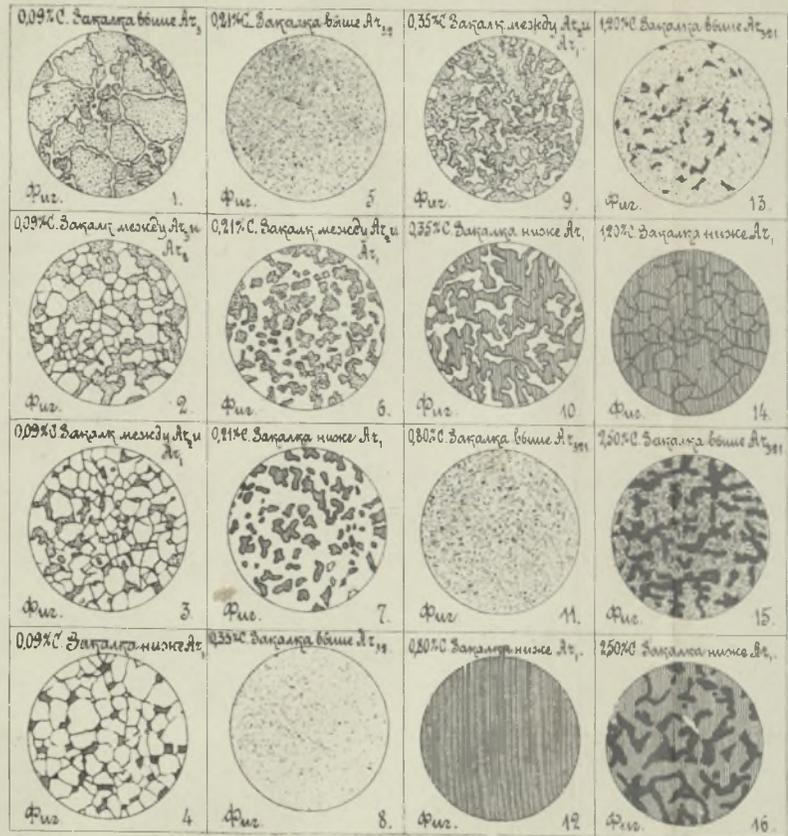
лоній, на которыхъ сосредоточена мѣстная золотопромышленность, такъ какъ ими распоряжается правительство колоній, при чемъ нѣдра ихъ (съ поверхностью или отдѣльно) сдаются въ аренду всѣмъ желающимъ на заранее установленныхъ, общихъ для всѣхъ основаніяхъ, т. е. на такихъ же, въ сущности, условіяхъ, на какихъ предоставляются для разработки и свободныя казенныя земли въ Россіи. Россія же, Сѣверо-Американскіе штаты и Англія съ колоніями доставляютъ до 87% всего золота, добываемаго въ государствахъ, включенныхъ въ разсматриваемыя группы.

Собственно въ данномъ случаѣ, какъ выяснено ранѣе, не имѣетъ значенія, какія цифры будутъ стоять противъ той и другой группъ, и если нами высказаны приведенныя частныя замѣчанія, то только для того, чтобы лучше охарактеризовать разсматриваемую работу.

Въ виду вышеуказанныхъ воззрѣній автора, представляется вполнѣ естественнымъ и послѣдовательнымъ, что въ концѣ книги, проектируя измѣненія въ дѣйствующемъ у насъ горномъ законодательствѣ, онъ предлагаетъ «отмѣнить вовсе принципъ горной свободы» по отношенію къ казеннымъ землямъ Европейской Россіи, Кавказа и полосы въ 200 верстъ шириною вдоль Сибирской желѣзной дороги. Но нѣсколько неожиданнымъ является, что имъ, на ряду съ этимъ, все же рекомендуется для неизвѣданныхъ земель «ввести порядокъ, *основанный на горной свободѣ*, въ родѣ проектируемаго теперь для улучшенія законовъ о нефтяномъ промыслѣ» и пр.

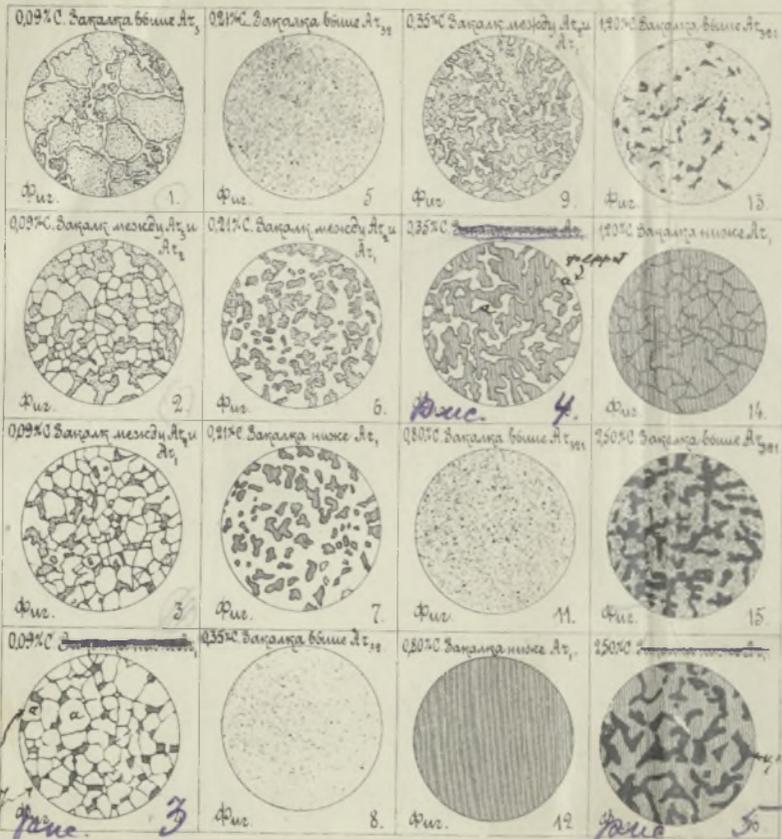
Едва ли согласуется также, по существу, съ приведенными его воззрѣніями и предлагаемая имъ главная мѣра для земель частной собственности и земель обществъ крестьянъ-собственникововъ, а именно установленіе въ законодательномъ порядкѣ, что владѣльцамъ такихъ земель разрѣшается, по ихъ желанію, «продавать, дарить и завѣщать поверхность земли отдѣльно отъ ея нѣдръ и нѣдра отдѣльно отъ поверхности». Вѣдь, означенная мѣра, въ своемъ послѣдовательномъ развитіи и конечномъ результатѣ, должна привести къ отдѣленію правъ на поверхность земли отъ правъ на нѣдра ея, т. е. къ прекращенію того самаго «произвола землевладѣльца», благодѣтельность котораго для горнозаводской производительности авторъ доказываетъ на протяженіи всей своей книги.

Въ заключеніе остается лишь добавить, что помѣщенные во 2-й части книги таблицы, заключающія цифровыя данныя о міровой горнозаводской производительности, при составленіи которыхъ авторъ пользовался нѣсколькими иностранными, на разныхъ языкахъ, источниками, несомнѣнно представляютъ большой справочный интересъ.



Ферритъ, Мартензитъ, Перлитъ, Цементитъ

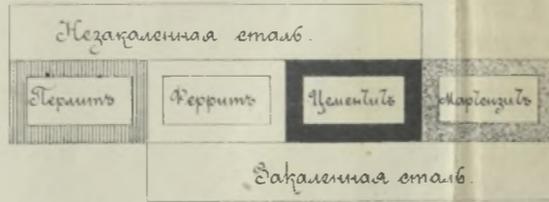
Отъ этихъ определенья отбрасывать пункты.



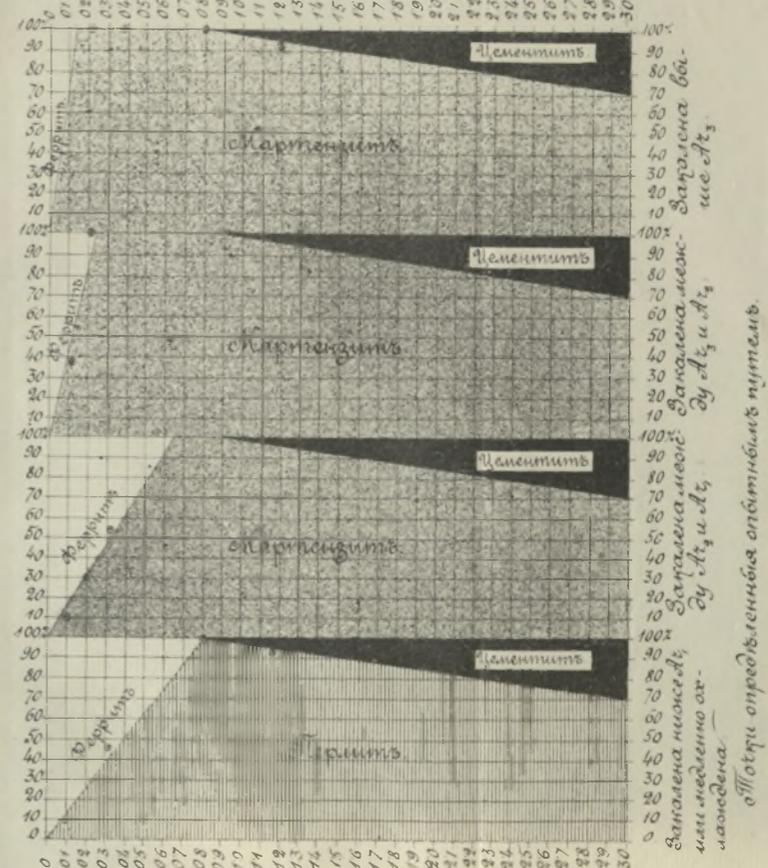
Фиг. 32. Появление критических точек.



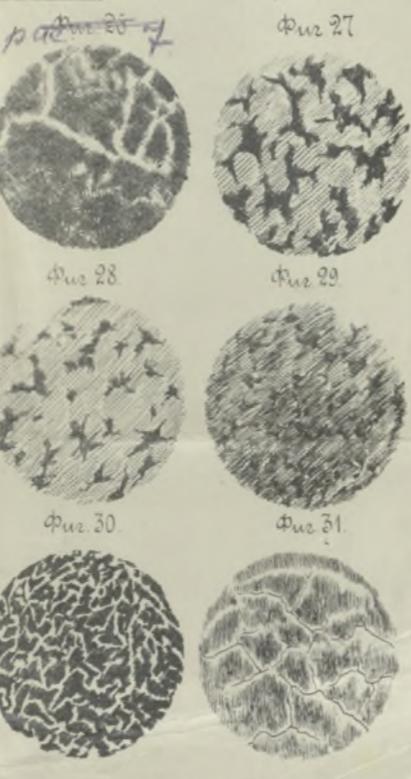
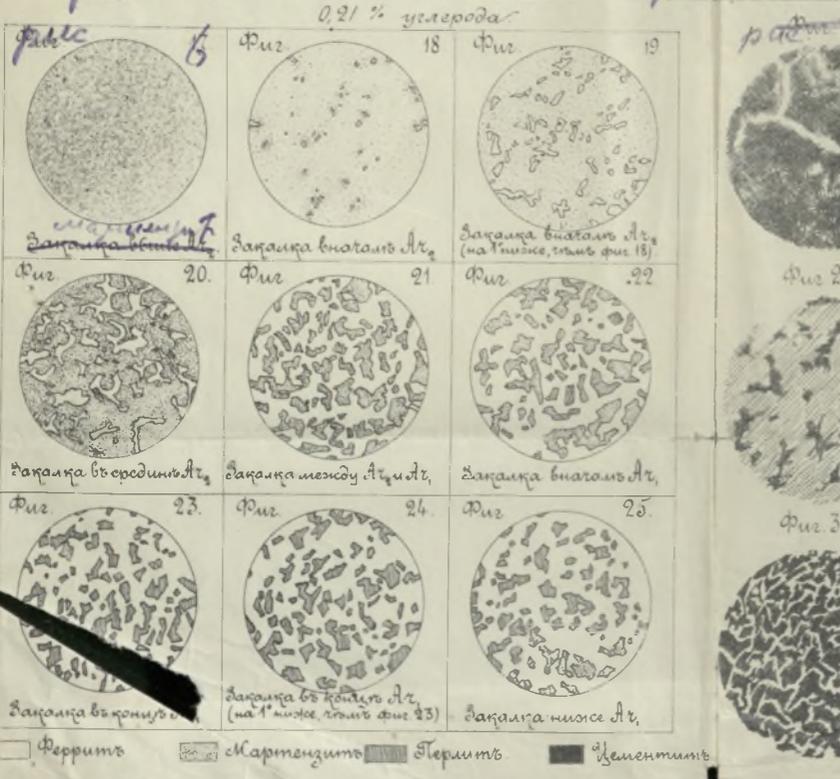
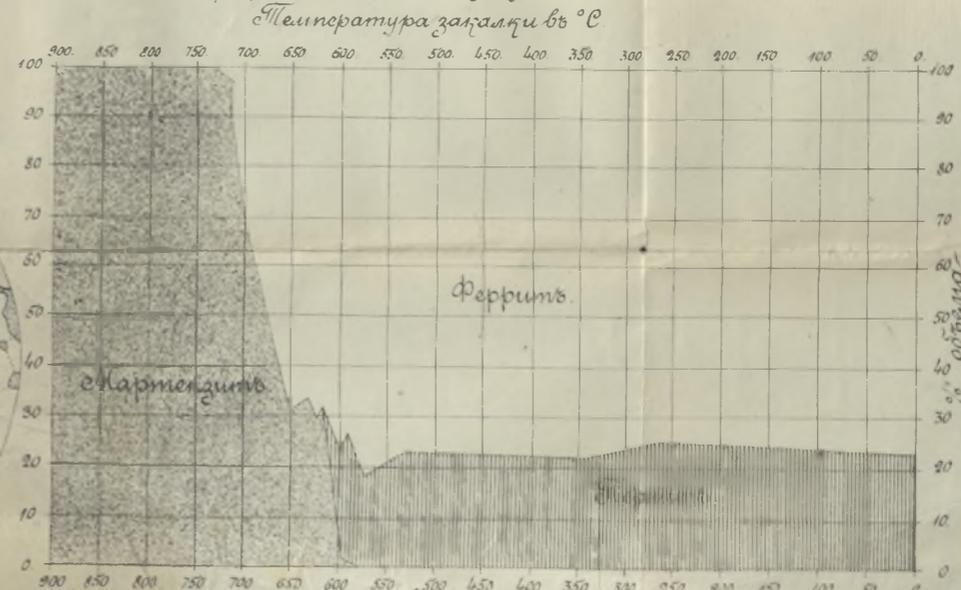
Фиг. 33.



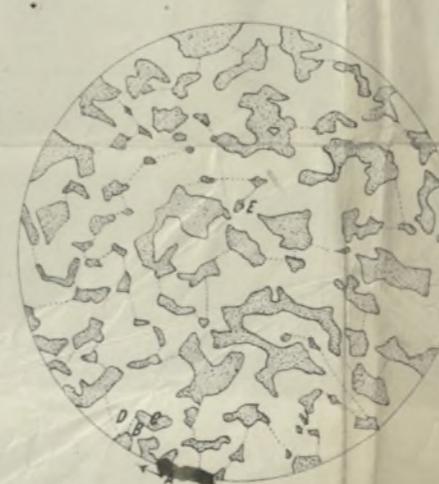
Фиг. 34. Микрографический состав стали, закаленной выше, между и ниже критических точек.



Фиг. 37. Микрографический состав закаленной стали от 0,21% С.



Фиг. 36. Шлифы стали с 0,09% С, закаленной между A_1 и A_2 .



Шлифы определены опытным путем.