

# В. С. Кнаббе

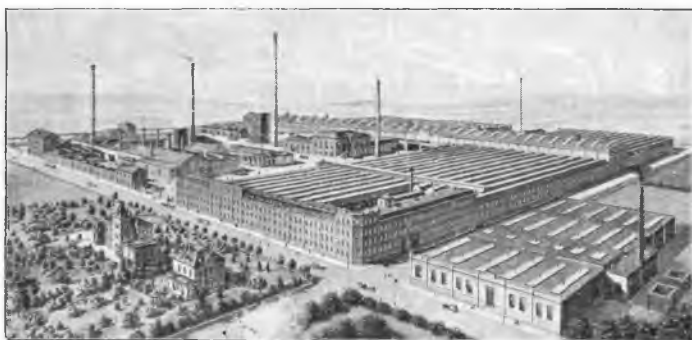
Профессоръ Харьковскаго Технологическаго Института  
Императора Александра III.

## СОВРЕМЕННЫЕ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫЕ ЗАВОДЫ

И ПРИМѢНЯЕМЫЕ ИМИ НОВЫЕ СПОСОБЫ

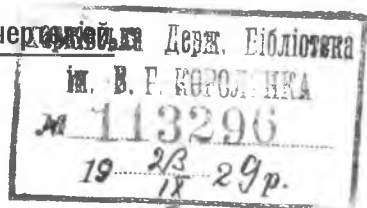
### ХОЛОДНОЙ ОБРАБОТКИ МЕТАЛЛОВЪ

(быстродѣйствующая сталь; пневматическіе инструменты; замѣна горячей обработки холодною; фрезование и обдирка на станкахъ взаменъ токарной работы).



Составлено на основаніи личныхъ осмотровъ, наблюденій  
и изслѣдованій.

Съ 14 литографированными таблицами чертежей



ХАРЬКОВЪ.

Типографія и Литографія М. Зильбербергъ и С-вья.  
(Донецъ-Захаржевская, с. д., № 6).

1910.



83454

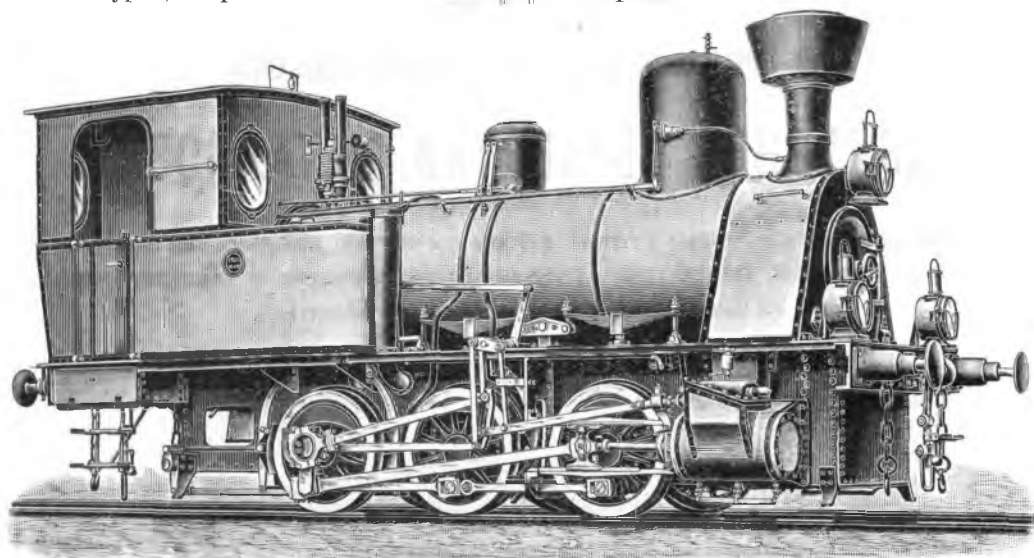
# ЗАВОДЪ РУССКАГО ПАРОВОЗОСТРОИТЕЛЬНАГО И МЕХАНИЧЕСКАГО ОБЩЕСТВА въ Харьковѣ.

**ПРАВЛЕНИЕ:** С.-Петербургъ, Галерная, 7.

*Адресъ для телеграммъ:* С.-Петербургъ, Паровозное.

**ЗАВОДЪ:** Харьковъ, Петинская улица, 126.

*Адресъ для телеграммъ:* Харьковъ, Паровозное.



## ЗАВОДЪ ИЗГОТОВЛЯЕТЪ:

**Паровозы:** товарные, пассажирскіе, танкъ-паровозы о 2 и 3 осяхъ. Послѣдніе имѣются всегда на складѣ.

**Запасныя части** паровозовъ, разныхъ типовъ.

**Паровые котлы:** паровозные, пароходные, Корнваллійскіе, Ланкаширскіе, Галловея, Паукла, Ферберна, комбинированные, батарейные, водотрубные разныхъ системъ, а также вертикальные Лашапеля.

**Стропила, подкрановыя балки, колонны** и др. желѣзныя конструкціи.

**Мосты** малыхъ и большихъ пролетовъ.

**Резервуары** для воды, нефти и смазочныхъ маселъ.

**Краны** электрическіе, паровые и ручные.

**Поворотные круги** съ подушками Блюмберга.

**Трансмиссіи** и ихъ части.

**Маховики** вѣсомъ до 20 тоннъ.

**Паровыя подъемныя лебедки** для шахтъ.

Въ 1910 году открыто отдѣленіе для изготовленія **сельско-хозяйственныхъ машинъ и орудій.**



## Оглавленіе.

	<i>Стран.</i>
<b>Отъ автора.</b>	
<b>Отдѣлъ I.</b> Быстродѣйствующая сталь, ея исторія, составъ, свойства, практика и станки для дѣйствія ея приспособленныя . . . . .	3—71
<b>Отдѣлъ II.</b> Пневматическія устройства и инструменты; ихъ конструкція, практика и степень экономической выгоды . . . . .	75—126
<b>Отдѣлъ III.</b> Круговое фрезованіе и круговая обдирка на камняхъ, какъ подспорье, или замѣна токарной работы. Нормализація машинныхъ частей . . . . .	129—147
<b>Отдѣлъ IV.</b> Современные заграничныя заводы, новѣйшаго, образцоваго оборудованія . . . . .	151—256

# КОМПАНИЯ С.-Петербургскаго Металлическаго Завода.

С.-Петербургъ:

*Выборгская стор. Полустровская  
набер., 19. Телефонъ № 361.*

Адресъ для телеграммъ:

*Металлическій заводъ. Петербургъ.*

Московская контора:

*Нѣмецкая улица, д. № 38, Зво-  
ръкина. Телефонъ № 26—07.*

Адресъ для телеграммъ:

*Москва, Инжмеханикъ.*

**Турбогенераторы** переменнаго и постояннаго тока.

**Турбонасосы** высокаго давленія. **Турбокомпрессоры.**

**Турбогенераторы** низкаго давленія, для утилизаціи отработаннаго пара паровыхъ механизмовъ.

**Паровыя турбины** для приведенія въ дѣйствіе быстроходныхъ судовъ.



## ПРЕИМУЩЕСТВА:

Меньшее число деталей. Большіе зазоры между подвижной и неподвижной частями. Удобство и безопасность сборки и разборки. Самый незначительный уходъ. Автоматическая смазка подшипниковъ. Конденсатъ, свободный отъ масла. Высокій коэффициентъ полезнаго дѣйствія.

**Полное оборудованіе электрическихъ станцій.**

**Полное оборудованіе котельныхъ** (котлы системы *Бабкокъ* и *Вилькокъ* и др.).

**Стропила, кессоны, мосты и прочія желѣзныя строительныя работы.** Оцинкованное, гофрированное желѣзо и постройки изъ него. Грузоподъемныя машины.

**Отопленіе и вентиляція.** Поворотные круги. Непроницаемые выгребы и воздушныя клозеты. Штампованныя желѣзныя издѣлія (днища паровыхъ котловъ и т. п.).

**Паровыя дезинфекціонныя камеры, новаго типа, принятаго Главнымъ Военно-Медицинскимъ Управленіемъ.** Для дѣйствія ихъ не требуется особаго пароваго котла.

**Стационарныя и переносныя дезинфекціонныя камеры,** для примѣненія въ лазаретахъ, казармахъ, учебныхъ заведеніяхъ и въ полѣ.

**Винтовые вентиляторы** для вентилированія жилыхъ зданій.

## Отъ автора.

Со времени выхода въ свѣтъ второго изданія моего труда *Современное оборудованіе машиностроительныхъ заводовъ и желѣзнодорожныхъ мастерскихъ* прошло девять лѣтъ. За этотъ періодъ времени, западноевропейская металлообрабатывающая промышленность успѣла сдѣлать цѣлый рядъ важныхъ успѣховъ, въ которыхъ можно было убѣдиться, даже не объѣзжая заводовъ, по однимъ лишь экспонатамъ выставокъ, которыми былъ такъ богатъ этотъ промежутокъ времени (Парижская 1900 года, Дюссельдорфская 1902 г., Льежская 1905 г. и Берлинская 1908 г. <sup>1)</sup>).

Мнѣ удалось не только посѣтить всѣ эти выставки, но еще и сдѣлать рядъ объѣздовъ лучшихъ машиностроительныхъ заводовъ Германіи, Швейцаріи, Бельгіи и отчасти Франціи, причемъ особенно интереснымъ оказался послѣдній мой объѣздъ, лѣтомъ 1909 года.

Характернѣйшія нововведенія, которыми обогатилось за послѣднее десятилѣтіе дѣло холодной обработки металловъ, слѣдующія:

Во-первыхъ, широкое распространеніе рѣзцовъ изъ такъ называемой быстродѣйствующей стали, не только поднявшее до изумительныхъ размѣровъ производительность металлообдѣлочныхъ мастерскихъ, но и рѣзко измѣнившее самый характеръ производства работъ.

Во-вторыхъ, категорическое выясненіе полной удобопримѣнимости и экономической выгоды пневматическихъ инструментовъ, считавшихся, еще не такъ давно, оригинальною, но непрактичною затѣею американцевъ, и, какъ слѣдствіе этого, быстрое упроченіе и развитіе примѣненія этого рода инструментовъ всѣми, маломальски значительными, машиностроительными заводами, въ самыхъ разнообразныхъ отрасляхъ ихъ производствъ.

Въ третьихъ, установленіе новаго принципа, еще нѣсколько лѣтъ тому назадъ показавшагося бы абсурдомъ, что холодная обработка желѣза и стали рѣзущими инструментами, при надлежащемъ подборѣ условій ихъ работы, обходится дешевле горячей ихъ обработки сложной ковкою, и, какъ слѣдствіе этого вывода, перенесеніе центра тяжести формоизмѣняющихъ работъ изъ кузницъ въ механическія мастерскія.

<sup>1)</sup> Послѣдняя, несмотря на узко-спеціальное ея названіе *Schiffbauausstellung*, затрогивала весьма широко все современное машиностроеніе и дала рядъ интереснѣйшихъ экспонатовъ, которыхъ не могла еще дать предыдущая Льежская выставка—напримѣръ по части паровыхъ турбинъ, двигателей внутреннего сгорания, производства стальныхъ фасонныхъ отливокъ и т. д.

Въ четвертыхъ, отрѣшеніе отъ рутиннаго мнѣнія, что минеральные диски годны лишь для чистой шлифовки, но не для обработки, сопряженной съ снятіемъ значительныхъ слоевъ металла и, какъ слѣдствіе этого, передача многихъ работъ съ токарныхъ станковъ на наждачные.

Въ пятыхъ, все болѣе и болѣе распространяющаяся замѣна токарныхъ рѣзцовъ фрезами, при производствѣ не только простѣйшихъ, но и отвѣтственныхъ работъ.

Детальный разборъ этихъ новыхъ методовъ холодной обработки металловъ и освѣщеніе ихъ добытыми мною практическими данными составили содержание первыхъ трехъ отдѣловъ настоящаго труда.

Затѣмъ, при неоднократныхъ объѣздахъ заграничныхъ заводовъ, я не могъ не отмѣтить факта необычнаго роста западноевропейской (въ особенности же германской) промышленности, наиболѣе усилившагося въ періодъ, слѣдовавшій за парижскою выставкою 1900 г. <sup>1)</sup>

Развивъ и уразнообразивъ свои производства, многіе европейскіе машиностроительные заводы не могли долѣе довольствоваться прежними рамками ихъ помѣщеній и оборудованія и возсоздались совершенно заново, на новыхъ мѣстахъ, используя, по части сооруженія и оборудованія своихъ новыхъ мастерскихъ, все, что только было создано къ этому времени наукою и техникою.

Кромѣ того, созданъ рядъ совершенно новыхъ предприятий.

Описаніе этихъ пересоздавшихся и вновь возникшихъ машиностроительныхъ заводовъ западной Европы, основанное на личномъ ихъ осмотрѣ, составило содержание четвертаго отдѣла настоящаго труда.

Хотя, какъ показываетъ самое названіе этого труда, въ основаніе его положена разработка вопроса о томъ, *какъ* производятся на современныхъ заводахъ тѣ или другія механическія работы, но авторъ его не могъ конечно остаться чуждымъ и къ вопросу, *что* именно этими заводами производится, а потому, во всѣхъ отдѣлахъ настоящаго труда, читатель найдетъ указанія на вновь возникшія отрасли производствъ и наиболѣе интересныя отдѣльныя заводскія работы.

Смѣю надѣяться, что появленіе труда подобнаго содержания представляется своевременнымъ и что ознакомленіе съ нимъ окажется небезполезнымъ интересующимся развитіемъ промышленной техники нашего времени.

Харьковъ. Май 1910 г.

**В. Кнаббе.**

---

<sup>1)</sup> Въ которой, какъ извѣстно, впервые послѣ событій 1870 года, приняли участіе германскія фирмы.

## Отдѣлъ I.

Быстродѣйствующая сталь, ея исторія, составъ, свойства, практика и станки для дѣйствія ея приспособленные.

Одно изъ характернѣйшихъ нововведеній въ практикѣ современныхъ металлообрабатывающихъ мастерскихъ есть примѣненіе специальныхъ сортовъ инструментальной стали, известной подъ общимъ именемъ быстродѣйствующей стали (Schnellschnittstahl, Rapidstahl; Acier rapide; High-Speed Tool-Steel).

Рѣзцы, выдѣланные изъ подобной стали, въ состояніи переносить, безъ вреда для ихъ стойкости, значительно болѣе высокія температуры нагрѣва во время работы, по сравненію съ рѣзцами изъ обыкновенной стали, а потому могутъ работать при значительно болѣе большихъ скоростяхъ и снимать стружки значительно болѣе большихъ размѣровъ. Результатомъ сего является значительное увеличеніе вѣса стружки, снимаемой на каждомъ станкѣ въ единицу времени, а потому и соотвѣтствующее повышеніе производительности всей мастерской.

Характерное свойство выносить сильное нагрѣваніе, безъ ущерба для работоспособности, пріобрѣтается сталью, при подмѣси къ ней *хрома* и *вольфрама*, при условіи возможнаго пониженія въ ней содержанія *кремня* и *марганца*.

Химическій составъ, наиболѣе распространенныхъ въ современной практикѣ, сортовъ быстродѣйствующей стали приведенъ въ прилагаемой таблицѣ I-ой, въ порядкѣ возрастанія содержанія въ нихъ *хрома*.

Таблица I.

Марки быстродѣйствующей стали и фирмы ихъ производителей	Содержаніе въ %				
	Хрома	Вольфрама	Углерода	Марганца	Кремня
<i>Jonas &amp; Colver, Sheffield, марка Novo . .</i>	2,95	18,85	0,76	0,42	0,33
<i>Armstrong &amp; Whitworth, Manchester, марка AW</i>	3,40	12,44	0,78	0,49	0,44
<i>J. Bleckmann, Mürzzuschlag, марка Phönix . .</i>	3,70	20,70	0,67	0,14	0,15
<i>Bismarkhütte, Ost-Schlesien, марка Patent . .</i>	3,70	30,20	0,60	0,24	0,23
<i>Bethlehem Steel Co. Америка, марка TW-1906</i>	5,47	18,91	0,67	0,11	0,04
<i>Gebr. Böhler, Kapfenberghütte, марка Rapid . .</i>	7,19	24,50	0,93	0,23	0,24
<i>Bethlehem Steel Co. Америка, марка TW-1906</i>	7,80	8,00	1,85	0,30	0,15
<i>Bedel &amp; Co., Paris, марка безъ названія . .</i>	8,10	22,80	0,90	0,47	0,20



Недостаточно однакоже сообщить стали известны химический составъ, чтобы сдѣлать ее быстродѣйствующею. Большое вліяніе на ея качества оказываютъ также способъ ея выплавки и въ особенности способъ ея закалки. Выплавка быстродѣйствующей стали производится въ настоящее время, съ равнымъ успѣхомъ, какъ прежнимъ способомъ, въ тигляхъ, такъ и въ мартеновскихъ печахъ; что касается ея закалки, то, въ рѣзкое отличіе отъ способа примѣнявшагося къ прежнимъ сортамъ инструментальной стали, нагрѣвавшимся при закалкѣ лишь до *свѣтлокраснаго* цвѣта, она нагрѣвается до *блѣднорозоваго, почти плавленнаго* жара и затѣмъ быстро охлаждается въ струѣ дутья, въ маслѣ, или въ водѣ.

Вотъ, въ краткихъ словахъ, особенности свойствъ, химическаго состава и способа закалки современной намъ быстродѣйствующей стали. При всей ихъ видимой простотѣ, установленіе ихъ потребовало весьма много времени и совмѣстной работы цѣлаго ряда лицъ и учреждений.

Ознакомленіе съ исторіей развитія этого вопроса будетъ небезполезно для всякаго техника, имѣющаго дѣло съ быстродѣйствующею сталью, не желающаго дѣйствовать ощупью. Поэтому, прежде нежели перейти къ изложенію моихъ наблюденій и выводовъ, относительно современнаго примѣненія этого новаго, интереснаго матеріала, я сдѣлаю ретроспективный обзоръ наиболѣе существенныхъ и интересныхъ фазъ исторіи развитія его выработки. Для этого я попытаюсь систематизировать небогатый и крайне отрывочный матеріалъ, существующій по этому вопросу въ журнальной литературѣ, подвергнувъ его, гдѣ нужно, критическому анализу.

Примѣненіе стальныхъ инструментовъ старо, можно сказать, какъ міръ. Горельефы египетскихъ пирамидъ и обелисковъ, высѣченные (иногда на глубину до 15 %<sub>T</sub>) въ твердѣйшихъ каменныхъ породахъ (гранитъ, сіенитъ, базальтъ), не могли быть выполнены безъ помощи острыхъ, весьма твердыхъ, очевидно *стальныхъ* инструментовъ. Славившіеся своею твердостью сабельные и ятаганные клинки древняго Востока требовали для ихъ изготовленія стали высокихъ качествъ. Индійская сталь *вундъ, китайская, толедская* и *дамасская* сталь обладали изумительными качествами,

даже съ современной точки зрѣнія. Секреты ихъ приготовленія до насъ не дошли, но химическій анализъ стариннаго оружія показалъ присутствіе во многихъ изъ этихъ сортовъ стали хрома и марганца, т. е. примѣсей, которыми пользуются и современные металлурги. Выплавка стали производилась въ тигляхъ, закалка—погруженіемъ раскаленнаго металла въ холодную воду. Эти древніе приемы практиковались въ продолженіе цѣлыхъ тысячелѣтій и до шестидесятихъ годовъ истекшаго столѣтія, иныхъ способовъ выдѣлки и закалки инструментальной стали не знали. Къ этому времени относится изобрѣтеніе *Робертомъ Мушетомъ*, директоромъ англійскаго сталедѣлательнаго завода *Titanic Steel Co.*, новаго рода стали, получившей названіе *самозакаливающейся стали* (также *стали натуральной твердости*) или, по имени ея изобрѣтателя, — *стали Мушета*. Испытывая вліяніе на сталь различнаго рода примѣсей, *Мушетъ* нашелъ, что примѣсь вольфрама, при повышенномъ содержаніи марганца, сообщаетъ нагрѣтой углеродистой стали замѣчательное свойство, при свободномъ, медленномъ остываніи на воздухѣ, пріобрѣтаетъ такую же степень жесткости, какую обыкновенная углеродистая сталь получаетъ лишь при внезапномъ охлажденіи ея (въ нагрѣтомъ состояніи) водою. Напротивъ того, при примѣненіи послѣдняго способа закалки къ стали *Мушета*, она не только не выигрываетъ, но еще теряетъ въ своей твердости, какъ бы умягчается. Благодаря своему свойству самозакаливанія, рѣзцы изъ стали *Мушета* могли производить усиленную работу и испытывать значительное разогрѣваніе, подъ вліяніемъ этой работы, не рискуя утратить свою твердость (*оттупиться*).

Извѣстно, что въ обыкновенной углеродистой стали, въ естественномъ, незакаленномъ ея состояніи, преобладаетъ форма углерода, извѣстная подъ названіемъ *перлита*, обусловливающая ея мягкость. При нагрѣваніи до температуры близкой къ  $800^{\circ}$  С., *перлитъ* преобразуется въ *цементитъ*, форму углерода, сообщающую стали твердость. При обратномъ процессѣ остыванія стали, коль скоро температура ея понизится до  $760^{\circ}$ , цементитъ переходитъ снова въ перлитъ и сталь теряетъ пріобрѣтенную ею твердость. Для перехода углерода изъ одной формы въ другую, требуется извѣстный промежутокъ времени, поэтому если, нагрѣвъ сталь до тем-

пературы 800°, *быстро* охладить ее, то цементить не успѣетъ перейти въ перлитъ, сохранить свою форму и въ охладившейся стали и сообщить ей повышенную твердость, *закалить* ее. Дѣйствіе примѣси вольфрама состоитъ въ томъ, что онъ понижаетъ температуру преобразования цементита въ перлитъ до предѣла низшаго температуры окружающаго воздуха. Поэтому-то вольфрамовая сталь *Мушета*, какъ не требующая, для сообщенія ей твердости, *немедленнаго* охлаждения послѣ ея разогрѣванія, могла выдерживать подобное разогрѣваніе, не выдѣляя перлита.

Средній составъ стали *Мушета* былъ слѣдующій: 2% углерода; 1% кремнія; 0,6% марганца и 5,5% вольфрама.

Въ продолженіе многихъ лѣтъ послѣ выпуска въ продажу стали *Мушета*, она не находила себѣ широкаго примѣненія и держалась на складѣ металлообдѣлочными мастерскими, больше въ видѣ любопытной новинки. Лишь постепенно выяснился фактъ, что рѣзцы изъ этой стали могутъ обрабатывать такіе металлы, которые, по ихъ жесткости, совершенно не могли обрабатываться рѣзцами изъ обыкновенной стали и лишь еще позднѣе (примѣрно съ 1895 г.) было установлено, что рѣзцы изъ стали *Мушета* превосходятъ рѣзцы изъ обыкновенной стали, не только способностью обрабатывать жесткіе металлы, но и способностью работать при значительно повышенныхъ рабочихъ скоростяхъ, независимо отъ степени твердости обрабатываемаго матеріала.

Заманчивая идея повысить производительность мастерскихъ, не увеличивая ихъ оборудованія, единственно за счетъ повышенія рабочихъ скоростей рѣзцовъ, вызвала не только значительное увеличеніе потребленія стали *Мушета*, но и появленіе, какъ въ Европѣ такъ и въ Америкѣ, цѣлой серіи суррогатовъ этой стали, довольно близко подражавшихъ ей въ химическомъ составѣ.

Къ періоду времени съ 1895 по 1900 годъ, относится наибольшее число опытовъ, имѣвшихъ цѣлью выяснить роль различныхъ примѣсей стали въ дѣлѣ сообщенія ей свойствъ *самозакаливаемости*. Сначала было установлено, что преобладающее вліяніе въ этомъ отношеніи принадлежитъ марганцу. Безъ примѣси марганца, сталь не можетъ быть самозакаливающейся. Но вызываемая марганцемъ твердость стали значительно повышается дѣйствіемъ углерода, воль-

фрама и кремнія. Увеличенная доза вольфрама отзывается сверхъ того на критической точкѣ стали, сообщая ей нѣкоторую подвижность, въ томъ смыслѣ, что даже самыхъ незначительныхъ вліяній становится достаточно для перемѣщенія этой точки въ значительныхъ предѣлахъ.

Затѣмъ было установлено, что свойствомъ сообщать стали способность выдерживать во время работы значительное разогрѣваніе, не теряя работоспособности, отличается главнымъ образомъ хромъ и, еще болѣе, хромъ, въ соединеніи съ вольфрамомъ, марганецъ же на эту способность вліянія не оказываетъ. Въ виду этихъ выводовъ, появилась новая серія сортовъ самозакаливающейся стали, въ составъ которыхъ, наряду съ вольфрамомъ, введены были болѣе или менѣе значительныя дозы хрома. Изъ продуктовъ этого новаго типа отличались наилучшими достоинствами марки: *Sanderson, Stirling, Midvale, Jonas & Colver, Park Brothers, Atha & Illingsworth, Burgess, Bismarkhütte, Poldihütte, Caspar* и другія. На прилагаемой таблицѣ II-й приведенъ химическій составъ первыхъ семи изъ этихъ марокъ и (для сопоставленія) марки *Muschet*.

### Таблица II.

Самозакаливается сталь, изготавливаемая фирмами:	Содержаніе въ ‰				
	Углерода	Марганца	Кремнія	Вольфрама	Хрома
1) <i>Muschet</i> . . . . .	2,213	1,800	0,883	6,057	0,342
2) <i>Sanderson</i> . . . . .	1,690	2,590	1,024	7,506	1,464
3) „ . . . . .	2,178	2,500	0,162	7,368	0,200
4) „ . . . . .	1,842	2,430	0,890	11,589	2,694
5) „ . . . . .	1,400	0,324	0,216	4,537	2,410
6) <i>Stirling</i> . . . . .	1,806	1,870	0,156	8,387	0,254
7) <i>Midvale</i> . . . . .	1,143	0,180	0,246	7,723	1,830
8) <i>Jonas &amp; Colver</i> . . . . .	1,850	2,325	1,027	10,721	2,958
9) <i>Park Brothers</i> . . . . .	1,732	2,520	0,250	6,923	0,675
10) <i>Atha &amp; Illingsworth</i> . . . . .	1,615	1,650	0,285	—	3,430
11) <i>Burgess</i> . . . . .	2,320	3,530	0,630	7,599	0,074

Въ числѣ этихъ сортовъ, какъ видимъ, были такіе, которыхъ свойства основывались на одномъ лишь вольфрамѣ (3, 6, 11), или на одномъ лишь хромѣ (10), большая же ихъ часть содержала однакоже значительныя примѣси того и другого металловъ, причемъ содержаніе углерода и марганца колебалось въ весьма широкихъ предѣлахъ отъ 1,143% до 2,320% первого и отъ 0,18% до 3,53% второго. Химическій составъ нѣмецкихъ образцовъ (*Poldihütte*, *Bismarkhütte* и *Cuspar*) обнародованъ не былъ; извѣстно было лишь, что всѣ они содержали значительную примѣсь хрома, почему и носили названіе *хромистой стали*.

Несмотря на значительное различіе въ химическомъ составѣ, всѣ перечисленные сорта стали удовлетворяли требованіямъ, предъявляемымъ самозакаливающейся стали. Это показываетъ, что одинъ химическій составъ не играетъ еще рѣшающей роли и большое вліяніе на качества стали оказываетъ самая ея выдѣлка и способъ обращенія съ нею. Вслѣдствіе этого, нерѣдко одинъ и тотъ же сортъ стали, то проявлялъ въ работѣ необычайную степень устойчивости, то оказывался совершенно непригоднымъ къ дѣлу. Особенно чувствительна оказывалась сталь натуральной твердости къ перегрѣву во времяковки.

Въ этотъ же періодъ времени (между 1895 и 1900 г.г.) установленъ былъ, по отношенію къ хромистой стали натуральной твердости, весьма важный фактъ, что тѣмъ до высшей температуры она будетъ нагрѣта передъ закалкой, тѣмъ большую она пріобрѣтаетъ твердость. Фактъ этотъ (которому, въ скоромъ послѣ того времени, суждено было сыграть огромную роль въ дѣлѣ преобразованія метода холодной обработки металловъ) не былъ однакоже отмѣченъ должнымъ вниманіемъ и остался неиспользованнымъ. Носилась, правда, слухи о какихъ-то обширныхъ опытахъ, производящихся въ этомъ направленіи въ Америкѣ, но никакихъ подробностей относительно ихъ не было извѣстно.

Такимъ образомъ, за послѣдніе годы истекшаго столѣтія, вопросъ о поднятіи производительности металлообработывающихъ мастерскихъ, путемъ повышенія рабочей скорости рѣзцовъ, можно было считать вполне назрѣвшимъ.

Импульсомъ къ его окончательному разрѣшенію послужила парижская всемірная выставка 1900 года, на кото-

рой американская фирма *Bethlehem Steel Co.* выступила съ демонстраціею дѣйствія новаго сорта, такъ называемой *быстро-оцѣпывающей* стали, изобрѣтенной консультирующимъ инженеромъ этой фирмы *Taylor*'омъ и химикомъ ея *White*'омъ.

Посѣтившіе эту выставку и американскій павильонъ ея въ Венсенскомъ паркѣ конечно помятъ толпу зрителей, постоянно окружавшую токарный станокъ Бетлеемскаго завода, производившій обточку стального вала, съ необычайною для того времени скоростью, достигавшею, при мягкомъ сортѣ обрабатываемой стали и работѣ въ сухую, 45,7 м. въ минуту, при примѣненіи же смачиванія, повышавшеюся еще почти на 50%. Снимаемая стружка и самый рѣзецъ разогрѣвались при этомъ до краснаго каленія, такъ что, по остановкѣ станка, на верхней поверхности рѣзца можно было наблюдать приварившіяся къ ней частицы металла <sup>1)</sup>. Въ то же время самое лезвее рѣзца не теряло своей остроты и способности къ дальнѣйшей работѣ. При обычныхъ толщинѣ и ширинѣ стружекъ въ 1,6 и 4,8  $\frac{м}{м}$ , вѣсъ стружки, снимаемой станкомъ въ часъ, достигалъ 64 килограммовъ и рѣшившимся ввести въ употребленіе этотъ новый родъ стали обѣщалось экспонентами повышеніе производительности ихъ мастерскихъ въ 340%, сравнительно съ достигавшеюся до того времени.

Впечатлѣніе этой экспонаты было, можно сказать, ошеломляющее и она, по справедливости, признана была однимъ изъ самыхъ крупныхъ *воздей* всей тогдашней выставки. Всякая сталь, извѣстная до того времени, будучи разогрѣта до температуры 450°, должна была тотчасъ же лишиться своей стойкости. Явилось предположеніе (какъ увидимъ ниже недалекое отъ истины), что новая сталь принадлежитъ къ числу сортовъ стали натуральной твердости, отличаясь отъ нихъ лишь высшимъ содержаніемъ вольфрама или хрома, что сталь эта обязана своею твердостью отнюдь не углероду, почему и не проявляла ни малѣйшихъ признаковъ отпуска. Но допустить мысль о возможности еще болѣе увеличить практиковавшійся до того времени процентъ примѣси вольфрама было трудно, такъ какъ даже извѣстные въ то время

<sup>1)</sup> У автора настоящаго труда сохранились образцы такихъ стружекъ, привезенные съ выставки 1900 года.

комъ, и совершенно не замѣчалось окрашиванія лезвья побѣжалыми цвѣтами, которыми покрывалась остальная поверхность рѣзца. При внезапной остановкѣ станка и наблюденіи того мѣста, гдѣ отдѣляемая стружка еще соприкасается съ обрабатываемымъ кускомъ металла, можно было видѣть, нѣсколько впереди лезвья рѣзца, уже образовавшуюся трещину, по которой впоследствии и отдѣлялась стружка. Наблюденія эти давали право заключить, что, при тѣхъ условіяхъ работы, при которыхъ демонстрировались американскіе рѣзцы, стружка *не срывалась*, а *отгибалась* и затѣмъ *отламывалась* отъ обрабатываемаго матеріала. Обстоятельства, обуславливавшія подобное дѣйствіе рѣзцовъ, состояли въ тупомъ углѣ заточки рѣзца и въ большой скорости вращенія обтачиваемаго вала.

Справедливость этого заключенія профессора *Рело* подтвердили впоследствии и изобрѣтатели быстродѣйствующей стали *Тайлоръ* и *Уайтъ*.

Что касается явленія сильнаго раскаливанія и обрабатываемаго металла и самого рѣзца во время работы, то, при выясненномъ выше способѣ дѣйствія рѣзца, оно не могло являться слѣдствіемъ сильнаго тренія, какъ это имѣетъ мѣсто въ случаѣ дѣйствія рѣзца рѣзаніемъ.

Въ виду надламыванія стружки впереди лезвья рѣзца, дѣйствіемъ тупой клинообразной формы послѣдняго, треніе между стружкой и рѣзцомъ не можетъ быть очевидно настолько сильно, чтобы оно могло вызвать столь сильное раскаливаніе металла. Это подтвердилось и непосредственными наблюденіями. Наблюденія эти показали, что стружка, снимаемая американскими рѣзцами, раскаляется всегда значительно сильнѣе, нежели самый рѣзецъ, и что если остановить станокъ, то часть стружки, лежащая впереди лезвья рѣзца, т. е. тамъ, гдѣ между нею и рѣзцомъ не существуетъ еще никакого тренія, темнѣе (принимаетъ синій побѣжалый цвѣтъ) позднѣе, нежели та часть стружки, которая прилегаетъ къ верхней грани рѣзца и трется о послѣднюю. Треніе это, хотя и способствуетъ повышенію температуры, но, въ виду надламыванія стружки впереди рѣзца, клинообразнымъ концомъ послѣдняго, не можетъ быть слишкомъ сильно и служить *единственною* причиною раскаливанія металла; очевидно же причиною такого раскаливанія явля-

ются сильныя *сотрясенія*, испытываемыя молекулами металла, при грубыхъ формоизмѣненіяхъ, испытываемыхъ отгибавшею и затѣмъ отламываею стружкою.

Такимъ образомъ, стойкость американскихъ рѣзцовъ, въ смыслѣ сохраненія неприкосновенности ихъ лезвья, несмотря на мягкость ихъ металла, объяснилась, съ желаемою достовѣрностью, самою формою рѣзцовъ и способомъ ихъ дѣйствія. Что касается способности ихъ выдерживать сильное раскачиваніе, то это явленіе, какъ присущее (хотя въ меньшей степени) и самозакаливающейся стали, уже не представляло поражающей новосты и могло быть приписано химическому составу стали. На опредѣленіе этого состава и направлены были прежде всего всѣ изслѣдованія и такъ какъ особаго труда такое изслѣдованіе не представляло, то химическій составъ стали *Тайлора* и *Уайта* векорѣ же пересталъ составлять тайну.

Къ разочарованію изслѣдователей, составъ этотъ <sup>1)</sup> не представилъ ничего новаго, сравнительно съ составомъ уже давно извѣстной имъ самозакаливающейся стали, отличающаюся лишь нѣскольکو высшимъ содержаніемъ хрома, а между тѣмъ, приготовивъ сталь по американскому рецепту и испытавъ выдѣланные изъ нея рѣзцы, они убѣдились, что рѣзцы эти не выдерживаютъ и половинныхъ рабочихъ скоростей, по сравненію съ рѣзцами изъ оригинальной стали *Тайлора* и *Уайта*. Оказалось, такимъ образомъ, что замѣчательныя свойства американскихъ рѣзцовъ обусловливались не химическимъ составомъ ихъ стали, а какимъ-то инымъ, неизвѣстнымъ до того обстоятельствомъ, раскрытіе котораго представило изслѣдователямъ новую, уже гораздо болѣе сложную задачу. Сама фирма *Bethlehem Steel Co.*, изъ понятныхъ соображеній, конечно не спѣшила освѣдомлять своихъ конкурентовъ относительно сущности сдѣланнаго ею открытія и рѣзцы изъ ея стали, пришедшіе въ негодность, должны были посылаться для исправленія снова на заводъ, или же замѣняться новыми. Подобной же тактики держались сначала и европейскія фирмы, пріобрѣвшія у *Тайлора-Уайта* секретъ закалки быстродѣйствующей стали.

Лишь семь лѣтъ спустя послѣ публичной демонстраціи своей стали, *Taylor* выпустилъ въ свѣтъ книгу подѣ

<sup>1)</sup> Какъ видно изъ сличенія таблицъ I и II.



заглавіемъ: *On the art of cutting metals*, въ которой изложилъ всю исторію своихъ изслѣдованій и, съ американскимъ прямодушіемъ, признался въ чистой *случайности* своего главнаго открытія, которое однакоже, въ эпоху о которой шла рѣчь выше, выставлялось какъ нѣчто безусловно гениальное.

Въ этой книгѣ своей *Тайлоръ* заявляетъ, что, въ противность нѣкоторымъ газетнымъ статьямъ и брошюрамъ, приписывавшимъ ему изобрѣтеніе *новаго сорта* стали, онъ никакой новой стали (въ смыслѣ ея химическаго состава) не изобрѣталъ, а воспользовался готовымъ сортомъ самозакаливающейся стали, давно извѣстной и бывшей уже во всеобщемъ употребленіи; ему удалось лишь открыть *новый способъ закалки* этой стали, благодаря которому ей (какъ, впрочемъ, и другимъ аналогичнымъ по составу сортамъ стали) можно сообщать способность выдерживать, не утрачивая работоспособности, весьма сильное разогрѣваніе, вызываемое работою при большихъ скоростяхъ. Исключительно этотъ *новый способъ закалки* и составляетъ, по словамъ *Тайлора*, сущность его изобрѣтенія. Самое открытіе этого способа произошло, по его словамъ, при слѣдующихъ обстоятельствахъ: въ виду существованія въ продажѣ большаго числа различныхъ сортовъ стали натуральной твердости (самозакаливающейся), предстояло выбрать, для реорганизовавшихся имъ въ 1898 году механическихъ мастерскихъ фирмы *Bethlehem Steel Co.*, какой-либо одинъ нормальный сортъ, для повседнежнаго обихода, а для этого выяснить какой именно изъ существовавшихъ сортовъ торговой стали этого заслуживалъ. По испытаніи цѣлаго ряда сортовъ стали натуральной твердости, онъ призналъ наиболѣе подходящимъ сортомъ сталь натуральной твердости фирмы *Midvale Steel Co.* Но, когда, для убѣжденія въ преимуществахъ этого сорта стали, онъ произвелъ, въ присутствіи директоровъ и инженеровъ завода, окончательныя испытанія надъ этою маркою и для сравненія надъ многими другими, признанными имъ непригодными, то, къ удивленію его, оказалось, что сталь *Midvale Steel Co.* дала наихудшіе результаты (выдерживала наименьшія пробныя рабочія скорости). Убѣдившись, что причиною неудачи не могъ служить пережогъ стали въ кузницѣ, а по всей вѣроятности неосторожное нагрѣваніе передъ закалкою, *Тайлоръ* рѣшилъ уста-

новить практическій способъ, которымъ можно было бы исправить (*регенерировать*) пережженую сталь испытуемаго сорта. Для этой цѣли онъ, совместно съ химикомъ фирмы *Уайтомъ* произвелъ нижеслѣдующіе опыты: приготовивъ цѣлую серію рѣзцовъ изъ одной и той же стали, онъ нагрѣвалъ ихъ до различныхъ температуръ, въ предѣлахъ отъ темно-краснаго до плавленнаго жара, причемъ температуры эти различались между собою каждый разъ на 50°.

По охлажденіи рѣзцовъ, они затачивались на точилѣ и испытывались рѣзаніемъ одного и того же матеріала на токарномъ станкѣ, причемъ опредѣлялись:

а) Та безопасная степень предварительнаго нагрѣва, при которой рѣзецъ допускалъ примѣненіе наивысшей рабочей скорости.

б) Та температура, при нагрѣваніи до которой (выше или нѣсколько ниже) сталь пережигалась и

в) Способъ горячей обработки, которымъ испорченная сталь могла быть восстановлена въ первоначальныхъ ея свойствахъ.

Приэтомъ было найдено, что сталь совершенно пережигалась при нагрѣваніи ея до температуръ, въ предѣлахъ отъ 850 до 925°С. Но, продолжая случайно нагрѣвъ ея выше этихъ температуръ, изслѣдователь, къ его крайнему изумленію, открылъ, что при перегрѣвѣ до 940°, сталь снова приобрѣтала лучшую работоспособность, нежели та, которая опредѣлилась при нагрѣвѣ до вишнево-краснаго цвѣта и, что при дальнѣйшемъ повышеніи температуры нагрѣва, работоспособность стали все болѣе и болѣе улучшалась, достигая максимума послѣ нагрѣва до температуры близкой къ точкѣ плавленія.

Случайное открытіе этого замѣчательнаго факта разрушило всѣ ранѣе существовавшія теоріи и произвело цѣлый переворотъ въ дѣлѣ закалки стальныхъ инструментовъ.

Выше было упомянуто, что уже при опытахъ надъ хромистыми сортами самозакаливающейся стали, произведенныхъ на одномъ изъ европейскихъ заводовъ, было сдѣлано впервые наблюденіе, что они выигрываютъ въ способности работать съ большими скоростями, будучи нагрѣты при предварительной обработкѣ до высокой температуры. Факту этому не было однакоже посвящено должное вниманіе и онъ не

былъ использованъ, пока на него вновь не натолкнулся случайно *Тайлоръ* и не сдѣлать его предметомъ привилегіи. По обнаруженіи патентовъ послѣдняго, ему пришлось, волею неволею, приподнять нѣсколько завѣсу надъ своимъ открытіемъ и вотъ техническій міръ узналъ, что исключительныя свойства американскихъ рѣзцовъ являются результатомъ *сильнаго нагрѣванія передъ закалкою*.

Сущность способа нагрѣванія и закалки, предложеннаго *Тайлоромъ*, состояла въ слѣдующемъ:

1) Сначала нагрѣть сталь, возможно медленно и постепенно, до вишнево-краснаго каленія.

2) Затѣмъ довести температуру нагрѣва, уже возможно быстро, до точки близкой къ температурѣ плавленія.

3) Быстро охладить сильно разогрѣтую сталь до температуры ниже точки пережога ( $850^{\circ}$  или еще лучше  $625^{\circ}$ ).

4) Охлажденную до этой температуры сталь охладить (быстро или медленно, это безразлично) до температуры окружающаго воздуха.

Съ этими свѣдѣніями, опубликованными въ патентѣ *Тайлора-Уайта* и тѣмъ запасомъ наблюденій и выводовъ, которые успѣли быть сдѣланы ранѣе и указаны были выше, конкурирующія фирмы приступили къ выработкѣ стали, которая бы, обладая всеми достоинствами стали *Тайлора и Уайта*, была свободна отъ присущихъ послѣдней недостатковъ.

Прежде всего, предстояло исправить недостатокъ чрезмѣрной мягкости стали *Тайлоръ-Уайта*, сдѣлавъ ее способною работать, не только способомъ *отламыванія* стружки, примененнымъ изобрѣтателями, но и обыкновеннымъ способомъ *рѣзанія*, притомъ, не только наиболѣе мягкихъ, но и твердыхъ металловъ. Другими словами, помимо способности переносить сильное разогрѣваніе во время работы, сообщить стали способность хорошо выносить большія напряженія и треніе. Приходилось, слѣдовательно, изыскивать не только лучшій химическій составъ стали, но и наиболѣе совершенный способъ ея закалки, который бы не измѣнялъ столь рѣзко структуру стали, а потому и механическія ея свойства, какъ это дѣлаетъ энергичный, но слишкомъ грубый способъ закалки, предложенный *Тайлоромъ и Уайтомъ*. И нужно констатировать, что въ короткій сравнительно промежутокъ времени, протекшій со времени выставки 1900 г., благодаря дружнымъ усиліямъ

теоретиковъ и практиковъ дѣла, и конечно, прежде всего, благодаря энергичной конкуренціи (т. к. дѣло шло о полномъ переворотѣ въ дѣлѣ обработки металловъ, а слѣдовательно и въ дѣлѣ приготовленія обрабатывающаго матеріала), достигнуты были результаты настолько успѣшныя, что быстродѣйствующая сталь перестала быть предметомъ лишь показныхъ демонстрацій, а сдѣлалась нормальнымъ и необходимѣйшимъ матеріаломъ всякой мало-мальски благоустроенной металлообрабатывающей мастерской. Приэтомъ, отклоняясь постепенно отъ узко специальной цѣли, преслѣдовавшейся *Тайлоромъ-Уайтомъ*, дать металлообрабатывающимъ мастерскимъ средство производить наивозможно быстрее грубую первоначальную обработку мягкихъ матеріаловъ, изысканія направлены были къ выработкѣ сортовъ стали болѣе универсальныхъ, пригодныхъ для обиходной практики всякой металлообдѣлочной мастерской и для всякаго обрабатываемаго матеріала, притомъ болѣе простыхъ въ обращеніи съ ними и, съ этой точки зрѣнія, заслуга позднѣйшихъ изслѣдователей этого вопроса несомнѣнна. Съ другой стороны и *Тайлору-Уайту*, какъ пицціаторамъ въ этомъ дѣлѣ, вызвавшимъ своимъ починомъ цѣлый переворотъ въ прочно установившихся способахъ и средствахъ современной машиностроительной техники, принадлежитъ несомнѣнная дань признательности ихъ современниковъ.

Первою изъ континентальныхъ сталедѣлательныхъ фирмъ, занявшихся изысканіемъ сорта стали, отвѣчающаго по качествамъ стали *TIV*, была австрійская фирма *Gebrüder Böhler* (въ Пѣтиринѣ).

Искомый сортъ стали былъ вскорѣ найденъ и, послѣ ряда предварительныхъ опытовъ на Капфенбергскомъ и Рагнборскомъ заводахъ этой фирмы, былъ переданъ для окончательнаго испытанія на Андрицкій машиностроительный заводъ (близъ Граца), обладающій подходящими для подобныхъ опытовъ крупными металлообдѣлочными станками.

Опыты произведены были надъ чугуномъ, литою сталью и желѣзомъ, при высокихъ скоростяхъ и подачахъ рѣзца и безъ примѣненія охлажденія водою. Обточка жесткаго поверхностнаго слоя чугунаго вала, при глубинѣ погруженія рѣзца въ 3  $\frac{1}{8}$  мм. и подачѣ рѣзца за каждый оборотъ шпинделя въ 1 $\frac{1}{2}$  мм., производилась съ периферическою

скоростью въ 13,4 м. въ минуту, причемъ рѣзецъ работалъ безостановочно и вполне безупречно въ продолженіе 21 минуты.

Рѣзецъ изъ стали *Мушета*, который заставляли работать при тѣхъ же условіяхъ, оказывался испорченнымъ послѣ первого же оборота вала. По снятіи жесткой поверхностной корки, рѣзецъ былъ углубленъ на 8 мм. и подача его увеличена до 2 мм., причемъ, при той же рабочей скорости, рѣзецъ работалъ безъ всякой порчи еще въ продолженіе 70 минутъ. Всѣ снятой стружки составилъ среднимъ числомъ 36,6 кил. въ часъ.

Для испытанія надъ рѣзаніемъ стали, была взята болванка въсомъ въ 7 тоннъ, изъ металла, содержащаго въ себѣ 0,43% углерода, 0,18% кремнія и 0,95% марганца. Вслѣдствіе большой массивности этой болванки, скорость вращенія ея (на окружности) не увеличивалась выше 3 м. въ минуту, а глубина погруженія рѣзца выше 4 мм. Рѣзецъ работалъ, безъ всякой порчи, въ продолженіе 2 часовъ, причемъ легко снималъ наиболѣе жесткія мѣста болванки, которыхъ совершенно не въ состояніи былъ снимать рѣзецъ изъ стали *Мушета*.

Наибольшую же работоспособность проявили рѣзцы при обточкѣ литого желѣза, причемъ, при работѣ въ сухую и при подачѣ въ 3 <sup>м</sup>/м, рабочая скорость могла быть повышаема, безъ вреда для рѣзца, до 48 метровъ въ минуту, тогда какъ при обработкѣ того же матеріала рѣзцами изъ обыкновенной инструментальной стали, при подачѣ лишь въ 0,6 м.м., рабочая скорость не могла быть повышаема выше 7 м. въ минуту. Во время этихъ послѣднихъ опытовъ, обрабатываемый металлъ раскалялся до матоваго краснаго цвѣта, рѣзецъ же принималъ лишь сине-желтый побѣжалый цвѣтъ <sup>1)</sup>. При каждой остановкѣ станка, часть стружки, прилегавшая къ рѣзцу, оказывалась приварившеюся къ нему. Охладившіяся стружки были покрыты побѣжалами цвѣтами, отъ синекраснаго до желтаго. Рѣзецъ работалъ исправно въ продолженіе 47 минутъ и за это время лишь однажды потребовалъ заточки. Всѣ снятой стружки достигалъ 68 кил. въ часъ.

---

<sup>1)</sup> Подтверженіе вышеприведеннаго заключенія, что причиною раскалыванія является не треніе рѣзца о стружку, а молекулярныя замѣненія въ обрабатываемомъ матеріалѣ.

Такимъ образомъ, андржицкіе опыты (по крайней мѣрѣ при обработкѣ мягкаго матеріала) дали результаты еще болѣе блестящіе, нежели опыты надъ рѣзцами *TW* на парижской выставкѣ.

Несмотря однакоже на обезпеченную, повидимому, конкуренцію съ американскою сталью, фирма *Gebrüder Böhler* успѣшила войти съ фирмою *Bethlehem Steel Co.* въ соглашеніе, въ силу котораго всѣ взятые послѣднюю патенты для Германіи, Австріи и Венгрии, перешли въ собственность фирмы *Böhler*, вслѣдствіе чего послѣдняя заявила, что будетъ производить и продавать сталь, патентованную бетлеемскимъ заводомъ, равно какъ и сталь собственнаго изобрѣтенія, ничего общаго съ американскою сталью не имѣющую. Неизвѣстно сколько произвела и продала фирма *Böhler* стали американскаго состава, но собственная ея сталь пошла и сейчасъ продолжаетъ идти весьма бойко.

Къ подобному же радикальному способу борьбы съ конкуренціею намѣревалась прибѣгнуть и другая значительная германская фирма: *Bismarkhütte* (въ восточной Силезіи), которая вошла съ фирмою *Bethlehem Steel Co.* въ соглашеніе, на основаніи котораго инженеру ея, посланному въ Америку, Бетлеемскій заводъ обязывался выяснить всѣ подробности дѣйствія стали *TW* и способъ обращенія съ нею. Въ случаѣ убѣжденія этого инженера въ дѣйствительномъ превосходствѣ этой стали, фирма *Bismarkhütte* предполагала приобрести право на ея изготовленіе и продажу, въ случаѣ же отрицательнаго убѣжденія, обязывалась лишь уплатить извѣстную сумму, въ видѣ неустойки. Посланный фирмою инженеръ *Тальмеръ* (специалистъ, заявившій себя нѣсколькими серьезными сочиненіями о стали), ознакомившись съ подробностями дѣла, пришелъ однакоже къ убѣжденію въ нецѣлесообразности приобретенія права производить эту сталь и сдѣлка не состоялась. Осторожность *Тальмера* становится весьма понятною, если принять въ соображеніе специальный характеръ дѣятельности Бетлесмскаго завода. Заводъ этотъ производитъ крупнѣйшія стальные отливки и поковки (пушки, броневыя плиты, валы судовыхъ машинъ и т. п.), металлъ которыхъ (съ временнымъ сопротивленіемъ разрыву въ 40—55 кил., при удлиненіи въ 35—20% для отливокъ изъ обыкновенной мартеновской стали

и съ сопротивленіемъ въ 50—60 кил., при удлиненіи въ 25—20% для поковокъ изъ никкелевой стали въ отожженномъ состояніи) относится къ разряду *мягкой* стали и весьма пригоденъ для обработки съ большими скоростями. Механическая мастерская этого завода <sup>1)</sup> оборудована крупнѣйшими станками, позволяющими снимать весьма толстыя стружки при большихъ рабочихъ скоростяхъ (главный приводъ мастерской дѣлаетъ 210 оборотовъ). Проверка скоростей контролируется по побѣжалому цвѣту снимаемыхъ стружекъ (онъ долженъ быть желтый). Издѣлія указаннаго характера (крупныя и сравнительно мягкія) изготовляются заводомъ въ огромномъ количествѣ, такъ что станки вполнѣ обезпечены работою и приспособленіе ихъ къ производству крупныхъ работъ вполнѣ окупается.

Въ повседневной практикѣ большинства заурядныхъ мастерскихъ, условія работы значительно отличаются отъ этихъ специальныхъ условій, а потому и выгоды, представляемая способомъ *Тайлора*, значительно сокращаются. Издѣлія среднихъ и малыхъ размѣровъ не получаютъ при отливкѣ и отковкѣ столь большихъ припусковъ на обработку, чтобы можно было допустить значительную глубину погруженія рѣзца въ обрабатываемый матеріалъ, а такъ какъ возмѣщеніе небольшой толщины стружки увеличеніемъ ея ширины вызываетъ шероховатость обработанной поверхности, то площадь сѣченія стружки въ подобныхъ мастерскихъ, вообще говоря, не дѣлается большою. Что касается рабочей скорости, то при работѣ рѣзаніемъ, а не отламываніемъ, и при болѣе твердыхъ сортахъ обрабатываемаго матеріала и эта скорость также не можетъ быть чрезмѣрно увеличиваема. Кромѣ того, необходимо было принять въ соображеніе, что и нормальная предѣльная работа, достигаемая на европейскихъ заводахъ, при условіяхъ на нихъ существующихъ, нечислена была *Тайлоромъ* слишкомъ невыгодною, вслѣдствіе чего обѣщаемый имъ коэффициентъ выигрыша (340%), при переходѣ на его сталь, слѣдовало признать слишкомъ преувеличеннымъ. Въ виду всего этого, отдавая должную дань уваженія системѣ работы введенной *Тайлоромъ* на Бетлеевскомъ заводѣ, состоявшей не только въ примѣненіи новаго сорта

<sup>1)</sup> Одна изъ величайшихъ въ свѣтѣ; она имѣетъ длину въ 420 метровъ и вмѣщаетъ свыше 400 станковъ.

стали, но и въ установленіи различныхъ обязательныхъ пріемовъ и правилъ работы (изъятіе дѣла изготовленія и заточки рѣзцовъ изъ вѣдѣнія и произвола рабочихъ, установленіе опредѣленныхъ обязательныхъ рабочихъ скоростей, глубины погруженія и подачи рѣзца, при строгомъ контролѣ надъ ихъ соблюденіемъ, премированіе работъ, выполненныхъ съ соблюденіемъ установленнаго максимальнаго промежутка времени и т. п. <sup>1)</sup>), *Тальнеръ* призналъ однакоже непосредственную пересадку этой системы въ германскія мастерскія невозможною. Провѣрочные опыты, произведенные имъ по возвращеніи въ Европу, сначала надъ образцами американской стали и обрабатываемымъ матеріаломъ соотвѣтствующей степени мягкости, съ соблюденіемъ специальныхъ условій Бетлеемскаго завода, а затѣмъ надъ сталью собственнаго изготовленія, сначала при тѣхъ же, а затѣмъ при мѣстныхъ условіяхъ, показали, что возможное повышеніе производительности отъ примѣненія стали и способа *Тайлора* не превысило бы въ самомъ благоприятномъ случаѣ 70%, а между тѣмъ для примѣненія ихъ приходилось, или напрягать чрезмѣрно существующіе станки, или замѣнять ихъ новыми, болѣе сильными. Вообще говоря, матеріальный выигрышъ отъ примѣненія стали и способа *Тайлора* получается тѣмъ меньшій, чѣмъ разнообразіе обрабатываемые на станкахъ матеріалы въ смыслѣ ихъ твердости и крѣпости.

Поѣздка *Тальнера* на Бетлеемскій заводъ и безпристрастное, строго научное обследованіе имъ вопроса принесли техникѣ огромную пользу, указавъ на преувеличенность ожиданій, вызванныхъ парижскою демонстраціею американцевъ, съ одной стороны, и вызвавъ рядъ оживленныхъ изслѣдованій со стороны европейскихъ сталелѣвательныхъ фирмъ съ другой <sup>2)</sup>.

Придя къ вышенприведенному заключенію, въ лицѣ своего представителя *Тальнера*, заводъ *Bismarkhütte* выработалъ свой спеціальный сортъ быстродѣйствующей стали, который вскорѣ и выпустилъ въ продажу, подъ названіемъ: *Bismark-Patentstahl*.

<sup>1)</sup> Интересныя подробности относительно этого способа производства работъ, введеннаго *Тайлоромъ*, можно найти въ его книгѣ: „*On the art of cutting Metals*“.

<sup>2)</sup> Подробный отчетъ *Тальнера* напечатанъ былъ въ журналѣ *Stahl und Eisen* за 1901 годъ.



Одновременно съ этимъ, заявила о своихъ опытахъ надъ новымъ изобрѣтеннымъ ею сортомъ инструментальной стали германская фирма *Bergische Stahlindustrie, J. Lindenberg* въ Ремшейдѣ. Сталь эта (выпущенная въ продажу подъ маркою *L*) испытывалась обработкою чугуна, литого желѣза и фасонныхъ стальныхъ отливокъ, при рабочихъ скоростяхъ, какія только могли быть воспроизведены имѣвшимся въ распоряженіи крупнымъ токарнымъ станкомъ. Опыты дали слѣдующіе результаты: при снятіи съ желѣза, въ сухую, первой грубой стружки въ 7,5 мм. толщиной и въ 1,11 мм. шириною, рабочая скорость достигала 11,4 м. въ минуту; при снятіи второй, столь же грубой стружки (4×2 мм.), съ примѣненіемъ смачиванія мыльной водою, скорость эта могла быть увеличена до 19,25 м. въ минуту. При обработкѣ стального литья, скорость была понижена до 6,46 м., зато площадь поперечнаго сѣченія стружки увеличена до 8,5×2 мм. Сопоставленіе цифръ вѣса стружекъ, снятыхъ при подобныхъ условіяхъ, съ цифрами вѣса, приведенными въ выставочномъ проспектѣ фирмы *Bethlehem Steel Co.* и въ отчетѣ фирмы *Böhler*, дало нижеслѣдующіе результаты (см. *Tab. IV*).

### Таблица IV.

*Вѣса стружки, снятой въ минуту, въ килограммахъ:*

Обработываемый материалъ	Марки испытанной рѣзцовой стали		
	<i>Bethlehem Steel Co.</i>	<i>Böhler A. Ges.</i>	<i>Bergische Stahlindustrie</i>
Чугунъ . . . . .	—	0,61 кил.	0,525 кил.
Литое желѣзо . .	1,04 кил.	1,13 „	1,125 „
Стальное литье .	—	0,09 „	0,654 „

Изъ цифръ этой таблицы видно, что рѣзцы изъ стали *L* не только не уступали рѣзцамъ американскимъ и австрійскимъ, но въ нѣкоторыхъ случаяхъ даже превосходили ихъ и другіе своею работоспособностью.

Съ столь же выдающеюся сталью выступила фирма *Poldi-Hütte*, марки которой *Diamantstahl* и *Schnelldreher* оказывали на испытаніяхъ слѣдующія степени устойчивости: при обработкѣ чугуна, съ погруженіемъ рѣзца въ 8 мм. и подачею въ 1,07 мм., рабочая скорость могла быть задаваема

до 14,4 м. въ минуту; при обработкѣ стального литья (стружка  $7 \times 1,4$  мм.), скорость эта могла увеличиваться до 25,7 м. въ минуту и, наконецъ, при обработкѣ литого жельза (стружка  $3 \times 1,4$  м.м.) она доводилась до 41 м. въ минуту.

Въ виду сенсациі, произведенной американскою сталью на парижской выставкѣ, и возникшей конкуренціи со стороны европейскихъ заводовъ, выразившейся, какъ мы только что видѣли, рядомъ замѣчательныхъ опытовъ, берлинскій отдѣлъ *Союза германскихъ инженеровъ* (въ февралѣ 1901 г.) счелъ необходимымъ избрать изъ своей среды комиссію, поручивъ ей обследовать новый интересный вопросъ о быстродѣйствующей стали опытнымъ путемъ, на строго непристрастныхъ основаніяхъ и дать свое заключеніе.

Кромѣ инженеровъ, членовъ союза, въ составъ комиссіи привлечены были крупнѣйшія машиностроительныя фирмы Берлина и его окрестностей, которыя предоставили въ распоряженіе комиссіи свои мастерскія и приняли на себя устройство всѣхъ приспособленій, нужныхъ для производства опытовъ. Но когда комиссія обратилась къ сталелѣвательнымъ фирмамъ, съ предложеніемъ доставить образцы ихъ инструментальной стали, для производства сравнительныхъ испытаній, на призывъ этотъ откликнулись лишь три фирмы *Böhler & Co.*, *Poldi-Hütte* и *Bergische Stahlindustrie*, да и изъ нихъ собственно *быстродѣйствующую* сталь какъ *нормальный рыночный продуктъ* представила лишь одна первая; вторая сдѣлала оговорку, что хотя приготовленіе быстродѣйствующей стали вполне отвѣчающей этому эпитету никакой трудности для нея не представляетъ и химическій составъ ея окончательно выработанъ, но, въ виду малаго числа произведенныхъ надъ нею опытовъ, она считаетъ неблагоприятнымъ выпускать ее въ продажу, тѣмъ болѣе, что даже общеизвѣстные рыночные сорта *самозакаливающейся* стали до сихъ поръ не были еще использованы вполне, вслѣдствіе недостаточной силы существующихъ металлообдѣлочныхъ станковъ.

Вслѣдствіе этого, на испытанія, произведенныхъ комиссіею, марки инструментальной стали *L*—фирмы *Bergische Industrie*; *Titan-Boreas* фирмы *Böhler & Co* и *Diamant*—фирмы *Poldi-Hütte* представляли собою собственно образцы *стали натуральной твердости* и лишь двѣ марки (*Rapid-Böhler & Co.* и

*Schnelldreher-Poldi-Hütte*) являлись собственно *быстродѣйствующею* сталью. А такъ какъ рѣзцы изъ стали этихъ послѣднихъ двухъ марокъ закалывались секретными способами и, коль скоро портились, должны были быть отсылаемы для исправленія или замѣны производителямъ ихъ доставившимъ, то комиссиі приходилось дѣйствовать по отношенію къ нимъ, можно сказать, въ потемкахъ. Тѣмъ не менѣе, она терпѣливо занялась опытами, произвела ихъ свыше 800, затративъ на это пять мѣсяцевъ работы, и въ Іюль 1901 г. представила Союзу инженеровъ свой заключительный протоколь, сущность котораго сводилась къ слѣдующему:

1) Примѣненіе быстродѣйствующей стали приносить большія выгоды въ тѣхъ случаяхъ, когда приходится снимать съ обрабатываемаго металла крупныя стружки и когда рѣзцы, подъ вліяніемъ испытываемыхъ большихъ напряженій, разогрѣваются настолько сильно, что, будучи сдѣланы изъ обыкновенной закаленной стали, могутъ потерять свой закаль и утратить дальнѣйшую работоспособность. Съ этой точки зрѣнія, быстродѣйствующая сталь превосходитъ, не только обыкновенную, но и сталь натуральной твердости (самозакалывающуюся), выносящую, безъ вреда для нея, лишь значительно меньшія степени нагрѣва подъ вліяніемъ работы.

2) Примѣненіе быстродѣйствующей стали съ должною выгодною возможно лишь при наличіи сильныхъ, прочно конструированныхъ станковъ, снабженныхъ передачами, для сообщенія обрабатываемому предмету большихъ рабочихъ скоростей. Недостаточныя скорости станковъ могутъ быть увеличиваемы постановкою спеціальныхъ моторовъ; что касается недостаточной солидности конструкціи, то таковая разумѣется исправлена быть не можетъ.

3) Расходъ движущей силы, потребляемый станками, при рѣзцахъ изъ быстродѣйствующей стали, хотя и повышается пропорціонально увеличенію производительности станковъ, тоестъ на единицу времени ихъ работы, но остается безъ ощутительнаго измѣненія на единицу вѣса снятой стружки.

Въ выводахъ этихъ, какъ видимъ, заключается немного такого, что бы не было извѣстно уже ранѣе и вообще, принявъ въ соображеніе огромныя время и трудъ затраченные комиссіею, выводы ея кажутся какъ будто слишкомъ скром-

ными, но не слѣдуетъ забывать, что труды комиссіи относятся къ началу 1901 года, т. е. къ періоду слѣдовавшему почти непосредственно за парижскою выставкою, когда вопросъ о быстродѣйствующей стали былъ еще почти не затронутъ и главнѣйшіе факты его освѣщающіе хранились въ строжайшемъ секретѣ, не только американскими инжениерами, но и европейскими ихъ продолжателями.

Около двухъ лѣтъ спустя, произведена была вторая серія сравнительныхъ опытовъ надъ инструментальною сталью, обставленныхъ строго научно и, подобно предыдущимъ опытамъ, не носившихъ характера частной коммерческой рекламы. Это были опыты *Никольсона* профессора Манчестерскаго технологическаго института. Испытанію подверглись, кромѣ нормальной стали *Мушета*, продукты восьми англійскихъ и одного австрійскаго сталелѣвательныхъ заводовъ <sup>1)</sup>. Опыты состояли въ обточкѣ валовъ изъ чугуна и стали, трехъ различныхъ степеней твердости: мягкихъ, средней твердости и твердыхъ, и путемъ снятія стружки четырехъ различныхъ поперечныхъ сѣченій: въ 2,5; 7,5; 15 и 30 кв. миллиметровъ. Для опытовъ служилъ крупный токарный станокъ, получавшій движеніе отъ электромотора, дѣлавшаго отъ 100 до 300 оборотовъ въ минуту, что, въ связи съ трехступенчатыми шкивами на потолочномъ приводѣ и шпиндельной бабкѣ, и съ двойнымъ зубчатымъ переборомъ послѣдней, давало возможность разнообразить рабочія скорости рѣзцовъ въ весьма широкихъ предѣлахъ. Въ ременную передачу отъ движущаго шкива къ потолочному приводу включенъ былъ динамометръ, при помощи котораго, а также вольтъ—амперометра, опредѣлялась съ точностью расходовавшаяся при каждомъ опытѣ механическая работа. Снимаемая стружка взвѣшивалась и кромѣ того вѣсъ ихъ опредѣлялся подсчетнымъ путемъ, изъ геометрическаго объема снятаго слоя металла и удѣльнаго вѣса обработывавшихся матеріаловъ. Въ протоколы заносились: а) *по непосредственнымъ наблюденіямъ и обмѣрамъ*: рабочая скорость, потребляемая работа въ паровыхъ лошадяхъ, площадь поперечнаго сѣченія снимаемой стружки, вѣсъ стружки снятой въ часъ и уголь

<sup>1)</sup> *Armstrong - Whitworth & Co., Vickers Sons & Maxim., T. Firth & Sons, John Brown & Co., C. Cammell & Co., Samuel Buckley, Samuel Osborn & Co., Seebohm & Dickstahl и Gebrüder Böhrer.*

рѣзца; б) *получаемыя подсчетом*: давленіе на рѣзецъ (полное и удѣльное—на единицу линейнаго размѣра погруженія рѣзца въ матеріаль и на единицу площади поперечнаго сѣченія снимаемой стружки); удѣльная работа на кв. миллиметр площади поперечнаго сѣченія стружки; объемъ стружки, снятой въ секунду въ кубическихъ сантиметрахъ и удѣльная работа на каждый килограммъ стружки снятой въ часъ.

Каждый опытъ повторялся по нѣскольку разъ и въ протоколы заносились по пяти, вполне удачныхъ, наблюдений, для каждаго рода матеріала, каждой степени его твердости и каждой площади снимаемой стружки.

Такимъ путемъ образовался богатый сырой матеріаль, изъ котораго можно было сдѣлать много любопытныхъ выводовъ; къ сожалѣнію, опыты эти много потеряли въ цѣнности, вслѣдствіе того, что экспериментаторъ поставленъ былъ въ невозможность установить при ихъ организаціи необходимую систему и единство. Дѣло въ томъ, что опыты эти носили соревновательный характеръ и каждая изъ конкурирующихъ фирмъ, доставивъ для испытанія потребное число готовыхъ рѣзцовъ, заданной длины и поперечнаго сѣченія, сама устанавливала для нихъ наивыгоднѣйшіе углы заостренія и наклона и наивыгоднѣйшія рабочія скорости. Продолжительность непрерывной работы рѣзцовъ въ нѣкоторыхъ серіяхъ опытовъ, хотя и отмѣчалась, но никакого общаго обязательнаго времени для ихъ работы установлено не было. Коль скоро рѣзецъ не выдерживалъ заданной скорости, онъ откладывался въ сторону, безъ попытки подыскать для него другую, меньшую скорость, при которой онъ могъ бы выстоять указанное время. Наоборотъ, когда рѣзецъ, при данной скорости, выстаивалъ хорошо, въ теченіе значительнаго времени, не дѣлалось попытки увеличить эту скорость до предѣла. Рѣзцы, наиболѣе отличавшіеся въ работѣ, не подвергались изслѣдованію, съ цѣлью опредѣлить служила ли тому причиною наиболѣе выгодная форма лезвья, или же особенность химическаго состава, или наконецъ особый способъ закалки. Вліянія на расходъ работы въ отдѣльности глубины погруженія рѣзца и величины его боковой подачи изслѣдованы не были. Все это, разумѣется, значительно умалило значеніе опытовъ Ни-

кольсона, цѣнныхъ сами по себѣ, по обстановкѣ и тщательности ихъ выполнения. Тѣмъ не менѣе однакоже, изъ нихъ можно сдѣлать нѣсколько общихъ выводовъ весьма важнаго характера. Выводы эти слѣдующіе:

1) Удѣльная работа, расходуемая на снятіе одного килограмма стружки въ часъ рѣзцами изъ быстродѣйствующей стали, составляетъ лишь  $\frac{2}{3}$  соответствующей удѣльной работы, расходуемой рѣзцами изъ обыкновенной стали и изъ стали *Мушета*.

2) Продолжительность непрерывной работы рѣзцовъ изъ быстродѣйствующей стали превосходить продолжительность непрерывной работы рѣзцовъ изъ обыкновенной стали, среднимъ числомъ, въ 7 разъ, а рѣзцовъ изъ стали *Мушета* въ 5 разъ (причемъ, въ отдѣльныхъ случаяхъ, она превосходила ихъ соответственно въ 12 и въ 9 разъ).

3) Ни форма рѣзущей части рѣзца, ни химическій составъ стали, изъ которой онъ сдѣланъ, ни способъ сообщенія ему твердости и стойкости не оказываютъ ни малѣйшаго вліянія на величину давленія, оказываемаго на рѣзецъ снимаемую стружкой.

Вообще, для рѣшенія вопроса о сопротивленіяхъ дѣйствующихъ на рѣзецъ во время работы, эти (а также послѣдующіе опыты того же *Никольсона*) представляютъ большую цѣнность. Но вопросъ этотъ, какъ не имѣющій прямого отношенія къ интересующему насъ вопросу о быстродѣйствующей стали, я затрогивать здѣсь не буду, отсылая интересующихся имъ къ подлиннымъ протоколамъ *Никольсона*.

Параллельно съ опытами *Союза Германскихъ инженеровъ* и *Никольсона*, производились длительные опыты надъ инструментальной сталью заводомъ *Bismark-Hütte*. Опыты эти начались еще до американской демонстраціи 1900 года и продолжались до 1904 г. включительно. На заводѣ этомъ принято было испытывать послѣдовательно *все* вновь появляющіяся на рынокъ сорта инструментальной стали, какъ германскихъ, такъ и иностранныхъ марокъ, причемъ испытываемые рѣзцы ставились всегда въ однѣ и тѣ же условія, а именно ихъ заставляли обтачивать валы изъ одного и того же матеріала, 1) при одномъ и томъ же постоянномъ

1) Изъ стали, съ временнымъ сопротивленіемъ разрыву въ 85 кил., при удлиненіи въ 10%, химическаго состава: С—0,69%; Mn—0,62%.

погруженіи рѣзца (5 мм.) и постоянной же подачи (0,5 мм.), причемъ о добротности рѣзцовой стали судили по той рабочей скорости, которую выносили рѣзецъ, въ теченіе двухчасовой, непрерывной его работы. При этихъ опытахъ, до 1900 года, отъ специальныхъ сортовъ инструментальной стали, типа стали *Мушета*, требовалось, чтобы, при вышеприведенныхъ условіяхъ работы, рабочая скорость была не менѣе 4—4,2 метровъ въ минуту, при непрерывной работѣ рѣзца не менѣе 15 часовъ. Когда, при подобныхъ же условіяхъ, захотѣли испытать американскую сталь *TW* и ея суррогаты европейскаго происхожденія, то оказалось, что упомянутый выше обрабатываемый матеріалъ былъ для нихъ слишкомъ твердъ. Рабочая скорость лишь съ трудомъ могла быть доводима до 5,5 м. въ минуту; установленнаго двухчасового срока непрерывной работы рѣзца не выставляли. Примерно годъ спустя послѣ этого, сталь французскаго происхожденія дала возможность повысить скорость до 7,5 и до 10 м. въ минуту, причемъ особенную стойкость она проявила при шлихтовальной работѣ, т. е. при значительно уменьшенной площади поперечнаго сѣченія стружки. Но эти скорости очевидно были еще очень далеки отъ тѣхъ, съ какими работали американскіе рѣзцы на выставкѣ (правда на мягкомъ матеріалѣ). Лишь съ повышеніемъ въ стали содержанія вольфрама и хрома и съ введеніемъ закалки въ струѣ дутья, появились сорта стали, давашіе возможность повысить рабочую скорость при опытахъ, послѣдовательно, до 12, 15, 17 и 18 метровъ, при соблюденіи требованія непрерывной двухчасовой работы, и при работѣ на упомянутомъ выше жесткомъ матеріалѣ. Это были скорости уже довольно близкія къ тѣмъ, какія применяются въ настоящее время, при обработкѣ жесткихъ матеріаловъ, рѣзцами изъ быстродѣйствующей стали.

На Льежской выставкѣ 1905 года выступила съ блестящими демонстративными опытами своей быстродѣйствующей стали англійская фирма *Whitworth, Armstrong & Co (Openshaw-Manchester)*, причемъ качества этой стали значительно превзошли тѣ, какія она проявила два года назадъ на опытахъ *Никольсона*, а также качества, проявленныя первоначальною

Si — 0,38%; P — 0,020%; S — 0,024%; Cu — 0,04%; металлъ, какъ видимъ, весьма жесткій.

сталью *Тайлора*, на парижской выставкѣ 1900 г. Для демонстраціи выставлены были фирмою два очень сильныхъ станка, токарный и фрезерный, собственной постройки, позволявшіе задавать большія скорости и большія площади стружекъ <sup>1)</sup>. При обточкѣ вала кованой стали, рѣзецъ (изъ стали АИ) свободно снималъ необычайной величины стружку, площадью въ  $32 \times 6,3 = 201$  кв. мм., причемъ рабочая скорость поддерживалась, безъ вреда для рѣзца, въ 9,76 метровъ въ минуту. При этихъ условіяхъ работы, снималось въ часъ болѣе 900 килограммовъ металла. При уменьшеніи площади сѣченія стружки до  $25 \times 3,2 = 80$  кв. мм., рабочая скорость могла быть поднимаема до 30,5 метровъ въ минуту, а количество снимаемой стружки увеличивалось до 1150 кил. въ часъ.

Для демонстрированія работы фрезъ, выставленъ былъ тяжелый фрезерный станокъ (по типу продольнострогальнаго) съ фрезею на горизонтальной оси, на которомъ фрезовались чугуныя и стальные отливки. При обработкѣ стали, фреза получала периферическую скорость въ 54 м. въ минуту и, при полѣ ея дѣйствія въ 12 мм., шириной стружки въ 180 мм. и подачѣ оси фрезы въ 153 мм. въ минуту, снимала въ часъ 155 кил. стружки.

Чугунъ фрезовался съ периферическою скоростью въ 32 м. въ минуту; ширина снимаемой стружки была 153 мм., поле дѣйствія фрезы 20 мм., подача оси въ минуту 100 мм., Въсѣ стружки снимаемой въ часъ 140 кил.

Демонстрація эта, превосходившая по результатамъ все, что появлялось въ этомъ родѣ до того времени, разумѣется произвела весьма большую сенсацію.

Неизвѣстно подъ вліяніемъ ли этой демонстраціи, или независимо отъ нея, въ слѣдующемъ 1906 г. произведены были *Тайлоромъ* обширные опыты надъ всѣми имѣвшимися въ то время въ продажѣ марками быстродѣйствующей стали, причемъ, одновременно съ ними, подвергнуть былъ опытамъ и *новый сортъ* стали самого *Тайлора*, весьма отличный по составу отъ его стали 1900 года.

Вскорѣ по окончаніи этихъ опытовъ, появилась въ свѣтъ и книга *Тайлора: On the Art of Cutting Metals*, хотя и сильно запоздавшая своимъ появленіемъ, но тѣмъ не менѣе

<sup>1)</sup> Изъ нихъ токарный станокъ снабженъ былъ собственнымъ электромоторомъ въ 60 п. л.



внесшая значительный материалъ въ исторію вопроса о быстродѣйствующей стали.

Опыты *Тайлора* состояли въ обточкѣ валовъ изъ матеріаловъ трехъ степеней твердости: очень мягкой стали съ временнымъ сопротивленіемъ разрыву въ 51,5 кил. на кв. мм. и удлиненіемъ въ 30% (химическій составъ 0,34% углерода; 0,54% марганца; 1,76% кремнія); стали твердой, крѣпостью въ 70 кил., при удлиненіи въ 6% (химическій составъ 1% углерода; 1,11% марганца; 0,305 кремнія) и очень жесткаго чугуна, съ содержаніемъ 3,32% общаго углерода (изъ нихъ 1,12% въ связанномъ состояніи); 0,68% марганца; 0,86% кремнія; 0,78% фосфора и 0,073% сѣры.

За нормальную для каждаго даннаго сорта стали рабочую скорость принималась та, при которой рѣзецъ выстѣпавалъ, не теряя работоспособности, 20 минутъ. Погруженіе рѣзца въ обрабатываемый матеріалъ примѣнялось въ 4,8 мм. и подача въ 1,6 мм. Для контраста съ быстродѣйствующими сортами стали, испытаны были одна марка обыкновенной углеродистой тигельной стали лучшаго качества и два сорта стали *Мушета*.

Результаты этихъ опытовъ приведены въ прилагаемой Таблицѣ V. Таблица эта носитъ *анонимный* характеръ, такъ какъ испытанные сорта стали не отмѣчены марками, а носятъ лишь порядковые номера, сообразно съ достигнутыми величинами нормальныхъ скоростей. Экспериментаторъ сообщаетъ однакоже, что подь № 1, давшимъ наивысшія рабочія скорости для всѣхъ трехъ родовъ обрабатываемаго матеріала, т. е. оказавшимся лучше всѣхъ остальныхъ значится въ протоколахъ сталь самого *Тайлора*. Нормальными скоростями для нея опредѣлились: для стали средней твердости 30,2 метра въ минуту; для жесткой стали 12,6 м. и для жесткаго чугуна 15,8 метровъ. Какія марки стали подразумѣваются подь №№ 2, 3, 4 и т. д. *Тайлоръ* умалчиваетъ, хотя знать это было бы конечно любопытно, т. к. химическій составъ его № 1, какъ видимъ, весьма близокъ къ составу многихъ изъ этихъ номеровъ, хотя, въ то же время, весьма далекъ отъ состава первоначальной стали *Тайлора* 1900 года.

Такъ какъ опыты *Никольсона* и *Тайлора* носили безличный характеръ, т. е. не указывали марокъ стали въ каж-

Таблица V.

№ № испытанной стали	Ван- надія	Мо- либ- дена	Воль- фрама	Хрома	Угле- рода	Мар- ганца	Крем- ния	Фос- фора	Серы	Рабочія скорости (м. въ минуту) при отжигѣ:			Примѣчанія
										Стали мягкой	Стали жесткой	Чугуна жесткого	
1	0,29	—	18,19	5,47	0,674	0,11	0,043	—	—	30,2	12,6	15,8	Сталь куется легко при желтомъ каленіи и трудно при вишнево-красномъ
2	—	—	16,19	3,86	0,736	0,06	0,210	—	—	27,7	12,2	15,2	
3	—	—	14,41	3,28	0,709	0,07	0,120	—	—	—	11,9	15,2	
4	—	—	17,61	4,24	0,502	0,10	0,240	—	—	—	11,6	15,0	
5	—	—	14,23	3,44	0,739	0,06	0,165	—	—	—	12,0	14,0	
6	—	—	25,45	2,23	0,838	0,29	0,034	—	—	—	11,9	14,3	
7	—	—	14,91	5,71	0,790	0,06	0,060	—	—	—	11,7	14,3	
8	—	0,48	17,79	2,84	0,650	0,12	0,087	0,013	0,012	21,3	11,3	13,9	
9	—	—	19,64	2,85	0,760	0,30	0,090	—	—	—	11,3	13,9	
10	—	—	18,99	2,61	0,670	0,20	0,265	0,014	0,009	—	11,3	13,9	
11	—	—	23,28	2,80	0,800	0,11	0,165	0,015	0,009	—	11,3	13,9	
12	—	2,03	18,93	3,52	0,580	0,19	0,125	0,029	0,016	—	11,3	13,9	
13	—	4,21	13,44	3,04	0,760	0,09	0,052	—	—	—	11,3	14,9	
14	—	—	24,64	7,02	0,600	0,03	0,205	—	—	26,0	11,6	13,4	
15	—	—	19,97	3,88	1,280	0,14	0,220	—	—	25,6	11,6	—	
16	—	—	19,16	5,61	0,790	слѣды	слѣды	—	—	26,0	11,3	—	
17	—	7,60	9,25	6,11	0,320	0,13	0,081	—	—	26,2	11,3	—	
18	0,28	—	16,00	3,50	0,700	слѣды	слѣды	—	—	—	11,6	—	
19	—	—	16,00	3,50	0,700	слѣды	слѣды	—	—	—	10,4	—	
20	—	—	14,71	2,90	0,700	0,12	0,196	0,017	0,010	19,05	10,4	13,4	
21	—	—	15,31	2,88	0,540	0,12	0,133	0,018	0,009	—	10,4	13,4	
22	—	0,75	14,91	2,80	0,450	0,10	0,090	0,018	0,008	—	10,4	13,4	
23	—	—	11,62	2,81	0,600	0,18	0,323	0,017	0,009	—	—	—	Рабочія скорости этихъ сортовъ значительно усту- паютъ предыдущимъ
24	—	6,25	—	4,30	0,900	0,12	0,481	0,016	0,008	—	—	—	
25	—	—	10,68	3,67	1,160	0,10	1,340	0,024	0,008	—	—	—	

домъ опытѣ ими испытанныхъ, къ тому же были произведены внѣ условій обыденной заводской практики, то, чтобы дать читателю приблизительное понятіе о томъ, какую работоспособность можно извлечь изъ быстродѣйствующей стали, если дать въ ея распоряженіе соответствующей силы станки, я привожу ниже рядъ типическихъ примѣровъ работы токарныхъ, строгальныхъ, сверлильныхъ и фрезерныхъ рѣзцовъ изъ стали лучшихъ современныхъ марокъ, причемъ всѣ эти примѣры взяты не изъ демонстративныхъ опытовъ, произведенныхъ самими производителями стали, а изъ *обыденной практики* извѣстнѣйшихъ современныхъ машиностроительныхъ заводовъ. Примѣры эти относятся ко всѣмъ наиболѣе распространеннымъ въ настоящее время сортамъ быстродѣйствующей стали.

При примѣненіи на судостроительной верфи *Vulcan* въ Штеттинѣ строгальныхъ рѣзцовъ изъ стали *Phoenix* (фирмы *J. Bleckmann*) на бронестрогальномъ станкѣ, работа ведется при слѣдующихъ условіяхъ: твердѣйшія, закаленные панцирные плиты изъ никкелевой стали, съ содержаніемъ 25% никкеля, строгаются со скоростью 3,6 мет. въ минуту, при глубинѣ погруженія рѣзцовъ въ 3 мм. и подачѣ въ 1 мм. Скорость, повидимому, незначительная, но и твердость обрабатываемаго матеріала необычайная. До введенія стали, способной переносить сильный нагрѣвъ во время работы, обработка матеріала подобной твердости была совершенно невысказима.

Панцирные плиты средней твердости (съ содержаніемъ никкеля въ 10%) строгаются, тамъ же, со скоростью уже 4,5 м. въ минуту, причемъ снимается чрезвычайно толстая стружка въ 16×8 кв. мм. Всѣхъ металла снимаемаго въ часъ составляетъ 270 килограммовъ. Кованый стальной валокъ (съ временнымъ сопротивленіемъ металла разрыву 65 кил. на кв. мм.) обтачивается рѣзцами изъ той же стали съ рабочей скоростью 16 м. въ минуту, при погруженіи рѣзца въ 30 мм. и подачѣ за оборотъ шпинделя въ 2,5 мм., чему соответствуетъ подсчетный вѣсъ стружки въ 450 кил. въ часъ. При обточкѣ валовъ изъ литого желѣза (крѣпостью въ 50—60 кил.), рабочая скорость увеличивается до необычайной величины въ 65 метровъ въ минуту, при соответствующемъ уменьшеніи площади поперечнаго сѣченія стружки

до  $12 \times 1,1$  кв. мм. Въ обоихъ случаяхъ, заточка рѣзцовъ производится не чаще какъ черезъ 12—15 часовъ непрерывной работы.

Въ паровозостроительныхъ мастерскихъ той же фирмы *Vulkan*, офрезовка плоскихъ градей двухъ сложенныхъ вмѣстѣ шатуновъ, составною фрезею въ 800 мм. длиною и 170 мм. діаметромъ, изъ той же стали Phönix, производится со скоростью подачи оси фрезы въ 110 мм. въ минуту, при ширинѣ стружки въ 700 мм. и полѣ дѣйствія фрезы въ 7 мм., причемъ снимается въ часъ 260 кил. матеріала (сталь, крепостью въ 55—60 кил. на кв. мм). Производительность для фрезъ совершенно необычайная!

При примѣненіи рѣзцовъ изъ быстродѣйствующей стали марки *AW* (фирмы *Whitworth, Armstrong & Co, Manchester*) на колесныхъ станкахъ, въ мастерскихъ *British Railway Co.*, для обточки бандажей, колесная пара курьерскаго паровоза, съ діаметромъ бандажей въ 2136 мм., заканчивается впродолженіе двухъ часовъ, между тѣмъ какъ еще десять лѣтъ тому назадъ, случай обточки колесной пары, діаметромъ лишь въ 1,35 м., впродолженіе 5 часовъ чистой работы (не считая времени навалки и съемки), приводился какъ примѣръ необычайной быстроты работы.

На заводѣ *A. Herbert* въ *Coventry*, при фрезованіи жесткаго чугуна на вертикальномъ фрезерномъ станкѣ, дисковою лобовою фрезею въ 305 мм. діаметромъ, со вставными зубьями (сталь марки *AW*), фреза вращается съ периферической скоростью 23 м. въ минуту, работая въ полѣ дѣйствія 4 мм. Стружка снимается шириною въ 275 мм; обрабатываемый предметъ перемѣщается подъ фрезею со скоростью 188 мм. въ минуту. При этихъ условіяхъ, снимается въ часъ 100 кил. стружки.

На крупномъ американскомъ заводѣ машинъ-орудій, при обстрожкѣ щекъ у станинъ токарныхъ станковъ изъ сѣраго чугуна, рѣзцами той же марки *AW*, снимается стружка площадью въ  $13 \times 4,7$  кв. мм., со скоростью 16,5 м. въ минуту, чему соотвѣтствуетъ вѣсъ стружки, снятой въ часъ, въ 440 килограммовъ.

При обточкѣ колесныхъ бандажей паровозовъ, въ французскихъ желѣзнодорожныхъ мастерскихъ *Compagnie de l'Est* въ *Эперне*, примѣняется рабочая скорость въ 22 метра, при

глубинѣ погруженія рѣзца въ 3 мм. и при подачѣ въ 3,2 мм., причемъ снимается въ часъ стружки болѣе 100 кил. Принимая во вниманіе большую жесткость обрабатываемаго матеріала (бандажная сталь, крѣпостью въ 70 кил.), такая производительность должна быть признана весьма замѣчательною. Сталь для рѣзцовъ примѣняется французскихъ марокъ: *Express, Ideal, Sans Rival* и *Phenix*.

На заводѣ *Cockerill* въ *Seraing*, при грубой черновой обточкѣ стальныхъ поковокъ и отливокъ (крѣпостью 55—60 кил.), примѣняютъ скорости до 20 м. въ минуту, при погруженіи рѣзца въ 13 мм. и подачѣ въ 4 мм. Это даетъ 500 кил. стружки, снятой въ часъ. Сталь марки *Novo*.

На заводѣ *Grusonwerk, Fr. Krupp'a*, при грубой обточкѣ крупныхъ стальныхъ отливокъ на сильныхъ, специально для того конструированныхъ, станкахъ, работа производится со скоростью 24 м. въ минуту, при площади стружки отъ  $1,5 \times 10$  до  $2,5 \times 30$  кв. мм., чему соответствуетъ вѣсъ стружки, снятой въ часъ, отъ 175 до 865 килограммовъ. Рѣзцы изъ стали *Fr. Krupp* въ Эссенѣ.

Въ мастерскихъ фирмы *Armstrong, Whitworth & Co.* въ Манчестерѣ, на кромкофрезерномъ станкѣ, служащемъ для офрезовки краевъ броневыхъ плитъ изъ весьма твердой хромистой стали, дисковая фреза со вставными зубьями, изъ стали марки *AW*, работаетъ при слѣдующихъ условіяхъ: поле дѣйствія 83 мм., ширина стружки 67 мм., подача оси фрезы 407 мм. въ часъ. Если принять въ соображеніе необычайную твердость обрабатываемаго матеріала, то и эту работу фрезы слѣдуетъ причислить къ числу весьма выдающихся.

На томъ же заводѣ, рѣзцами изъ той же стали, производятся слѣдующія нормальныя работы:

Желѣзные блиндажные болты обтачиваются съ рабочею скоростью въ 45 м. въ минуту, при глубинѣ погруженія рѣзца въ 19 мм. и подачѣ въ 0,8 мм. Вѣсъ стружки, снимаемой въ часъ, 328 кил. Рѣзецъ выстаиваетъ въ теченіе 7 часовъ безъ исправленія.

Чугунные маховики (въ 3,6 м. діам. и 330 мм. шириною) обтачиваются со скоростью 10 м. въ минуту, при погруженіи рѣзца въ 19 мм. и подачѣ въ 6,5 мм. Вѣсъ стружки, снимаемой въ часъ, 530 кил. Обточка всего подобнаго маховика заканчивается рѣзцомъ безъ его исправленія.

Пушки, изъ очень жесткой, закаленной (въ маслѣ) стали, обтачиваются со скоростью 11,3 м. въ минуту, при погруженіи рѣзца въ 6 мм. и подачѣ въ 1,5 мм. Вѣсъ стружки, снятой въ часъ, 48 килограммовъ.

На электротехническомъ заводѣ *Vestmanna* въ *Манчестерѣ*, чугунныя кольца большого діаметра къ динамомашинамъ обтачиваются на карусельныхъ станкахъ, рѣзцами изъ стали АУ, съ рабочей скоростью въ 12,6 м., при погруженіи въ 25 мм. и подачѣ въ 5 мм., чему соотвѣтствуетъ вѣсъ снятой въ часъ стружки въ 680 килограммовъ.

На заводѣ *Breuer, Schumacher & Co* (въ *Калькѣ* близъ *Кельна*), при черновой обточкѣ крупныхъ валовъ литой стали (крѣпостью въ 55 кил. на кв. мм.), рѣзцами изъ стали марки *Rapid (Böhler)*, примѣняется рабочая скорость до 24 м. въ минуту, причемъ площадь поперечнаго сѣченія стружки доводится до  $20 \times 4$  кв. мм. Принявъ, при максимальной скорости, лишь *половинную* площадь противъ указанной максимальной, получимъ всетаки весьма значительный вѣсъ стружки. снимаемой въ часъ, 450 килограммовъ.

Сверла изъ стали *Novo* (фирмы *Jonas & Colver, Sheffield*) высверливаютъ въ стальной болванкѣ толщиной 230 мм, дыру, діаметромъ въ 25 мм., въ продолженіе одной минуты. т. е. выбираютъ 55 кил. металла въ часъ.

Въ очень жесткой чугунной плитѣ, въ 80 мм. толщиной, просверливается сверломъ изъ той же стали, діаметромъ въ 20 мм., 6 дыръ въ минуту, чему соотвѣтствуетъ объемъ высверленного металла 66 кил. въ часъ. Тотъ и другой примѣры, если принять во вниманіе менѣе благоприятныя условія работы сверлѣ, по сравненію съ токарными рѣзцами, также нельзя не признать выдающимися.

Припоминая, что при парижской демонстраціи стали *Тайлора* снималось въ часъ токарнымъ рѣзцомъ лишь 64 кил. стали, притомъ весьма мягкой, выемка такого же количества жесткаго чугуна сверломъ, или четверного противъ этого количества фрезой, или семерного количества токарнымъ рѣзцомъ <sup>1)</sup>, показываютъ насколько ушло съ тѣхъ

1) Въ докладѣ инженера *Геддлала* Эльсвикскому техническому обществу приводится примѣръ еще болѣе поразительный: при обточкѣ рѣзцомъ, изъ стали АУ, кованой стали (съ сопротивленіемъ рѣзанію въ 100 тоннъ на кв. дюймъ, т. е. 160 кил. на кв. мм.) примѣнялись:

поръ впередъ примѣненіе быстродѣйствующей стали и насколько современная намъ быстродѣйствующая сталь превосходить своими качествами сталь того времени, поражающую посѣтителей парижской выставки необычайною своею работоспособностью.

Еще поразительнѣе покажутся цифры приведенныхъ выше практическихъ примѣровъ приложенія быстродѣйствующей стали, если сопоставить ихъ съ цифрами рабочихъ скоростей, площадей снимаемыхъ стружекъ и вѣсами стружекъ, снимавшимися въ часъ, при работѣ рѣзцами изъ обыкновенной углеродистой стали. Скорости послѣднихъ примѣнялись въ предѣлахъ отъ 1,5 до 10 м. въ минуту, а площади стружки отъ 0,25 до 25 кв. мм., причемъ получались вѣса снятаго металла въ предѣлахъ всего лишь отъ 1 до 20 кил. въ часъ.

Столь выдающіяся свойства современной быстродѣйствующей стали достигнуты измѣненіемъ ея химическаго состава и улучшеніемъ качествъ вводимыхъ въ нее примѣсей. Что касается термической обработки готовой уже стали, то, въ этомъ отношеніи, никакихъ существенныхъ измѣненій въ способѣ, предложенномъ въ свое время *Тайлоромъ*, до сихъ поръ однако не было, такъ что примѣненіе высокаго нагрѣва стали передъ ея закалкою составляетъ неоспоримую заслугу *Тайлора*.

При выработкѣ наивыгоднѣйшаго химическаго состава быстродѣйствующей стали, наибольшую трудность представило согласовать давно установившіяся понятія объ углеродѣ, какъ главномъ факторѣ твердости и работоспособности закаленной стали, съ вновь открытою способностью вольфрама и хрома вызывать эти свойства въ еще болѣе высокой степени и примириться съ фактомъ, что роль углерода въ этомъ отношеніи далеко не первостепенная.

Извѣстно, что твердость обыкновенной углеродистой стали (которою человѣчество довольствовалось вплоть до

рабочая скорость въ 90 ф. въ минуту; углубленіе рѣзца въ  $\frac{1}{3}$  д. и подача въ  $\frac{1}{4}$  д., причемъ количество стружки, снимаемой въ минуту, составляло  $68\frac{3}{4}$  фунтовъ (1868 кил. въ часъ!) Я уже не беру для сопоставленія этотъ примѣръ, какъ совершенно исключительный. (Онъ взятъ, впрочемъ, *Гледвиллемъ* изъ дѣйствительной практики одного крупнаго американскаго электротехническаго завода).

последней четверти истекшаго столѣтія) обусловливается *формой* заключеннаго въ ней углерода, причемъ одна изъ этихъ формъ (*перлитъ*) способствуетъ умягченію, а другая (*цементитъ*) ожесточенію, *закаливанію* стали. Общее содержаніе углерода въ такой стали колеблется въ предѣлахъ отъ 0,75 до 1,5% и всегда сопутствуется незначительными примѣсями марганца и кремнія.

При нагрѣваніи стали нѣсколько выше температуры 786° С., перлитъ ея переходитъ въ цементитъ, а при обратномъ охлажденіи ниже 760°, цементитъ снова превращается въ перлитъ. Такъ какъ, для перехода углерода изъ одного состоянія въ другое, требуется извѣстное время, то, быстро охладивъ сталь до температуры ниже 200° (напримѣръ, погруженіемъ ея въ холодную воду), можно помѣшать углероду закала принять мягкую форму и такъ сказать закрѣпить его въ стали, отчего последняя выигрываетъ въ твердости. *закаливается*.

Большая твердость стали соединяется однакоже съ значительною хрупкостью, а потому закалка стали производится не всегда въ высшихъ возможныхъ предѣлахъ, а лишь въ промежуточныхъ. Для этого закаленную, какъ было объяснено выше, сталь *отпускаютъ*, т. е. ослабляютъ ея твердость, нагрѣвая ее вновь до температуры нѣсколько выше 200° и затѣмъ снова охлаждая въ водѣ. Чѣмъ выше 200° будетъ нагрѣта сталь, тѣмъ большую часть пріобрѣтенной ранѣе твердости она теряетъ т. е. тѣмъ сильнѣе отпускается. При нагрѣваніи до 315°, сталь утрачиваетъ всю пріобрѣтенную при закалкѣ твердость.

При превращеніи твердой формы углерода въ мягкую, происходятъ въ массѣ металла молекулярныя измѣненія, сопровождаемая выдѣленіемъ теплоты, которая не только задерживаетъ временно процессъ охлажденія, но въ нѣкоторыхъ случаяхъ повышаетъ даже температуру стали. Эту температуру (760°) внутренняго выдѣленія теплоты принято называть *критическою точкою*. При обратномъ нагрѣваніи стали, наблюдаются двѣ критическія точки: *нижняя* (соотвѣтствующая температурѣ отъ 200 до 315°), при которой закаливающая форма углерода превращается въ мягкую, и *верхняя* (соотвѣтствующая температурѣ въ 786°), при которой мягкая форма углерода снова превращается въ жесткую.



Въ самозакаливающейся стали типа *Мушета* и ей подобныхъ, благодаря присутствію марганца и вольфрама, тѣсно перемѣшанныхъ съ углеродомъ, жесткая форма углерода, при переходѣ остывшей стали черезъ критическую точку, не успѣваетъ преобразоваться въ мягкую и сталь, даже при медленномъ охлажденіи, не теряетъ своей твердости. Совершенно иныя свойства представляла быстродѣйствующая сталь *Тайлора*, продемонстрированная впервые на парижской выставкѣ 1900 года. Своеобразныя условія работы, въ которыя были поставлены рѣзцы изъ этой стали (мягкій обрабатываемый матеріалъ, тупой уголь заостренія рѣзца, огромная рабочая скорость), дали возможность изобрѣтателю пренебречь твердостью стали, обративъ все вниманіе на ея выносливость къ нагрѣву вызываемому работою. Получился металлъ своеобразныхъ качествъ, совершенно не подходившій подъ установившіяся понятія о *закаленномъ* металлѣ <sup>1)</sup> и въ то же время выполнявшій весьма напряженную работу, непосильную даже для сильно закаленной обыкновенной стали. Но обойтись безъ твердости было можно не всегда и мы видѣли, что коль скоро попробовали примѣнить рѣзцы изъ стали *Тайлора* при другихъ условіяхъ работы (твердый матеріалъ, болѣе острый уголь рѣзца, нормальная скорость рѣзанія), они не выстоявали и портились. Такимъ образомъ выяснилось, что сталь *Тайлора*, будучи въ состояніи выполнять совершенно необычайную по тогдашнимъ условіямъ работу, не могла выполнить требованій, обычно предъявляемыхъ къ обыкновенной углеродистой стали и къ стали самозакаливающейся. Возникло совершенно новое понятіе о *стойкости стали въ разогрѣтомъ отъ работы состояніи*, отличное отъ понятія о *стойкости ея по отношенію къ напряжениямъ, испытываемымъ рѣзцомъ* при снятіи стружки, причемъ въ разсматриваемомъ случаѣ, стойкость перваго рода достигалась, повидимому, за счетъ ослабленія стойкости втораго рода. Ближайшее изслѣдованіе стали *Тайлора* показало, что и самая причина возникновенія стойкости перваго рода (выносливости къ разогрѣванію во время работы) не та, которая вызываетъ въ стали стойкость втораго рода (къ дѣйствію ме-

<sup>1)</sup> Рѣзцы *Тайлора*, какъ мы помнимъ, свободно пилились напильникомъ.

ханическихъ напряженій) и которая обуславливается переходомъ углерода изъ мягкой формы въ твердую, и что причина эта есть присутствіе въ составѣ стали вольфрама и хрома. Еще позднѣе, выяснилось, что если повысить въ стали содержаніе двухъ послѣднихъ примѣсей, сверхъ нормъ допущенныхъ *Тайлоромъ*, то можно, параллельно первому роду стойкости, вызвать въ ней и стойкость второго рода, совершенно *независимо отъ количества и формы углерода въ ней заключающагося*.

Вотъ, въ двухъ словахъ, исторія возникновенія и усовершенствованія быстродѣйствующей стали.

Разумѣется, въ дѣйствительности, выясненіе только что приведенныхъ фактовъ шло далеко не такъ быстро, особенно въ виду тайны, которою долго старались облекать свои опыты и изслѣдованія и самъ *Тайлоръ* и европейскіе его послѣдователи.

Вопросъ о переходѣ однихъ формъ углерода въ другія и о вліяніи его на качества обыкновенной углеродистой стали, какъ разносторонне уже изученный, конечно не могъ затруднить изслѣдователей. Не новымъ явился и вопросъ о вліяніи вольфрама и хрома, изслѣдованный по отношенію къ стали *Мушета* и другимъ самозакаливающимся сортамъ стали, но совершенно новыми и незатронутыми являлись вопросы о вліяніи этихъ трехъ примѣсей, при условіи примѣненія къ стали *нагрѣванія ея до высокой температуры* (почти до расплавленія) и о новомъ, не изученномъ еще, свойствѣ стойкости стали въ нагрѣтомъ состояніи. Несомнѣнно было лишь одно, что способъ термической обработки, предложенный *Тайлоромъ* и несомнѣнно служившій причиною возникновенія въ стали этого свойства, былъ слишкомъ рѣзокъ, такъ какъ разрушалъ тонкозернистое сложеніе стали, превращалъ его въ грубокристаллическое и лишалъ сталь необходимой степени твердости. Правда, *Тайлоръ* достигъ путемъ его примѣненія необычайной работоспособности стали, хотя и въ узкихъ спеціальныхъ условіяхъ работы, и достиженіе цѣли оправдывало средство. Желавшимъ распространить примѣненіе стали *Тайлора* на болѣе жесткіе матеріалы пришлось разрѣшать совершенно новую задачу: не посягая на стойкость стали въ разогрѣтомъ работю состояніи, сообщить ей достаточную твердость и устойчивость къ дѣй-

ствію механическихъ усилій. развивающихся при снятіи рѣзцомъ стружки, при нормальныхъ условіяхъ работы.

Главную причину утраты сталью твердости видѣли, разумѣется. въ необычайно высокомъ (никогда не примѣнявшемся ранѣе) нагрѣвѣ стали, почти до точки плавленія, который, *пережигая* сталь, дѣлалъ невозможнымъ переходъ углерода въ форму выгодную для твердости стали; между тѣмъ посягнуть на эту существеннѣйшую часть способа *Тайлора* было нельзя, такъ какъ именно ею обуславливалось пріобрѣтеніе сталью замѣчательнаго свойства переносить сильное нагрѣваніе и работать при большихъ скоростяхъ.

Дальнѣйшія изслѣдованія показали однакоже, что высокой нагрѣвѣ стали скорѣе уменьшаетъ, нежели увеличиваетъ молекулярныя измѣненія, происходящія въ ея структурѣ при охлажденіи и затѣмъ, что углеродъ вообще не оказываетъ на качества быстродѣйствующей стали того вліянія, какое онъ оказываетъ на качества обыкновенной стали, что вліяніе его скорѣе неблагоприятное (пониженіе ковкости и усиленіе хрупкости), нежели благоприятное и во всякомъ случаѣ лишь второстепенное. Затѣмъ постепенно выяснилось, что чрезмѣрная мягкость стали *Тайлора* обуславливалась не ослабленіемъ дѣйствія ея *углерода*, а недостаточною дозою примѣси вольфрама, который, вмѣстѣ съ хромомъ, являются *единственными* причинами обоихъ видовъ стойкости быстродѣйствующей стали, указанныхъ выше, совершенно независимо отъ того или другого содержанія въ ней углерода.

Выясненію послѣдняго, крайне важнаго вопроса, много способствовали опыты профессора *Карпентера* (физика англійской правительственной физической лабораторіи) надъ взаимною зависимостью температуры предварительнаго нагрѣва стали и силы молекулярныхъ измѣненій, происходящихъ въ ея массѣ во время охлажденія, при переходѣ черезъ критическую точку. *Карпентеръ* примѣнилъ при этомъ слѣдующій оригинальный методъ графическаго изображенія получавшихся результатовъ: при каждомъ опытѣ нагрѣвались совместно, до одной и той же, болѣе или менѣе высокой, температуры, испытуемый образецъ стали и подобныхъ же размѣровъ и формы платиновый прутокъ. Разницы тем-

пературъ нагрѣва того и другого, въ различные моменты процесса охлажденія, измѣрялись дифференціальнымъ гальванометромъ. Пропорціональныя этимъ разницамъ длины наносились на діаграмму, въ видѣ горизонтальныхъ абсциссъ, причеиъ ординаты діаграммы выражали температуры охлажденія стали. Пока охлажденіе стали и платины шло равномерно, гальванометръ показывалъ нуль и линія паденія температуръ выражалась вертикальною прямою; коль скоро же возникала разница въ нагрѣвѣ стали и платины, гальванометръ начиналъ давать показанія и эти показанія наносились на діаграмму, въ видѣ горизонтальныхъ линій. Линія паденія температуръ дѣлала вслѣдствіе этого соотвѣтствующее отклоненіе отъ вертикали, вправо или влево, смотря по тому, происходилъ ли перегрѣвъ, или недогрѣвъ стали, по сравненію съ платиной. Испытавъ нагрѣвъ до различныхъ температуръ, въ предѣлахъ отъ 900 до 1200°, *Карпетеръ* наносилъ полученныя линіи паденія температуръ параллельно на одну и ту же діаграмму, получая такимъ образомъ возможность сопоставлять степени ихъ уклоненія отъ вертикали. Подобныя же опыты продѣланы были имъ и для процесса новаго нагрѣванія тѣхъ же образцовъ, которые были испытаны въ предшествующихъ опытахъ. Изслѣдованіе діаграммъ показало, что наибольшія уклоненія линій паденія и возрастанія температуръ происходили при переходѣ черезъ критическія точки, т. е. что онѣ соотвѣтствовали несомнѣнно преобразованію одной формы углерода въ другую и служили мѣриломъ происходящихъ при этомъ молекулярныхъ измѣненій въ массѣ металла.

Изслѣдованію подвергнуты были два сорта быстродѣйствующей стали съ содержаніемъ: въ первомъ, 0,85% углерода, 3,0% хрома и 12,5% вольфрама и во второмъ 0,55% углерода, 3,5% хрома и 13,5% вольфрама. Наибольшія уклоненія и, слѣдовательно, наиболѣе интенсивная внутренняя молекулярная работа въ массѣ стали, наблюдались въ томъ образцѣ, который, передъ началомъ опыта, былъ нагрѣтъ лишь до 900°, образцы же, нагрѣвавшіеся до 1000, 1100 и 1200°, оказывали значительно слабѣйшую молекулярную работу при критической температурѣ. Но опытъ показываетъ, что нагрѣваніе стали до 900° не вызываетъ еще въ ней стойкости въ разогрѣтомъ состояніи, характеризующей быстро-

дѣйствующую сталь <sup>1)</sup>, а потому опыты *Карпентера* давали право заключить, что нагрѣваніе стали (передъ закалкой) до высокой температуры не только не усиливаетъ, но даже ослабляетъ величину молекулярныхъ измѣненій, испытываемыхъ сталью при переходѣ черезъ критическую точку.

Съ другой стороны, *Тайлоръ*, путемъ опытовъ, установилъ, что сообщаемое стали, обработкою по его способу, свойство выносить устойчиво разогрѣваніе во время работы не безпредѣльно; сталь начинаетъ утрачивать это свойство, при нагрѣвѣ до 650° и совершенно его утрачиваетъ, коль скоро нагрѣется до 730°. Въ то же время, извѣстно, что обыкновенная закаленная углеродистая сталь, постепенно умягчаясь по мѣрѣ ея нагрѣванія, также совершенно утрачиваетъ свою твердость, если нагрѣвѣ ея повысится выше критической температуры.

Микрографическія изслѣдованія шлифовъ закаленной и отпущенной углеродистой стали, произведенныя профессоромъ *Карпентеромъ*, показали, что структура стали, нагрѣтой (отпущенной) до 550°, показываетъ уже значительно большую мягкость металла, по сравненію съ структурой стали закаленной. Структура эта совершенно перерождается, т. е. сталь становится совершенно мягкой, при повышеніи температуры нагрѣва до 700°. Такимъ образомъ, критическая зона отпусканія закаленной углеродистой стали, характеризующая измѣненіемъ ея структуры и потерю твердости, опредѣлена профессоромъ *Карпентеромъ* въ предѣлахъ 550—700°. Зона эта, какъ видимъ, не совпадаетъ съ зоною *Тайлора* 650—730°—критической для свойствъ *стойкости стали въ разогрѣтомъ отъ работы состояніи*, а это еще болѣе подтверждаетъ, что свойства стойкости стали въ разогрѣтомъ и въ холодномъ (закаленномъ) состояніяхъ совершенно различны и не могутъ быть взаимно смѣшиваемы.

По установленіи этой разницы, углеродъ какъ составная часть быстродѣйствующей стали, отступаетъ при ея приготовленіи на второй планъ и примѣсь его въ быстродѣйствующей стали не только не усиливается, но, напротивъ того, постепенно уменьшается (см. *Табл. I*); все же вниманіе обращается на вольфрамъ, увеличенныя дозы котораго спо-

<sup>1)</sup> Для этого требуется нагрѣваніе по меньшей мѣрѣ до 958° и выше, вплоть до температуры плавленія.

собствуютъ, какъ постепенно выяснилось, хрому, не только вызывать въ стали способность выдерживать сильный нагрѣвъ при работѣ съ большими скоростями, но и сообщать ей твердость, необходимую для сопротивленія усиленнымъ дѣйствующимъ на рѣзецъ, при снятіи имъ стружки не отламываніемъ, а рѣзаніемъ.

Насколько многочисленны, какъ мы видѣли, практическіе опыты, производившіеся въ различное время надъ работою быстродѣйствующей стали, настолько же ограничены научныя изслѣдованія по этому вопросу. Существуютъ, правда, двѣ порядочно уже устарѣвшія теоріи, старающіяся объяснить стойкость этой стали, приобретаемую послѣ нагрѣва до высокой температуры, но ни одна изъ нихъ не можетъ быть признана достаточно убѣдительною.

По одной изъ этихъ теорій, предложенной *Шюллеромъ*, повышение стойкости стали, медленно охлажденной послѣ высокаго нагрѣва, обуславливается не вліяніемъ углерода, а вліяніемъ хрома и вызывается не переходомъ перлита въ мартенситъ, а переходомъ желѣзнаго карбида въ хромовый карбидъ. Углеродъ же, заключенный въ такой стали, не находится въ состояніи закаливающаго углерода.

По другой теоріи, предложенной *Бѣлеромъ*, сталь, обработанная вышеупомянутымъ образомъ, содержитъ въ себѣ исключительно мартенситъ и обязана своею твердостью исключительно закаливающему углероду, свойствомъ же переносить нагрѣваніе во время работы, безъ потери стойкости, она обязана тому обстоятельству, что закаленное ея состояніе фиксировано въ ней и сдѣлано устойчивымъ. Въ подтвержденіе справедливости этой теоріи, *Бѣлеръ* приводитъ слѣдующее: если сличить двѣ микрограммы быстродѣйствующей стали, изъ коихъ одна снята съ образца, подвергнутого разогрѣванію до  $1200^{\circ}$  С. и затѣмъ медленному охлажденію, а другая съ образца, нагрѣвавшася лишь до  $800^{\circ}$  С., то замѣтимъ, что первая изъ нихъ пронизана иглами мартенсита, на второй же преобладаютъ темныя пятна перлита. Еслибы явленіе закалки быстродѣйствующей стали основано было лишь на переходѣ одного карбида въ другой, то такой разницы въ строеніи массы обоихъ образцовъ не наблюдалось бы. Свойство выдерживать нагрѣвъ во время работы объясняется *Бѣлеромъ* вліяніемъ вольфрама и хрома на точку

превращенія мартенсита въ перлитъ. Чѣмъ выше нагрѣвъ стали, содержащей эти примѣси, тѣмъ глубже падаетъ точка этого превращенія, и если содержаніе хрома и вольфрама достаточно велико (какъ это имѣетъ мѣсто въ быстродѣйствующей стали), то эта точка лежитъ ниже температуры окружающаго воздуха. При этихъ условіяхъ, образованіе перлита становится совершенно невозможнымъ и въ стали можетъ содержаться лишь одинъ закаливающій углеродъ. Такимъ образомъ, по его мнѣнію, явленіе, которое въ обыкновенной углеродистой стали вызывается внезапнымъ охлажденіемъ послѣ нагрѣва, въ быстродѣйствующей стали вызывается расширеніемъ границъ критическихъ температуръ.

Извѣстно, что эта теорія не нова и ею объяснялись свойства самозакаливающейся стали. *Бѣлеръ* лишь распространилъ ее также и на сталь быстродѣйствующую. Согласиться съ этимъ обобщеніемъ однакоже нельзя, въ виду того, что новѣйшіе сорта быстродѣйствующей стали (*Бѣлеръ* дѣлалъ свои изслѣдованія еще въ 1902 году), заключающіе въ себѣ значительно меньшую примѣсь углерода, обладаютъ свойствомъ стойкости въ несравненно высшей степени, нежели сильно-углеродистые первоначальные ея сорта, съ которыми имѣлъ дѣло *Бѣлеръ*. Съ другой стороны, и теорія *Штоллера* недостаточно выясняетъ—почему формы углерода въ стали перегрѣтой до высокой температуры отличаются отъ тѣхъ формъ, которыя наблюдаются въ стали нагрѣтой лишь до умѣренной температуры. Выяснить же этотъ вопросъ *Штоллеръ*, производившій свои изслѣдованія еще раньше *Бѣлера*, былъ не въ состояніи, такъ какъ не былъ знакомъ съ свойствами и составомъ сортовъ быстродѣйствующей стали, примѣняемыхъ въ наше время.

Позднѣйшія изслѣдованія профессора *Карпентера*, подтвердивъ ранѣе установленный имъ фактъ, что углеродъ, въ дѣлѣ сообщенія стали быстродѣйствующихъ свойствъ, не играетъ доминирующей роли, не внесли никакихъ новыхъ данныхъ въ сложный вопросъ о причинахъ возникновенія этихъ свойствъ, а потому сложный вопросъ о причинахъ, сообщающихъ быстродѣйствующей стали характерныя свойства, съ одной стороны выдерживать, не теряя стойкости, сильное нагрѣваніе, съ другой противостоять

дѣйствию механическихъ напряженій, приходится признать и по настоящее время не вполне выясненнымъ.

Несмотря однакоже на отсутствіе строго категорическаго научнаго освѣщенія этого вопроса, практическія изслѣдованія надъ быстродѣйствующей сталью дѣятельно продолжались и, хотя чисто эмпирическимъ, но вполнѣ достовернымъ путемъ, удалось установить извѣстный наивыгоднѣйшій процентъ тѣхъ и другихъ примѣсей въ этой стали, дальше котораго идти нельзя и отклоненіе отъ котораго въ ту или другую сторону связано съ ухудшеніемъ ея свойствъ.

Такимъ образомъ, было постепенно установлено, что доминирующая примѣсь, обуславливающая характерныя свойства быстродѣйствующей стали, главнымъ образомъ способность ея выдерживать сильный нагрѣвъ во время работы, есть *хромъ*. Но разсматривая таблицу I-ю, не трудно замѣтить, что различныя марки быстродѣйствующей стали, одинаково удовлетворяющія всѣмъ требованіямъ къ этого рода стали предъявляемымъ, содержатъ въ себѣ весьма различныя дозы хрома (отъ 3 до 8%). Это показываетъ, что хромъ не есть еще *единственный* факторъ, обуславливающий приобрѣтеніе сталью вышеуказанныхъ свойствъ. Весьма важную воспособляющую роль играетъ въ этомъ отношеніи также *вольфрамъ*. Не будучи въ состояніи, самъ по себѣ, сообщить стали способность самозакаливанія, онъ усиливаетъ вліяніе хрома въ столь сильной степени, что, лишь въ присутствіи вольфрама, хромистая сталь становится годною для выдѣлки рѣжущихъ инструментовъ. Опыты показали однакоже, что подобное вліяніе вольфрама оказываетъ на сталь лишь до извѣстнаго предѣльнаго его содержанія, при дальнѣйшемъ же увеличеніи примѣси вольфрама, свойство самозакаливанія въ стали, сначала постепенно понижается и, наконецъ, при достиженіи содержанія вольфрама 30%, совершенно исчезаетъ. Въ виду сего, и принимая въ соображеніе, что чѣмъ выше содержаніе въ стали вольфрама, тѣмъ труднѣе дѣлается самое ея приготовленіе, и что одновременное чрезмѣрное повышеніе въ стали дозъ вольфрама и хрома вызываетъ склонность стали къ выкрашиванію лезвья рѣзцовъ, въ особенности при снятіи тонкой стружки, существовавшая прежде тенденція чрезмѣрно повышать примѣсь къ стали



вольфрама нынѣ оставлена. Ктому же стоимость вольфрама, въ настоящее время, настолько еще высока, что нѣтъ никакихъ основаній вводить его въ сталь въ дозахъ выше тѣхъ, какія вызываются безусловною необходимостью.

Какъ хромъ, такъ и вольфрамъ, въ чистомъ видѣ, для подмѣшиванія къ стали не годятся, а употребляются въ видѣ сплавовъ ихъ съ желѣзомъ, тоестъ въ видѣ феррохрома и ферро-вольфрама, возможно чистыхъ отъ примѣси марганца и кремнія и съ содержаніемъ углерода не свыше 0,8%. Замѣна вольфрама или хрома молибденомъ усложняетъ обращеніе со сталью, такъ какъ нагрѣвъ такой стали передъ закалкою не можетъ быть доводимъ до точки плавленія, а долженъ быть прекращаемъ при значительно низшей температурѣ, уловить которую, даже при большомъ вниманіи, весьма трудно.

Относительно количества вводимаго углерода, приходится сообразоваться съ различными обстоятельствами. Свойство стали выносить значительный нагрѣвъ во время работы, какъ мы видѣли, отъ количества содержанія въ ней углерода не зависитъ и остается присущимъ стали при весьма различныхъ дозахъ входящаго въ нее углерода (согласно Таблицѣ I-й, отъ 0,6 до 1,8%). Степень твердости стали, обусловливаемая преобладающею въ ней формою углерода, хотя зависитъ отъ общаго содержанія послѣдняго, но въ еще большей степени зависитъ отъ примѣси хрома и вольфрама, а между тѣмъ, по мѣрѣ повышенія въ стали содержанія углерода, понижается ея ковкость и увеличивается хрупкость. Отсюда видно, что высокое содержаніе углерода въ быстродѣйствующей стали, не только бесполезно, но прямо вредно. За наиболѣе подходящее содержаніе углерода въ быстродѣйствующей стали принимается 0,7—0,8%. Кремній, въ количествѣ до 0,4%, не ухудшаетъ еще замѣтно выносливости стали къ нагрѣву; дальнѣйшее повышеніе его содержанія вредитъ этому качеству. Ктому же кремній вліяетъ на самую форму углерода, дѣлая ее (при избыточномъ его содержаніи) невыгодною для стойкости рѣзца, а потому лучше не увеличивать чрезмѣрно его примѣси.

Фосфоръ, сѣра и мѣдь, какъ примѣси безусловно вредныя для стойкости стали, должны быть конечно всѣми мѣрами избѣгаемы.

Появленіе въ металлургической технику́ продуктовъ электрическаго способа добычи металловъ дало возможность готовить превосходные ферро-хромы и ферро-вольфрамы, бѣдные углеродомъ, марганцемъ и кремніемъ, чѣмъ значительно облегчало и полученіе чистой хромо-вольфрамовой стали. Но сплавы эти, будучи изготовляемы пока лишь нѣкоторыми французскими заводами, имѣли высокую цѣнность за предѣлами Франціи и сильно удорожали стоимость стали. Это побудило сталезаводчиковъ предпринять слѣдующую мѣру: имѣя въ виду, что весьма многія металлообрабатывающія мастерскія (еще въ недавнее время—большая часть таковыхъ) не имѣли еще въ распоряженіи станковъ, которые бы давали возможность примѣнять на нихъ съ выгодой рѣзцы изъ быстродѣйствующей стали, причемъ однако же имѣвшіеся у нихъ станки были достаточно сильны для того, чтобы работать при условіяхъ болѣе энергичныхъ нежели тѣ, въ которыхъ работали рѣзцы изъ стали *Мушета*, сталедѣлательные заводы рѣшили выпускать въ продажу сорта стали, такъ сказать *полу-быстродѣйствующей*, то есть уступавшей по качествамъ стали типа *Тайлора*, но превосходившей по работоспособности и устойчивости сталь *Мушета*. Приготовленіе подобныхъ сортовъ стали, какъ требовавшихъ меньшей примѣси дорогихъ вольфрама и хрома, обходилось значительно дешевле, а потому и продажная ихъ цѣна могла быть значительно понижена. Подобные сорта стали получили въ свое время весьма большое распространеніе, подъ названіемъ *хромовой стали натуральной твердости*, причемъ особымъ успѣхомъ пользовались марки: англійскія—*Sanderson; Unor-Sheffield; Firth Speedient* (отличавшіяся полнымъ отсутствіемъ марганца); французская марка—*Herkules* и другія.

*Никольсонъ* и *Тайлоръ*, въ упомянутыхъ выше ихъ опытахъ, подвергали испытанію также и эти сорта полу-быстродѣйствующей стали. Но, какъ бы то ни было, выпускъ подобной стали выражалъ какъ бы перерывъ въ дѣлѣ совершенствованія собственно быстродѣйствующей стали, выдѣлка которой начала усиливаться лишь послѣ того, какъ заводы, занимающіеся постройкою металлообдѣлочныхъ станковъ, начали строить, а потребители покупать сильные станки. доволявшіе примѣненіе рѣзцовъ изъ быстродѣйствующей стали,

въ выгодныхъ для нея условіяхъ. Такіе станки представляютъ собою въ настоящее время особую рубрику въ каталогахъ всѣхъ наиболѣе выдающихся фирмъ, занимающихся постройкою станковъ.

Весьма важное вліяніе на свойства быстродѣйствующей стали оказываетъ самый способъ ея выплавки и разливки въ изложницы, а также дальнѣйшее обращеніе съ отлитыми болванками. Хотя современное состояніе мартеповскаго производства даетъ возможность выплавливать превосходящую сталь въ мартеповскихъ печахъ, но въ большемъ употребленіи остается до сихъ поръ и прежній способъ выплавки ея въ тигляхъ. Тигли примѣняются, какъ шамотные такъ и графитовые, но въ послѣднемъ случаѣ приходится имѣть въ виду реакцію самого тигля, а потому берется шихта менѣе углеродистая и менѣе хромистая. Результаты получаются тѣмъ лучше, чѣмъ горячѣе ведется плавка и чѣмъ быстрѣе она заканчивается. (Объяснить этотъ фактъ научно однако же пока не удалось). Отливка стали въ болванки производится также при возможно высокой температурѣ ея нагрѣва.

Большимъ врагомъ, не только рѣзущей способности стали, но и ея ковкости является кислородъ окисловъ, растворившихся въ жидкой ваннѣ, тѣмъ болѣе, что связывать его обычной присадкой марганца въ данномъ случаѣ нельзя, такъ какъ самъ марганецъ является примѣсью весьма вредною. Поэтому, въ качествѣ раскислителя, предпочитаютъ примѣнять ферро-алюминій, или ферро-титанъ, или еще лучше ферро-ванадинъ. Отлитыя стальные болванки тщательно отжигаются, чтобы улучшить ихъ структуру и предупредить образованіе трещинъ, при послѣдующемъ нагрѣваніи стали передъ ея ковкою. Отжигъ производится путемъ нагрѣванія до свѣтлокраснаго каленія и медленнаго охлажденія подъ толстымъ слоемъ золы.

Проявляются при выдѣлкѣ стали и другія побочныя вліянія, выяснить которыя не столь легко и предупредить которыя, или устранить вредное вліяніе которыхъ, можетъ научить лишь долгій опытъ.

Изъ вышеизложеннаго видно, что по части химическаго состава быстродѣйствующей стали, обуславливающаго ея твердость, достигнуты были со времени парижской де-

монстраціи стали *Тайлора* весьма существенныя усовершенствованія и что заслуга этихъ усовершенствованій принадлежитъ несомнѣнно европейскимъ производителямъ стали. Самъ *Тайлоръ*, какъ мы видѣли, принявъ выработанный ими составъ для своей новѣйшей стали 1906 года.

Что касается способа термической обработки готовой стали, то способъ этотъ, въ существеннѣйшихъ его частяхъ, есть тотъ, который указанъ былъ впервые *Тайлоромъ* и первенство послѣдняго, какъ изобрѣтателя этого способа, никѣмъ не оспаривается. Нѣкоторыя отступленія допущены лишь въ подробностяхъ охлаждающаго процесса.

Термическая обработка стали, при выдѣлкѣ изъ нея рѣзцовъ, состоитъ изъ двухъ операций: *ковки* рѣзца и *закалки* его. Отрубка отъ прута стали кусковъ не должна быть производима въ холодномъ состояніи. Сталь должна быть нагрѣта, возможно постепеннѣе, до ярко-вишневокраснаго цвѣта, впадающаго въ желтый; слишкомъ быстрый нагрѣвъ можетъ вызвать растрескиваніе стали. Разогрѣтый пруть надрубается кругомъ зубиломъ и оставляется охладиться. По охлажденіи, ударяють по его концу молоткомъ и отламываютъ кусокъ въ мѣстѣ надруба. Передъ ковкою, сталь нагрѣвается сначала медленно, безъ пуска дутья, до темнокраснаго цвѣта, а затѣмъ, уже съ дутьемъ, разогрѣвается до свѣтложелтаго цвѣта. Ковка производится сильными, быстрыми ударами и какъ только металлъ потемнѣетъ до вишневокраснаго цвѣта, полоса снова закладывается въ горнъ и разогрѣвается вновь до свѣтложелтаго цвѣта. Такое повторное нагрѣваніе не вредитъ качествамъ стали. Откованному рѣзцу даютъ свободно и возможно медленно остыть.

Закалка рѣзцовъ производится однимъ изъ слѣдующихъ способовъ:

1) *Способъ Тайлора* (марка *Special*). Когда рѣзецъ получилъ желаемую форму, слѣдуетъ нагрѣть его рѣжущій конецъ медленно и равномерно (дабы предупредить растрескиваніе) до вишневокраснаго цвѣта. По достиженіи концомъ рѣзца этого нагрѣва, слѣдуетъ возможно энергичнѣе и быстрѣе продолжать нагрѣвъ и довести его до такой степени, чтобы лезвее рѣзца почти начало плавиться, но непременно соблюдая при этомъ равномерность нагрѣва всего лезвья. Доведенный до такого состоянія конецъ рѣзца слѣдуетъ охла-

дуть возможно быстрѣе до температуры ниже критической точки (850°), а затѣмъ положить рѣзецъ въ сухое мѣсто и оставить охлаждаться свободно, пока металлъ не приметъ температуру окружающаго воздуха. Можно воспользоваться для этого второго періода охлажденія струею дутья. Что касается перваго періода (быстрое охлажденіе), то можно воспользоваться для этого свинцовою ванною, разогрѣтою ниже 850°, всего лучше до 625° С. Объемъ ванны долженъ быть достаточно великъ, чтобы сильно разогрѣтые рѣзцы, въ нее погружаемые, ни въ какомъ случаѣ не могли поднять температуру ванны выше 670°, иначе сталь утратитъ значительную часть своей стойкости къ нагрѣву во время работы. Совершенно охладившійся рѣзецъ слѣдуетъ снова разогрѣть до температуры лежащей въ предѣлахъ между 380 и 670°. Для этого можно, подогрѣвъ нѣсколько рѣзцовъ, погрузить его въ ту же свинцовую ванну (температура которой 625°) примѣрно на пять минутъ, послѣ чего охладить до температуры окружающаго воздуха, свободно, или въ струѣ дутья. Благодаря такой вторичной операціи нагрѣванія и охлажденія, стойкость стали къ разогрѣванію во время работы значительно повышается.

2) *Способъ фирмы Gebrüder Böhler (марка Rapid)*. Выкованный рѣзецъ, пока онъ еще не остылъ, слѣдуетъ ободрать нѣсколько на точилѣ, чтобы снять поверхностный слой металла, утратившій отъ повторнаго разогрѣванія при ковкѣ нѣкоторую долю своего углерода. Лишь послѣ этого можно приступить къ нагрѣванію рѣзца для закалки. Передъ каждымъ нагрѣвомъ слѣдуетъ смазывать нагрѣваемую часть рѣзца, или весь рѣзецъ жидкимъ растворомъ глины, чтобы предохранить металлъ отъ окисленія. Нагрѣваніе слѣдуетъ вести на древесномъ углѣ и отнюдь не допускать соприкосновенія разогрѣтаго металла съ водою. Нагрѣвъ продолжать до блага каленія и затѣмъ охладить рѣзецъ въ упругой струѣ дутья, или же въ говяжьемъ жиру. Если приобрѣтенная сталью твердость окажется недостаточною, слѣдуетъ повторить всю операцію снова, нагрѣвая металлъ до еще болѣе высокаго жара.

3) *Способъ фирмы Armstrong, Whitworth & Co (марка A W)*. Разогрѣть рабочую оконечность рѣзца до бѣлоплавленнаго жара такъ, чтобы металлъ началъ уже расплавляться, со-

храня остальную его часть возможно холодною, затѣмъ помѣстить рѣзецъ въ струю дутья до полного охлажденія. Если же дутья не имѣется, то, давъ остыть стали до темно-краснаго каленія, погрузить рѣзецъ въ масло (примѣненіе воды для охлажденія совершенно недопустимо).

4) *Способъ фирмы J. Bleckmann* (марка *Phönix*). Нагрѣвать сталь, сначала медленно, а затѣмъ возможно быстрѣе, до бѣлосварочнаго жара, не опасаясь пережога; затѣмъ охладить свободно на воздухѣ, или, еще лучше, въ струѣ дутья.

5) *Способъ фирмы Jonas & Colver* (марка *Novo*). Нагрѣть рѣзецъ до бѣлосварочнаго жара, при которомъ лезвее начинаетъ уже оплывать; охладить въ струѣ дутья, обративъ лезвеемъ навстрѣчу дутью, до совершеннаго охлажденія.

6) *Способъ фирмы Poldi-Hütte* (марка *Maximum*). Выкованный рѣзецъ отшлифовать въ рабочей его части на точилѣ, песчаниковомъ, или наждачномъ, въ сухую, или съ примѣненіемъ смачиванія. Затѣмъ нагрѣть рабочую часть рѣзца до бѣлосварочнаго жара и охладить въ струѣ дутья, держа лезвеемъ навстрѣчу дутью. Въ случаѣ неимѣнія дутья, или же если охлажденные въ струѣ дутья инструменты окажутся недостаточно твердыми, производить охлажденіе въ салѣ, маслѣ, или керосинѣ.

Я не привожу способовъ, рекомендуемыхъ многими другими производителями стали (*Виккерсомъ, Крупномъ, Фиртомъ* и др.), такъ какъ они въ общемъ ничѣмъ не отличаются отъ вышеприведенныхъ.

*Тайлоръ* пишетъ въ своей упоминавшейся уже выше книгѣ, что онъ испробовалъ надъ своею сталью всѣ рекомендуемые другими производителями способы закалки и убѣдился, что хотя всѣ они даютъ стойкую въ работѣ сталь, но, что, въ смыслѣ однородности сложенія, лучшая сталь получается при закалкѣ лишь по его способу. Кромѣ собственной стали, онъ подвергалъ своему способу закалки и различные сорта стали другихъ производителей, причемъ получалъ лучшіе результаты, нежели при закалкѣ по рекомендуемымъ ими способамъ.

Въ смыслѣ однородности структуры стали, его утвержденіе пожалуй и справедливо, такъ какъ охлажденіе и нагрѣваніе въ металлической ваннѣ строго опредѣленной температуры, конечно, дѣйствуетъ болѣе равномерно, нежели охла-

ждение въ струѣ дутья и нагрѣваніе въ горнѣ или муфель. Что касается его метода подвергать закалившуюся уже сталь новому разогрѣванію и вторичному охлажденію, то, какъ мы видѣли, ни одинъ изъ европейскихъ производителей стали не примѣняетъ этого приема и тѣмъ не менѣе сталь ихъ получается первоклассныхъ достоинствъ. *Тайлоръ* старается примирить этотъ фактъ съ своею настойчивою рекомендаціею *вторичнаго* нагрѣванія и охлажденія стали тѣмъ, что, по его мнѣнію, рѣзцы, пущенные въ дѣло безъ вторичнаго нагрѣва, все равно подвергаются таковому (умышленно, или случайно), отчасти при затачиваніи ихъ на точилахъ (подъ вліяніемъ возникающаго тренія), отчасти во время самой работы на станкѣ, и лишь благодаря этому не уступаютъ въ стойкости рѣзцамъ, подвергшимся нагрѣванію и охлажденію дважды.

Закаленная рабочая часть рѣзца всегда покрывается слоемъ окисла, который, передъ пускомъ рѣзца въ дѣло, слѣдуетъ сошлифовать на точилѣ, иначе эта болѣе мягкая часть металла скоро портится и дѣлаетъ рѣзецъ негоднымъ. Шлифовать предпочтительно на песчаниковыхъ, а не на наждачныхъ точилахъ и лучше на ручныхъ, нежели на приводныхъ. Шлифовка должна производиться при изобильномъ смачиваніи водою. Не слѣдуетъ слишкомъ нажимать рѣзецъ на камень, чтобы не вызвать трещинъ на лезвѣ. Полезно нѣсколько подогрѣвать рѣзцы передъ шлифовкою (примѣрно на 40—100°). При установкѣ рѣзца въ суппортъ станка, не слѣдуетъ давать ему слишкомъ большой свѣсъ, а подпирать возможно ближе къ лезвею.

Рѣзцы изъ стали *Тайлоръ-Уайта* демонстрировались на парижской выставкѣ исключительно снятіемъ грубой стружки на токарномъ станкѣ. Подобное же исключительное примѣненіе получали и всѣ вообще сорта быстродѣйствующей стали, пока не найдены были средства, наравнѣ съ стойкостью къ нагрѣву во время работы, сообщать ей также и стойкость къ дѣйствию механическихъ усилий. Съ этихъ поръ, быстродѣйствующая сталь стала съ успѣхомъ примѣняться для выдѣлки не только токарныхъ рѣзцовъ съ тупыми углами заостренія, но и всякихъ другихъ инструментовъ, причемъ выдѣлка сложныхъ инструментовъ (сверлль, метчиковъ, фрезъ) не потребовала въ сущности примѣненія

никакихъ новыхъ приемовъ обработки, а лишь обусловила глубокую осторожность и осмотрительность въ примѣненіи уже извѣстныхъ приемовъ, главнымъ образомъ термическихъ. Такъ, послѣ выковки сложныхъ инструментовъ (главнымъ образомъ фрезъ), съ соблюденіемъ всѣхъ мѣръ предосторожности указанныхъ выше, по отношенію къ токарнымъ рѣзцамъ, необходимо ихъ тщательно отжечь. Отжигъ этотъ рекомендуется производить въ желѣзныхъ ящикахъ, наполненныхъ древесноугольною золою, герметически закупоренныхъ, продолжая нагрѣвъ въ продолженіе 4—6 часовъ, пока ящикъ не раскалится до бѣла, что покажетъ, что инструментъ въ немъ заключенный разогрѣлся до температуры около 1000° С. Затѣмъ ящику надо дать свободно и медленно охладиться. Очень крупныя фрезы полезно, послѣ ихъ черновой механической обработки на станкахъ (напримѣръ, передъ спиральною заточкою ихъ зубьевъ), отжечь вторично тѣмъ же способомъ. Передъ закалкою, фрезы разогрѣваются въ этихъ же ящикахъ и до столь же высокой температуры, но притомъ такъ, чтобы сначала нагрѣвъ велся медленно и лишь въ послѣдніе  $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{2}$  часа усиливался до высшаго предѣла. Коль скоро ящикъ раскалится до бѣла, его раскупориваютъ возможно быстрѣе и, вынувъ фрезу, погружаютъ ее для охлажденія въ говяжій жиръ, или держать въ струѣ холоднаго дутья. Въ жиру держать фрезу лишь до тѣхъ поръ, пока она не утратитъ сильно раскаленнаго состоянія, а затѣмъ погружаютъ для окончательнаго охлажденія въ масляную ванну, температурою въ 100°, и оставляютъ лежать въ ней до полнаго охлажденія. При шлифовкѣ готовыхъ фрезъ, принимаются тѣ же мѣры предосторожности, которыя были указаны выше.

Въ менѣе отвѣтственныхъ случаяхъ, можно замѣнить ящики желѣзными трубками. Трубка, соответствующаго діаметра, кладется въ горнъ въ такомъ положеніи, относительно его фурмы, чтобы она подвергалась со всѣхъ сторонъ возможно равномерному жару. Коль скоро стѣнки трубки раскалятся до бѣла, въ нее закладывается инструментъ, который желаютъ нагрѣть, предварительно нѣсколько уже разогрѣтый. По мѣрѣ нагрѣванія, поворачиваютъ трубку въ горнѣ около ея оси, для большей равномерности нагрѣва. Раскаленный до должной температуры инструментъ выни-



мается изъ трубки и охлаждается, или въ струѣ дутья, или въ масляной ваннѣ, свободной отъ кислотъ (изъ льняного или сурфпнаго масла).

Чтобы избѣжать риска порчи стали при ковкѣ и потерь отъ угара, обѣчекъ и стружекъ, перѣдко выписываютъ съ завода уже начерно оболваненныя фрезы, въ видѣ дисковъ, или цилиндровъ, соответствующихъ діаметра и толщины, притомъ въ мягко-отожженномъ состояніи. Ихъ остается лишь обдѣлать въ желаемую форму и закалить. Иногда же, если сталелѣвательный или инструментальный заводъ находится по близости, отправляютъ ему готовые фрезы и для закалки, конечно, за особую довольно высокую плату.

Вообще, главнѣйшимъ и наиболѣе частымъ поводомъ къ неудачѣ закалки и порчѣ инструментовъ, является неосторожное обращеніе съ ними при нагрѣваніи. Обстоятельство это, игравшее важную роль и при закалкѣ обыкновенной углеродистой стали, нагрѣвавшейся лишь въ предѣлахъ отъ 650 до 800° С., получило сугубое значеніе при переходѣ къ быстродѣйствующей стали, которую приходится нагрѣвать до 1000—1250°, и которая еще болѣе чувствительна къ неравномѣрному нагрѣву. А между тѣмъ, какъ это ни кажется страннымъ на первый взглядъ, наряду съ превосходными нагрѣвательными приборами, введенными въ послѣднее время для нагрѣванія въ болѣе низкихъ предѣлахъ <sup>1)</sup>, до сихъ поръ не существуетъ вполне удовлетворительныхъ приборовъ для высокихъ нагрѣвовъ и быстродѣйствующая сталь нагрѣвается прежними, оставляющими желать лучшаго, способами въ—ящикахъ, закладываемыхъ въ пламенные печи, или въ муфельныхъ печахъ, отопляемыхъ смѣсью свѣтильнаго газа и воздуха, несмотря на то, что и тотъ и другой способы отличаются значительными недостатками. Единственнымъ усовершенствованіемъ новѣй-

<sup>1)</sup> Такіе приборы я видѣлъ на заводахъ: *Fabrique nationale d'Armes de guerre* и *Gasmotorenfabrik Deutz*. На первомъ изъ нихъ, для нагрѣванія инструментовъ передъ закалкою служить ванна изъ хлористаго барія, поддерживаемая, дѣйствіемъ электрическаго тока, при постоянной температурѣ въ 700—800° С. На второмъ—ванна съ тою же солью нагрѣвается и поддерживается при постоянной температурѣ генераторнымъ газомъ.

шихъ муфельныхъ печей является замѣна газоваго ихъ отопленія электрическимъ, дозволяющимъ лучшую регулировку температуры. Такое предпочтеніе муфельныхъ печей ваннамъ изъ соляныхъ растворовъ объясняется, съ одной стороны, трудностью воспроизводить въ послѣднихъ высокія температуры, съ другой тѣмъ обстоятельствомъ, что свойства быстродѣйствующей стали обуславливаютъ своеобразное веденіе ея нагрѣва. Известно, что инструменты изъ этой стали приобрѣтаютъ должную стойкость лишь послѣ нагрѣва ихъ передъ закалкою до весьма высокой температуры, а между тѣмъ тонкія части этихъ инструментовъ не въ состояніи долго выносить столь сильное нагрѣваніе и легко обгораютъ. Въ виду этого, нагрѣвъ инструмента ведется сначала медленно и постепенно и лишь къ концу операціи жаръ сильно увеличивается и нагрѣваніе возможно ускоряется. Такая регулировка степени интенсивности жара легче выполняется въ приборахъ съ газообразною нагрѣвательною средою, нежели съ жидкою, а потому и предпочитаютъ приборы перваго рода, несмотря на то, что въ нихъ сталь подвергается обгоранію, тѣмъ сильнѣйшему, чѣмъ выше температура нагрѣва, вторые же совершенно предохраняютъ нагрѣваемую сталь отъ окисленія. Съ точки зрѣнія этого неприятнаго явленія (обгоранія стали), предпочтительнѣе даже примѣнять нагрѣваніе въ заполненныхъ древесноугольною золою желѣзныхъ ящикахъ, несмотря на мѣлкотность и дороговизну этого способа.

Теперь умѣстно будетъ перейти къ разсмотрѣнію вопроса: вслѣдствіе какихъ причинъ, несмотря на совершенство качествъ современной быстродѣйствующей стали, распространеніе ея идетъ все таки не съ достаточною еще быстротою и она еще не успѣла вытѣснить окончательно рѣзцовъ изъ обыкновенной стали.

Понятіе *быстродѣйствующая сталь* соединяется у насъ невольнo съ представленіемъ объ исключительно *быстрой* работѣ, образчикъ которой дѣйствительно и показали намъ сначала *Тайлоръ* и *Уайтъ*, а за ними, какъ мы видѣли, и другіе производители и потребители этого сорта стали. Но условія, въ которыхъ дѣйствуютъ въ вышеприведенныхъ примѣрахъ рѣзцы изъ быстродѣйствующей стали, носятъ

характеръ исключительный, рѣдко встрѣчающійся въ обыкновенной практикѣ металлообдѣлочныхъ мастерскихъ и требующій примѣненія станковъ исключительной мощности. Для огромнаго большинства мастерскихъ нормальнаго дѣйствія, т. е. имѣющихъ дѣло съ издѣліями лишь среднихъ и малыхъ размѣровъ и оборудованныхъ станками сравнительно слабосильными, годными для работы рѣзцами лишь изъ обыкновенной углеродистой стали, и въ крайнихъ случаяхъ изъ стали *Мушета*, переходъ къ быстродѣйствующей стали, связанный съ полнымъ переоборудованіемъ, не обѣщала на первый взглядъ большихъ выгодъ. Лишь постепенно усвоенъ былъ ими тотъ правильный взглядъ на примѣненіе быстродѣйствующей стали, который сталъ въ настоящее время достояніемъ большинства мастерскихъ, имѣющихъ дѣло съ механическою обработкою металловъ, и на основаніи котораго примѣненіе этого рода стали, даже на сравнительно слабыхъ станкахъ обыкновеннаго обихода, даетъ возможность значительно повысить производительность мастерской и достигнуть значительной экономіи въ расходахъ на исправленіе и возобновленіе рѣзцовъ.

Дѣло въ томъ, что путемъ самаго незначительнаго переустройства станковъ, получается возможность увеличить рабочія скорости и площади сѣченія снимаемыхъ стружекъ, если не до тѣхъ грандіозныхъ размѣровъ, какихъ удалось достигнуть специальнымъ заводамъ, то во всякомъ случаѣ до размѣровъ значительно превышающихъ обычныя нормальныя условія работы, причемъ попутно удлиняется срокъ службы рѣзцовъ безъ заправки, т. е. уменьшается ихъ износъ, а, слѣдовательно, и расходы на ихъ заправку и возобновленіе. Последнее обстоятельство значительно ослабляетъ установившееся убѣжденіе въ *необычайной дороговизнѣ* быстродѣйствующей стали, основанное на стоимости единицы вѣса такой стали, а не на той цифрѣ ея стоимости, которая падаетъ на единицу вѣса снятой ею стружки. Ктому же, желающіе еще болѣе сэкономить, могутъ не примѣнять цѣльныхъ рѣзцовъ изъ быстродѣйствующей стали, а лишь рабочіе наконечники изъ нея, напаяемые, или навариваемые на рѣзцы изъ обыкновенной стали (какъ это въ большинствѣ случаевъ и практикуется). Для этого въ гнѣздо, профрезованное на уширенной оконечности прута изъ

обыкновенной стали *A* (см. ф. *фиг. С, Табл. II*), вкладывается соответственнымъ образомъ оформленный наконечникъ *B* изъ быстродѣйствующей стали и затѣмъ припаивается къ гнѣзду красною мѣдью. Или же, кусокъ быстродѣйствующей стали наваривается сначала на конецъ прута изъ обыкновенной стали, а затѣмъ уже сообщается концу рѣзца требуемая рабочая форма. При объѣздѣ заводовъ, мнѣ пришлось встрѣчать сторонниковъ и того и другого способовъ, причемъ доводъ въ пользу наварки, а не напайки, состоящій въ томъ, что спаянный рѣзецъ нельзя нагрѣвать до высокой степени жара, имѣетъ скорѣе частное, нежели общее значеніе. Разумѣется, приготовленіе такихъ комбинированныхъ рѣзцовъ, какъ спаянныхъ, такъ и сваренныхъ, возможно лишь по отношенію къ рѣзцамъ токарнымъ, строгальнымъ и долбежнымъ. Фрезы, сверла, метчики, развертки могутъ быть изготовляемы лишь изъ цѣльныхъ кусковъ быстродѣйствующей стали.

Если распространить понятіе о дороговизнѣ быстродѣйствующей стали нѣсколько далѣе, отнеся къ нему и расходы на усиленное погашеніе стоимости самыхъ станковъ, вынужденныхъ, въ случаѣ примѣненія такой стали, работать болѣе напряженно, а потому быстрѣ изнашивающихся, то и съ этой точки зрѣнія перерасходъ будетъ въ сущности лишь кажущійся. Если принять, напримѣръ, что станокъ, вслѣдствіе усиленнаго напряженія, придетъ въ негодность вдвое скорѣе и долженъ быть списанъ со службы черезъ половинное число лѣтъ, то зато онъ успѣетъ произвести, въ періодъ усиленной своей службы, гораздо болѣе, нежели двойное количество издѣлій, такъ какъ увеличеніе напряженія и износа станка происходятъ въ значительно слабѣйшей пропорціи, нежели увеличеніе его производительности. Здѣсь, какъ и при исчисленіи стоимости рѣзцовой стали, слѣдуетъ имѣть въ виду не *полныя* цифры стоимости станковъ, а тѣ доли этой стоимости, которыя падаютъ на единицу вѣса выработанныхъ издѣлій.

Еще менѣе основаній представляетъ утвержденіе, что, при чистой отдѣлкѣ, поверхности, воспроизводимыя рѣзцами изъ быстродѣйствующей стали, не могутъ получаться гладкими, такъ какъ такимъ рѣзцамъ свойственно снимать лишь грубую стружку. Это было бы справедливо лишь въ

томъ случаѣ, если бы для чистой обдѣлки брались рѣзцы, приспособленные для снятія грубой первоначальной стружки. Но, конечно, рѣзецъ изъ быстродѣйствующей стали, какъ и изъ обыкновенной, не можетъ и не долженъ быть инструментомъ универсальнымъ и форма его рабочей части, равно какъ и условія его работы (глубина погруженія, подача), въ томъ и другомъ случаяхъ, должны быть различны и соответствовать характеру производимой работы. Бояться же, что выводя рѣзецъ изъ быстродѣйствующей стали изъ тѣхъ условій, въ которыхъ онъ проявляетъ въ наивысшей степени свою работоспособность, т. е. уменьшивъ рабочую скорость и площадь сѣченія стружки, мы лишимся всѣхъ преимуществъ подобной стали — отнюдь нерационально, такъ какъ, помимо возможности примѣнить скорости, всетаки всегда большія нормальныхъ обдѣленныхъ, мы можемъ использовать еще болѣе долгую службу рѣзцовъ между двумя заправками.

Въ свое время, возбудилъ не мало веселости слѣдующій анекдотическій случай, приведенный въ журналѣ *Amerikan Machinist*. Одинъ изъ крупныхъ американскихъ инструментальныхъ заводовъ получилъ заказъ на партію спиральныхъ сверлъ изъ быстродѣйствующей стали. Черезъ нѣкоторое время по отправкѣ заказа, онъ получилъ отъ заказчика увѣдомленіе, съ горькимъ упрекомъ въ томъ, что доставленные сверла, несмотря на большую ихъ дороговизну, по сравненію съ сверлами изъ обыкновенной стали, работаютъ ничуть не лучше послѣднихъ. Командированный заводомъ для изслѣдованія причинъ неудачи техникъ, пріѣхавъ на мѣсто примѣненія сверлъ, увидѣлъ, что они работаютъ... въ обыкновенныхъ *ручныхъ трещеткахъ*. Недалекость потребителя, о которомъ идетъ рѣчь, конечно несомнѣнна, но, мнѣ кажется, производитель сверлъ поступилъ бы правильнѣе, если бы, не поднимая потребителя на смѣхъ, разъяснилъ ему, что даже въ тѣхъ несовершенныхъ условіяхъ, въ какихъ онъ примѣнялъ сверла изъ быстродѣйствующей стали, онъ, хотя не могъ добиться большей производительности (ограниченной предѣлами мускульной силы человѣка), но во всякомъ случаѣ вскорѣ же замѣтилъ бы значительную выгоду отъ болѣе рѣдкой заправки сверлъ и отъ меньшаго количества такихъ сверлъ, расходуемыхъ въ опредѣленный пе-

рiодъ времени, по сравненiю съ сверлами изъ обыкновенной стали.

Наконецъ, слѣдуетъ отмѣтить несправедливость еще одного, довольно распространеннаго мнѣнiя, что примѣненiе рѣзцовъ изъ быстродѣйствующей стали требуетъ *усиленнаго расхода движущей силы*. Опыты комиссiи Союза германскихъ инженеровъ показали, какъ мы видѣли, что абсолютное увеличенiе работы, потребляемой станками работающими рѣзцами изъ такой стали, не сопровождается увеличенiемъ также и *относительной* работы, приходящейся на единицу вѣса снимаемой стружки, которая остается та же самая. Опыты же *Никольсона* показали, какъ мы видѣли, что, напротивъ того, расходъ работы на единицу вѣса снимаемой стружки, при работѣ рѣзцами изъ быстродѣйствующей стали, выходитъ на цѣлую треть *меньше* расхода ея, требуемаго рѣзцами изъ обыкновенной стали, что объясняется возможностью, въ первомъ случаѣ, снимать стружки значительно большаго поперечнаго сѣченiя, нежели во второмъ. Этимъ еще разъ подтвердилась справедливость закона, установленнаго въ свое время опытами профессора *Хартига*.

Какъ общiй выводъ изъ всего вышеизложеннаго, можно такимъ образомъ принять, что введенiе рѣзцовъ изъ быстродѣйствующей стали, даже въ мастерскихъ обыденной специальности, имѣющихъ дѣло лишь съ издѣльями среднихъ и малыхъ размѣровъ и обладающихъ станками лишь ограниченной силы, не только не представляетъ никакого риска, но всегда приноситъ извѣстную долю выгоды.

Что касается мастерскихъ, характеръ производительности которыхъ позволяетъ примѣненiе рѣзцовъ изъ быстродѣйствующей стали въ наиболѣе выгодныхъ условiяхъ, т. е. при снятiи *крупныхъ стружекъ съ большими скоростями*, но станки которыхъ недостаточно сильны для работы при этихъ условiяхъ, то онѣ поступаютъ вполне целесообразно, увеличивъ, въ предѣлахъ возможности, силу этихъ станковъ, соответствующимъ ихъ переустройствомъ, при заказахъ же новыхъ станковъ, принимая мѣры къ тому, чтобы эти станки, по конструкцiи и размѣрамъ, могли допускать работу съ большими скоростями и толстыми стружками.

Такъ именно и поступаютъ всѣ заводы, не желающiе остаться за флагомъ, въ острой борьбѣ, созданной современ-

ною конкуренціей. Съ своей стороны, заводы, занимающіеся постройкою металлообдѣлочныхъ станковъ, заинтересованные больше другихъ въ примѣненіи быстродѣйствующей стали, давно уже приспособились къ такого рода требованіямъ и вскорѣ вѣроятно не будутъ строить никакихъ иныхъ станковъ, кромѣ *быстродѣйствующихъ*.

Такимъ образомъ, всѣ современные металлообдѣлывающія мастерскія можно раздѣлить на три категоріи. Къ первой изъ нихъ, наименѣе многочисленной, принадлежатъ мастерскія, совмѣщающія всѣ условія пачвыгоднѣйшаго примѣненія быстродѣйствующей стали и приспособившія къ примѣненію ея всѣ имѣющіеся у нихъ станки. Это механическія мастерскія при большихъ сталелѣвательныхъ заводахъ, производящихъ крупныя поковки и отливки. Главная спеціальность этихъ мастерскихъ—грубая, черновая обработка массивныхъ частей, которыя, или превращаются затѣмъ (дополнительною чистовою ихъ обработкою) въ готовые части механизмовъ, сооружаемыхъ самими этими заводами, или же разсылаются, въ начерно обобваненномъ видѣ, на другіе заводы (часто очень отдаленные), гдѣ уже отдѣлываются начисто и собираются въ готовые механизмы. Къ этому типу мастерскихъ относятся, неоднократно уже упоминавшіяся выше, американскія мастерскія *Bethlehem Steel Co*, а изъ европейскихъ—мастерскія заводовъ: *Armstrong, Whitworth & Co.*, въ Манчестерѣ; *Friedrich Krupp* въ Эссенѣ; *Haniel & Lueg* въ Дюссельдорфѣ; *Société Cockerill* въ Серенѣ; *Usines Creusot* во Франціи и т. п.

Ко второй, наиболѣе многочисленной, категоріи принадлежатъ такія мастерскія, которыя, хотя и производятъ крупныя механизмы, состоящіе изъ тяжелыхъ составныхъ частей, но сами этихъ частей не дѣлаютъ, а получаютъ готовыми съ заводовъ предыдущей категоріи, въ обобваненномъ уже начерно видѣ и лишь обдѣлываютъ ихъ начисто. Къ числу такихъ частей, выписываемыхъ со сталелитейныхъ заводовъ, принадлежатъ, напримѣръ, всѣ крупныя прямыя и колѣнчатые валы и всѣ стальные, фасонныя отливки. Что касается крупныхъ чугунныхъ отливокъ, то онѣ производятся обыкновенно на мѣстѣ, въ собственныхъ литейныхъ, а потому грубая ихъ обработка входитъ въ кругъ обычныхъ работъ этихъ мастерскихъ. Въ мастерскихъ этой второй ка-

тегоріи, обыкновенно лишь нѣкоторая часть станковъ приспособлена для высокихъ скоростей и напряженій, остальные же станки работаютъ при увеличенныхъ скоростяхъ, но при нормальныхъ напряженіяхъ. Къ этой категоріи принадлежатъ всѣ заводы, строящіе двигатели, паровозы, заводскія машины, кружные машины-орудія и проч.

Наконецъ, третью категорію образуютъ мастерскія, производящія вообще некрупныя издѣлія, части которыхъ, даже и при черновой обработкѣ, не требуютъ снятія толстыхъ стружекъ. Увеличенныя рабочія скорости примѣняются на нихъ лишь въ предѣлахъ допускаемыхъ силою станковъ, но во всякомъ случаѣ высшія тѣхъ, какія примѣнялись при работѣ рѣзцами изъ обыкновенной стали. Вся выгода примѣненія быстродѣйствующей стали сосредоточивается въ нихъ, главнымъ образомъ, на длительности работы рѣзцовъ безъ заправки, а потому на сокращеніи простоевъ станковъ безъ работы и повышеніи вслѣдствіе того ихъ производительности; кромѣ того, на уменьшеніи расходовъ на инструментальную сталь и на исправленіе рѣзцовъ. Реальность этой выгоды, на первый взглядъ какъ бы не заслуживающей вниманія, можетъ быть подтверждена слѣдующимъ примѣромъ, взятымъ наудачу изъ практики <sup>1)</sup>, причѣмъ расходы на быстродѣйствующую сталь и ея производительность сопоставляются даже не съ простою инструментальною сталью, а со сталью *Мушета*, которою въ свое время уже внесена была извѣстная выгода въ эксплуатацію мастерскихъ и которая, ктому же, значительно дороже обыкновенной стали. Въ этомъ примѣрѣ, обточка валиковъ изъ литого желѣза длиною въ 216 мм., рѣзцами изъ самозакаливающейся стали, обходилась по 75 центовъ за сотню и токарь, обслуживавшій два станка заразъ, успѣвалъ вытачивать 323 валика въ десятичасовую смѣну, получая за это 2,42 доллара. Съ переходомъ на быстродѣйствующую сталь, онъ сталъ вытачивать на тѣхъ же двухъ станкахъ по 484 валика въ смѣну. Сдѣльная плата была конечно уменьшена, но съ такимъ расчетомъ, чтобы рабочій, со стороны котораго стало требоваться больше напряженія и вниманія, могъ отъ такой замѣны соотвѣтственно выгадать. При повышеніи дневного

<sup>1)</sup> Подобныхъ примѣровъ можно найти въ технической литературѣ большое количество.



заработка рабочаго до 2,76 дол., т. е. на 15<sup>0</sup>%, оказалось, что сдѣльная плата за сотню валиковъ понизилась до 57 центовъ, т. е. на 24<sup>0</sup>%. Въ теченіе года такихъ валиковъ вытачивалось 19000 штукъ, слѣдовательно, на годовую партію сэкономалось 34 доллара и сверхъ того станки, выполнявшіе эту работу, освободились каждый на 20 дней въ году, т. е. могли исполнять въ теченіе этого времени другія работы. Это составляетъ поднятіе производительности мастерской, по отношенію къ этимъ двумъ станкамъ, въ 14<sup>0</sup>%. Такимъ образомъ, введеніе быстродѣйствующей стали выразилось, по отношенію лишь къ двумъ только станкамъ, слѣдующими обоюдными выгодами: мастерская получила возможность сберегать 24<sup>0</sup>% на сдѣльной платѣ и повысить на 14<sup>0</sup>% производительность, рабочій же получилъ усиленіе заработка въ 15<sup>0</sup>%.

Правда, быстродѣйствующая сталь обходилась въ описываемомъ примѣрѣ дороже самозакаливающейся на 30 центовъ въ фунтъ, зато рѣзецъ изъ нея могъ обтачивать безъ заправки 100 штукъ валиковъ, а рѣзецъ изъ самозакаливающейся стали лишь 40 штукъ. Вслѣдствіе этого, сбереженіе времени отъ сокращенія простоевъ станка, и расходовъ на заправку и на возобновленіе рѣзцовъ въ теченіе года, не только покрыло вышеуказанную разницу въ цѣнѣ, но еще выразилось нѣкоторой экономіей. Подсчетъ всѣхъ расходовъ на покупку стали и заправку рѣзцовъ въ теченіе года (опять таки лишь на данную работу—обточку валиковъ) показалъ, что въ первомъ случаѣ на каждую сотню готовыхъ валиковъ приходилось 0,3 цента, а во второмъ лишь 0,2 цента, т. е. сбереженіе составило 33<sup>0</sup>%. Усиленіе выработки достигнуто было повышеіемъ рабочей скорости рѣзцовъ, съ 18 до 32 метровъ въ минуту, и подачи до 16 мм. за одинъ оборотъ шпинделя. Проводя этотъ частичный принципъ черезъ всѣ станки мастерской, можно соотвѣтственно поднять ея *общую* производительность и достигнуть серьезнаго валового сбереженія на сдѣльной платѣ и стоимости рѣзцовъ, давъ въ то же время возможность рабочимъ увеличить ихъ дневной заработокъ. Слѣдуетъ обратить вниманіе, что только что разобранный случай относится къ обыденной практикѣ самой обыкновенной мастерской, изготовляющей издѣлія среднихъ и малыхъ размѣровъ и что переходъ къ быстродѣйствующей стали не потребовалъ, ни смѣны станковъ, ни даже

ихъ переустройства. Съ примѣненіемъ послѣднихъ двухъ мѣръ (если бы размѣры обрабатываемыхъ предметовъ того потребовали), могутъ быть достигаемы экономическія выгоды несравненно болѣе значительныя, какъ это видно изъ приведенныхъ выше многихъ практическихъ примѣровъ. Примѣры эти наглядно показываютъ до чего можетъ быть доведена производительность мастерской, путемъ примѣненія рѣзцовъ изъ быстродѣйствующей стали, если представляется возможность осуществить главнѣйшія условія для ихъ выгоднаго дѣйствія—сильныя станки и очень крупныя стружки.

Теперь я приведу рядъ примѣровъ изъ практики мастерскихъ второй и третьей категорій, причемъ большую часть этихъ примѣровъ я возьму изъ личныхъ наблюденій, сдѣланныхъ мною во время объѣзда лѣтомъ 1909 года большого числа заграничныхъ первоклассныхъ машиностроительныхъ заводовъ и желѣзнодорожныхъ мастерскихъ. Всѣ примѣры взяты изъ обмѣровъ, сдѣланныхъ наудачу, безъ выбора и не даютъ *высшихъ* цифръ, а скорѣе заурядныя *среднія*. Въмѣстѣ съ данными относительно наблюдавшихся мною работъ, я буду указывать и марку примѣняемой при ихъ выполненіи инструментальной стали.

На заводѣ *Borsina* паровозные шатуны фрезуются фрезю въ 160 мм. ширины, діаметромъ въ 120 мм., дѣлающею 20 оборотовъ въ минуту. Поле дѣйствія фрезы 7 мм., подача оси фрезы 60 мм. въ минуту. Ширина снимаемой стружки 150 мм. При этихъ условіяхъ имѣемъ: площадь снимаемой стружки  $7 \times 150 = 1050$  кв. мм. Объемъ стружки снимаемой въ часъ  $1050 \times 60 \times 60 = 3.780.000$  куб. мм. Въсь ея 30,25 кил. Обрабатываемый матеріалъ—машинная сталь, крѣпостью въ 55 кил. Рѣзцы изъ стали *Phönix*, завода *J. Bleckmann*.

Въ желѣзнодорожныхъ мастерскихъ въ *Epernay* (французской желѣзнодорожной линіи *Compagnie de l'Est*), колесные бандажи обтачиваются съ рабочей скоростью въ 14 м. въ минуту, при погруженіи рѣзца въ 3 мм. и подачѣ (за оборотъ шпинделя) въ 2 мм. При этихъ условіяхъ, объемъ стружки, снимаемой въ часъ каждымъ рѣзцомъ,  $= 3 \times 2 \times 14000 \times 60 = 5.040.000$  куб. мм., а въсь ея 40,32 кил. Обрабатываемый матеріалъ (бандажная сталь) очень жестокъ; временное сопротивленіе его разрыву не менѣе 70 килогр.

Рѣзцы изъ стали различныхъ французскихъ марокъ (*Phoenix* въ *St. Chamond*; *Express—Jacob Holtzer*; *Sans Rival* изъ *St. Ivéry*; *Ideal* изъ *St. Etienne* и др., смотря по рыночнымъ цѣнамъ). Примѣръ этотъ, представляющій обыденную, рядовую работу, принимая во вниманіе большую жесткость обрабатываемаго матеріала, слѣдуетъ признать весьма выдающимся.

На нюренбергскомъ заводѣ фирмы *Vereinigte Maschinenbau-Gesellschaft Nürnberg und Maschinenfabrik Augsburg*, крупные машинные валы обтачиваются, при черновой обработкѣ, съ рабочей скоростью 15 м. въ минуту, при погруженіи рѣзца отъ 6 до 12 мм. и подачѣ его отъ 0,5 до 0,75 мм. (за оборотъ шпинделя), что даетъ вѣсь стружки снимаемой въ часъ отъ 22 до 65 килогр. При чистовой обточкѣ тѣхъ же валовъ, примѣняется скорость отъ 25 до 80 м. въ минуту, при подачѣ въ 0,1 до 0,3 мм. и глубинѣ погруженія въ 1 до 2 мм., что даетъ вѣсь стружки снимаемой въ часъ въ 1,2 до 23 килогр. Крѣпость обрабатываемаго матеріала 65 кил. Рѣзцы изъ стали: *Phoenix—Bleckmann*'а; *Bismarkhütte*; *Julien-Hütte-Krefeld*; *Krupp*.

На томъ же заводѣ, при фрезованіи шатуновъ фрезой въ 90 мм. шириною, снимающею стружку въ 80 мм. шириною и работающею въ полѣ дѣйствія въ 20 мм., подача оси фрезы производится со скоростью 20 мм. въ минуту. Фрезование же вилокъ, при ширинѣ стружки въ 15 мм. и полѣ дѣйствія фрезы въ 10 мм., производится при скорости подачи оси фрезы въ 95 мм. въ минуту. Подсчетный вѣсь стружки снимаемой въ часъ равняется, въ первомъ случаѣ 15 кил., во второмъ 9 килогр. Обрабатываемый матеріалъ въ обоихъ случаяхъ—машинная сталь, крѣпостью въ 55 кил. Марки стали указаны выше.

На заводѣ *Эрмконгъ*, обточка стального вала діаметромъ въ 230 мм., дѣлающаго 30 оборотовъ въ минуту, производится при углубленіи рѣзца въ 12 мм. и подачѣ его (за оборотъ шпинделя) въ 1 мм. Вѣсь стружки снимаемой въ часъ 124 килогр. Металлъ вала—сталь, крѣпостью въ 60 кил. Рѣзцы изъ стали *Rapid, Gebr. Böhler*.

На заводѣ *Cockerill*, въ механическихъ мастерскихъ производящихъ чистовую обработку уже обобваненныхъ на-черно стальныхъ отливокъ, барабанъ для паровой турбины, изъ стали крѣпостью въ 55 кил., имѣющій внутренній ді-

метръ въ 1720 мм., растачивается со скоростью  $1\frac{1}{2}$  оборотовъ въ минуту, чему соотвѣтствуетъ периферическая скорость въ 8,1 м. въ минуту. Глубина погруженія рѣзца 6 мм., подача, за оборотъ шпинделя, 3 мм. При этихъ условіяхъ вѣсь стружки снимаемой въ часъ = 70 килогр.

Тамъ же, чугунный маховикъ (къ газовой воздуходувной машинѣ), діаметромъ въ 7 м. и вѣсомъ въ 52 тонны, обрабатывался съ рабочей скоростью 15 м. въ минуту, при глубинѣ погруженія рѣзца въ 12 мм. и подачѣ рѣзца, за оборотъ шпинделя, въ 3 мм., чему соотвѣтствуютъ 234 кил. стружки снятой въ часъ.

Тамъ же, стальной валъ (крѣпость металла 55 кил.), вѣсомъ въ 22 тонны, обрабатывался со скоростью 15 м. въ минуту при глубинѣ погруженія рѣзца въ 20 мм. и подачѣ въ 2 мм. Вѣсь стружки снимаемой въ часъ былъ 280 килогр.

Тамъ же, чугунный цилиндръ для газоваго двигателя, внутреннимъ діаметромъ въ 1300 мм., растачивался (на цилиндросверлильномъ станкѣ) съ рабочей скоростью въ 20 м. въ минуту, при стружкѣ въ  $10 \times 1,7$  кв. мм., чему отвѣчалъ вѣсь снимаемой въ часъ стружки въ 147 килограммовъ.

Тамъ же, на строгальномъ станкѣ, станина газоваго двигателя строгалась съ рабочей скоростью въ 9 м., при глубинѣ погруженія рѣзца въ 40 мм. и боковой подачѣ суппорта въ 1,3 мм. Вѣсь стружки снимаемой въ часъ составлялъ 202 килограмма.

Тамъ же, офрезовка стальныхъ шатуновъ производится, при ширинѣ стружки въ 150 мм., подачѣ оси фрезы въ минуту въ 50 мм. и при полѣ дѣйствія фрезы въ 8 мм. Вѣсь стружки снимаемой въ часъ 29 кил. (тѣ же условія какъ выше, при той же работѣ, на заводѣ *Борзина*).

Тамъ же, паровозныя рамы (литое желѣзо крѣпостью въ 50 кил.) сверлятся при слѣдующихъ условіяхъ: при діаметрѣ дыръ въ 25 мм., сверло дѣлаетъ въ минуту 220 оборотовъ и подается при каждомъ оборотѣ вдоль оси на 0,4 мм. Вѣсь высверливаемой въ часъ стружки 20 килограммовъ. При діаметрѣ же дыръ въ 50 мм., сверло дѣлаетъ 110 оборотовъ въ минуту, при той же подачѣ въ 0,4 мм. за оборотъ. Стружки высверливается 40 килогр. въ часъ.

Попытки увеличивать приведенныя скорости для токарныхъ, сверлильныхъ и фрезерныхъ станковъ успѣха не

имѣли, такъ какъ учащались перерывы въ работѣ, вызываемые болѣе частой заправкою рѣзцовъ. На строгальныхъ же станкахъ увеличенію скоростей препятствовала конструкція станковъ, не приспособленныхъ (въ этомъ отдѣленіи завода) для большихъ скоростей <sup>1)</sup>.

Сталь для рѣзцовъ (во всѣхъ приведенныхъ примѣрахъ) марки *Novo (J. Colver)*.

На заводѣ *Gebrüder Sulzer*, валь діаметромъ въ 160 мм. (сталь крѣпостью въ 60 кил.) дѣлалъ при обточкѣ его 24 оборота въ минуту (периферическая скорость 12 метровъ въ м.). Площадь снимаемой стружки была  $2 \times 30$  кв. мм. Вѣсъ стружки снимаемой въ часъ 34 килогр. Рѣзцовая сталь марки *Poldi-Hütte*.

Въ мастерскихъ *Société de la Meuse*, дискъ изъ очень жесткой стали, діаметромъ въ 425 мм. дѣлалъ при обточкѣ 15 оборотовъ въ минуту (скорость на окружности 20 м.). Стружка снималась площадью въ  $1,5 \times 15$  кв. мм. Вѣсъ стружки, снятой въ часъ, 22 килогр. Обработанная поверхность (вслѣдствіе большой жесткости матеріала) получалась очень шероховатая.

На заводѣ *Carels Frères*, фрезовка паровозныхъ рамъ производилась при мѣ при слѣдующихъ условіяхъ: фрезуется пакетъ изъ 8-ми штукъ рамъ, толщиною каждая въ 25 мм., фрезами вышиною въ 230 мм. и діаметромъ въ 130 мм., дѣлающими 60 оборотовъ въ минуту. Поле дѣйствія фрезъ 20 мм., подача оси фрезы 30 мм. въ минуту. При этихъ условіяхъ, объемъ стружки, снимаемой въ часъ, составляетъ  $200 \times 30 \times 20 \times 60 = 0,0072$  куб. м., а вѣсъ ея 57 килогр. Фрезы изъ стали *Novo*, фирмы *J. Colver*. Крѣпость обрабатываемаго матеріала 55 килограммовъ.

Въ мастерскихъ *Société anonyme La Brugeoise*, обточка вагонныхъ бандажей производилась съ рабочей скоростью въ 12 м. въ минуту, при площади сѣченія стружки въ  $8 \times 1$  кв. мм., что даетъ 46 кил. стружки снятой въ часъ. Обработываемый матеріалъ весьма жесткій, крѣпостью въ 70 кил. Рѣзцы изъ стали *Novo* фирмы *J. Colver*.

---

<sup>1)</sup> Условія работы, примѣняемыя въ мастерской того же завода, занимающейся грубою черновой обработкою отливокъ и поковокъ, приведены были выше.

На заводѣ *Ernst Schiess*, чистовая обточка шпинделей и валовъ къ металлообдѣлочнымъ станкамъ производится со скоростью не свыше 15 м. въ минуту, т. к. придается особое значеніе продолжительности работы рѣзцовъ безъ заправки и, обусловливаемой этимъ, чистотѣ обрабатываемыхъ поверхностей. Глубина погруженія рѣзца примѣняется въ предѣлахъ отъ 0,5 до 2 мм. и подачѣ, соотвѣтственно, отъ 2 до 1 мм. за оборотъ шпинделя, что даетъ вѣсь стружки снимаемой въ часъ отъ 7,5 до 15 кил. При черновой обточкѣ, площадь стружки повышается до  $20 \times 1$  и  $25 \times 2$  кв. мм., рабочая же скорость понижается до 12 метровъ. Вѣса снятыхъ стружекъ получаютъ при этихъ условіяхъ равными отъ 112 до 280 кил. Сталь для рѣзцовъ примѣняется марокъ: *Krupp*, *Krefeld*, *Ternitz* и другія.

На заводѣ *Collet & Engelhard*, при обточкѣ начисто желѣзныхъ валовъ, примѣняется рабочая скорость въ 40 м. въ минуту, при глубинѣ погруженія рѣзца въ 2 мм. и подачѣ въ 1 мм. (на каждый оборотъ шпинделя). При черновой же обточкѣ стальныхъ валовъ (крѣпостью въ 60 кил.) примѣняются: скорость въ 25 м. въ м., погруженіе рѣзца отъ 5 до 20 мм. и подача отъ 1 до 1,5 мм. При подобныхъ же условіяхъ обтачиваются начерно чугунныя части машинъ. Это даетъ вѣса стружки снятой въ часъ: въ первомъ случаѣ 38 кил., во второмъ отъ 58 до 350 кил. Рѣзцовая сталь марокъ: *Phoenix—Bleckmann* и *Lindenberg—Remscheid*.

На заводѣ *Sächsische M. F., vorm. R. Hartmann*, при строганьи литого желѣза, крѣпостью въ 50 кил., берется стружка въ 20 мм. шириною и въ 1,5 мм. глубиною, причемъ сани движутся со скоростью 20 м. въ минуту. Вѣсь стружки снимаемой въ часъ при этихъ условіяхъ 290 килогр. Тамъ же, при строганьи стальныхъ шатуновъ, берется стружка въ  $5 \times 2$  кв. мм., со скоростью 15 метровъ и снимается въ часъ 72 кил. стружки. Стружка чугунныхъ станинъ, тамъ же, производится со скоростью 12 м въ м., причемъ снимается въ часъ 52 килогр. стружки. Сталь отъ фирмы *Schmidt* въ Вѣнѣ.

Въ центральныхъ желѣзнодорожныхъ мастерскихъ Баденскихъ дорогъ въ *Карлеруэ* (гдѣ быстродействующая сталь примѣняется въ обширныхъ размѣрахъ и на станкахъ всѣхъ специальностей) примѣняются рабочія скорости отъ 6 до 30 м. въ минуту; глубина погруженія рѣзца до

15 мм. и подача до 3 мм. за оборотъ шпиделя. Обмѣровъ съ натуры мною сдѣлано не было, но взятые образчики стружекъ съ колесныхъ и обыкновенныхъ токарныхъ станковъ свидѣлствуютъ о весьма интенсивной ихъ работѣ. Сталь для рѣзцовъ употребляется многихъ марокъ: *Poldihütte, Böhler, Bismarkhütte, Ländenberg, Atkinson-Brothers & Co., Phoenix-Bleckmann* и другія, въ зависимости отъ экономическихъ соображеній.

Все приведенные примѣры, записанные мною, какъ я уже сказалъ наудачу, безъ выбора, представляютъ условія работы не выходящія изъ предѣловъ установленныхъ для обиходныхъ работъ мастерскихъ второй и третьей категорій, не производящихъ грубой черновой обработки издѣлій.

Исходя изъ принципа, что польза отъ примѣненія быстродѣйствующей стали, если, по мѣстнымъ условіямъ, нельзя осуществить ее въ большихъ скоростяхъ и большихъ поперечныхъ сѣченіяхъ снимаемой стружки, можетъ быть осуществлена въ длительной работѣ рѣзцовъ безъ заточки, при скоростяхъ доступныхъ силѣ обыкновенныхъ станковъ. фирма машиностроительнаго завода *Ludwig Loewe* въ Берлинѣ задалась цѣлью выработать, путемъ опыта, нормы рабочихъ скоростей, которыя, превосходя прежнія скорости, примѣнявшіяся при рѣзцахъ изъ обыкновенной стали, не выходили бы за предѣлы, допускаемые силою обыкновенныхъ станковъ и тѣмъ давали бы возможность использовать свойства быстродѣйствующей стали въ обыденныхъ условіяхъ мастерскихъ, не имѣющихъ дѣла съ крупными обрабатываемыми частями и слишкомъ жесткими матеріалами. Организаторы опытовъ имѣли при этомъ въ виду главнымъ образомъ мастерскія ихъ собственной фирмы, которыя (см. ниже *Отдѣлъ IV*) принадлежатъ именно къ этой категоріи мастерскихъ. Опыты производились двоякимъ способомъ: сначала нѣсколько рѣзцовъ, изъ стали различныхъ марокъ, заставляли обтачивать на токарномъ станкѣ, при совершенно одинаковыхъ условіяхъ, и безъ примѣненія охлаждающей струи воды, чугунные и стальные валы. Работа продолжалась до тѣхъ поръ, пока рѣзецъ не терялъ способности къ дальнѣйшей работѣ. Степень длительности работы измѣрялась длиною проточеннаго куска вала. Чѣмъ дольше выстоявалъ рѣзецъ безъ порчи, тѣмъ лучшими признавались

качества стали, изъ которой онъ былъ сдѣланъ. Приэтомъ измѣрялись: валовая работа, поглощенная станкомъ за все время его дѣйствія, и работа, требующаяся для движенія порожняго станка. Разность обѣихъ этихъ работъ давала расходъ работы собственно на снятіе стружки. Кромѣ того, взвѣшивалось все количество снятыхъ стружекъ.

При второй серіи опытовъ, испытывались рѣзцы изъ одного и того же сорта стали, но при переменныхъ условіяхъ работы, именно, при постепенно увеличиваемыхъ рабочихъ скоростяхъ и подачахъ рѣзца. Приэтомъ наблюдалось какое вліяніе производило это нарощеніе скоростей и подачъ на степень гладкости и чистоты обработанной поверхности. Кромѣ того, какъ и при первой серіи опытовъ, измѣрялась работа, расходуемая на рѣзаніе металла и вѣсь снятой стружки. По окончаніи опытовъ на токарныхъ станкахъ, они продолжались на строгальныхъ, сверлильныхъ и фрезерныхъ станкахъ. При опытахъ надъ строгальными станками, скорости нѣсколько увеличивались, по сравненію съ токарными станками, т. к. строгальные рѣзцы работаютъ лишь періодически и имѣютъ время нѣсколько охладиться въ промежуткахъ между двумя снимаемыми стружками. При испытаніи сверль (спиральныхъ), примѣнялся тотъ же принципъ, что и при опытахъ на токарныхъ станкахъ, именно: сверла оставлялись работать, безъ охлажденія ихъ струею воды, до тѣхъ поръ пока не портились ихъ рѣзущія кромки. Въ первой серіи опытовъ, испытывались сверла изъ стали различныхъ марокъ, при однихъ и тѣхъ же условіяхъ работы, а во второй серіи — сверла изъ одной и той же стали, но при переменныхъ рабочихъ скоростяхъ. Самая работа состояла въ просверленіи въ одной и той же стальной, или чугунной плитѣ ряда дыръ одинаковаго діаметра. Число дыръ, просверленныхъ сверломъ безъ его порчи, измѣряло степень его стойкости. Измѣрялись попережнему, какъ расходъ работы на рѣзаніе, такъ и вѣсь стружки высверленной въ часъ.

Испытанія фрезъ производились двоякимъ образомъ: сначала надъ одною и тою же фрезею, при постоянной рабочей скорости и подачѣ, но при переменномъ поперечномъ сѣченіи стружки, затѣмъ надъ такою же фрезею, но при переменныхъ скоростяхъ и подачахъ оси фрезы.



При всѣхъ вообще опытахъ, параллельно съ инструментами изъ быстродѣйствующей стали, испытывались и инструменты изъ обыкновенной, хорошей углеродистой стали.

Опыты эти дали возможность сдѣлать слѣдующіе общіе выводы: чрезмѣрное увеличеніе рабочихъ скоростей и площадей сѣченія стружекъ на токарныхъ станкахъ имѣетъ слѣдствіемъ, не только сильное (абсолютное) возростаніе расхода движущей силы, но и уменьшеніе вѣса стружки, снимаемой въ единицу времени, а также чрезмѣрное напряженіе станковъ. Оставаясь же въ благоразумныхъ предѣлахъ увеличенія скоростей и сѣченій стружки, можно значительно выгадать въ производительности станковъ, по сравненію съ случаями примѣненія на нихъ рѣзцовъ изъ обыкновенной стали.

Въ строгальныхъ станкахъ, принимая даже во вниманіе невозможность увеличить, параллельно рабочей скорости, также и скорость холостого хода саней,<sup>1)</sup> все таки представляется выгода примѣнять быстродѣйствующую сталь, какъ выдерживающую большія скорости и большія сѣченія стружекъ.

Въ обоихъ предыдущихъ случаяхъ, помимо большихъ скоростей и сѣченій стружки, достигается еще и большая длительность работы рѣзцовъ безъ заточки, сокращаются перерывы въ работѣ и уменьшается расходъ на заправку рѣзцовъ и на покупку для нихъ стали. При работѣ сверль, главнѣйшая выгода примѣненія быстродѣйствующей стали заключается не въ большихъ рабочихъ скоростяхъ и подачахъ, а въ большей длительности работы сверла, безъ порчи и, слѣдовательно, въ большей продуктивности его работы.

По отношенію къ работѣ фрезъ, выяснилось, что удѣльная работа, расходуемая собственно на рѣзаніе, отнесенная къ единицѣ вѣса снятой стружки, уменьшается съ увеличеніемъ подачи оси фрезы.

Всѣ эти выводы, правда, не представляютъ собою чего-либо безусловно новаго, но абсолютныя цифры скоростей, зарегистрированныя при этихъ опытахъ, имѣютъ большое

<sup>1)</sup> Въ строгальныхъ станкахъ скорость эта и безъ того уже дѣлается всегда предѣльною, какую только допускаютъ конструкція и прочность станка, такъ что увеличивать ее еще болѣе безусловно опасно. Въ настоящее время однакоже уже строятся строгальные станки, въ коихъ принято во вниманіе это обстоятельство.

практическое значеніе, такъ какъ могутъ служить руководствомъ для всѣхъ мастерскихъ, *находящихся въ аналогичныхъ условіяхъ*, а число таковыхъ весьма велико.

Допустимыя въ обыденной заводской практикѣ рабочія скорости, при обработкѣ металловъ различной степени твердости, выяснившіяся при опытахъ фирмъ *L. Loewe*, приведены въ таблицѣ VI-й.

## Таблица VI.

Рабочія скорости въ метрахъ въ минуту.

Родъ обрабатываемаго матеріала	Обыкновенная углеродистая инструментальная сталь			Быстродѣйствующая сталь		
	Токарные стругальные и долбежные резцы	Сверла	Фрезы	Токарные стругальные и долбежные резцы	Сверла	Фрезы
Чугунъ . . . . .	6—10	5—9	12—16	14—20	12—18	25—38
Машинная сталь	7—9	6—8	13—18	16—24	14—20	30—40
Кованное желѣзо	10—13	7—9	20—25	22—32	18—25	45—60
Латунь . . . . .	13—19	9—14	25—38	30—40	25—32	60—75

Зарегистрированные мною и приведенные выше практическіе примѣры скоростей находятся, какъ мы видимъ, всѣ въ предѣлахъ цифръ этой таблицы.

Что касается допустимыхъ при этихъ скоростяхъ площадей сѣченія стружки, то производители опытовъ рекомендуютъ руководствоваться конструкціею и силою станковъ, имѣющихся въ распоряженіи, причемъ конечно имѣются въ виду обыкновенные станки, *не приспособленные для работы съ большими поперечными сѣченіями стружекъ*.

## Отдѣлъ II.

Пневматическія устройства и инструменты; ихъ  
конструкція, практика и степень экономической  
выгодности.

Примѣненіе въ технику сжатого воздуха <sup>1)</sup> началось уже около тридцати лѣтъ тому назадъ, причемъ, прежде всего, онъ былъ примѣненъ замѣнить гидравлической силы, для приведенія въ дѣйствіе клепальныхъ машинъ и подъемныхъ крановъ. Въ клепальныхъ машинахъ этого первоначальнаго періода, сжатый воздухъ дѣйствовалъ, при посредствѣ поршня, на оконечность рычага, усиливавшего его давленіе; обжимка заклепочной головки производилась за одинъ ходъ поршня, спокойнымъ давленіемъ, тоестъ безъ ударовъ. Впослѣдствіи, какъ мы увидимъ ниже, были изобрѣтены пневматическія клепалки другого принципа дѣйствія. Поводомъ къ замѣнѣ воды сжатымъ воздухомъ послужило нерѣдкое замерзаніе воды въ водоразводной сѣти гидравлическихъ устройствъ, въ особенности на верфяхъ и мостостроительныхъ заводахъ, гдѣ работа производится въ холодныхъ эллингахъ, или прямо на дворахъ, а также и то обстоятельство, что, при гидравлическихъ механизмахъ, для отвода отработавшей воды, требуется устройство отводящей трубной сѣти, воздухъ же, отработавшій въ пневматическихъ устройствахъ, выпускается прямо въ атмосферу. Съ развитіемъ электротехники, конкурентами пневматическимъ двигателямъ явились двигатели электрическіе, но преимущества, въ нѣкоторыхъ отношеніяхъ, сжатого воздуха надъ электричествомъ, въ указанныхъ выше двухъ отрасляхъ примѣненія (клепалки и краны), дѣлаетъ выборъ между этими двумя энергіями спорнымъ, еще и въ настоящее время. Преимущества эти состоятъ въ томъ, что во-первыхъ, при примѣненіи электрическихъ двигателей, требуется предварительно преобразовать круговращательное движеніе въ поступательное; затѣмъ перегрузка электрическихъ двигателей вызываетъ ихъ порчу, а перегрузка пневматическихъ ограничивается лишь остановкою работы двигателя; наконецъ ремонтъ элект-

<sup>1)</sup> Я не касаюсь здѣсь примѣненія его въ тормозахъ и желѣзнодорожной сигнализацин, а имѣю въ виду лишь примѣненіе его въ различныхъ формообдѣлочныхъ процессахъ, связанныхъ съ машиностроеніемъ.

ромоторовъ сложнѣе и дороже. Вслѣдствіе этого, примѣненіе пневматическихъ клепалокъ, и въ особенности краповъ, не только не прекратилось, но расширяется все болѣе и болѣе. Немаловажнымъ поводомъ къ тому служить еще то обстоятельство, что по плавности дѣйствія, пневматическіе краны должны быть поставлены выше всѣхъ другихъ типовъ крановъ. Плавность эта объясняется отсутствіемъ цѣпей и блоковъ, служащихъ поводомъ къ ударамъ и сотрясеніямъ, въ нѣкоторыхъ же производствахъ (напримѣръ, въ литейномъ дѣлѣ, при подъемѣ заформованныхъ опокъ), такія сотрясенія безусловно недопустимы.

Въ обѣихъ упомянутыхъ выше отрасляхъ примѣненія, пневматическіе двигатели производятъ механическую работу, превосходящую работу мускуловъ человѣка, а потому можно говорить о конкуренціи ихъ лишь съ механическими же двигателями. Но въ послѣдніе десять—пятнадцать лѣтъ, возникъ цѣлый рядъ новыхъ отраслей примѣненія пневматическихъ двигателей, въ которыхъ они приводятъ въ дѣйствіе исполнительные инструменты, приводившіеся до тѣхъ поръ въ движеніе исключительно руками человѣка. По отношенію къ такимъ двигателямъ, возникаетъ уже вопросъ не только о техническихъ ихъ преимуществахъ, но и о степени экономической ихъ выгоды, по сравненію съ ручною работою.

Эта новая отрасль примѣненія сжатого воздуха возникла впервые въ Америкѣ, въ пятидесятихъ годахъ истекшаго столѣтія, и съ тѣхъ поръ получила тамъ огромное распространеніе, не только на крупныхъ, но даже на малыхъ заводахъ, а затѣмъ постепенно сдѣлалась достояніемъ и европейскихъ заводовъ, такъ что въ настоящее время, не только сами пневматическіе инструменты, но и компрессоры, служащіе для воспроизведенія сжатого воздуха, необходимаго для ихъ дѣйствія, сдѣлались ходовымъ рыночнымъ продуктомъ, т. е. могутъ быть приобретаемы любыхъ размѣровъ, безъ особаго заказа.

Общій принципъ устройства и дѣйствія ручныхъ пневматическихъ инструментовъ состоитъ въ слѣдующемъ: въ цилиндръ, удерживаемый во время работы руками рабочаго, вставленъ поршень, приводимый, впускаемымъ въ цилиндръ сжатымъ воздухомъ, въ прямолинейное переменнo-возврат-

ное движеніе, которое, или вызываетъ рядъ ударовъ на оконечность *свободнаго* исполнительнаго механизма (напримѣръ, зубила, чеканки, клепальной штампы), или же передается сочлененному съ поршнемъ, *несвободному* исполнительному механизму (напримѣръ сити, трамбовкѣ, ожимной штампѣ и т. д.).

Серьезное неудобство пневматическихъ ручныхъ инструментовъ, служившее долгое время тормазомъ ихъ распространенію, состоитъ въ томъ, что всякая перемѣна направленія хода поршня сопровождается ударомъ (*отдачею*), испытываемымъ цилиндромъ, слѣдовательно и рабочимъ, удерживающимъ его въ своихъ рукахъ. Вслѣдствіе этого, не только требуется со стороны послѣдняго приложеніе значительнаго мускульнаго напряженія, для прочнаго удержанія инструмента, но и вызывается болѣзненное ощущеніе въ рукахъ отъ ударовъ. Съ теченіемъ времени, конструкція пневматическихъ ручныхъ инструментовъ совершенствовалась все болѣе и болѣе и примѣненіе современныхъ инструментовъ этого рода требуетъ со стороны рабочаго уже значительно меньшаго напряженія, по сравненію съ первоначальными ихъ прототипами, но въ первое время ихъ введенія, это неудобство вызывало со стороны рабочихъ сильную оппозицію. Немало усиливало эту оппозицію и страхъ пониженія заработка, такъ какъ каждый такой инструментъ производилъ количество работы, эквивалентное работѣ отъ трехъ до десяти и болѣе рабочихъ, работающихъ обыкновенными ручными инструментами.

Практичные американцы побороли эту оппозицію слѣдующею мѣрою: они роздали пневматическіе инструменты чернорабочимъ изъ переселенцевъ, не владѣвшимъ знаніемъ никакихъ специальныхъ ремеслъ и служившимъ потому на заводахъ, въ качествѣ простыхъ поденныхъ чернорабочихъ. Пневматическій инструментъ, не требуя со стороны рабочаго знанія ремесла, давалъ ему возможность перейти прямо изъ поденщиковъ въ разрядъ слесарей, работать за слѣльную плату и тѣмъ значительно увеличить свой заработокъ. Перспектива эта оказалась столь заманчивою, что, ради нея, можно было претерпѣть и излишнее напряжение и утомленіе, а потому пневматическіе инструменты быстро вошли въ употребленіе. Спустя самый короткій періодъ времени, заправ-

скіе мастеровые (слесаря, клепальщики) увидали, что дальнѣйшее продолженіе подобнаго порядка вещей грозитъ серьезнымъ ущербомъ ихъ матеріальнымъ интересамъ и безпрекословно принялись сами за работу пневматическими инструментами, которые укоренились вскорѣ на машиностроительныхъ заводахъ и верфяхъ настолько прочно, что, когда нѣкоторые изъ мелкихъ владѣльцевъ мастерскихъ, найдя, что содержаніе пневматическихъ устройствъ, вслѣдствіе узкости ихъ примѣненія въ ихъ мастерскихъ, плохо рентируется, задумали отъ нихъ отказаться и возвратиться къ ручнымъ работамъ, то сами рабочіе воспротивились тому и пневматика въ этихъ мастерскихъ была сохранена.

Въ европейскихъ мастерскихъ, къ энергичной мѣрѣ американцевъ прибѣгать не пришлось, во-первыхъ потому, что тамъ не было переселенцевъ — паріевъ ремесла, во-вторыхъ потому, что пневматическіе инструменты появились въ Европѣ уже значительно позднѣе, когда они успѣли получить болѣе совершенную конструкцію, облегчавшую работу ими и когда выгодность ихъ, по сравненію съ ручными инструментами, подтвердилась не только съ точки зрѣнія интересовъ хозяевъ, но и съ точки зрѣнія интересовъ рабочихъ. Тѣмъ не менѣе, и въ европейскихъ мастерскихъ, довольно долго еще существовало убѣжденіе, что работать пневматическими инструментами могутъ лишь немногіе рабочіе, особенно сильнаго сложенія. Я помню, что еще въ 1903 году, пневматическіе инструменты составляли большую диковину и примѣнялись не только изъ экономическихъ соображеній, сколько въ качествѣ любопытной новинки. Я помню какъ въ котельной центральныхъ желѣзнодорожныхъ мастерскихъ въ *Карлсруэ* мнѣ показывали двухъ гигантовъ — мастеровыхъ, которые будто бы *одни* могли работать пневматическимъ зубиломъ и чеканкою.

Въ прекрасныхъ желѣзнодорожныхъ мастерскихъ Восточной французской желѣзной дороги въ *Эпернэ*, мнѣ рассказывали, что примѣненіе пневматическихъ инструментовъ въ первое время вовсе было не пошло; правда, это былъ первый еще во Франціи случай примѣненія этого рода инструментовъ.

Въ настоящее время, напротивъ того, трудно встрѣтить въ западной Европѣ такой заводъ, на которомъ бы эти

инструменты не примѣнялись, притомъ не только въ рукахъ какихъ-либо особенно сильныхъ рабочихъ, а нерѣдко въ рукахъ подростковъ.

Во время послѣдняго моего объѣзда западно-европейскихъ заводовъ, лѣтомъ 1909 г., я встрѣчалъ эти инструменты рѣшительно вездѣ, притомъ не только въ котельныхъ, но и сборныхъ, литейныхъ и механическихъ мастерскихъ (см. описаніе посѣщенныхъ заводовъ). Кое-гдѣ впрочемъ и понынѣ еще не преодолѣно предубѣжденіе противъ этого рода инструментовъ, такъ напримѣръ, на образцовомъ во всѣхъ отношеніяхъ заводѣ братьевъ *Карельс* въ Гентѣ, мнѣ говорили, что, несмотря на совершенное убѣжденіе въ выгодности примѣненія подобныхъ инструментовъ администраціи завода, ввести ихъ всетаки не удалось, вслѣдствіе оппозиціи со стороны рабочихъ, боящихся пониженія заработка и это несмотря на то, что на всѣхъ другихъ выдающихся заводахъ Бельгіи пневматическіе инструменты находятся уже въ широкомъ примѣненіи.

Въ новѣйшее время кругъ примѣненія пневматическихъ инструментовъ расширился еще болѣе, благодаря примѣненію къ нимъ ротативнаго принципа, который осуществляется въ нихъ, какъ увидимъ ниже, двояко: или путемъ преобразования поступательнаго вращенія поршней въ круговращательное, или прямо примѣненіемъ ротативныхъ двигателей. Правда, въ томъ и другомъ случаяхъ, не только значительно устраняется конструкція инструмента, но и увеличивается его вѣсъ, но зато выгода примѣненія такихъ инструментовъ, по сравненію съ ручною трещеткою, ручнымъ вороткомъ, ручною раскаткою и т. п., настолько велика, что они быстро привились и выполняютъ самыя разнообразныя функціи: сверленіе и развертываніе дыръ, наръзку рѣзьбы, раскатку концовъ трубъ, внутреннюю и наружную ихъ очистку отъ нагара и накипи и т. п. Кромѣ примѣненія въ механизмахъ, съ прямолинейнымъ или ротативнымъ движеніемъ инструмента, сжатый воздухъ примѣняется въ настоящее время въ машиностроеніи и непосредственно, для нижеслѣдующихъ цѣлей: для очищенія станковъ отъ стружекъ и пыли, во время ихъ бездѣйствія; для сдуванія стружекъ изъ подъ рѣзцовъ, во время работы послѣднихъ, на станкахъ строгальныхъ, фрезерныхъ и сверлильныхъ, при



обработкѣ чугуна; для обдуванія наковаленъ въ кузницахъ и моделей въ литейныхъ; для распыливанія краски при окрашиваніи; для выбрасыванія струи песка въ пескоструйныхъ аппаратахъ; для распыливанія керосина въ горѣлкахъ и т. д.

Помимо причинъ, приведенныхъ выше, распространенію пневматическихъ инструментовъ мѣшала въ первое время невыясненность вопроса о степени экономической выгоды ихъ примѣненія, или, точнѣе говоря, преувеличенное убѣжденіе въ этой выгодности, сложившееся на основаніи американскихъ данныхъ. Дѣло въ томъ, что, сами по себѣ, данныя эти не были преувеличены, но совершенно упускалось изъ виду, что онѣ относились къ случаямъ широкой постановки дѣла и не могли оправдаться при опытахъ въ малыхъ размѣрахъ. Помимо того, что эксплуатація пневматическаго устройства малыхъ размѣровъ обходится столь же дорого какъ крупнаго, каждое устройство этого рода, независимо отъ его величины, дѣйствуетъ тѣмъ экономичнѣе, чѣмъ полнѣе оно утилизируется, то есть чѣмъ короче его простой внѣ дѣйствія. Принципъ этотъ выясненъ окончательно лишь въ новѣйшее время, до выясненія же его, допускались обыкновенно, при устройствѣ пневматическихъ сооружений, двѣ грубыя ошибки: компрессоры строились непропорціонально большими и, вмѣсто ограниченнаго числа пневматическихъ инструментовъ однообразнаго дѣйствія, но зато интенсивно работающих, вводилось сразу большое число разнохарактерныхъ инструментовъ, сравнительно рѣдко и недолго находившихся въ работѣ. То и другое вело къ пониженію полезнаго дѣйствія всего устройства, доходившему до того, что ручная работа оказывалась, въ концѣ концовъ, дешевле пневматической. Въ настоящее время признается непреложнымъ, что пневматическое устройство, расходующее менѣе 10 куб. метровъ атмосфернаго воздуха въ минуту, или занятое менѣе одной четверти всего рабочаго времени въ году, рентируется плохо, или вовсе не рентируется, то есть производитъ работу дороже, по сравненію съ ручной работою. Конечно, цифры эти лишь приближительныя и допускаютъ отступленія, но во всякомъ случаѣ ихъ не мѣшаетъ имѣть въ виду, при предварительныхъ соображеніяхъ. Точный методъ подсчета прибыльности при-

мѣненія пневматическихъ инструментовъ, по сравненію съ ручною работою, будетъ приведенъ въ концѣ настоящаго отдѣла. Здѣсь же я упомяну еще о нѣкоторыхъ обстоятельствахъ побочнаго характера, говорящихъ въ пользу примѣненія пневматическихъ инструментовъ.

Примѣненіе ихъ уменьшаетъ зависимость мастерской отъ недостаточнаго предложенія рабочихъ рукъ и отъ вытекающей отсюда дороговизны рабочаго труда. Этимъ объясняется, почему примѣненіе пневматическихъ инструментовъ, позволяющихъ, при выполненіи слесарныхъ и котельныхъ работъ, пользоваться простыми чернорабочими, началось и прочно укрѣпилось прежде всего въ странахъ, недостаточно обезпеченныхъ рабочими руками и вынужденныхъ платить высокую заработную плату. Съ другой стороны, сами рабочіе, примѣняющіе эти инструменты, освобождаются отъ многихъ неудобствъ и опасности для здоровья, сопряженныхъ съ примѣненіемъ мускульнаго труда и ручныхъ инструментовъ. Наконецъ, выгоду первостепенной важности представляетъ также возможность, не увеличивая размѣровъ и рабочаго персонала мастерской, поднять значительно ея производительность и тѣмъ понизить долю накладныхъ расходовъ, падающихъ на издѣлія, а слѣдовательно, и заводскую стоимость послѣднихъ.

Прежде нежели перейти къ практикѣ пневматическихъ инструментовъ въ современной строительной техникѣ, считаю небезполезнымъ привести чертежи и описаніе способа дѣйствія главнѣйшихъ ихъ типовъ, въ наиболѣе распространенныхъ ихъ конструкціяхъ, причемъ, во избѣжаніе односторонности, я приведу конструкціи *различныхъ* фирмъ этой специальности.

Пневматическіе приборы, съ прямолинейнымъ движеніемъ исполнительнаго инструмента, раздѣляются на два класса. Въ приборахъ перваго класса, распредѣленіе работы сжатаго воздуха производится самимъ рабочимъ поршнемъ, который, такимъ образомъ, соединяетъ въ себѣ также и функціи золотника. Въ приборахъ втораго класса, распредѣленіе производится особымъ золотникомъ, независимымъ отъ рабочаго поршня.

На *фиг. 2, Таблицы I* изображенъ въ разрѣзѣ, въ 1:2 н. в., *пневматическій молотокъ* перваго класса, одной изъ

первоначальныхъ конструкцій <sup>1)</sup> механизмовъ этого рода. Вышшимъ своимъ видомъ онъ нѣсколько напоминаетъ револьверъ большого калибра, въ дульной части котораго заключенъ самый механизмъ молотка, рукояточная же часть котораго, заключающая въ себѣ воздухопускной клапанъ, служитъ для удержанія инструмента въ рукѣ и для управленія дѣйствіемъ сжатого воздуха. Исполнительный инструментъ (зубило, чеканка) вставляется въ стволъ инструмента свободно и ничѣмъ не связанъ съ его поршнемъ. Механизмъ молотка имѣетъ слѣдующее устройство (см. *фиг. 2*): стальная цилиндрическая коробка (1) служитъ цилиндромъ движущемуся въ ней поршню (2), который собственно и играетъ роль слесарнаго молотка, нанося удары по головкѣ инструмента (13), вставленнаго въ гранную, или цилиндрическую втулку (4), которая, будучи загнана въ коробку (1) натуго, удерживаетъ инструментъ въ правильномъ положеніи. Сработавшаяся втулка можетъ быть быстро замѣнена новою, запасною. На противоположный конецъ коробки (1) накручена бронзовая рукоятка (5), снабженная шпингалетомъ (6) и каналомъ (7), въ которомъ помѣщенъ, надавливаемый постоянно кверху пружиною, клапанъ (8). Въ карѣзанный изнутри патрубокъ (9) ввертывается гайка гибкаго рукава, сообщеннаго съ воздухопроводомъ. Коль скоро рабочій, взявъ въ правую руку молотокъ за рукоятку (5), нажметъ пальцемъ на шпингалетъ (6), клапанъ (8) опускается книзу и открываетъ доступъ сжатому воздуху въ каналъ (10). Изъ этого канала воздухъ, черезъ отверстіе (11), попадаетъ внутрь коробки, давитъ на заплечикъ поршня (2) и заставляетъ послѣдній продвинуться внутрь коробки (холостой ходъ поршня). Движеніе это продолжается до тѣхъ поръ, пока каналы (12—12) поршня, заглушенные до тѣхъ поръ направляющею проточкою коробки, не откроются въ пространство наполненное сжатымъ воздухомъ. Коль скоро это произошло, воздухъ, по каналамъ (12—12), направится въ пространство (15) и, давя на поверхность поршня большую по сравненію съ поверхностью его заплечика, сообщитъ поршню быстрый толчокъ впередъ и заставитъ его нанести ударъ по головкѣ инструмента. (На чертежѣ изображенъ

<sup>1)</sup> Конструкція американскаго завода *Chicago-Pneumatic-Tool Co.*

моментъ начала рабочаго хода поршня). Когда поршень придетъ въ крайнее переднее его положеніе, каналы (12—12) открываются въ пространство (14), сообщающееся съ атмосферою, и сжатый воздухъ изъ пространства (15) выбрасывается въ атмосферу; тогда, давленіемъ сжатаго воздуха на заплечики, поршень снова оттягивается назадъ, чтобы получить новый рабочій толчокъ впередъ и произвести новый ударъ. Эти колебательныя движенія поршня взадъ и впередъ, а потому и наносимые имъ удары, будутъ продолжаться автоматически до тѣхъ поръ, пока рабочій, отпустивъ нажатый шпингалетъ, не заставитъ клапанъ (8) подняться и прекратить доступъ въ инструментъ сжатому воздуху.

Обрабатывающіе инструменты, изъ которыхъ, въ видѣ примѣра, изображено зубило (13), должны имѣть головки, задѣланныя какъ показано на чертежѣ и входить въ наколочникъ молотка плотно, безъ качанія, но и не слишкомъ туго. Конецъ головки долженъ нѣсколько выдаваться изъ втулки (4) внутрь камеры (14). Головка не должна быть смята, или скошена, иначе удары молотка по ней не будутъ направлены вдоль оси инструмента. Приемы самой работы (см. *фиг. 3* и *4*, той же таблицы) слѣдующіе: рабочій беретъ рукоятку молотка въ правую руку, наложивъ большой палецъ этой руки на головку шпингалета. Исполнительный же инструментъ (чеканку, или зубило) онъ беретъ обычнымъ приемомъ въ лѣвую руку и крѣпко нажимаетъ цилиндръ молотка на заплечикъ инструмента, вслѣдствіе чего и самый инструментъ нажимается на обрабатываемую поверхность (лезвее инструмента смазывается предварительно слегка масломъ). Тогда, надавивъ пальцемъ на шпингалетъ, онъ впускаетъ въ цилиндръ воздухъ и приводитъ молотокъ въ дѣйствіе. Только имѣя прочную опору въ точкѣ приложенія лезвее инструмента къ обрабатываемой поверхности, можно прочно удерживать молотокъ во время его дѣйствія. Коль скоро же онъ будетъ отнять отъ головки инструмента, онъ получитъ весьма сильныя сотрясенія, тѣмъ большія, чѣмъ выше рабочая упругость воздуха. (Упругость эта избирается обыкновенно въ предѣлахъ 5—7 атмосферъ). Поэтому, прежде чѣмъ отнять молотокъ съ инструментомъ отъ обрабатываемой поверхности, необходимо отпустить шпингалетъ и тѣмъ прекратить притокъ воздуха въ приборъ.

Молотки описаннаго типа, не имѣющіе спеціальнаго воздухораспредѣлителя, отличаются болѣе короткимъ ходомъ поршня и производятъ болѣе слабые, но зато болѣе частые удары (до 15000 въ минуту). Молотки второго класса, въ которыхъ распредѣленіе воздуха производится особымъ золотникомъ, независимымъ отъ рабочаго поршня, имѣютъ ходъ поршня болѣе длинный и производятъ удары значительно болѣе сильные, но зато и болѣе рѣдкіе (не выше 2000 въ минуту).

Подробныя чертежи одного изъ подобныхъ молотковъ приведены на *фиг. 5 (A—B—C—D) Таблицы II*<sup>1)</sup>, въ 3:4 натуральной величины. Четыре фигуры этой таблицы изображаютъ четыре разрѣза одного и того же молотка, въ различныхъ стадіяхъ его дѣйствія, т. е. при различныхъ положеніяхъ поршня, причемъ плоскость разрѣза фигуръ *A—B* перпендикулярна къ плоскости разрѣза фигуръ *C—D*. Поршень (3) этого молотка движется въ цилиндрѣ (2), производя удары на оконечность (9) исполнительнаго инструмента, вставленнаго во втулку (10). На цилиндръ наворачивается своею втулкою (7) рукоятка (1) и закрѣпляется контргайкою (8). Шпингалеть (30), дѣйствующій, при посредствѣ штифта (32), на поршень (33), служитъ для впуска воздуха въ приборъ, по каналу (11), и для прекращенія этого впуска. Пружина (34), упирающаяся нижнимъ концомъ въ пробку (35), а верхнимъ въ поршень (33), давить послѣдній постоянно кверху и, при прекращеніи нажатія на шпингалеть, заставляеть поршень закрыть воздуховпускной каналъ. Втулка (36) служитъ для ввинчиванія воздухоподводящаго рукава. Золотниковая коробка (5), съ продѣланными въ ней каналами (12, 22 и 20), закрытая крышкою (6), подвинчиваніемъ рукоятки (1), плотно зажимается между уступомъ этой послѣдней и торцевою оконечностью цилиндра (2). Внутри этой коробки можетъ двигаться воздухораспредѣлительный золотникъ (4), предѣлы перемѣщеній котораго ограничиваются, съ одной стороны выступомъ крышки (6), съ другой выступомъ коробки (5), какъ это видно изъ двухъ крайнихъ положеній поршня, изображенныхъ на *фиг. C—D* и *A—B*. Въ моментъ, изображенный на *фиг. A*, поршень (3)

<sup>1)</sup> Конструкція, единственнаго пока на русской почвѣ, завода пневматическихъ машинъ въ С.-Петербургѣ (см. объявленія).

только что произвелъ рабочій ударъ. Сжатый воздухъ изъ канала (12) направляется въ кольцевидную проточку (13) золотника, а изъ нея, по каналамъ (14, 14, 15, 15) въ пространство (16) впереди поршня. Въ это время отработавшій воздухъ, изъ пространства (17) позади поршня, выходитъ по каналамъ 18, 19, 20 въ кольцеобразную проточку (21) золотника, а затѣмъ, черезъ каналъ (22) и выпускное окно (23), въ атмосферу, вслѣдствіе чего давленіе на лѣвую сторону поршня падаетъ и онъ, подъ вліяніемъ давленія на правую его сторону, начинаетъ двигаться справа налѣво. Придя въ положеніе, представленное на фиг. *B*, поршень закроетъ отверстіе (18) и приведетъ каналъ (24) въ сообщеніе съ своею кольцевидною проточкою (25). Съ этого момента, дальнѣйшій выпускъ воздуха изъ пространства (17) въ атмосферу становится невозможнымъ и воздухъ въ этомъ пространствѣ начинаетъ сжиматься. Съ этого же момента, воздухъ находящійся по лѣвую сторону воздухораспределительнаго золотника, т. е. въ камерѣ (27), устремившись по каналу (26) въ проточку (25) поршня, а изъ нея въ каналы (24, 19 и 20), входитъ въ проточку (21) золотника, а затѣмъ по каналу (22), черезъ выпускное окошко (23) выходитъ въ атмосферу. Вслѣдствіе этого, давленіе на лѣвую сторону золотника (4) упадетъ, а такъ какъ на правую его сторону давитъ воздухъ, сжатый въ пространствѣ (17), то, подъ вліяніемъ этого давленія, золотникъ передвинется справа налѣво и займетъ положеніе, изображенное на фиг. *C*. Коль скоро золотникъ придетъ въ это положеніе, сжатый воздухъ устремится по каналамъ (11, 12) въ пространство (17) и сообщитъ поршню толчокъ вправо. Чтобы при этомъ рабочемъ своемъ движеніи, поршень могъ двигаться съ полною скоростью и произвести ударъ полной силы, необходимо удалить отработавшій воздухъ изъ пространства (16) впереди его. Удаленіе это производится по каналу (15) въ полость (21), а изъ нея по каналу (22) въ выпускное окно (23). Коль скоро поршень придетъ въ положеніе близкое къ конечному правому его положенію, т. е. передъ самымъ моментомъ нанесенія удара (см. фиг. *D*), онъ откроетъ прикрывавшееся имъ до того отверстіе (26), черезъ которое воздухъ изъ пространства позади поршня устремится по каналу (26) въ пространство (27), вслѣдствіе

чего давленіе на правую и лѣвую поверхность золотника (4) уравнивается. А такъ какъ лѣвая грань золотника имѣетъ площадь бѣльшую, нежели правая, то, подѣ влияніемъ разности давленій, золотникъ перебросится въ правое крайнее его положеніе. Вслѣдствіе этого, повторяются явленія, соотвѣтствующія положенію всѣхъ частей представленному на фиг. А, т. е. сжатый воздухъ устремится черезъ капаль (12), полость (13) и каналы (14—15) въ пространство (16) по правую сторону поршня и послѣдній будетъ отброшенъ въ крайнее лѣвое его положеніе.

Для того, чтобы поршень во время рабочаго своего хода, могъ развивать наибольшую живую силу и наносить по головкѣ инструмента наиболѣе сильныя удары, холостой же свой ходъ совершать съ уменьшенной скоростью, каналамъ 12, 13, 21, 22 и 23 приданы увеличенныя поперечныя сѣченія, по сравненію съ каналами 14 и 15. Такъ какъ перекидка золотника, въ концѣ рабочаго хода поршня, производится безъ сжатія воздуха впереди поршня, то живая сила послѣдняго не уменьшается и ударъ не ослабляется. Достоинство описанной конструкціи состоитъ еще въ томъ, что попаданіе сжатого воздуха изъ пространства (17) въ пространство (27) и обратно, путемъ просачиванія черезъ неплотности между стѣнками коробки и золотника невозможно, потому что просачивающійся воздухъ встрѣчаетъ на пути своемъ выпускной каналъ (22) и черезъ него и отверстіе (23) удаляется въ атмосферу, не повліявъ на разность давленій въ пространствахъ (17) и (27). Благодаря этому, несвоевременная, самовольная перекидка золотника совершенно предупреждена.

Устройство *клепальныхъ пневматическихъ молотковъ* видно изъ разрѣзнаго чертежа подобнаго молотка <sup>1)</sup>, представленнаго, въ 1:2 нат. величины, на *фиг. 6, Табл. III-й*. Молотокъ этотъ, служащій для расклепки въ горячемъ состояніи головокъ заклепокъ, принадлежитъ также къ классу пневматическихъ приборовъ, съ распредѣленіемъ воздуха особымъ золотникомъ. На чертежѣ изображаютъ: (1) рукоятка; (2) втулка впускного клапана; (3) впускной клапанъ; (5) запорная пробка; (6) пружина впускного клапана; (7а—7б)

<sup>1)</sup> Система *Kühn*, конструкція завода *Pokorny & Wittekind*.

шпингалеть и его штифтъ; (8) втулка съ фильтровальнымъ ситомъ; (9) патрубокъ для надѣванія воздухоподводящаго рукава; (10) скрѣпной штифтъ; (11) его пружина; (12) воздухо-распредѣлительный золотникъ; (13) его коробка; (14) крышка коробки; (15) рабочій цилиндръ; (16) поршень; (18a и 18b) ожимной штемпель; (19) пружина штемпеля; (21) предохранительное кольцо. Способъ дѣйствія этого клапаннаго молотка слѣдующій: воздухопускной клапанъ (3) имѣетъ форму цилиндра, скользящаго во втулкѣ (2) и передвигаемаго направо шпингалетнымъ штифтомъ (7b), при нажатіи на шпингалеть (7a). При освобожденіи шпингалета, штифтъ выталкивается его пружиною (4) изъ отверстія въ клапанѣ (3) и поднимается кверху, клапанъ же, подъ дѣйствіемъ пружины (6), стремится постоянно занять самое лѣвое его положеніе и запереть впускъ воздуха въ приборъ. Распредѣлительный золотникъ (12) направляетъ своими крайними головками рабочій воздухъ, то въ переднюю, то въ заднюю полость цилиндра (15), находящаяся впереди и позади поршня (16). Среднею же своею проточкою, золотникъ производитъ выпускъ отработавшаго воздуха, изъ той или другой изъ этихъ полостей. Правая, меньшая торцевая грань распредѣлительнаго золотника (12) находится всегда подъ давленіемъ сжатого воздуха, благодаря чему золотникъ, пока онъ не встрѣчаетъ давленія на противоположную, лѣвую свою торцевую грань, передвигается справа налѣво и открываетъ правую кольцеобразную щель (видную на чертежѣ), по которой сжатый воздухъ направляется въ полость цилиндра, находящуюся съ лѣвой стороны поршня. Вслѣдствіе этого, поршень начинаетъ двигаться слѣва направо, перекрываетъ воздухо-выпускную щель, продѣланную въ правой части цилиндра и сжимаетъ оставшійся въ этой части воздухъ. Воздухъ этотъ давитъ на лѣвую торцевую грань золотника (12), имѣющую большую площадь, сравнительно съ правою его гранью, и коль скоро давленіе слѣва превзойдетъ давленіе рабочаго воздуха справа, золотникъ начнетъ передвигаться слѣва направо и открываетъ закрытую имъ передъ тѣмъ лѣвую кольцеобразную щель, причемъ рабочій воздухъ направляется черезъ эту щель въ полость цилиндра, находящуюся съ правой стороны поршня, и поршень передвигается справа налѣво. Незадолго до конца этого рабочаго своего



хода, поршень открываетъ рядъ воздуховыпускныхъ щелей, по которымъ отработавшій воздухъ быстро выходитъ изъ правой части цилиндра вонъ, давленіе на лѣвую, большую грань золотника (12) уничтожается и золотникъ, подъ вліяніемъ давленія, постоянно дѣйствующаго на его правую грань, передвигается снова справа налево, открываетъ правую щель и вновь производитъ впускъ рабочаго воздуха въ лѣвую часть цилиндра. Эта автоматическая перекидка поршня (16) и удары его на головку штемпеля продолжаются до тѣхъ поръ, пока рабочій, отпустивъ нажатый передъ тѣмъ шингалетъ (7—а), не вызоветъ этимъ поднятіе штифта (7—b) и передвиженіе справа налево клапана (3), который прекратитъ доступъ воздуха въ приборъ. Штифтъ (10) служитъ для скрѣпленія рукоятки (1) съ цилиндромъ (15); кольцо (21) препятствуетъ разбѣжавшемуся поршню выскочить изъ цилиндра; назначеніе прочихъ частей механизма ясно изъ чертежа.

Для поддержанія готовой уже головки заклепки, при расклепкѣ второй ея головки, примѣняются пневматическія же *поддержки*. Употребительный типъ подобной поддержки изображенъ, въ разрѣзѣ въ 1 : 2 натур. величины, на *фиг. 7, Табл. III* 1). Поддержка состоитъ изъ цилиндра (1), внутри котораго движется герметически вставленный поршень (2). Въ цилиндрическую проточку этого поршня вставленъ штемпель (3), съ гнѣздомъ (4), для помѣщенія въ немъ готовой головки заклепки; пружина (7) служитъ для воспрепятствованія выпаденію штемпеля изъ цилиндра. Остріе ввернутаго въ цилиндръ болта (5) упирается въ какой-нибудь неподвижно закрѣпленный предметъ. Затѣмъ, открывъ (невидный на чертежѣ) кранъ на воздухоподводящемъ рукавѣ (6), впускаютъ воздухъ подъ поршень (2), по каналу (8). Поршень со штемпелемъ поднимается и нажимаетъ на головку заклепки, послѣ чего пускается въ ходъ клепальный молотокъ. Винтъ (9) служитъ для ограниченія подъема поршня въ цилиндрѣ. Способъ примѣненія клепальныхъ молотковъ и поддержекъ представленъ на *фиг. 8a* и *8b* той же таблицы.

Если соединить пневматическій клепальный молотокъ съ таковою же поддержкою, жесткою скобою, получается

1) Конструкция завода *Pokorny & Wittekind*.

пневматическая *клепальная машина*. Дабы не лишать ее легкости и портативности, присущих ручным пневматическим инструментам, устраивают соединительную скобу возможно легкой, напимѣръ, изъ изогнутой соотвѣтственно стальной трубки, какъ это представлено на *фиг. 9, Табл. III*, причѣмъ уже не требуется распирать поддержку, какъ въ томъ случаѣ, когда она не связана съ молоткомъ. Такія клепальные машины могутъ подвѣшиваться въ любомъ положеніи. Иногда поддержка въ нихъ устраивается не пневматическою; въ такомъ случаѣ нажатіе заклепки на губздо поддержки производится поршнемъ клепального молотка. Пневматическія клепальные машины только что описаннаго типа суть тѣ же клепальные молотки и, подобно этимъ послѣднимъ, обжимаютъ головки на заклепкахъ многократно повторяющимися *ударами*. Ихъ не слѣдуетъ поэтому смѣшивать съ пневматическими же клепальными машинами, дѣйствующими *спокойнымъ давленіемъ*, въ которыхъ головка заклепки обжимается сразу, за одинъ нажимъ штемпеля. На заводахъ, имѣющихъ крупныя пневматическія станціи, устанавливаются обыкновенно и подобныя клепалки, имѣющія на своей сторонѣ преимущество безшумной работы. Но, такъ какъ въ мастерской съ пневматическими инструментами шуму все равно не избѣжать, то одна—двѣ лишніихъ ударныхъ клепалки уже немного прибавятъ шуму, а потому предпочитаютъ обыкновенно и клепальные машины ставить не съ спокойнымъ давленіемъ, а ударныя, тѣмъ болѣе, что онѣ строятся въ настоящее время для постановки самыхъ крупныхъ заклепокъ. Тѣмъ не менѣе, считаю полезнымъ, для полноты изложенія, привести также и чертежъ клепальной машины, работающей *спокойнымъ давленіемъ*.

Разрѣзь подобной клепальной машины <sup>1)</sup> представленъ, въ 1:4 натуральной величины, на *фиг. 10, Табл. III*. Пневматическій механизмъ этой клепалки состоитъ изъ горизонтальнаго цилиндра (1), въ которомъ движется дифференціальный поршень (2), съ малою переднею и большою заднею рабочими поверхностями. Благодаря прилитой къ поршню трубѣ (3), пропущенной черезъ сальникъ и служащей поршню направляющею, внутренняя полость поршня находится въ по-

<sup>1)</sup> Конструкція завода *Pokorny & Wittekind*.

стоянкомъ сообщеніи съ наружнымъ воздухомъ и, вслѣдствіе этого, предохраняется отъ сильнаго разогрѣванія. Цилиндрической золотникъ (4), управляемый (невидною на чертежѣ) рукояткою и вращающійся въ цилиндрической же коробкѣ (5), распредѣляетъ впускъ воздуха въ обѣ части цилиндра и выпускъ изъ нихъ отработавшаго воздуха. Съ правой стороны, къ цилиндру примыкаетъ воздуховпускной рукавъ, съ лѣвой устроенъ открытый патрубокъ для выпуска воздуха. Стрѣлки на чертежѣ показываютъ впускъ и выпускъ воздуха; отверстіе (6) служитъ для смазки; пробки (7), (8) и (9) для спуска воды. Надѣтый на шарнирный болтъ (10) поршня штокъ (11) сочлененъ шарнирно же съ рычагомъ (12), который, въ свою очередь, сочлененъ шарнирно же съ штемпелемъ (14). Поводки (13—13), изъ которыхъ видѣны лишь одна передній, сочленены шарнирно, нижними своими концами, съ станиною клепалки, а верхними съ рычагомъ (12). Благодаря этой рычажной передачѣ, давленіе, развиваемое поршнемъ машины, передается штемпелю въ усиленномъ видѣ, и къ концу хода поршня достигаетъ весьма значительной величины, достаточной для обжимки самыхъ крупныхъ заклепочныхъ головокъ. Къ нижней челюсти клепалки приспособлена неподвижная поддержка (15).

Примѣненіе къ пневматическимъ инструментамъ *рота-тивноаго принципа*, какъ уже было отмѣчено выше, чрезвычайно расширило кругъ ихъ примѣненія, давъ возможность устраивать пневматическіе ручные сверлильные приборы, которые, хотя и выходятъ тяжелѣе пневматическихъ молотковъ, но все-таки легче электрическихъ сверлильныхъ приборовъ равной силы. Механизмъ пневматическихъ сверлильныхъ приборовъ устраивается по двумъ различнымъ принципамъ. Въ приборахъ устроенныхъ по первому принципу, одинъ, два, три, или четыре пневматическихъ поршня, приводимые въ попеременное поступательное движеніе тѣмъ же способомъ, что и въ пневматическихъ молоткахъ, дѣйствуютъ, при посредствѣ сочлененныхъ съ ними шатуновъ, на соответствующее число колѣвъ колѣвчатаго вала и приводятъ послѣдній въ непрерывное круговращательное движеніе. На томъ же валу заклинена зубчатая шестерня, коническая, или цилиндрическая, передающая вращеніе, при посредствѣ промежуточныхъ зубчатыхъ колесъ, перпенди-

кулярной, или параллельной валу, оси сверлового шпинделя. Въ приборахъ устроенныхъ по второму принципу, въ коробкѣ прибора помѣщается ротативный двигатель, рабочія крылья котораго, воспринимая давленіе сжатого воздуха, приходятъ въ вращеніе и сообщаютъ это вращеніе ихъ общей оси; отъ этой же послѣдней вращеніе передается сверловому шпинделю, при помощи такъ называемыхъ *планетныхъ* зубчатыхъ колесъ. Какъ въ тѣхъ, такъ и въ другихъ приборахъ, въ гнѣздо вращающагося шпинделя закладывается соотвѣтствующій исполнительный инструментъ: сверло, развертка, или метчикъ. Самый приборъ, или удерживается во время работы прямо въ рукахъ (см. *фиг. 14, Табл. IV*), или распирается, подобно тому, какъ это дѣлается съ ручными трещетками, причѣмъ рабочему остается лишь производить (отъ руки) подачу шпинделя съ инструментомъ вдоль его оси (см. *фиг. 12 Табл. IV*). Пневматическіе сверлильные приборы примѣняются для сверленія не только металловъ, но также дерева и камней.

Понятіе объ устройствѣ *пневматическихъ сверлильныхъ приборовъ* (поршневого типа) даетъ разрѣзный чертежъ *фиг. 11 (a, b, c, d), Табл. IV*<sup>1)</sup>. Изъ нихъ *фиг. a* изображаетъ приборъ въ разрѣзѣ, въ половину натуральной величины. Разрѣзъ сдѣланъ по одному изъ его трехъ цилиндровъ и по оси сверлового шпинделя; *фиг. b* представляетъ схему воздухораспределенія; *фиг. d*—видъ одного изъ цилиндровъ въ планѣ и *фиг. c*—видъ всего прибора сверху, въ собранномъ видѣ, въ 1:5 натуральной величины. Всѣ три цилиндра (1) устроены качающимися на цапфахъ и дѣйствуютъ, вдѣланными въ ихъ поршни (2), шатунами (3), на общее колѣно вала (4). Вращеніе этого вала, при посредствѣ зубчатой шестерни (5) и зубчатого колеса (6), передается сверловому шпинделю (7), съ коническимъ гнѣздомъ, для вставки въ него сверла или развертки. Посредствомъ заостреннаго накопечника (10), приборъ упирается въ какую-либо неподвижную опору и затѣмъ, по мѣрѣ углубленія сверла въ отверстіе, распоръ этотъ и нажатіе сверла поддерживаются вывертываніемъ, снабженнаго винтовой рѣзью, шпинделя (8) изъ втулки (9), при посредствѣ рукоятки (11). Сжатый

<sup>1)</sup> Приборъ системы *Кюль*; конструкція завода *Pokorny & Wittekind*.

воздухъ подводится черезъ патрубокъ (12); (13—13)—сложной формы коробка, заключающая въ себѣ всѣ подшипники для цилиндрическихъ цапфъ, шеекъ рабочаго вала и сверлового шпинделя; (14)—трубчатая рукоятка, служащая для удерживанія прибора при его установкѣ; другую рукояткою служить, расположенный насупротивъ первой, воздухоподводящій патрубокъ. Впускъ и выпускъ воздуха въ цилиндры и изъ цилиндровъ производится цилиндрическими золотниками, показанными въ разрѣзѣ на фиг. *b*. Здѣсь же видны отверстія (по два при каждомъ золотникѣ), обозначенныя цифрами (1) и (2) обозначающими, что онѣ ведутъ въ переднюю (1) или заднюю (2) часть соответствующаго цилиндра. Изъ того же рисунка видно расположеніе цилиндровъ, относительно рабочаго вала. Фиг. (*d*) показываетъ устройство шатуннаго крейцкопфа и направляющихъ, коими снабженъ каждый изъ цилиндровъ. Для полученія возможности работать пневматическими сверлами въ тѣсныхъ углахъ, недоступныхъ для дѣйствія ручными трещетками, ось сверлового шпинделя располагается иногда перпендикулярно къ движущему валу мотора, причемъ вращеніе послѣдняго передается первой, при посредствѣ конической зубчатой передачи. Понятіе о способахъ примѣненія пневматическихъ сверлильныхъ приборовъ даютъ *фиг. 12* и *14, Таблицы IV*.

Пневматическіе двигатели, служащіе для приведенія въ дѣйствіе *трамбовокъ, ситъ, оскардъ* для околачиванія накипи и тому подобныхъ исполнительныхъ механизмовъ съ перемѣнно-поступательнымъ прямолинейнымъ движеніемъ, устраниваются сходно съ двигателями пневматическихъ молотковъ и отступаютъ отъ послѣднихъ лишь въ подробностяхъ, сообразно ближайшему назначенію этихъ инструментовъ.

На *фиг. 15, Табл. I* представленъ въ разрѣзѣ, въ половину натуральной величины, *молотокъ для отбиванія накипи со стѣнокъ паровыхъ котловъ*<sup>1)</sup>. Трубка (1—1), вводящая въ аппаратъ сжатый воздухъ, служитъ вмѣстѣ съ тѣмъ рукояткою для держанія аппарата во время работы. Дифференціальныи поршень (4), задѣланный внизу въ видѣ молотка (5) снабженнаго зазубринами, движется вверхъ и внизъ въ

<sup>1)</sup> Конструкція завода *Pokorny & Wittekind*.

цилиндрѣ (6). На нижнюю часть цилиндра надѣтъ коническій башмакъ (7), которымъ цилиндръ опирается во время работы на котельный листъ, съ котораго надо сбить накипь. Молотокъ (5) движется въ цилиндрѣ герметически, такъ что выходъ воздуха изъ полости подъ поршнемъ, между стѣнками цилиндра и молотка, невозможенъ. Дѣйствіе аппарата состоитъ въ слѣдующемъ: сжатый воздухъ изъ трубки (1) входитъ въ кольцообразное пространство подъ поршнемъ и заставляетъ послѣдній подняться. Коль скоро поперечный каналъ (8), проточенный въ молоткѣ, поднимется настолько, что откроется своимъ отверстіемъ въ полость, открытую доступу сжатаго воздуха, послѣдній устремится въ каналъ (8), а затѣмъ по каналу (9) начнетъ переходить въ полость надъ поршнемъ, производя давленіе на верхнюю грань послѣдняго. А такъ какъ площадь этой грани больше площади кольцообразной нижней грани поршня, то давленіе на поршень сверху пересилитъ сопротивленіе, дѣйствующее на него снизу вверхъ, и поршень отбросится книзу, произведя ударъ на поверхность очищаемаго листа. Коль скоро поршень, въ своемъ нисходящемъ движеніи, откроетъ отверстіе (10), воздухъ изъ полости надъ поршнемъ начнетъ свободно выходить черезъ это отверстіе въ атмосферу; давленіе его понизится и поршень, дѣйствіемъ воздуха давящаго на его нижнюю грань, будетъ поднять вновь кверху, чтобы затѣмъ снова быть брошеннымъ книзу и т. д.

Изъ отверстія (10) отработавшій воздухъ, или выбрасывается прямо въ атмосферу, или, какъ это изображено на чертежѣ, направляется сначала въ трубку (11), открывающуюся въ атмосферу же, прямо, или посредствомъ наворачиваемаго на нее рукава, открытаго на концѣ. Такое направленіе отработавшаго воздуха имѣетъ цѣлью вызвать высасываніе пыли (разбитой накипи) изъ подъ колпака (7) и направленіе ея въ ту же трубку (11), а изъ нея въ атмосферу. Благодаря такому устройству, удушливая пыль, отдѣляющаяся при отбиваніи накипи, не вредитъ здоровью рабочаго.

*Приборъ для окопачиванія накипи съ внутренней и наружной поверхностей кипяильныхъ и дымогарныхъ трубокъ* изображенъ въ разрѣзѣ, въ половину натуральной

величины, на *фиг. 16, Табл. IV*<sup>1)</sup>. Рабочимъ инструментомъ въ этомъ приборѣ служатъ: для околачиванія снаружи молотокъ (1), съ закругленнымъ бойкомъ, для околачиванія же изнутри—молотокъ (2), съ заостренными ребрами. Молотокъ насаженъ на неподвижную ось (3) свободно, такъ что можетъ качаться около этой оси. Качаніе молотка вызывается двумя пневматическими поршнями простого дѣйствія (4 и 5), дѣйствующими своими выступами на закругленные дощasti (6 и 7) молотка (1). Распредѣленіе рабочаго и отработавшаго воздуха въ обоихъ цилиндрахъ видно изъ чертежа.

Большое примѣненіе въ новѣйшее время получили пневматическія *трамбовки*, примѣняемая для уминки песка и другихъ рыхлыхъ матеріаловъ въ литейныхъ мастерскихъ, при строительныхъ, бетонныхъ и земляныхъ работахъ (засыпка ямъ и канавъ), при приготовленіи цемента, искусственныхъ камней и т. п. Помимо быстроты ихъ дѣйствія, такія трамбовки превосходятъ ручныя еще и въ томъ отношеніи, что разъ уставовленная сила ударовъ поддерживается въ нихъ во все время работы, благодаря чему уминка получается очень равномерная, а это обстоятельство играетъ, какъ извѣстно, очень большую роль при формовочныхъ работахъ. Малыя трамбовки держатся рабочимъ во время работы прямо въ рукахъ, большія подвѣшиваются къ крюку крана и лишь направляются рабочимъ въ ихъ дѣйствіи. Подобная *пневматическая трамбовка* изображена, въ половину натуральной величины, на *фиг. 17, Табл. I*<sup>2)</sup>. По своей конструкции и способу распредѣленія воздуха, она напоминаетъ клепальный пневматическій молотокъ и отличается лишь значительно болѣе длиннымъ ходомъ поршня. Исполнительный инструментъ—трамбовка (1), будучи закрѣплена верхнимъ своимъ концомъ въ поршнѣ (2), направляется въ своихъ движеніяхъ длинною втулкою (3), укрѣпленною внутри цилиндра (4). Сальникъ (5) служитъ для воспрепятствованія утечкѣ воздуха изъ цилиндра. Сжатый воздухъ вводится въ приборъ по трубкѣ (6) и распредѣляется золотникомъ (7), имѣющимъ конструкцию и способъ дѣйствія, сходный съ тѣми, какіе были описаны въ клепальныхъ молоткахъ. Правая, меньшая его торцевая грань находится постоянно

<sup>1)</sup> Конструкция завода *Pocorny & Wittekind*.

<sup>2)</sup> Система *Кюна*, конструкция завода *Pocorny & Wittekind*.

подъ давленіемъ рабочаго воздуха, лѣвая же бѣлая грань подвергается давленію этого воздуха лишь періодически. На четырехгранный нижній конецъ трамбовочнаго стержня насаживаются *пятки*, различныхъ формъ, въ зависимости отъ формы помѣщеній, въ которыя должны быть заводимы трамбовки и отъ желаемаго дѣйствія трамбовокъ. Такъ, напримѣръ, примѣняются пятки квадратныя, прямоугольныя, круглыя, въ видѣ сегментовъ, съ острыми, или съ скругленными углами и т. п. О способѣ примѣненія пневматическихъ трамбовокъ даетъ понятіе *фиг. 18, Таблицы I*. Насадивъ, вмѣсто пятки съ гладкою нижнею поверхностью, пятку зазубренную, можно употребить приборъ для разрыхленія песка, что бываетъ необходимо дѣлать въ литейныхъ, при разрушеніи формъ, послѣ выемки изъ нихъ готовыхъ отливокъ.

Весьма полезное примѣненіе нашли себѣ пневматическіе двигатели въ кузницахъ и трубочныхъ мастерскихъ, для движенія фасонныхъ штампъ, при выковкѣ мелкихъ фасонныхъ издѣлій, главнымъ же образомъ при сваркѣ дымогарныхъ трубокъ. Нижняя штампа приэтомъ дѣлается неподвижною, а верхняя подвѣшивается къ движущемуся пневматическому поршню и дѣйствуетъ ударами, на подобіе молотка. Въ одномъ станкѣ помѣщается отъ одной до трехъ паръ подобныхъ штампъ. Объ устройствѣ такихъ *пневматическихъ штампъ* даетъ понятіе *фиг. 19, Табл. I*.

Кромѣ трамбовокъ, въ литейныхъ мастерскихъ примѣняются *пневматическія сита* и небольшіе пневматическіе *молоточки* для околачиванія опокъ, съ цѣлью облегчить выемку изъ нихъ плотно засѣвшихъ моделей. Дѣйствіе пневматическихъ ситъ основано на томъ, что къ ситѣ, установленному на треножникѣ, или на козлахъ, приспособляется небольшой пневматическій приборъ, движенія поршня котораго вызываютъ качаніе сита (см. *фиг. 20, Табл. IV* и *фиг. 21, Табл. I*).

Молотки для околачиванія опокъ устраиваются, подобно приборамъ для околачиванія накипи, и приспособляются къ формовальнымъ станкамъ такъ, чтобы могли ударять по краямъ заформованной опокѣ.

Весьма остроумное примѣненіе пневматическихъ, переносныхъ, ручныхъ моторовъ представляютъ пневматическіе



*шлифовальные и полировальные приборы*, применяемые для обдирания выдающихся кромок на швахъ, заусенницъ на разинкованныхъ отверстияхъ и другихъ неровностей на собираемыхъ частяхъ мостовъ и стропильныхъ фермъ, а также на чугунныхъ отливкахъ, штампованныхъ чугунныхъ издѣльяхъ и т. п., притомъ преимущественно на жесткихъ металлахъ, трудно поддающихся дѣйствію зубила. Приборы эти состоятъ обыкновенно изъ двухъ четырехцилиндровыхъ пневматическихъ моторовъ, приспособленныхъ къ двумъ концамъ общаго вала, посрединѣ котораго насаженъ наждачный дискъ, см. *фиг. 22, Табл. I*. Весь приборъ подвѣшивается къ крюку крана и рабочій, взявшись за рукоятки прибора, водить наждачный кружокъ взадъ и впередъ по обрабатываемой поверхности.

Наконецъ, пневматическіе двигатели нашли себѣ примѣненіе еще при устройствѣ *крузоподъемниковъ*. Подъемники эти устраиваются двоякаго типа: 1) съ подвѣскою груза къ оконечности штока пневматическаго поршня, поднимаемаго давленіемъ сжатого воздуха на его нижнюю грань и 2) съ подвѣскою груза къ полиспасту, ось верхняго блока котораго приводится въ вращеніе пневматическимъ ротативнымъ моторомъ, непосредственно съ ней сопряженнымъ. Подъемники послѣдняго типа уступаютъ въ плавности дѣйствія подъемникамъ перваго типа, такъ какъ не устраняютъ примѣненія блоковъ и цѣпей, вызывающихъ толчки и сотрясенія. Подъемники перваго типа (см. *фиг. 23, Табл. I*), поднимающіе грузъ непосредственно, весьма цѣнятся поэтому въ литейныхъ мастерскихъ, при поднятіи заформованныхъ опокъ, которыя отъ толчковъ легче осыпаются. Если помѣщеніе мастерской не дозволяетъ помѣстить цилиндръ подъемника этого типа въ вертикальномъ положеніи, то цилиндръ помѣщается горизонтально (см. *фиг. 24, Табл. IV*) и штокъ его поршня дѣйствуетъ на оконечность каната, огибающаго неподвижный блокъ и несущаго на своемъ свободномъ концѣ поднимаемый грузъ. Неудобство пневматическихъ подъемниковъ состоитъ въ трудности достигнуть полной герметичности ихъ поршней и избѣжать утечки воздуха. Подъ вліяніемъ этой утечки, подъемникъ, по истеченіи нѣкотораго времени (обыкновенно не болѣе получаса), начинаетъ сдавать и висящій на немъ грузъ долженъ быть опущенъ на мѣсто.

Устраняется иногда и комбинація полиспада съ поршневымъ двигателемъ, напримѣръ, въ заводскихъ лифтахъ. Описанные выше пневматическіе приборы устраняются нижеслѣдующихъ размѣровъ и силы дѣйствія.

1) *Обрубные и чеканные молотки.* Большинство фирмъ, производящихъ эти молотки, раздѣляетъ ихъ на четыре категоріи, соотвѣтственно различной крупности производимыхъ ими работъ, именно: а) для самыхъ тяжелыхъ чеканныхъ и тяжелыхъ обрубочныхъ работъ; б) для тяжелыхъ чеканныхъ и среднихъ обрубочныхъ работъ; в) для среднихъ чеканныхъ и легкихъ обрубочныхъ работъ и д) для легкихъ чеканныхъ и самыхъ легкихъ обрубочныхъ работъ, причѣмъ подъ самыми тяжелыми работами подразумѣвается обрубка котельныхъ листовъ отъ 18 до 22 мм. толщиною и чеканка крупнѣйшихъ стальныхъ и чугуновыхъ отливокъ; подъ тяжелыми работами подразумѣваются листы и швы изъ жельза отъ 14 до 18 мм. толщиною и крупныя отливки; обработка листовъ въ 10 до 14 мм. толщиною и средней крупности отливокъ составляетъ работы среднія и, наконецъ, листы толщиною отъ 5 до 10 мм. и мелкое литье характеризуютъ работы легкія. Иногда число категорій увеличивается до 5—6, иногда же уменьшается до 3-хъ. Инструменты этихъ четырехъ категорій имѣютъ нижеслѣдующіе размѣры и расходуютъ воздуха (наружнаго, при атмосферномъ давленіи) нижеслѣдующія количества <sup>1)</sup>:

Категоріи молотковъ	а	б	в	д
Вѣсъ молотка . .	5,5 до 7,2 к.	4,3—5,5 к.	4,5—5 к.	1,8—4 к.
Объемъ наружнаго воздуха, расходуемый въ минуту . .	0,35 до 0,48 кб. м.	0,30—0,42 кб. м.	0,25—0,36 кб. м.	0,13—0,33 кб. м.
Число ударовъ въ минуту. . . . .	800—1000	1100—1300	1500—1800	3000 и болѣе
Диаметръ воздухоподводящаго рукава.	10 мм.	10 мм.	8 мм.	8 мм.

2) *Клепальные молотки.* Они устраняются болѣшихъ размѣровъ и вѣса, по сравненію съ обрубными, и расходуютъ

<sup>1)</sup> Цифры эти не суть данныя какой-либо одной фирмы, а максимальныя и минимальныя предѣлы изъ данныхъ всѣхъ лучшихъ фирмъ.

воздуха больше, нежели эти послѣдніе. Они классифицируются обыкновенно по толщинѣ заклепокъ, которыя могутъ ставить въ горячемъ состояніи, причемъ различныя фирмы выпускаютъ различное число категорій. Сводъ данныхъ, касающихся ихъ силы, вѣса и расходуемаго воздуха, приведенъ въ прилагаемой табличкѣ:

Наибольшій диаметръ заклепокъ	Вѣсъ молотки	Расходъ сжатого воздуха		Диаметръ воздушноподвѣщающаго рукава въ свету
		Въ минуту	На одну заклепку	
12 мм.	5,8 кил.	0,40 куб. м.	—	10 мм.
14 "	6,3 "	0,40 "	—	
16 "	6,8 "	0,45 "	—	
19 "	8—10 "	0,72 "	—	
24 "	8—10 "	0,80 "	0,10—0,14 куб. м.	13 мм.
26 "	10,5 "	0,80 "	0,12—0,16 "	
28 "	10,5 "	0,90 "	0,14—0,18 "	16 мм.
32 "	10—12 "	0,90 "	0,16—0,20 "	19 мм.

3) *Ударныя клепальныя машины.* Онѣ строятся обыкновенно трехъ различныхъ нумеровъ, причемъ снабжаются, или неподвижною поддержкою и передвижнымъ клепальнымъ молоткомъ, или же, наоборотъ, неподвижнымъ клепальнымъ молоткомъ и передвижною поддержкою. Ихъ размѣры, вѣсъ и количество потребляемаго воздуха видны изъ прилагаемой таблички:

Наибольшій диаметръ заклепокъ	Вѣсъ машины съ поддержкою, но безъ соединительной скобы	Число заклепокъ ставящихся въ часъ	Расходъ воздуха въ минуту	Диаметръ рукава въ свету
26 мм.	40—50 кил.	80 мм.	0,8 куб. м.	20 мм.
32 "	55—60 "	70 "	0,9 "	25 "
38 "	70 "	50 "	1,0 "	25 "

Вѣсъ соединительной скобы, изъ стальной изогнутой трубы, при вылетѣ въ 750 мм., составляетъ 25—30 килограммовъ. Эти клепалки находятъ себѣ примѣненіе главнымъ образомъ въ мостовыхъ и корабельныхъ работахъ, при постройкѣ резервуаровъ, газгольдеровъ, стропилъ и т. п.

4) *Пневматическія клепальныя машины, дѣйствующія спокойнымъ давленіемъ.* Машины эти развиваютъ конечное давленіе въ 45, 65, 90, 100 тоннъ, а по заказу и болѣе, и примѣняются, главнымъ образомъ, при постройкѣ паровыхъ котловъ. Вылетъ ихъ дѣлается отъ 250 до 2500 мм., а способъ подвѣски столь же разнообразенъ, какъ въ гидравлическихъ

и электрических клепалкахъ. Вотъ нѣсколько данныхъ, относительно ихъ размѣровъ, силы и количества потребляемаго воздуха:

<i>Диаметръ заклепокъ, которыя можетъ ставить машина</i>	<i>Конечное давленіе на штемпель</i>	<i>Объемъ воздуха расходуемый на постановкукаждой заклепки</i>	<i>Вѣсъ машины при предѣльныхъ вылетахъ въ 250 и 2500 мм.</i>
до 22 мм.	45 тоннъ	0,11 кв. м.	850 до 3750 кил.
" 26 "	65 "	0,16 "	1000 — 4500 "
" 32 "	90 "	0,25 "	1100 — 5100 "

(при этомъ считается, что подвѣска клепалки обыкновенная, а не универсальная).

5) *Пневматическіе сверлильные приборы.* Новѣйшіе приборы этого рода (поршневого типа) строятся съ двумя, тремя и четырьмя цилиндрами, съ расширеніемъ рабочаго воздуха и съ движеніемъ, или лишь въ одну сторону, или впередъ и назадъ. Данныя, къ нимъ относящіяся, приведены въ прилагаемой табличкѣ <sup>1)</sup>:

<i>Максимальный диаметръ просверливаемыхъ отверстій</i>	<i>Вѣсъ прибора</i>	<i>Расходъ воздуха въ минуту</i>	<i>Число оборотовъ въ минуту</i>	<i>Диаметръ въ ствѣну воздухоподводящаго рукава</i>
12 мм.	5 к.	0,6 кв. м.	300	10 мм.
22 "	11 "	1,0 "	130	13 "
32 "	15 "	1,2 "	105	13 "
40 "	17 "	1,3 "	80	16 "
50 "	25 "	1,6 "	80	19 "
75 "	35 "	1,6 "	55	19 "

Въ приборахъ, съ движеніемъ шпинделя впередъ и назадъ, расходъ воздуха больше; такъ, для отверстія въ 32, 40 и 75 мм., расходъ воздуха составляетъ соответственно 1,5; 1,5 и 2 кв. м. При примѣненіи приборовъ не для сверленія дыръ, а для ихъ развертки и для нарѣзанія рѣзьбы, надо брать приборы болѣе сильные; такъ, напримѣръ, приборъ, годный для сверленія дыръ діаметромъ въ 22, 32, 40, 50 75 мм., можетъ развертывать и нарѣзать дыры, діаметромъ соответственно лишь въ 17, 25, 32, 40 и 60 мм.

6) *Пневматическія трамбовки* строятся на различную силу ударовъ, а потому съ различнымъ подъемомъ песта и

<sup>1)</sup> Данныя эти новѣйшія. Въ прежнихъ каталогахъ и проспектахъ замѣчается сильная тенденція уменьшать потребный расходъ воздуха, почему они непригодны для расчета силы компрессоровъ.

съ различнымъ діаметромъ поднимающаго его поршня. Вотъ нѣсколько данныхъ о ихъ величинѣ, вѣсѣ и потребленіи воздуха.

Высота подъема песта	Діаметръ цилиндра въ свѣту	Вѣсъ всего прибора	Расходъ воздуха въ минуту	Способъ примѣненія
100 мм.	25 мм.	5 кил.	0,20 куб. м.	} При работахъ на формовальномъ верстаѣ
130 "	29 "	7 "	0,28 "	
180 "	32 "	8 "	0,35 "	} При работахъ въ почвѣ
250 "	32 "	9 "	0,40 "	
330 "	35 "	15 " <sup>1)</sup>	0,60 "	

(Діаметръ воздухоподводящаго рукава, въ свѣту, для всѣхъ приборовъ 10 мм.). При рабочемъ давленіи въ 6 атмосферъ, трамбовки эти дѣлаютъ отъ 250 до 500 ударовъ въ минуту, по желанію же число ударовъ можетъ быть и значительно уменьшено. Сила ударовъ также, по желанію, можетъ быть регулируема и доводима до самой незначительной величины (при чрезмѣрной силѣ ударовъ, песокъ пристаетъ къ пяткѣ трамбовки и отрывается отъ формы). Небольшія трамбовки удерживаются прямо въ рукахъ, крупныя подвѣшиваются къ крану.

7) *Пневматическіе молотки для околачиванія накипи* должны производить удары возможно легкіе (дабы не портить самый металлъ, съ котораго счищается накипь) и въ то же время возможно частые. Тѣ изъ нихъ, которые предназначаются для очистки стѣнокъ котловъ, устраиваются обыкновенно вѣсомъ отъ 2 до 3 кил., расходуютъ воздуха 0,1 до 0,12 куб. м. въ минуту и дѣлаютъ отъ 3000 до 5000 ударовъ въ минуту. Предназначенные же для очистки трубокъ имѣютъ наружный діаметръ цилиндра въ 45, 55, 65, 75, 85 и 95 мм. и годятся для очистки трубъ, діаметромъ отъ 45 до 105 мм.

8) *Пневматическіе шлифовальные приборы* устраиваются обыкновенно двухъ различныхъ величинъ: 1) съ наждачнымъ дискомъ въ 250 × 30 мм., дѣлающимъ 1200 оборотовъ въ минуту; вѣсъ прибора 15 кил., полная его длина 625 мм. и 2) съ наждачнымъ дискомъ въ 250 × 35 мм., дѣлающимъ 1000 оборотовъ въ минуту, при вѣсѣ въ 25 кил. и длинѣ въ 700 мм. Они требуютъ рабочаго давленія воздуха не менѣе 7—8 атмосферъ.

<sup>1)</sup> Для работъ въ большихъ ямахъ приготовляются и значительно болѣе тяжелыя трамбовки.

9) *Пневматическія штампы* для сварки трубъ и для ко-  
вочныхъ работъ, при упругости воздуха въ 5—6 атмосферъ,  
дѣлають 2000 ударовъ въ минуту и приспособляются для  
сварки трубъ отъ 2 до 4½ дюймовъ діаметромъ. Онѣ устраи-  
ваются съ однимъ, двумя, или тремя рабочими цилиндрами.

10) *Пневматическіе подъемники* устраиваются для грузовъ  
отъ ½ до 10 тоннъ и для одной и той же нормальной вы-  
соты подъема въ 1250 мм. Цилиндры ихъ дѣлаются изъ  
цѣльно-тянутыхъ стальныхъ трубъ. Вотъ нѣсколько данныхъ,  
относительно ихъ величины, подъемной силы и количества  
расходуемаго воздуха:

<i>Подъемная сила крана</i>		<i>Расходъ воздуха при подъемѣ груза на нормальную высоту въ 1250 мм.</i>	<i>Вѣсъ прибора для нормальной высоты подъема</i>
<i>При давленіи въ 6 атм.</i>	<i>При давленіи въ 7 атм.</i>		
400 кил.	470 кил.	0,058 кб. м.	45 кил.
670 "	780 "	0,092 "	70 "
1000 "	1170 "	0,132 "	85 "
1350 "	1580 "	0,180 "	120 "
1800 "	2100 "	0,235 "	130 "
2300 "	2700 "	0,298 "	175 "
3000 "	3800 "	0,445 "	225 "
4800 "	5700 "	0,622 "	300 "
6500 "	7600 "	0,825 "	350 "
7400 "	8600 "	0,937 "	450 "

По особымъ заказамъ, строятся подъемники для больш-  
шихъ грузовъ и для любой другой высоты подъема.

*Пневматическіе полисматы* строятся для грузовъ отъ  
1½ до 10 тоннъ.

Наиболѣе извѣстныя фирмы, занимающіяся постройкою  
всякаго рода пневматическихъ приборовъ, въ видѣ исклю-  
чительной специальности, или въ видѣ побочной отрасли ихъ  
производства, слѣдующія: *Товарищество завода пневматическихъ  
машинъ* въ С.-Петербургѣ; *Chicago-Pneumatic-Tool Company* въ  
Чикаго; *Maschinenbau-Aktiengesellschaft Pokorny & Wittekind* въ  
Франкфуртѣ на Майнѣ; *Deutsche-Niles-Werkzeugmaschinenfabrik*  
въ Оберъ-Шёневейдѣ, близъ Берлина; *Werkzeugmaschinenfabrik  
Collet & Engelhard* въ Офенбахѣ на Майнѣ; *Deutsche Pressluft-  
Werkzeug-und Maschinenfabrik* въ Берлинѣ; *Maschinenfabrik Inger-  
soll-Rand & Co.* въ Дюссельдорфѣ; *Internationale Pressluft und  
Elektricitätsgesellschaft* въ Берлинѣ и другія.

Сверхъ того, цѣлый рядъ техническихъ конторъ, занимающихся специально поставкою отдѣльныхъ пневматическихъ инструментовъ и цѣлыхъ пневматическихъ станцій.

На европейскомъ континентѣ, первыми оцѣнили достоинство пневматическихъ инструментовъ желѣзнодорожныя мастерскія, благодаря наличію въ нихъ готовыхъ уже воздухонагнетательныхъ устройствъ и разводящей сѣти, примѣняемыхъ для испытанія воздушныхъ тормазовъ.

Изъ мастерскихъ этого рода, мнѣ удалось видѣть примѣненіе пневматическихъ инструментовъ, въ значительныхъ размѣрахъ, въ котельныхъ цехахъ центральныхъ мастерскихъ въ *Карлсруэ* (Баденскихъ дорогъ), *Мюнхенъ* (Баварскихъ дорогъ) и *Этерне* (Французской Восточной дороги).

За желѣзнодорожными мастерскими, начали вводить у себя пневматическіе инструменты судостроительныя верфи, мостостроительныя, вагоностроительныя и котельныя заводы, а затѣмъ и заводы общаго машиностроенія. Почти всѣ германскія судостроительныя верфи имѣютъ въ настоящее время по двѣ, а нѣкоторыя даже по четыре пневматическихъ станцій. Американскія же верфи развили у себя пневматику до грандіозныхъ размѣровъ. Такъ, напримѣръ, верфь фирмы *Cramp & Sons* въ *Филадельфіи* расходуетъ на приведеніе въ дѣйствіе компрессоровъ силу въ 2200 пар. лошадей. Главный воздухопроводъ тамъ имѣетъ діаметръ въ 460 мм.; въ каждомъ эдлингѣ установлено по особому воздушному резервуару.

Вагонный заводъ *Pressed Steel Car Co.* въ *Аллеганіи* (Америка), начавъ съ одного компрессора, доставлявшаго 5 кб. м. сжатого воздуха въ минуту, по истеченіи перваго же года примѣненія пневматическихъ инструментовъ, увеличилъ расходъ сжатого воздуха до 50 кб. м., а по истеченіи втораго года работы до 100 кб. м. въ минуту, тоестъ расширилъ примѣненіе этихъ инструментовъ въ двадцать разъ.

Мостостроительныя заводы примѣняютъ пневматическіе инструменты въ весьма широкихъ размѣрахъ, при постройкѣ большихъ мостовъ, шлюзовыхъ воротъ, пловучихъ доковъ, газгольдеровъ и т. п. сооруженій.

При послѣднемъ моемъ объѣздѣ заграничныхъ заводовъ, хорошо поставленное примѣненіе пневматическихъ инструментовъ я нашелъ на нижеслѣдующихъ заводахъ:

*Deutsche-Niles Comp.* въ *Оберъ-Шеневайде* (близъ Берлина).

Фирма эта строитъ сама большое количество пневматическихъ инструментовъ для продажи, а потому приобрѣла большой опытъ въ дѣлѣ ихъ конструирования и примѣненія.

Хотя разнообразіе примѣняемыхъ на этомъ заводѣ пневматическихъ инструментовъ въ сущности невелико, по причинѣ отсутствія на немъ котельнаго цеха, <sup>1)</sup> дающаго наиболѣе поводовъ къ примѣненію этого рода инструментовъ, зато въ литейномъ цеху примѣненіе ихъ весьма широко. Они работаютъ здѣсь въ качествѣ трамбовокъ, ситъ, обрубныхъ зубилъ, подъемныхъ крановъ. Имѣются приборы этого рода также и въ сборномъ цеху (сверла, зубила, подъемные механизмы).

Еще болѣе широкое примѣненіе пневматическихъ инструментовъ нашель я на вагоно- и мостостроительномъ заводѣ общества *La Brugeoise* въ *Брюне*, огромная котельная котораго представляетъ къ тому самые разнообразныя поводы. Примѣняются эти инструменты также и въ литейныхъ цехахъ (стале- и чугунолитейныхъ) этого завода.

Столь же разнообразно примѣненіе пневматическихъ инструментовъ, видѣнное мною въ котельныхъ и литейныхъ мастерскихъ заводовъ: *Борзша* въ Тегелѣ;—*Гартмана (Sächsische M. F.)* въ Хемницѣ; соединеннаго общества машиностроительныхъ заводовъ *Нюрнбергъ-Аугсбургъ* въ Нюрнбергѣ; *Société anonyme Franco-Belge* въ *Raismes*. Инструменты эти выполняютъ на этихъ заводахъ весь циклъ работъ, къ которымъ до сихъ поръ удалось ихъ примѣнить, а именно: производить утрамбовку формовочной земли, отсеиваютъ песокъ, обрубаютъ заусеницы на отливкахъ, поднимаютъ тяжести, снимаютъ и устанавливаютъ опоки на формовальныхъ станкахъ, сверлятъ и развертываютъ дыры, нарѣзаютъ рѣзбу, ставятъ заклепки, обрубаютъ и чеканятъ швы, расклепываютъ головки мѣдныхъ связей, чистятъ котлы и дымогарныя трубки и т. д.

Нѣсколько въ меньшихъ размѣрахъ, примѣняются пневматическіе инструменты на посѣщенныхъ мною заводахъ: *Ludwig Löwe* въ Берлинѣ; *Gasmotorenfabrik Deutz* близъ Кюльна;

<sup>1)</sup> Главная специальность завода - постройка металлообдѣлочныхъ станковъ.



*Gebrüder Sulzer* въ Винтертурѣ; *Oerlikon* въ Эрликонѣ; *Société Cockerill* въ Серенѣ; *Ateliers de la Meuse* въ Льежѣ; не вслѣдствіе однакоже сомнѣнія владѣльцевъ этихъ заводовъ въ преимуществахъ пневматическихъ инструментовъ, экономическихъ и техническихъ, а просто потому, что на очереди стоятъ на этихъ заводахъ расширенія болѣе доминирующаго значенія. Лишь на одномъ заводѣ (прекрасномъ во всѣхъ отношеніяхъ) *Frères Carels* въ Гентѣ, какъ я уже упомянулъ выше, несмотря на неоднократныя попытки администраціи, ей не удалось ввести работу пневматическими инструментами, вслѣдствіе упорной оппозиціи со стороны рабочихъ.

Изъ всѣхъ обращающихся въ технику механизмовъ, пневматическіе инструменты суть единственные въ своемъ родѣ инструменты, которые, при столь малыхъ сравнительно размѣрахъ и вѣсѣ, развиваютъ столь значительную рабочую энергію. Во вниманіе хотя бы къ одному этому обстоятельству, слѣдовало бы посвящать уходу за ними такое же вниманіе, какое посвящается другимъ механизмамъ. Между тѣмъ, именно эти-то инструменты и содержатся обыкновенно въ высшей степени безпечно и неряшливо. Ихъ оставляютъ валяться на полу мастерской, въ грязи и пыли и очень мало заботятся о соответствующей подготовкѣ къ дѣйствию, послѣ долгихъ перерывовъ въ работѣ, когда же, послѣ такихъ перерывовъ, загрязненные и неочищенные приборы начинаютъ работать вяло, недостатокъ этотъ списать несовершенству ихъ конструкціи.

Прежде всего, необходимо обращать вниманіе на то обстоятельство, чтобы примѣняемый въ пневматическихъ инструментахъ сжатый воздухъ былъ возможно сухъ и свободенъ отъ пыли. Во время самой работы, внутренность инструмента достаточно обезпечивается отъ засоренія *извне*, т. к. струя отработавшаго воздуха, выталкиваемая изъ него съ значительною силою, не дозволяетъ грязи попасть внутрь прибора. Несравненно опаснѣе грязь, вносимая въ механизмъ инструмента самимъ рабочимъ воздухомъ. Грязь эта осаждается на стѣнкахъ цилиндра, поршняхъ и золотникахъ и не только мѣшаетъ имъ правильно функционировать, но можетъ сдѣлать и весь механизмъ неспособнымъ къ дальнѣйшей работѣ.

Поэтому, пневматическіе инструменты должны быть содержимы въ возможной чистотѣ и всегда хорошо смазанномъ состояніи. Чистку и смазку ихъ слѣдуетъ производить, не дожидаясь того, чтобы, отъ закупорки ихъ загустѣвшимъ масломъ и пылью, они совершенно отказались дѣйствовать. Прежде чѣмъ приступить къ работѣ инструментомъ, послѣ перерыва въ его дѣйствіи, необходимо очистить его тщательно керосиномъ и уже послѣ того смазывать. При пускѣ въ ходъ сверлильныхъ приборовъ, прежде нежели ихъ смазать, слѣдуетъ отвернуть рукоятку, противуположную воздухоподводящему патрубку, и продуть приборъ керосиномъ, заставивъ послѣдній выгнать изъ него насквозь грязь и старое загустѣвшее масло, а затѣмъ заставить приборъ двигаться нѣкоторое время въ холостую. Тогда лишь слѣдуетъ хорошо смазать механизмъ, черезъ отверстія помѣщенные наверху прибора, или около впускного клапана. Масло для смазки должно употреблять хорошее, жидкое, напримѣръ тотъ сортъ, который употребляется для смазки швейныхъ машинъ. Густыя, тяжелыя масла для смазки пневматическихъ инструментовъ, въ особенности же сверлильныхъ, совершенно непригодны. Сами фирмы, производящія пневматическіе инструменты, продаютъ обыкновенно спеціальные сорта маселъ, для ихъ смазки.

Такъ какъ сверлильные пневматическіе приборы работаютъ съ огромнымъ числомъ оборотовъ, то на ихъ исправность слѣдуетъ обращать наибольшее вниманіе. Новые, только что пущенные въ дѣло сверлильные приборы, въ теченіе двухъ-трехъ дней работы, должны быть смазываемы каждыи часъ, впоследствии же черезъ каждые два часа. Молотки, работающіе непрерывно, достаточно смазывать четыре раза въ день. Прежде нежели вернуть воздухоподводящій рукавъ въ пневматическій инструментъ, необходимо тщательно продуть этотъ рукавъ сжатымъ воздухомъ, дабы выгнать изъ него грязь и постороннія тѣла, могшія въ него попасть во время бездѣйствія, иначе, попавъ въ инструментъ, онѣ могутъ повредить деликатный механизмъ его. Ввертывать рукавъ слѣдуетъ возможно плотнѣе, чтобы предупредить утечку воздуха черезъ стыкъ. Приступая къ работѣ инструментомъ въ первый разъ, слѣдуетъ приоткрыть впускной клапанъ лишь настолько, чтобы работа шла не-

полнымъ давленіемъ и, лишь достигнувши уже известнаго навяка въ держаніи инструмента и управленіи имъ, можно повысить давленіе до нормальнаго. На ночь инструментъ слѣдуетъ класть въ сосудъ, наполненный керосиномъ. Керосинъ приэтомъ растворяетъ всю грязь, засѣвшую въ инструментѣ, и грязь эта на утро выдувается изъ инструмента, вмѣстѣ съ остатками керосина, продувкою сжатымъ воздухомъ. Полезно, передъ ввинчиваніемъ рукава, капнуть въ него нѣсколько капель лучшаго масла. Воздухъ, впущенный въ приборъ, разсѣваетъ это масло въ видѣ тонкой пыли, которая покрываетъ всѣ части механизма. Для болѣе тщательной прочистки, можно разобрать механизмъ, что не сопряжено ни съ какими трудностями.

Рабочіе, работающіе на пневматическихъ инструментахъ, должны быть снабжаемы кожаными рукавицами, которыя защищаютъ руки отъ ударовъ струи отработавшаго воздуха, заключающей въ себѣ мелкія твердыя тѣла. Кромѣ того, рукавицы нѣсколько смягчаютъ дѣйствіе отдачи инструмента.

Примѣненіе пневматическихъ инструментовъ требуетъ установки *воздушнаго компрессора* и *резервуара*, для накачиванія въ него сжатаго воздуха. Къ резервуару приспособляется *главный воздухопроводъ*, по которому сжатый воздухъ изъ резервуара разводится по всѣмъ мѣстамъ, гдѣ предполагается работа пневматическихъ инструментовъ, причемъ трубы стараются помѣщать возможно ближе къ пунктамъ расхода сжатаго воздуха и не дѣлать на нихъ слишкомъ крутыхъ изгибовъ. Если воздухъ въ мастерской, всасываемый компрессоромъ, очень нечистъ, то на воздухопроводѣ, идущемъ отъ компрессора, полезно установить *воздушный фильтръ*.

На воздухопроводѣ, въ соответствующихъ мѣстахъ, устраиваются патрубкі съ запорными кранами и отротками, для надѣванія на нихъ *гибкихъ рукавовъ*. Длина этихъ рукавовъ не должна превосходить 3,5—4 метровъ. Если же мѣсто дѣйствія инструмента находится отъ главнаго воздухопровода на разстояніи большемъ этого, то, между гибкимъ рукавомъ и главнымъ воздухопроводомъ, устраивается жесткое трубчатое отвѣтвленіе большаго діаметра. Послѣ каждаго патрубкіа, или отвѣтвленія, діаметръ главнаго воздухопровода соответственно уменьшается. Менѣе 19 мм. ( $\frac{3}{4}$ " ) діаметръ этотъ не дѣлается.

Трубы подвѣшиваются обыкновенно подъ потолкомъ мастерской, или укрѣпляются на стропилахъ. Если онѣ подвержены охлажденію наружнымъ воздухомъ, то должны быть приняты мѣры къ тщательному удаленію изъ нихъ могущей образоваться воды, для чего воздухопроводу придается уклонъ въ одномъ направленіи и въ самой нижней точкѣ ставится водоотводная трубка съ краномъ. Всѣ же отвѣтвленія устраиваются выше этого пункта.

Компрессоръ долженъ имѣть возможно простую конструкцию и допускать легкую выемку и смѣну частей подверженныхъ болѣе сильному износу. Компрессоръ долженъ быть снабженъ механизмомъ, который бы прекращалъ автоматически его дѣйствіе, коль скоро упругость воздуха въ резервуарѣ достигла установленной нормы (обыкновенно 5—7 атмосферъ), и вновь возобновлялъ его, коль скоро эта упругость понизилась ниже заданной нормы. Необходимо, чтобы воздухъ въ цилиндрѣ компрессора могъ быть охлаждаемъ.

Компрессоры устанавливаются по большей части въ помѣщеніи силовой станціи даннаго завода, но во всякомъ случаѣ лишь при условіи, что положеніе компрессора при этомъ выходитъ центральнымъ, по отношенію къ пунктамъ потребления сжатого воздуха, въ противномъ случаѣ, лучше снабжать компрессоръ собственнымъ двигателемъ.

Самое простое средство сообщить воздуху, уже съ самаго начала, должную сухость, это установить передъ компрессоромъ резервуаръ и открыть въ него всасывающую трубу компрессора возможно дальше отъ того отверстия, черезъ которое входитъ въ резервуаръ наружный воздухъ. Резервуаръ этотъ долженъ стоять въ возможно прохладномъ мѣстѣ. Иногда, позади этого резервуара, устанавливается еще влагоотдѣлитель. Если не принять этихъ мѣръ къ осушенію воздуха, то воздухопроводъ зимою можетъ замерзнуть и для его отогрѣванія потребуется много времени.

*Двухступенчатый воздушный компрессоръ, съ промежуточнымъ холодильникомъ, представленъ, въ вертикальномъ и горизонтальномъ разрѣзахъ, на фиг. А и В, Таблицы I-II<sup>1)</sup>.*

<sup>1)</sup> Конструкция фирмы *Deutsche Pressluft-Werkzeug-und Maschinenfabrik*. Чертежъ доставленъ представителемъ фирмы, инженеромъ *К. Шницъ* въ С. Петербургъ (см. объявленія).

Названіе *двухступенчатого* компрессоръ этотъ носить вслѣдствіе того, что сжатіе въ немъ воздуха происходитъ въ два пріема. Сначала воздухъ сжимается до нѣкоторой средней упругости (первая ступень періода), затѣмъ онъ охлаждается въ холодильникѣ и наконецъ получаетъ дополнительное сжатіе до требуемой конечной упругости (въ компрессорахъ этого типа упругость эта можетъ быть достигаема въ предѣлахъ отъ 5 до 10 атмосферъ). Цѣль подобнаго раздѣленія работы слѣдующая: извѣстно, что, по мѣрѣ увеличенія упругости сжимаемаго воздуха, температура послѣдняго все болѣе и болѣе возрастаетъ. Нагрѣваніе это вызываетъ соответствующую потерю движущей силы. Чтобы предупредить, или по крайней мѣрѣ ослабить эту потерю, необходимо заботиться охлажденіемъ разогрѣвшагося воздуха. Но въ компрессорахъ, производящихъ работу сжатія воздуха въ одинъ лишь пріемъ (такъ называемыхъ *одноступенчатыхъ*), устройство охлаждающихъ приспособленій, которыя бы въ состояніи были произвести столь энергичное охлажденіе, весьма затруднительно, почему и конечное давленіе въ нихъ воздуха не можетъ быть слишкомъ велико. Выше 5 атмосферъ конечнаго давленія компрессоры этого типа не устраиваются. Въ двухступенчатыхъ же компрессорахъ, воздухъ, сжатый во время первой ступени процесса, охлаждается до первоначальной своей температуры, такъ что, будучи доведенъ до конечной упругости (во время второй ступени процесса), пріобрѣтаетъ температуру значительно низшую той, какую онъ получилъ бы въ томъ случаѣ, еслибы его сжатіе было произведено въ одинъ пріемъ. Въ результатѣ получается значительное сбереженіе движущей силы и поднятіе волюметрическаго полезнаго дѣйствія компрессора (до 93—98%). Дальнѣйшія преимущества двухступенчатого сжатія состоятъ въ меньшемъ разогрѣваніи цилиндра и слѣдовательно въ облегченіи смазки, и затѣмъ въ томъ, что, подъ вліяніемъ охлаждающаго дѣйствія холодильника, осаждаются увлеченные воздухомъ водяные пары и воздухъ становится суше. Принципъ двухступенчатого сжатія осуществленъ въ изображенномъ на чертежахъ компрессорѣ слѣдующимъ образомъ: наружный атмосферный воздухъ, подъ вліяніемъ всасывающаго дѣйствія поршня 1, входитъ въ боченокъ 11 (какъ показываетъ стрѣлка I) и черезъ

верхнюю пару всасывающихъ клапановъ (12—12) <sup>1)</sup> вступаетъ въ цилиндръ (2), въ пространство, находящееся позади поршня (1). При обратномъ движеніи поршня (справа налѣво), всасывающіе клапаны закрываются, воздухъ сжимается заднею гранью поршня (до упругости въ 2—3 атмосферы) и выталкивается въ трубки (21—22) двухъ трубчатыхъ холодильниковъ, расположенныхъ по обѣимъ сторонамъ цилиндра. Проходя по этимъ трубкамъ, поверхности которыхъ омываются циркулирующею въ холодильникахъ водою (вода входитъ у стрѣлки III и выходитъ у стрѣлки IV), воздухъ охлаждается, конденсируетъ заключенные въ немъ пары и затѣмъ, охлажденный и сжатый до упругости въ 2—3 атмосферы, выходитъ, черезъ клапаны (15), въ пространство впереди поршня. Коль скоро послѣдній начинаетъ двигаться слѣва направо, его передняя (дифференціальная) грань сжимаетъ воздухъ еще болѣе и сообщивъ ему установленную конечную упругость, выталкиваетъ, черезъ клапанъ (5), въ нагнетательную трубу (6), какъ показываетъ стрѣлка II. Помимо охлажденія воздуха протекающаго по трубкамъ, вода, заключенная въ холодильникахъ, охлаждаетъ и стѣнки цилиндра (2). Поршень же (1), имѣющій переднюю свою сторону открытою, охлаждается сверхъ того и соприкасающимся съ его внутреннею поверхностью атмосфернымъ воздухомъ. На *фиг. А* представлена первая ступень процесса, когда воздухъ сжимается лѣвою гранью поршня и толкается въ холодильники, причемъ въ полости впереди поршня происходитъ всасываніе воздуха изъ холодильниковъ. На *фиг. В* поршень изображенъ въ крайнемъ лѣвомъ его положеніи, т. е. въ моментъ окончанія первой ступени и начала второй, когда начинается сжатіе воздуха впереди поршня и всасываніе его изъ атмосферы позади поршня. Сквозь стѣнки цилиндра пропущенъ валикъ (20), на который надѣтъ шатунъ (3). Передній конецъ послѣдняго надѣтъ на шейку колѣна (23) колѣчатаго вала (4). Маховикъ (17) приводится въ вращеніе ремнемъ отъ привода.

<sup>1)</sup> Для ясности чертежа, клапаны показаны снятыми и видны лишь ихъ камеры. Устройство клапановъ видно изъ изображенія нагнетательнаго клапана (5); разница лишь въ направленіяхъ, въ которыхъ происходитъ приподниманіе мембранъ клапановъ съ ихъ сѣдалищъ.

Автоматическое прекращение и возобновление работы компрессора производится слѣдующимъ образомъ:

Когда скоро упругость воздуха въ нагнетательной трубѣ превыситъ установленный предѣлъ (измѣряемый давленіемъ грузовъ (9), падѣтыхъ на вертикальный стержень), воздухъ, наполняющій всегда нижнюю часть цилиндра (8), преодолеетъ тяжесть грузовъ (9) и подниметъ заключенный въ цилиндрѣ поршень [поднятію его противятся грузы (9)]. Поршень этотъ откроетъ воздуху доступъ въ патрубокъ (19) впускного клапана, причемъ заключенный въ послѣднемъ поршень продвинется налѣво и прекратитъ работу компрессора, который будетъ продолжать двигаться холостымъ ходомъ. Когда скоро же упругость воздуха въ нагнетательной трубѣ упадетъ ниже нормы, грузы (9) преодолеютъ давленіе воздуха, опустятся и приведутъ всю систему снова въ рабочее состояніе.

Компрессоры какъ того, такъ и другого типовъ, устраиваются обыкновенно для движенія ремнемъ отъ привода; но, въ случаѣ надобности, они могутъ быть снабжаемы и собственными паровыми машинами, или электромоторами.

Компрессоры съ ременнымъ приводомъ строятся для давленія воздуха отъ 5 до 10 атмосферъ и всасываютъ въ минуту отъ 0,5 до 25 куб. м. наружнаго воздуха, расходуя на это (при 7 атмосферахъ конечнаго давленія) отъ 4 до 150 паров. лошадей (съ уменьшеніемъ, или повышеніемъ давленія на 1 атмосферу, расходъ силы уменьшается, или увеличивается примѣрно на 7%).

Диаметръ цилиндра (дифференціальныи) дѣлается въ предѣлахъ отъ  $\frac{175}{140}$  до  $\frac{660}{520}$  мм.; ходъ поршня отъ 80 до 500 мм.

Диаметръ всасывающей трубы отъ 40 до 250, нагнетательной отъ 30 до 175 мм. Число оборотовъ отъ 300 до 150 въ минуту.

Паровые компрессоры, при среднемъ давленіи доставляемаго воздуха въ 6—7 атм. и средней начальной упругости пара въ 7,5—8 атмосферъ, расходуютъ отъ 17 до 122 п. л. и всасываютъ наружнаго воздуха отъ 2,5 до 19 куб. м. въ минуту.

Кромѣ постоянныхъ компрессоровъ, устраиваются и передвижныя. Въ послѣднемъ случаѣ, они снабжаются собствен-

нымъ электромоторомъ, установленнымъ на той же телѣжкѣ и сообщающимъ вращеніе, параллельному оси мотора, валу компрессора, при посредствѣ зубчатой передачи.

При компрессорѣ устанавливается воздушный резервуаръ, которому, при давленіи воздуха въ 7 атмосферъ, сообщается объемъ отъ 1 до 12 куб. м. (при діаметрѣ отъ 1000 до 1600 мм. и высотѣ отъ 1300 до 6000 мм.).

Резервуаръ этотъ снабжается манометромъ, предохранительнымъ клапаномъ, воздухопускнымъ и воздуховыпускнымъ клапанами, краномъ для спуска конденсаціонной воды и лавомъ для очистки.

Для измѣренія количества сжатого воздуха, расходоуемаго пневматическими инструментами, примѣняются спеціальныя *воздухомѣры*, которыхъ существуетъ нѣсколько конструкцій. Приборы эти относятся къ числу *объемныхъ* измѣрителей, дѣйствующихъ по принципу вращающагося поршня. Они строятся, или малыхъ размѣровъ, для измѣренія расхода воздуха каждымъ отдѣльнымъ пневматическимъ приборомъ, и въ такомъ случаѣ включаются въ узкія воздухоподводящія трубки (діаметромъ 15—20 мм.), или большіе, служащія для опредѣленія расхода воздуха цѣлымъ отдѣленіемъ мастерской, тоестъ цѣлою серією пневматическихъ инструментовъ и имѣютъ размѣры, позволяющіе включать ихъ въ воздухопроводы діаметромъ до 100 мм. Приборы эти снабжаются циферблатами, со стрѣлками, указывающими расходъ сжатого воздуха въ литрахъ въ секунду. Количество это затѣмъ переводится въ количество *наружнаго (не сжатого)* воздуха, умноженіемъ на число атмосферъ давленія примѣняемаго воздуха, плюсъ единица. Произведеніе это затѣмъ остается лишь умножить на число секундъ, потребовавшихся на выполнение данной работы, отсчитываемое по стопорному хронометру. Такъ, напримѣръ: просверленіе дыры потребовало 12 секундъ; стрѣлка воздухомѣра показывала секундный расходъ, сжатого до 6 атм., воздуха въ 60 литровъ. Расходъ наружнаго атмосфернаго (не сжатого) воздуха на эту работу =  $60 (6 \div 1) 12 = 5040$  литрамъ.

Воздухоподводящія *рукава* для пневматическихъ приборовъ устраиваются изъ прорезиненнаго холста, безъ наружной предохранительной оболочки, или съ оболочкой изъ спиральной проволоки, или изъ спиральной стальной ленты,



или изъ плетенки, сдѣланной изъ оцинкованныхъ желѣзныхъ полосъ. Они готовятся діаметромъ (въ свѣту) отъ 10 до 50 мм. Въ узлахъ примыканія этихъ рукавовъ къ воздухопроводнымъ трубамъ, помѣщаются *фильтры*, состоящіе изъ двухъ тарелокъ, снабженныхъ каждая ввертнымъ патрубкомъ для включенія въ трубу, а по краямъ свинченныхъ болтами. Въ промежутокъ между тарелками, закладывается плотная сѣтка, задерживающая приносимыя воздухомъ твердыя нечистоты (куски ржавчины, камешки, куски угля и т. п.) и не позволяющая имъ попадать въ рукавъ. Рукава, въ случаѣ необходимости удлинить ихъ, соединяются при помощи *универсальныхъ соединительныхъ муфтъ*, вида показаннаго на *фиг. 26, Табл. IV*. Одна половинка такой муфты прикрѣпляется своимъ патрубкомъ къ концу одного рукава, другая къ концу другого; остается сложить обѣ эти половинки и сдѣлать легкій поворотъ одной относительно другой, чтобы заставить ихъ сѣпиться своими крючками вполне плотно и надежно. Подобныя же универсальныя соединенія примѣняются для сѣпленія рукавовъ съ патрубками дроссельклапановъ.

Въ заключеніе, считаю небезынтереснымъ привести тѣ соображенія, которыми приходится руководствоваться, при рѣшеніи вопроса о замѣнѣ ручной работы пневматическими инструментами.

Съ одной стороны, конечно, въ пользу такой замѣны говорятъ несомнѣнно лучшія техническія качества работы, доставляемой автоматическими инструментами, и возможность значительно усилить производительность мастерской, за счетъ большей быстроты ихъ дѣйствія; съ другой стороны, необходимо принять въ соображеніе, что организовать ручную работу можно безпрепятственно, всюду, безъ громоздкаго спеціальнаго оборудованія и безъ затраты большихъ средствъ, введеніе же пневматическихъ инструментовъ требуетъ довольно сложныхъ воздухонагнетательныхъ и воздухопроводящихъ устройствъ, не говоря уже о большей дороговизнѣ самыхъ исполнительныхъ инструментовъ, то есть обуславливаетъ наличие значительнаго капитала, проценты и погашеніе котораго возможны лишь при извѣстномъ избыткѣ доходовъ. Кромѣ того, для устройства пневматическаго оборудованія и обученія рабочихъ управляться съ нимъ, требуется опытный руководящій персоналъ.

Конечно, и съ этой точки зрѣнія, нельзя сомнѣваться, что, быстрый и технически болѣе совершенный, машинный трудъ, явится все-таки выгоднѣе медленнаго и дорогого ручного труда, но дѣло въ томъ, что существуетъ еще одинъ важный факторъ, который можетъ дѣйствовать въ ту или другую сторону, въ зависимости отъ распорядка работъ, существующаго въ данной мастерской, и который, въ особо неблагоприятныхъ случаяхъ, можетъ свести къ нулю всю несомнѣнную выгоду примѣненія автоматическихъ инструментовъ. Факторъ этотъ есть степень занятости пневматическихъ инструментовъ, т. е. то число часовъ, въ теченіе рабочаго дня, или то число дней, въ теченіе года, въ которые эти инструменты находятся въ дѣйствиіи.

Нетрудно представить себѣ такой случай, что дорого стоящая и прекрасно оборудованная пневматическая станція работаетъ столь короткое время въ теченіе года, что разница въ расходахъ на рабочую силу, при ручной и машинной работѣ, за счетъ которой собственно только и можно содержать пневматическую станцію, а также рентировать и погашать затраченный на ея сооруженіе капиталъ, окажется настолько малою, что не въ состояніи будетъ покрыть этихъ расходовъ. Понятно, что въ такомъ случаѣ работа ручными инструментами окажется выгоднѣе, нежели пневматическими. Правда, нѣкоторымъ плюсомъ, даже и въ этомъ невыгодномъ случаѣ, окажется усиленная производительность мастерской, въ періоды дѣйствія пневматическихъ устройствъ, но зато подысканіе рабочаго персонала для такой, лишь временной, работы представить большія затрудненія, а если, въ видахъ закрѣпленія ихъ при мастерской, для нихъ будетъ изобрѣтаться какая-либо дополнительная работа, на періоды бездѣйствія пневматическаго устройства, то убыточность такой мѣры несомнѣнно понизитъ выгоды отъ нѣкотораго повышенія производительности, въ періоды дѣйствія пневматическихъ инструментовъ.

Такимъ образомъ, если задаться дѣлюю поставить пневматическое оборудованіе на правильную коммерческую почву, то прежде всего придется опредѣлить тотъ *минимумъ занятости* этого оборудованія, чистый доходъ съ котораго (т. е. избытокъ дохода, по сравненію съ стоимостью ручной работы) въ состояніи покрывать расходы: на уплату процен-

товъ на затраченный капиталъ, на погашеніе самого капитала и на самое содержаніе всего устройства, т. е. расходы на уголь, воду, смазку, чистку, уходъ, ремонтъ, возобновленіе инструментовъ и т. д. Установленіе такого минимума представляетъ однакоже задачу не особенно легкую, если принять въ соображеніе, что даже одно и то же воздушно-нагнетательное устройство, работая при полной, или неполной нагрузкѣ (въ зависимости отъ расхода сжатого воздуха въ единицу времени), можетъ давать различный коэффициентъ полезнаго дѣйствія, а потому и цифра накладныхъ расходовъ, падающихъ на единицу произведенной полезной работы, можетъ колебаться. Отсюда само собою вытекаетъ новое правило: пневматическое устройство не только должно быть въ дѣйствіи въ теченіе извѣстнаго минимума дней въ году, но и въ теченіе всего этого періода его дѣйствія должно работать возможно полною силою. Другими словами, сила компрессора и машины его движущей должна точно соответствовать количеству потребляемаго въ единицу времени сжатого воздуха. Излишне сильные компрессоры и ихъ двигатели, не только обходятся дороже и вызываютъ бесполезное повышеніе отчисленій на проценты и погашеніе затраченнаго капитала, но и эксплуатируются дороже, т. е. даютъ бѣльшую цифру накладнаго расхода, на единицу вѣса готовыхъ издѣлій. Установивъ подобный минимумъ дѣйствія всего устройства, обезпечивающій возможность погашенія капитала, и принявъ въ соображеніе, что техническія преимущества работы пневматическихъ инструментовъ, по сравненію съ ручными, безспорны, слѣдуетъ рѣшить: въ состояніи ли данный заводъ, или заводскій цехъ производить количество издѣлій свыше этого минимума, тоссть имѣетъ ли онъ увѣренность въ полученіи соответствующаго количества заказовъ и, лишь въ случаѣ, если такая увѣренность безспорна, можно рѣшиться на введеніе пневматическаго устройства.

Каковъ получится этотъ минимумъ — зависитъ отъ весьма многихъ обстоятельствъ, такъ какъ въ вычисленіе его входят многія цифры, чисто мѣстнаго характера: съ одной стороны, стоимость машинъ, трубъ, инструментовъ, движущей силы, ухода за вѣсьмъ сооруженіемъ и т. д., съ другой — количество работы, могущей быть порученною пнев-

матическимъ инструментамъ, мѣстныхъ отдѣльныхъ платы за машинную работу и т. д. *Универсальнаго* минимума, годнаго для всѣхъ мѣстностей и всѣхъ частныхъ случаевъ каждой мѣстности, установить конечно нельзя и каждому заводчику придется выработать таковой самому. Чтобы облегчить эту задачу, я приведу здѣсь общій ходъ подобнаго расчета, обращая вниманіе читателя на то обстоятельство, что приводимыя цифры должны быть разсматриваемы лишь какъ приближительныя *среднія*, которыя, въ каждомъ данномъ случаѣ, должны быть замѣнены цифрами мѣстными, болѣе точными.

Я возьму для примѣра пневматическую станцію *среднихъ размѣровъ*, обслуживающую котельный цехъ большого завода и приводящую въ дѣйствіе, примѣрно, десять отдѣльныхъ пневматическихъ инструментовъ, а именно: двѣ клепальныхъ машины <sup>1)</sup>; четыре обрубныхъ молотка (изъ нихъ два для крупныхъ и два для среднихъ работъ); двѣ чеканки (1 для крупныхъ и 1 для среднихъ работъ) и два сверлильныхъ прибора. Приэтомъ необходимо предположить, что возможны такіе періоды работы, когда всѣ эти десять инструментовъ находятся въ одновременномъ дѣйствіи, а потому слѣдуетъ рассчитывать компрессоръ такъ, чтобы онъ въ состояніи былъ подавать въ единицу времени объемъ воздуха, расходуемый всѣми десятью инструментами, съ извѣстнымъ запасомъ, который, въ силу вышесказаннаго, не долженъ быть бесполезно великъ.

Предположимъ, что одна изъ клепалокъ можетъ ставить заклепки діаметромъ до 32 мм., а другая до 19 мм.

Полагая, согласно опыту, 8% воздуха на утечку отъ неплотностей поршней и стыковъ и руководствуясь данными приведенными на стр. 98, имѣемъ расходъ въ минуту на-ружнаго (не сжатого) воздуха, для первой клепалки  $1,08 \cdot 0,9 = 0,97$  куб. метра и для второй  $1,08 \cdot 0,72 = 0,78$  куб. метра.

<sup>1)</sup> Машинныя эти я предполагаю ударнаго дѣйствія, а не рычажныя. Онѣ конструируются въ настоящее время такъ хорошо, что ставятъ столь же крупныя заклепки, что и рычажныя машины, съ степенью совершенства работы не уступающею работѣ послѣднихъ. Единственный недостатокъ, по сравненію съ рычажными, сильный шумъ отъ ударовъ клепального молотка, но этотъ шумъ производится и всѣми другими пневматическими инструментами, а потому въ данномъ случаѣ роли не играетъ.

Каждый изъ крупныхъ, обрубныхъ, или чеханныхъ молотковъ (см. категорію *b* таблицы, приведенной на стр. 97) расходуетъ въ минуту 0,42 куб. м., а каждый изъ среднихъ (см. категорію *c* тамъ же) 0,36 куб. м. наружнаго (атмосфернаго) воздуха, а прибавляя 8% на утечку—0,45 и 0,39 куб. м. Сверлильные приборы (см. таблицу на стр. 99) предполагаются двухъ величинъ, для просверленія дыръ діаметромъ до 50 мм. и до 22 мм. Расходъ ими наружнаго воздуха составляетъ: для перваго 1,6 куб. м., для втораго 1,0 куб. метра, а прибавляя 8% на утечку, 1,73 и 1,08 куб. м. Рабочее давленіе воздуха принято вездѣ въ 5 атмосферъ.

Суммируя эти единичные расходы, получимъ полный расходъ наружнаго атмосфернаго воздуха въ минуту, всѣми десятью инструментами, при одновременной ихъ работѣ =  $0,97 + 0,78 + 3 \cdot 0,45 + 3 \cdot 0,39 + 1,73 + 1,08 = 7,08$  куб. м., или, округленно, 8 куб. м. (что представляетъ запасъ въ 13%).

Двухступенчатый, одноцилиндровый компрессоръ подобной производительности, сжимающій воздухъ до упругости въ предѣлахъ отъ 5 до 10 атмосферъ, приспособленный для движенія ремнемъ отъ привода, долженъ имѣть слѣдующіе главные размѣры: діаметръ цилиндра 450 и 360 мм.; ходъ-поршня 300 мм.; число оборотовъ въ минуту 208; маховикъ діаметромъ 1650 мм. и шириною 300 мм.; діаметръ всасывающей трубы 175 мм., нагнетательный 90 мм. Такой компрессоръ вѣситъ приблизительно 220 пудовъ и требуетъ двигателя, силою въ 56 пар. лошадей (при среднемъ давленіи сжатаго воздуха въ 7 атмосферъ).

Стоимость подобной силы компрессора въ Германіи 5700 марокъ, или 2660 р.; фрахтъ и пошлина (3 р. 50 к. съ пуда) 770 р. итого 3430 р. Къ нему воздушный резервуаръ, вмѣстимостью въ 10 куб. м., вѣсомъ въ 212 пудовъ, стоимостью съ арматурою 700 р. (русскаго производства); трубная сѣть, съ арматурами для разводящихъ рукавовъ, 600 р. Фундаментъ и установка 270 р. Итого, стоимость компрессора, съ принадлежностями и трубами 5000 рублей.

Стоимость двухъ клепалокъ, съ поддерживающими штампами, но безъ скобъ (въ Германіи) 1000 марокъ (470 р.). Провозъ и пошлина (около 100 пудовъ въ обѣихъ) 350 р., итого 820 р., а со скобами 900 р. Наборъ штампъ къ нимъ 140 руб.

Стоимость 6-ти обрубныхъ и чекавныхъ молотковъ, въ Германіи, по 350 марокъ или 165 р., а съ провозомъ и пошлиною по 185 руб., всего за 6 штукъ 1110 руб. Два сверлильныхъ прибора, въ Германіи, по 175 руб., а съ провозомъ и пошлиною по 200 руб.—400 руб. Рукава и инструменты къ молоткамъ и сверлильнымъ приборамъ, по 45 руб. за комплектъ, 450 р. Итого, стоимость 10-ти исполнительныхъ механизмовъ, съ рукавами и наборомъ инструментовъ, 3000 рублей.

Стоимость же всего устройства (не считая зданія, т. к. предполагается уже существующій и дѣйствующій цехъ) 8000 руб.

Предполагая, что ежегодно будетъ списываться 10% стоимости компрессора и трубъ и 33% стоимости исполнительныхъ инструментовъ, ежегодный расходъ на погашеніе стоимости имущества составитъ  $0,1 \cdot 5000 + 0,33 \cdot 3000 = 1490$  р.; проценты на затраченный капиталъ (изъ 5% годовыхъ) составятъ 400 руб., итого, ежегодное отчисленіе на % и погашеніе стоимости имущества, 1890 руб.

Стоимость движущей силы для компрессора точному расчету не поддается, т. к. стоимость ея зависитъ, не только отъ рода двигателя (паровая машина, или электромоторъ, или двигатель внутреннего сгорания и т. п.), но и отъ способа пользованія движущею силою (паровой двигатель, или электромоторъ при самомъ компрессорѣ, или приводной валъ, общій и для другихъ исполнительныхъ механизмовъ цеха). Я возьму случай самый невыгодный—отдѣльную паровую машину, съ котломъ для нея и особымъ приводнымъ валомъ, все это исключительно для приведенія въ дѣйствіе компрессора.

Паровая машина въ 60 дѣйствительныхъ силъ (запасъ 7%), съ цилиндромъ діаметромъ въ 500 мм., ходомъ поршня въ 960 мм., дѣлающая 50 оборотовъ въ минуту, съ маховикомъ, діаметромъ въ 3800 мм. и шириною въ 160 мм., вѣсомъ съ маховикомъ 760 пудовъ, работающая паромъ въ 4,5 атмосферы упругостью, при наполненіи въ 0,3, обойдется, съ фундаментомъ и установкою, въ 5000 руб.

Паровой котель къ ней, ланкаширскій, діаметромъ въ 7' и длиною 30', вѣсомъ около 1000 пудовъ, обойдется съ арматурою и паропроводомъ въ 4000 руб.

Обмазка этого котла (предполагая трубу готовую) будет стоить около 1000 руб.

Приводъ отъ паровой машины къ компрессору (валь, кронштейны, шкивы, ремни) будетъ стоить около 1000 руб. Итого, полная стоимость двигателя, котла, привода, арматуры, трубъ и проч. составитъ—11000 руб.

Проценты на этотъ капиталъ (5% годовыхъ) и погашеніе его (въ 10 лѣтъ) составятъ сумму ежегоднаго расхода въ 1650 р., которую придется прибавить впоследствии къ цифрѣ ежегодныхъ эксплуатационныхъ расходовъ по всему пневматическому устройству.

Эксплуатационные расходы слагаются изъ нижеслѣдующихъ цифръ:

а) По движущей силѣ:

Предположивъ, при начальной упругости пара въ 4½ атм. и расширеніи въ 0,3, расходъ пара паровою машиною въ часъ равнымъ 12 кил. на лошадиную силу, расходъ каменнаго угля составитъ 5,5 фунтовъ въ часъ на паровую лошадь. Расходъ угля на всю машину въ день (10 рабочихъ часовъ), при цѣнѣ въ 16 к. за пудъ, будетъ  $= \frac{60 \cdot 5,5 \cdot 10 \cdot 16}{40} = 13 \text{ р. } 20 \text{ к.}$ ,

а въ годъ (280 рабочихъ дней) . . . . . 3696 р.

Ремонтъ машины и котла, паропроводовъ, передаточнаго привода, ремней и т. д., согласно даннымъ практики, 3% стоимости первоначальнаго ихъ устройства: 0,03.11000 . . . . . 330 „

(а въ день 330 : 280 = 1 р. 18 к.).

Смазка и чистка машины и привода (матеріаль и рабочая сила) въ годъ . . . . . 400 „  
(въ день 1 р. 43 к.).

Рабочая плата кочегару и машинисту, первому по 1 р. 30 к., второму по 2 р. въ день, всего въ годъ 921 „

Итого на эксплуатацію движущей силы: въ день 17 р. 70 к., а въ годъ . . . . . 4950 „

б) По пневматическому устройству:

Уходъ за компрессоромъ, трубопроводомъ, резервуаромъ и стыками, одинъ человѣкъ по 2 р. 25 к. въ день . . . . . 630 „

Смазка и чистка (материалъ и рабочая сила) по	
50 к. въ день . . . . .	140 р.
Ремонтъ всего устройства (3 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> отъ стоимости)	
въ день 85 к., а въ годъ . . . . .	240 „
Всего въ день 3 р. 60 к., а въ годъ . . . . .	<b>1010 „</b>

в) *На выдачу сдѣльной платы рабочимъ:*

Не предрѣшая даже самого характера работъ, рабочимъ на пневматическихъ инструментахъ всегда слѣдуетъ класть заработокъ на 70 до 100% превосходящій поденную ихъ цеховую плату. Принявъ среднюю норму повышенія въ 85%, придется уплатить:

Двумъ артелямъ при клепалкахъ, каждая изъ 1 клепальщика, 1 подручнаго (держальщика) и двухъ мальчиковъ при заклепочныхъ горнахъ, всего въ день: 2.1,85 {1 р. 50 + + 1 р. 25 + 2 0 р. 60 к.} = 14 р. 65 к., а въ годъ . . . . . 4102 р. — к.

Каждому изъ работающих на обрубочныхъ и чеканныхъ молоткахъ по 1,85.1 р. 50 = = 2 р. 78 к., а всѣмъ 6-ти въ день 6.2,78 = = 16 р. 68 к., а въ годъ . . . . . 4670 „ 40 „

Каждому изъ работающих при сверлильныхъ приборахъ, по 1,85.1 р. 75 = 3 р. 25 к., а двумъ: въ день 6 р. 50 к., въ годъ . . . 1820 „ — „

Всего, въ день 37 р. 83 к., въ годъ . . **10592 „ 40 „**

Слагая эксплуатаціонные расходы по содержанию движущей силы и по содержанию компрессора, трубъ и приборовъ, получимъ полный эксплуатаціонный расходъ, при примѣненіи пневматическихъ инструментовъ: въ день 59 р. 12 к.; въ годъ . . . . . 16552 „ 40 „

А если прибавить сюда отчисленія на уплату % по затраченному капиталу и на его погашеніе, въ суммѣ 12 р. 65 к., а въ годъ . 3540 „ 00 „

Получимъ полный эксплуатаціонный расходъ, при пользованіи пневматическими инструментами: въ день 71 р. 76 к., а въ годъ **20092 „ 40 „**

При пользованіи ручными инструментами, въ томъ же общемъ ихъ количествѣ, тоестъ двѣ клепальныхъ артели,



три слесаря обрубщика, три слесаря чеканщика и 2 сверлильщика, потребовалось бы выдавать слѣдующую сдѣльную плату (принимая, согласно даннымъ опыта, увеличеніе заработка при сдѣльныхъ работахъ на 30 до 50% противъ поденной платы, среднимъ числомъ на 40%):

1) Двумъ артелямъ клепальщиковъ, состоящимъ каждая изъ одного клепальщика, одного подручнаго (держальщика), двухъ молотобойцевъ и одного мальчика при заклепочномъ горнѣ, при поденной цеховой платѣ: клепальщику 1 р. 50 к.; подручному 1 р. 25 к.; молотобойцамъ по 80 к. и мальчикамъ по 40 к.:  $1,40.2. \{1 \text{ р. } 50 \text{ к. } + 1 \text{ р. } 25 \text{ к. } + 2. 0,80 + + 0,60\} = 13 \text{ р. } 86 \text{ к.}$  въ день, а въ годъ. . . . . 3880 р. 80 к.

2) Шести слесарямъ (обрубщикамъ и чеканщикамъ) 6. 1,40. 1 р. 50 к. = 12 р. 60 к. въ день, а въ годъ . . . . . 3528 „ 00 „

3) Двумъ сверлильщикамъ на трещеткахъ, въ день 2. 1,40. 1 р. 50 к. = 4 р. 20 к., а въ годъ. . . . . 1176 „ 00 „

Итого сдѣльной платы, при работѣ ручными инструментами, въ день 30 р. 66 к., а въ годъ. . . . . 8584 „ 80 „

Сверхъ того, къ этому расходу необходимо прибавить еще расходъ на возобновленіе штамповъ, зубилъ, чеканокъ, сверлъ, ручниковъ, боевыхъ молотовъ и проч., въ суммѣ (при 10-ти одновременно работающихъ инструментахъ) не менѣе 5 р. въ день, а въ годъ . . . . . 1400 „ 00 „

И расходъ на исправленіе и смазку трещетокъ; на масло, концы, точила, напильники и т. д., по 1 р. въ день . . . . . 280 „ 00 „

И тогда полный расходъ при пользованіи ручными инструментами составитъ: въ день 36 р. 66 к., а въ годъ . . . . . 10264 р. 80 к.

Замѣчу, что при пользованіи какъ пневматическими, такъ и ручными инструментами, не принята въ счетъ стоимость угля для разогрѣванія заклепокъ, такъ какъ расходъ этотъ, въ томъ и другомъ случаяхъ, одинаковъ, для насъ же важны не столько абсолютныя, сколько сравнительныя цифры.

Выводъ этотъ сдѣланъ въ предположеніи, что какъ при ручныхъ, такъ и при пневматическихъ работахъ, работаетъ одно и то же число разнообразныхъ инструментовъ.

Чтобы вывести заключеніе о степени выгодности того или другого рода работы, придется обратиться къ производительности инструментовъ, какъ пневматическихъ, такъ и ручныхъ. Такъ какъ отъ сопоставленія цифръ производительности тѣхъ и другихъ зависитъ существеннымъ образомъ выборъ между ними, то, при назначеніи этихъ цифръ, я считаю необходимымъ быть весьма осмотрительнымъ и отнюдь не увлекаться блестящими цифрами производительности, приводимыми въ проспектахъ фабрикантовъ пневматическихъ инструментовъ. Я не хочу этимъ сказать, что приводимыя ими цифры раздуты, опѣ несомнѣнно взяты изъ удостовѣренныхъ опытовъ, но дѣло въ томъ, что работа, впродолженіе краткаго времени показныхъ опытовъ, не можетъ быть уподобяема заурядной, длительной работѣ въ мастерскихъ, когда приходится, волей неволей, затрачивать значительное время на переноску и приспособленіе приборовъ, на проникновеніе въ трудно доступные уголки производства нѣкоторыхъ работъ, на простои отъ неготовности самого предмета, подлежащаго обработкѣ, вслѣдствіе производства надъ нимъ другихъ работъ и т. п.

Такъ, на примѣръ, пневматическія клепалки, избранныхъ нами размѣровъ, дѣйствительно успѣваютъ ставить отъ 70 до 80 заклепокъ въ часъ, предполагая, что работа ихъ ничѣмъ не нарушается. На практикѣ же, число заклепокъ, поставленныхъ въ день пневматическими инструментами, далеко не достигаетъ числа 700—800, а обыкновенно не превосходитъ 400—500 штукъ. Для осторожности, я и приму къ расчету меньшую изъ этихъ цифръ. Количество работы клепальныхъ артелей, работающихъ ручными инструментами, принявъ въ соображеніе указанныя выше помѣхи непрерывности работы и имѣя въ виду значительно быстрѣйшую утомляемость рабочихъ, работающихъ ручными инструментами, можно принять, на основаніи указаній практики, максимумъ въ 280 заклепокъ въ день, на каждую артель.

Работа пневматическими зубилами и чеканками несомнѣнно въ 5—6 разъ быстрѣе, нежели ручными инструмен-

тами, но, для осторожности, ее не слѣдуетъ принимать выше троекратной.

Работа пневматическими сверлами превосходить по быстротѣ работу ручными трещетками въ 10—20 разъ, особенно въ случаяхъ, когда приходится работать въ тѣсныхъ уголкахъ, но и ее не слѣдуетъ, для осторожности, принимать болѣе 5—6 кратной.

Эти то основныя отношенія скоростей выполненія работъ пневматическими и ручными инструментами: въ 400:280 для клещальныхъ работъ; 3:1 для работъ обрубочныхъ и чеканныхъ и 5:1 для работъ сверлильныхъ, и можно (уже съ полною увѣренностью) принять за основаніе, при подсчетѣ сравнительной стоимости тѣхъ и другихъ работъ.

Изъ этихъ отношеній видно, что для производства той суммы работъ, которую въ состояніи выполнить въ одинъ день 10 пневматическихъ инструментовъ, указанныхъ выше типовъ, ручнымъ инструментамъ потребуется срокъ соответственно болѣе, именно: 2 клещальныхъ инструмента выполнять соответствующую работу лишь въ  $\frac{10}{7}$  дня; 6 зубиль, или чеканокъ, съ ручными молотками, лишь въ 3 дня и двѣ сверлильныхъ ручныхъ трещетки лишь въ 5 дней.

Слѣдовательно, за ту работу, выполненіе которой пневматическими инструментами обходится въ 59 р. 11 к. <sup>1)</sup>, пришлось бы уплатить рабочимъ, работающимъ ручными инструментами (распредѣляя накладной расходъ на ремонтъ и возобновленіе, чистку и смазку равномерно между всѣми 10-ю инструментами):

$$\begin{aligned} & \frac{10}{7} \cdot 13 \cdot 86 + 3 \cdot 12 \cdot 60 + 5 \cdot 4 \cdot 20 + \frac{6}{10} \left\{ 2 \cdot \frac{10}{7} + 6 \cdot 3 + 2 \cdot 5 \right\} = \\ & = 19 \cdot 80 + 37 \cdot 80 + 21 \cdot 00 + 18 \text{ р. } 51 \text{ к.} = 97 \text{ р. } 11 \text{ к.} \end{aligned}$$

Итакъ, каждый день примѣненія пневматическихъ инструментовъ сберегаетъ, въ разобранномъ нами частномъ случаѣ, 97 р. 11 к. — 59 р. 11 к. = 38 рублей. Правда, въ стоимость работъ пневматическими инструментами не введена еще цифра стоимости % и погашенія капитала, затраченнаго на пріобрѣтеніе машины, котла, приводовъ и полного пневматическаго оборудованія, составляющая 3540 руб. въ годъ.

<sup>1)</sup> Я не присоединяю сюда пока стоимости % и погашенія, т. е. объ этой цифрѣ будетъ говоритья особю.

Если всю экономію, достигаемую отъ примѣненія пневматическихъ инструментовъ и исчисленную выше въ 38 р. въ день, употреблять на покрытіе расхода на  $\frac{1}{2}$  и погашеніе (3540 руб.), то, черезъ 93 дня работы пневматическими инструментами, вся эта сумма будетъ выплачена и дальнѣйшая работа будетъ приносить уже чистый барышъ, по 38 р. въ день.

Итакъ, если въ разсматриваемомъ нами частномъ случаѣ, мы въ состояніи будемъ расположить работу въ котельной такимъ образомъ, чтобы пневматическимъ инструментамъ была обеспечена работа въ теченіе *не менѣе 93 дней* въ году, то введеніе пневматическаго оборудованія доставитъ несомнѣнный барышъ (тѣмъ большій, чѣмъ на большее число дней, сверхъ 93-хъ, будетъ обеспечена ему работа). Если же оборудованіе описаннаго размѣра не будетъ занято въ теченіе 93-хъ дней, то ручная работа выйдетъ дешевле машинной.

Но заводскихъ предпріятій, работа которыхъ сосредоточивается лишь въ продолженіе 3 мѣсяцевъ и цеха которыхъ затѣмъ бездѣйствуютъ всю остальную часть года, вообще не существуетъ, или по крайней мѣрѣ такія предпріятія существовать не могутъ, а потому, подгоняя составъ и силу пневматическаго оборудованія къ потребностямъ данной мастерской, всегда можно добиться того, чтобы оно было занято въ теченіе всего года, или по крайней мѣрѣ въ теченіе времени, превышающаго то, которое необходимо для накопленія средствъ для уплаты  $\frac{1}{2}$  и погашенія капитала на него затраченнаго. Вопросъ о рентируемости пневматическихъ устройствъ, во всѣхъ безъ исключенія случаяхъ практики, не подлежитъ такимъ образомъ никакому сомнѣнію.

Но, помимо прямой и непосредственной выгоды отъ замѣны ручного труда машиннымъ, примѣненіе пневматическихъ инструментовъ, какъ уже упоминалось выше, приносить еще и другую, косвенную выгоду, выражающуюся поднятіемъ производительности даннаго цеха, при тѣхъ же самыхъ его размѣрахъ, общемъ оборудованіи, административномъ надзорѣ и общихъ накладныхъ расходахъ.

Наконецъ, немаловажное преимущество примѣненія пневматическихъ инструментовъ представляетъ еще возможность поднять заработокъ рабочихъ. Въ разсмотрѣнномъ примѣрѣ, рабочіе, работающіе на пневматическихъ клепалкахъ, зара-

ботываютъ вмѣсто 40% сверхъ поденной платы. 85%, т. е. болѣе на 30%. Въ сущности это повышение выйдетъ еще выше, такъ какъ работать на пневматическихъ инструментахъ могутъ слесаря пизинихъ качествъ, а потому оплачиваемые болѣе низкою поденною платою, сравнительно съ тѣми, которые работаютъ ручными инструментами, и даже обыкновенные чернорабочіе; въ расчетѣ же цеховая плата тѣхъ и другихъ принята одинаковою.

Что касается абсолютныхъ цифръ, введенныхъ въ мой расчетъ, то, какъ я уже замѣтилъ выше, онѣ, конечно, подлежатъ колебаніямъ и каждый инженеръ, производящій расчетъ, не затруднится вставить вмѣсто нихъ болѣе точныя мѣстные цифры, что, впрочемъ, отзовется лишь очень слабо, на конечныхъ выводахъ, мною сдѣланныхъ. Замѣчу здѣсь, что приведенный выше минимумъ въ 93 дня, необходимый для погашенія процентовъ и стоимости пневматическаго сооружения, подсчитанъ мною въ условіяхъ весьма неблагоприятныхъ и осторожныхъ и что обыкновенно онъ выражается числомъ дней значительно меньшимъ.

Если въ разсмотрѣнномъ нами выше частномъ случаѣ, пренебрегши расходами на эксплуатацію пневматическихъ и ручныхъ инструментовъ, сопоставить лишь цифры выдаваемой въ томъ и другомъ случаяхъ заработной платы, то разница въ пользу пневматическихъ инструментовъ выразится въ слѣдующемъ видѣ:  $19.80 + 37.80 + 21.00 - 37.83 = 40$  р. 77 к., что составляетъ выигрышъ въ 52%.

Что цифра эта не преувеличена подтверждаютъ слѣдующія данныя, взятая изъ практики: 1) одною американскою судостроительною верфью была подсчитана заработная плата, выданная рабочимъ за постановку 94000 заклепокъ пневматическими молотками, оказавшаяся равною 1400 долларамъ, что составляетъ 1,5 цента за каждую заклепку. При ручной работѣ, по подсчету той же фирмы, уплачивается за постановку каждой заклепки 3,19 цента. Такимъ образомъ, сбереженіе на заработной платѣ составляетъ 53%.

2) На другой (американской же) верфи, за постановку одной заклепки пневматическими молотками платится, на основаніи трехмѣсячной статистики, 1,68 цента, а при ручной работѣ 3,18 цента, т. е. достигаемое сбереженіе составляетъ 50%.

3) Наконецъ, статистика третьей верфи (также американской), относящаяся къ огромной партіи въ 336000 поставленныхъ заклепокъ, а потому наиболѣе достовѣрная, показала сбереженіе на заработной платѣ, при машинной клепкѣ, въ 50% по сравненію съ ручною работою. Такимъ образомъ, сбереженіе заработной платы въ 50%, по сравненію съ ручною работою, можно принять нормальнымъ. Не мѣшаетъ однакоже имѣть въ виду, что эта норма сбереженія быстро понижается, съ уменьшеніемъ размѣровъ пневматической станціи.

Правда, вышевыведенное мною сбереженіе заработной платы въ 52% относилось ко всѣмъ вообще пневматическимъ инструментамъ въ совокупности, цифры же, приведенныя изъ практики американскихъ заводовъ, относятся лишь къ работѣ клепальныхъ молотковъ. Но это еще болѣе усиливаетъ убѣдительность сопоставленія, такъ какъ клепалки даютъ наименьшее сбереженіе, по сравненію съ обрубными молотками и сверлами. Поэтому, то, что справедливо для клепалокъ, является сугубо справедливымъ и для всѣхъ другихъ пневматическихъ инструментовъ.

Затѣмъ слѣдуетъ еще имѣть въ виду, что приведенныя выше практическія данныя, а также взятый нами для подсчета примѣрный случай, подразумеваютъ клепку паровыхъ котловъ, т. е. постановку заклепокъ толстыхъ. При клепкѣ болѣе толстыхъ листовъ, степень производительности пневматическихъ клепалокъ, по сравненію съ ручными, значительно возрастаетъ. Такъ, напримѣръ, при клепкѣ пневматическими инструментами желѣзныхъ вагонныхъ кузововъ, артель изъ двухъ взрослыхъ рабочихъ и одного мальчика ставитъ въ часъ 200 заклепокъ діаметромъ въ 17 мм. При ручной же работѣ, требующей артели изъ трехъ взрослыхъ рабочихъ и одного мальчика, ставится не болѣе 80 заклепокъ въ часъ, т. е. въ 2½ раза менѣе.

При мостовыхъ и строительныхъ работахъ, артель изъ трехъ человѣкъ ставитъ въ день 2500 заклепокъ, діаметромъ въ 13 мм., или 250 заклепокъ въ часъ, т. е. больше чѣмъ втрое противъ ручной работы.

Для соображенія производительности пневматическихъ молотковъ и сверлильныхъ приборовъ, могутъ служить слѣдующія данныя, заимствованныя также изъ практики существующихъ пневматическихъ устройствъ.

Расчеканка пневматическимъ зубиломъ 100 пог. метровъ гладкаго шва производится (включая естественные перерывы въ работѣ) въ продолженіе отъ 1 до максимумъ 1½ десятичасовыхъ смѣнъ, смотря по степени навыка рабочаго и по продолжительности перерывовъ. Ручною же чеканкою самый искусный и выносливый рабочій не въ состояніи прочеканить болѣе 20—25 погонныхъ метровъ желѣзнаго шва въ смѣну.

Просверленіе пневматическимъ сверлильнымъ приборомъ въ желѣзѣ отверстія, въ 27 мм. діаметромъ и 110 мм. глубиною, производится въ продолженіе 7 минутъ времени. Просверленіе такого же отверстія ручною трещеткою требуетъ три часа времени.

Пневматическое зубило снимаетъ желѣзную стружку въ 10 мм. шириною, 7—12 мм. толщиною и длиною въ 1 метръ въ продолженіе 6 минутъ. Подобная же стружка срубается ручнымъ зубиломъ не менѣе, чѣмъ въ 45 минутъ.

Нарѣзка дыръ пневматическимъ метчикомъ производится вътрое скорѣе, чѣмъ ручнымъ.

Отсюда видно, что принятыя мною выше сравнительныя нормы производительности пневматическихъ и ручныхъ инструментовъ въ сущности весьма осторожны, а потому вполне надежны для всякихъ предварительныхъ подсчетовъ.

---

## Отдѣлъ III.

Круговое фрезование и круговая обдирна на камняхъ, какъ подспорье, или замѣна токарной работы. Нормализація машинныхъ частей.



Пока инструментальная сталь имѣла лишь ограниченныя предѣлы стойкости, а металлообдѣлочныя станки лишь соответствующую умѣренную силу, механическая обработка металловъ на станкахъ ограничивалась лишь чистовою отдѣлкою, то есть снятіемъ тонкаго поверхностнаго слоя. Въ виду этого, не только при отливкѣ, но и при отковкѣ машинныхъ частей, старались придавать имъ размѣры и очертанія возможно близкіе къ размѣрамъ чертежа, т. е. дѣлать самыя незначительныя припуски на обдѣлку, достаточныя лишь для того, чтобы получить чистыя поверхности. Если, при отливкѣ издѣлій, это достигалось сравнительно безъ особыхъ затрудненій и расходовъ <sup>1)</sup>, то при отковкѣ, въ особенности издѣлій сложныхъ очертаній, для достиженія близкихъ къ чертежу размѣровъ и очертаній, приходилось затрачивать весьма много времени, платить высокую заработную плату и сверхъ того мириться съ большимъ угаромъ металла, какъ прямымъ слѣдствіемъ многократныхъ его нагрѣвовъ. Хотя, съ теченіемъ времени, много издѣлій, получавшихся прежде ковкою, перешло въ сортаментъ фасонныхъ желѣзныхъ и стальныхъ отливокъ и этимъ достигнуто значительное ихъ удешевленіе, безъ потери достоинствъ, но много издѣлій и по настоящее еще время остается на обязанности кузницъ, тѣмъ болѣе, что многія части машинъ, инженерныхъ сооружений, военнаго снаряженія и т. д. обязательно должны быть получаемы не отливкою, а ковкою, въ виду улучшающаго вліянія молотовальнаго процесса на ихъ массу. Таковы, на примѣръ, машинныя валы, прямые и колѣнчатые, паровозныя и вагонныя оси, броневыя плиты, купола боевыхъ башенъ, снаряды и т. д. Кромѣ того, нѣкоторыя издѣлія, получавшіяся прежде отливкою, нынѣ предпочитаютъ производить ковкою, на примѣръ, крупныя прокатныя валки, пустотѣлыя валы для паровыхъ турбинъ, сфериче-

---

<sup>1)</sup> Нѣкоторое затрудненіе, правда, существовало и въ этомъ случаѣ, такъ какъ требовалось отливать очень чисто и не допускать провѣканія далеко вглубь обычныхъ поверхностныхъ пороковъ отливокъ — песочинъ, раковинъ, вогнутостей отъ усадки и т. п.

скіе купола орудійныхъ башенъ и т. д. (см. Отд. IV). Чѣмъ сложнѣе форма такихъ издѣлій, тѣмъ мѣшкотнѣе и дороже приведеніе ихъ къ чертежу и малымъ припускамъ на обработку, и тѣмъ сильнѣе угаръ металла.

Введеніе специальной инструментальной стали, высокой стойкости, и соотвѣтствующей силы станковъ, не только значительно ускорило холодную обработку, но и сильно удешевило ее, такъ какъ законъ уменьшенія удѣльныхъ работъ, по мѣрѣ увеличенія абсолютныхъ размѣровъ снимаемой стружки <sup>1)</sup>, проявляется при крупныхъ работахъ съ особенной интенсивностью.

Нововведеніе это сильно пошатнуло убѣжденіе (долгое время считавшееся непреложнымъ) въ значительно большей дороговизнѣ холодной механической обработки, по сравненію съ горячею ковкою, и установило, мало по малу, новый, прямо противоположный прежнему принципъ обработки металловъ: ковать быстро и грубо, дабы уменьшить угаръ и сократить расходы на рабочую плату кузнецамъ <sup>2)</sup>, перенося всѣ формоизмѣняющія работы на станки механической мастерской; кромѣ того, во всѣхъ случаяхъ, гдѣ это только позволяетъ форма приготавливаемыхъ издѣлій, обходиться вовсе безъковки, выдѣлывая ихъ прямо изъ сырого катаного металла и снимая весь избытокъ толщины послѣдняго рѣзцомъ, или наждачнымъ кругомъ (такъ изготовляются напримѣръ въ настоящее время паровозныя и вагонныя оси, валы разнообразной формы и т. п.).

Насколько правильнымъ и живучимъ оказался этотъ новый принципъ, еще немного лѣтъ назадъ показавшійся бы совершеннымъ абсурдомъ, видно напримѣръ изъ того, что въ настоящее время не рѣдкость встрѣтить (конечно лишь на заводахъ современнаго оборудованія) издѣлія, въсѣ которыхъ, послѣ обработки на станкахъ, не превышаетъ половины, а иногда и четверти вѣса поступившей изъ кузницы поковки. О такихъ припускахъ на обработку (въ 50—75%) прежде нельзя было и говорить серьезно.

<sup>1)</sup> Подмѣченный, еще въ началѣ семидесятыхъ годовъ прошлаго столѣтія, профессоромъ *Хартигомъ*.

<sup>2)</sup> Кузнецы, умѣющіе производить фасонныя работы, рѣдки и трудъ ихъ оцѣнивается весьма высоко.

Въ Отдѣлѣ I-мъ былъ приведенъ цѣлый рядъ примѣровъ подобной могучей холодной обработки, взятыхъ не изъ показныхъ опытовъ, а прямо изъ обыденной практики существующихъ мастерскихъ, а потому устраняющихъ всякое сомнѣніе въ томъ, что этотъ методъ работы не только неубыточенъ, но безусловно выгоденъ для этихъ мастерскихъ.

Выковка крупныхъ колѣнчатыхъ валовъ, съ готовыми колѣнами, представляетъ напримѣръ работу весьма сложную и отвѣтственную<sup>1)</sup>, оплачиваемую весьма дорого и тѣмъ не менѣе не избавляющую отъ длительной холодной обработки впоследствии. Теперь, эти валы выковываются обыкновенно въ видѣ грубыхъ болванокъ, съ сплошными утолщеніями въ мѣстахъ колѣнъ, и затѣмъ весь этотъ избытокъ металла выбирается въ холодномъ состояніи, фрезой со вставными зубьями (см. Отдѣлъ IV).

При выдѣлкѣ же подобныхъ колѣнчатыхъ валовъ не очень крупныхъ размѣровъ, нерѣдко обходятся и вовсе безъковки, вырѣзывая ихъ въ холодномъ состояніи прямо изъ литой призматической болванки. Примѣромъ можетъ служить выдѣлка автомобильнаго двухколѣнчатого вала, вида изображеннаго на *фиг. В, Таблицы VIII*. Въ случаѣ выковки подобнаго вала начерно, безъ примѣненія штампа, приходится, какъ извѣстно, впоследствии затрачивать значительное время и средства на его обточку на токарномъ станкѣ. Въ случаѣ же примѣненія штампа, значительно усложняется и удорожается ковочный процессъ и увеличивается угаръ металла отъ многократныхъ нагрѣвовъ. Опытъ выдѣлки такихъ валовъ прямо изъ болванки, исключительно холодною механическою обработкою, далъ возможность убѣдиться, что подобный способъ обработки не только точнѣе, но и дешевле. Сырымъ матеріаломъ въ такихъ случаяхъ служитъ болванка вида *С, Табл. VIII*, имѣющая лишь незначительные припуски на обдѣлку (по 2 мм. по толщинѣ и ширинѣ и 5 мм. по длинѣ), вслѣдствіе чего расходъ матеріала выходитъ минимальный и сберегается вся та значительная его потеря, которая неизбежна при ковкѣ. Кромѣ того, сберегается значительный расходъ на сдѣльную плату кузнецамъ, составляющій на германскихъ заводахъ, смотря

<sup>1)</sup> Описание подобной работы приведено въ моемъ сочиненіи „Современное Оборудование“.

по величинѣ вала, отъ 15 до 30 марокъ. Холодная обработка состоитъ изъ слѣдующихъ послѣдовательныхъ механическихъ операций: прежде всего офрезовываются обѣ широкия продольныя плоскости болванки *abcd* и *efgh*, разстояніе между которыми приводится къ точной толщинѣ колѣнъ вала. Если имѣется двойной фрезерный станокъ, работа эта ведется одновременно съ обѣихъ сторонъ; если такого станка не имѣется, офрезовка граней производится послѣдовательно. Затѣмъ болванка расчерчивается по шаблону и кладется на столъ сверлильнаго станка, на которомъ высверливается шесть серій сквозныхъ отверстій 1, 2, 3, 4, 5, 6, заходящихъ одно за другое своими краями (*фиг. D, Табл. VIII*). По окончаніи этой работы, болванка передается на фрезерный станокъ и тремя тонкими прорѣзными фрезами дѣлается съ каждой ея стороны по три разрѣза, проникающихъ до просверленныхъ передъ тѣмъ отверстій. Вслѣдствіе этого, отъ болванки совершенно отдѣляются шесть кусковъ металла, наиболѣе крупныя изъ которыхъ передаются въ кузницу и могутъ быть употреблены на другія подѣлки. Вырѣзанная такимъ образомъ фигурная болванка передается на обыкновенный токарный станокъ, на которомъ прежде всего обтачиваются начерно обѣ концевыя шейки вала и наружныя боковыя грани колѣнъ; послѣ этого, начерно же, обтачиваются дышловыя шейки колѣнъ и внутреннія плоскія грани послѣднихъ. Затѣмъ, на томъ же, или на другомъ болѣе легкомъ токарномъ (обыкновенномъ же) станкѣ, обтачиваются начисто, сначала концевыя шейки и наружныя грани колѣнъ, а затѣмъ дышловыя шейки и внутреннія грани колѣнъ. Работа заканчивается отшлифовкою всѣхъ шеекъ.

Матеріаломъ для выдѣлки подобныхъ валовъ служить, или твердая хромо-никелевая сталь, или литое желѣзо, подвергающееся впослѣдствіи наружной цементаци и закалкѣ. Въ первомъ случаѣ, должны примѣняться при обработкѣ фрезы, сверла и рѣзцы изъ стойкой быстродѣйствующей стали. Въ послѣднемъ случаѣ, къ перечисленнымъ выше послѣдовательнымъ операциямъ присоединяются еще слѣдующія дополнительные операции: оцементовка; закалка въ водѣ или маслѣ; выправка покоробившихся при закалкѣ колѣнъ и окончательная ихъ отшлифовка. Коробленіе это есть явленіе неустранимое, а потому болванкамъ,

предназначеннымъ къ обработкѣ вторымъ способомъ, сообщаются нѣсколько большіе припуски размѣровъ на обработку, а при обточкѣ частей, оставляется нѣсколько большій запасъ на отшлифовку.

Такимъ образомъ, всѣ работы ведутся на обыкновенныхъ станкахъ и обыкновенными (за исключеніемъ лишь прорѣзныхъ фрезъ) инструментами, годными и для выполненія всякихъ другихъ работъ. Установка вала, при обточкѣ колѣнныхъ шеекъ, производится безъ особаго затрудненія на обыкновенномъ токарномъ станкѣ и дѣлаетъ излишнимъ примѣненіе специальныхъ станковъ, съ вращающимися рѣзцами.

Крупные прямые валы доставляются въ настоящее время со сталелѣвательныхъ заводовъ машиностроительнымъ заводамъ съ тѣми же, правда незначительными, припусками на обточку, съ какими они доставлялись и прежде, но съ тою существенною разницею, что они приводятся въ это состояніе не теплою ковкою въ горячемъ состояніи, а черною обточкою въ холодномъ состояніи, на токарныхъ станкахъ. Благодаря этому, заводу покупающему такой, уже обточенный начерно, валъ не приходится считаться, ни съ возможною кривизною послѣдняго, ни со скрытыми пороками металла, которые обыкновенно обнаруживаются уже лишь послѣ обдирки наружнаго слоя на станкѣ; при всемъ томъ, онъ получаетъ его не дороже чернаго кованаго. Изъ примѣровъ, приведенныхъ въ I-мъ и отчасти въ IV-мъ отдѣлахъ, видно, что грубая черновая холодная обработка, съ большими скоростями и большою толщиной снимаемыхъ стружекъ, можетъ быть производима съ успѣхомъ, не только на токарныхъ и строгальныхъ, но также и на фрезерныхъ станкахъ. Вся стружка, снимаемой въ единицу времени, при приведенныхъ выше условіяхъ, поражаетъ, какъ мы видѣли, свою громадностью.

Такимъ образомъ принципъ, что холодную обработку металловъ можно производить быстрѣе и дешевле, нежели горячую, можно считать вполне установленнымъ. На этомъ однакоже предприимчивость современной техники не остановилась и пошла еще далѣе. Въ настоящее время, на нѣкоторыхъ, передовыхъ по инициативѣ, машиностроительныхъ заводахъ, проводится съ настойчивостью (и уже

подтвердился въ его правильности) другой принципъ, которымъ устанавливается такое же соотношение между чистою и черною холодною обработкою металловъ, какое установлено между холодною и горячею обработкою.

Съ открытіемъ наждака и способовъ готовить изъ него искусственные точильные камни, любыхъ размѣровъ и формы и по сравнительно недорогой цѣнѣ, въ помощь рѣзущимъ инструментамъ, работающимъ снятіемъ стружки, явилось, въ лицѣ наждачныхъ круговъ, новое могучее орудіе, которымъ и пользуются металлообрабатывающія мастерскія, втеченіе уже болѣе сорока лѣтъ. Въ главѣ XIV моего труда „*Современное оборудование машиностроительныхъ заводовъ*“ описаны разнообразныя способы примѣненія наждачныхъ станковъ для обработки металлическихъ частей, до или послѣ ихъ механической обработки и закалки, а иногда и прямо *взамѣнъ* механической обработки. Приэтомъ, на наждачный кругъ долго смотрѣли, какъ на инструментъ, способный снимать лишь топчайшіе слои металла, уподобляясь въ работѣ слесарному напильку. Въ новѣйшее время установлено, что наждачный кругъ съ успѣхомъ замѣняетъ не только напильокъ, но и токарный рѣзецъ и что многія работы, считавшіяся до сихъ поръ неотъемлемою функціею токарныхъ станковъ, могутъ быть выполняемы, не только лучше, но и скорѣе, а потому дешевле, на станкахъ наждачныхъ, стоитъ только подобрать для ихъ выполненія соответствующій наждачный кругъ и заставить его вращаться съ соответствующею скоростью. Въ виду этого, въ настоящее время, не только окончательную, чистовую обработку поверхностей вращенія (выполнявшуюся прежде на токарныхъ станкахъ, съ значительною затратою времени) предпочитаютъ выполнять на наждачныхъ станкахъ, но нерѣдко поручаютъ послѣднимъ также и всю черновую часть работы, совершенно минуя токарный станокъ, причемъ обрабатываемый предметъ поступаетъ на наждачный станокъ съ такими же запасами на обработку, съ какими онъ поступалъ прежде на токарный станокъ.

Практика современныхъ машиностроительныхъ заводовъ даетъ множество примѣровъ, когда этотъ запасъ, въ издѣліи, предварительно обобланенномъ токарнымъ рѣзцомъ, достигаетъ 2 и болѣе миллиметровъ на сторону, а при об-

работкѣ прямо шлифовкою (безъ предварительной обточки на токарномъ станкѣ) 5 и болѣе миллиметровъ на сторону. Приэтомъ, и это самое существенное, работа заканчивается несравненно скорѣе, чѣмъ на токарномъ станкѣ. Вотъ нѣсколько примѣровъ подобныхъ шлифовальныхъ работъ, взятыхъ изъ практики.

Валикъ машинной стали, діам. 140 мм. и длиною 630 мм., обтачивается начисто на токарномъ станкѣ въ 4 часа 10 м., если же, обточивъ его начерно (па что потребно 1 ч. 28 м.), закончить его обработку на наждачномъ станкѣ, то на это закончаніе потребуется всего лишь 32 минуты и такимъ образомъ будетъ сбережено времени:  $\{4 \text{ ч. } 10 \text{ м.} - 1 \text{ ч. } 28 \text{ м.} + 32 \text{ м.}\} : 4 \text{ ч. } 10 \text{ м.} = 52\%$ , т. е. работа выполняется вдвое скорѣе.

Валикъ изъ такой же стали  $28,57 \times 1650$  мм., съ шейкою на концѣ въ  $25 \times 4 \times 76$  мм., вытачивается на токарномъ станкѣ (изъ катаннаго прута, діаметромъ въ 30,16 мм.) впродолженіе 4 ч. 10 м., а на наждачномъ станкѣ (безъ предварительной обточки) обдирается и затѣмъ шлифуется начисто, впродолженіе 58 минутъ, т. е. въ три раза скорѣе.

Вагонная ось (см. *фиг. 27, Табл. VI*) вытачивается на токарномъ станкѣ въ 4 ч. 30 м., а на наждачномъ, безъ предварительной черновой обточки, обдирается и отшлифовывается за 1 ч. 5 м., т. е. работа заканчивается въ 3 раза скорѣе.

Паровозная ось (см. *фиг. 28, Табл. VI*), обтачивавшаяся на токарномъ станкѣ лишь въ 5 ч. 10 м., обдирается и отдѣливается на наждачномъ станкѣ въ одинъ часъ. Тоестъ работа заканчивается въ 5 разъ скорѣе.

Чугунный валокъ, съ шейками и цапфами (*фиг. 29, Табл. VI*)  $235 \times 1000$  мм., на обточку котораго на токарномъ станкѣ требуется 3 ч. 20 м. времени, обдирается на наждачномъ станкѣ за 15 минутъ (безъ предварительной обточки), т. е. работа заканчивается въ 13 разъ скорѣе.

Валокъ изъ закаленнаго чугуна (*фиг. 30, Табл. VI*), на обточку котораго на токарномъ станкѣ нужно 8 часовъ, обдирается и шлифуется начисто наждачнымъ станкомъ (прямо изъ отливки) впродолженіе 3 часовъ (т. е. въ  $2\frac{3}{4}$  раза скорѣе).

Шпательный снарядъ изъ прессованной стали (*фиг. 31, Табл. VI*), обточкѣ на токарномъ станкѣ вовсе не поддающійся,

отшлифовывается въ калибръ на наждачномъ станкѣ, съ точностью до 0,1 мм., въ теченіе 3 минутъ.

Пушечная болванка изъ закаленной въ масле стали (см. *фиг. 32, Табл. VI*) обдирается и отшлифовывается на наждачномъ станкѣ за 2 часа (припускъ на обработку 1 мм.). Обточкѣ на токарномъ станкѣ такія закаленные болванки не подвергаются.

Шатунъ изъ машинной стали (*фиг. 33, Табл. VI*), на предварительную черновую обточку котораго тратится 4 ч. 40 м. и на окончательную чистовую обточку 1 ч. 40 м., заканчивается (послѣ черновой обточки) наждачнымъ станкомъ въ 17 м. Приведенные примѣры показываютъ между прочимъ насколько разнообразны могутъ быть работы, поручаемыя наждачнымъ станкамъ.

Слѣдуетъ замѣтить, что при подсчетѣ времени, потребнаго на полную обточку на токарномъ станкѣ, введена лишь работа рѣзца и не прибавлено еще времени, необходимаго на выглаживаніе обтачиваемаго издѣлія напилькомъ, на быстромъ ходу станка.

Возможность примѣненія шлифовальныхъ станковъ, взамѣнъ токарныхъ, обуславливаетъ наличіе сильныхъ, прочно сконструированныхъ станковъ. Такіе станки начала выпускать впервые американская фирма *Norton Emery-Wheel Co.* Въ настоящее время они строятся и европейскими заводами. Помимо значительнаго ускоренія работы (примѣры приведены выше), наждачный станокъ выполняетъ эту работу еще и съ большею противъ токарнаго станка точностью, представляя такимъ образомъ совмѣщеніе результатовъ, несомвѣстимыхъ въ токарномъ станкѣ, на которомъ, чѣмъ точнѣе работа, тѣмъ медленнѣе она должна быть производима.

Вообще, если только работа на токарномъ станкѣ не ведется быстродѣйствующею сталью, при большихъ скоростяхъ и крупныхъ размѣрахъ стружки, наждачный кругъ современнаго наждачнаго станка, по количеству металла, снимаемаго въ единицу времени, значительно опережаетъ токарный рѣзецъ.

Долго господствовало убѣжденіе, что чѣмъ чище и глаже должна получаться обработанная поверхность, тѣмъ болѣе тонкозернистаго сложенія долженъ быть избранъ наждачный кругъ для ея обработки. Современная практика наждачныхъ станковъ показала, что грубозернистые наж-



дачные круги даютъ совершенно чистыя и гладкія поверхности, если только выбрать для нихъ надлежащую рабочую скорость и подачу. Предубѣжденіе противъ наждачныхъ станковъ, какъ выдѣляющихъ вредную для здоровья пыль, также постепенно исчезаетъ, съ тѣхъ поръ какъ сдѣлалось общимъ правиломъ производить все безъ исключенія шлифовальныя работы, при обильномъ смачиваніи водою, и современные наждачные станки строятся исключительно для мокрой шлифовки.

Признано также, что даже подводъ тонкой струи масла къ мѣсту соприкосновенія обрабатываемаго металла съ наждачнымъ кругомъ не уменьшаетъ шлифующей способности послѣдняго, если только онъ работаетъ съ надлежащею скоростью.

Шлифовальные станки для обработки тѣлъ вращенія имѣютъ форму обыкновеннаго параллельнаго токарнаго станка, съ центрами; одна изъ его двухъ бабокъ соотвѣтствуетъ шпиндельной бабкѣ токарнаго станка, но безъ зубчатого чербора, а лишь съ шкивомъ, или ступенчатымъ барабаномъ для ременнаго привода, надѣтыми свободно на неподвижный шпиндель, а другая есть обыкновенная поддерживающая бабка. Между центрами этихъ бабокъ устанавливается обрабатываемый предметъ и приводится въ вращательное движеніе. Наждачный дискъ насаженъ на вращающуюся ось третьей бабки, которая устанавливается въ суппортъ, могущемъ получать самоходное движеніе впередъ и назадъ, вдоль станины станка, при посредствѣ ходового винта и своего особаго ременнаго привода, съ зубчатыми смѣнными колесами, независимаго отъ привода шпиндельной бабки. Самоходное движеніе это можно сообщать ему также и по наклонной линіи, для обработки коническихъ поверхностей. Для поддержанія длинныхъ предметовъ, устанавливаются на станинѣ люнетныя бабки. Насосикъ, съ резервуаромъ и подводящимъ воду гибкимъ рукавомъ, служитъ для орошенія мѣста дѣйствія наждачнаго круга обильною, непрерывною струею воды. Высота центровъ подобныхъ станковъ дѣлается обыкновенно въ предѣлахъ отъ 100 до 400 мм., а разстояніе между центрами отъ 1000 до 5000 <sup>1)</sup>). Станки, съ разстояніемъ

<sup>1)</sup> Заводъ *Veinecker's* въ Хемницѣ построилъ одинъ подобный станокъ, для оплифовки предметовъ длиною даже въ 10 метровъ.

между центрами болѣе 3000 миллим., снабжаются обыкновенно двумя шлифовальными бабками, могущими работать самостоятельно, причемъ, въ случаѣ надобности, одна можетъ двигаться параллельно, а другая наклонно къ оси станка. По желанію, можно имѣть также станки, приспособленные для ошлифовки по шаблонамъ профилированныхъ поверхностей.

Въ тѣхъ случаяхъ, когда нѣкоторыя части обрабатываемыхъ предметовъ не могутъ быть обработаны *круговою* шлифовкою, примѣняются станки для *плоской шлифовки*, въ которыхъ обрабатываемый предметъ укрѣпляется на неподвижномъ столѣ станка, а наждачный суппортъ получаетъ перемѣщенія въ двухъ взаимно перпендикулярныхъ направленіяхъ. Предметъ, обработанный на станкѣ перваго типа, передается для окончательной обработки на станокъ втораго типа (примѣромъ можетъ служить приведенная выше обработка шатуна). Наждачные круги къ шлифовальнымъ станкамъ дѣлаются обыкновенно трехъ различныхъ формъ: 1) въ формѣ тарелки съ краями, обрѣзанными перпендикулярно, 2) въ формѣ тарелки, со скошенными, утоняющимися къ окружности краями и 3) въ формѣ пустотѣлыхъ цилиндровъ, съ дномъ, въ которомъ продѣлано отверстіе для насадки на валъ. Діаметръ такихъ круговъ дѣлается до 350 мм., толщина до 50 мм., при разнообразной степени крупности зерна.

Другой приемъ, успѣшно распространяющійся въ практикѣ новѣйшихъ металлообдѣлочныхъ мастерскихъ, состоитъ въ выполненіи *помощью фрезъ* такихъ работъ, которыя ранее исполнялись на токарныхъ станкахъ.

Идея порученія фрезамъ работы токарныхъ рѣзцовъ не нова. Примѣры такихъ работъ приведены были мною еще въ моей книгѣ „*Фреза и ея роль въ современномъ машиностроеніи*“ (офрезовка желобчатой окружности маховиковъ, разфрезовка эксцентриковыхъ хомутовъ и т. п.), причемъ указана была выгода такой замѣны, въ смыслѣ сбереженія времени и движущей силы. Еще болѣе рельефный примѣръ замѣны токарной работы фрезерною приведенъ въ моемъ сочиненіи „*Современное оборудованіе*“. Въ этомъ примѣрѣ, офрезовка бандажей, надѣтыхъ на колесныя пары, производится, смотря по діаметру обрабатываемыхъ бандажей, отъ 3 до 8 разъ быстрее, нежели ихъ обточка на токарномъ станкѣ. Но

въ то время всѣ эти работы представляли лишь интересныя новинки, въ настоящее же время онѣ сдѣлались нормальными и заурядными и включены въ обиходъ каждой современной мастерской, подъ названіемъ *кругового фрезования*.

Общій принципъ распорядка подобныхъ работъ состоитъ въ томъ, что обрабатываемый предметъ вращается медленно около своей оси, по окружности же на него дѣйствуетъ фреза (иногда нѣсколько соединенныхъ фрезъ, насаженныхъ на общую ось). Работа, въ большинствѣ случаевъ, заканчивается за одинъ проходъ фрезы, т. е., коль скоро обрабатываемый предметъ сдѣлаетъ одинъ полный оборотъ, обработка его закончена, такъ какъ ему сообщены не только требуемые размѣры, но и желаемая форма. Особенно значительное сбереженіе времени и заработной платы достигается въ томъ случаѣ, когда обрабатываемая поверхность имѣетъ профилированную форму, а также во всѣхъ тѣхъ случаяхъ, когда приходится обрабатывать большія партіи однообразныхъ издѣлій.

Съ особою выгодною, во времени и рабочей платѣ, обрабатываются на фрезерныхъ станкахъ, вмѣсто токарныхъ: зубчатые колеса, ручные маховички, эксцентрики и ихъ хомуты; желобчатые диски; шкивы съ закраинами; фрикціонные конусы; соединительныя муфты; втулки для шариковыхъ подшипниковъ; крышки съ флянцами и т. п. Помимо этихъ, наиболѣе типичныхъ, частей, можно было бы привести еще и много другихъ, аналогичныхъ. Размѣры приведенныхъ частей находятся обыкновенно въ слѣдующихъ предѣлахъ: наружный діаметръ отъ 100 до 500 мм., ширина отъ 25 до 125 мм. Для достиженія возможно большей точности, онѣ проходятся фрезею обыкновенно по три раза (одинъ разъ начерно и два раза начисто) и, несмотря на столь тщательную обработку, заканчиваются значительно скорѣе, чѣмъ на токарномъ станкѣ<sup>1)</sup>. При одной и той же рабочей скорости фрезы, подача (т. е. въ данномъ случаѣ скорость на окружности вращающагося обрабатываемаго предмета) задается обыкновенно усиленная при первомъ черновомъ проходѣ и уменьшенная при второмъ и третьемъ проходахъ, причемъ, кромѣ того, она, разумѣется, сообразуется

<sup>1)</sup> Въ большинствѣ случаевъ однакоже можно обойтись двумя лишь проходами и даже однимъ.

съ родомъ обрабатываемаго матеріала и со степенью сложности фрезуемаго профиля. Такъ, для чугуна подача принимается въ предѣлахъ: при черновомъ проходѣ отъ 30 до 60 мм. и при чистовыхъ отъ 40—80 мм.; при машинной стали: для черногого прохода въ 20—30 мм. и для чистовыхъ 30—40 мм.; для бронзы—40 мм. при черновомъ проходѣ и 70 мм. при чистовомъ; для стальныхъ отливокъ 15 мм. при черновомъ и 30 мм. при чистовомъ проходѣ.

Прибавивъ къ времени, нужному для трехъ проходоу фрезею, еще отъ 4 до 6 минутъ на закрѣпленіе предмета на станкѣ, общая продолжительность обработки перечисленныхъ выше частей составляетъ отъ 20 до 100 минутъ, а сбереженіе противъ работы на токарномъ станкѣ не менѣе 40%, въ нѣкоторыхъ же случаяхъ до 80%. Такъ, напримѣръ, эксцентриковый хомутъ обрабатывается на токарномъ станкѣ въ 200 минутъ, а офрезовывается лишь въ 42 минуты (включая время на закрѣпленіе въ станкѣ), т. е. почти въ пять разъ скорѣе. На *фигурахъ 34, 35 и 36 Таблицы VI*, представлена обработка фасонными сборными фрезами червячнаго колеса, фрикціонной муфты и желобчатого шкива.

Слѣдуетъ еще замѣтить, что большая часть приведенныхъ работъ, при исполненіи ихъ на токарномъ станкѣ, требуетъ большого искусства со стороны токаря и неотлучаго его присутствія при станкѣ, тогда какъ на фрезерномъ станкѣ вся работа ведется чисто автоматически и роль рабочаго сводится лишь къ установкѣ издѣлій на станокъ и сѣмкѣ ихъ со станка, что даетъ возможность одному человѣку обслуживать 5—6 станковъ.

Изъ приведеннаго выше примѣра офрезовки бандажей на колесныхъ парахъ видно, что степень выгоды фрезования, по сравненію съ токарной работой, при увеличеніи крупности обрабатываемаго предмета, не только остается въ своей силѣ, но еще болѣе возрастаетъ.

Для круговаго фрезования, примѣняются специально приспособленные фрезерные станки, американскаго происхожденія, въ настоящее время строящіеся и европейскими заводами. Сущность устройства подобныхъ станковъ состоитъ въ слѣдующемъ: станокъ снабжается двумя станинами, расположенными одна относительно другой подъ прямымъ угломъ. На одной изъ нихъ установлена обычнаго устрой-

ства фрезовой бабка, со ступенчатымъ барабаномъ и зубчатымъ переборомъ (по желанію бабка эта снабжается своимъ особымъ электромоторомъ). На другой станинѣ установлена бабка, въ патронѣ которой закрѣпляется обрабатываемый предметъ. Бабка эта укрѣплена на салазкахъ крестоваго суппорта, благодаря чему можетъ быть передвигаема вдоль оси фрезовой бабки, или въ направленіи перпендикулярномъ къ послѣдней, сохраняя свой параллелизмъ относительно нея. Такимъ образомъ, можно сообщить обрабатываемому предмету положеніе, требующееся при фрезованіи какъ боковыхъ поверхностей вращенія, такъ и лобовыхъ. Во всѣхъ положеніяхъ бабки, шпиндель ея (несущій патронъ съ предметомъ) получаетъ вращательное движеніе отъ привода фрезовой бабки, при посредствѣ винтовой передачи. Коль скоро шпиндель этотъ сдѣлалъ полный оборотъ, происходитъ одновременная автоматическая остановка какъ его самого, такъ и фрезоваго шпинделя. Въ станкахъ съ своимъ электромоторомъ, ступенчатого барабана не ставится и измѣненіе рабочихъ скоростей фрезы и подачи обрабатываемаго предмета производится, путемъ измѣненія числа оборотовъ мотора. Примѣнительно къ сортаменту издѣлій, которыя приходится по большей части обрабатывать на подобныхъ станкахъ, перемѣщенія предметной бабки дѣлаются такими, чтобы дозволяли офрезовать предметы отъ 100 до 600 мм. діаметромъ и до 200 мм. шириною; приводъ же къ этой бабкѣ устраивается съ такимъ расчетомъ, чтобы можно было сообщать обрабатываемому предмету подачу отъ 15 до 90 мм. въ минуту. Такой станокъ расходуетъ до 2,5 п. л.

Къ этой же серіи работъ круговаго фрезованія принадлежитъ работа, получившая въ послѣднее время весьма широкое распространеніе, именно царѣзка шпиндельныхъ и червячныхъ винтовъ, спиральныхъ пружинъ съ жесткими концами и подобныхъ имъ предметовъ, не токарнымъ рѣзцомъ, а фрезой. Серія подобныхъ издѣлій изображена на *фиг. 37, Табл. VI*, съ *a* по *e* включительно. Работы этого рода начали исполняться впервые въ Америкѣ, гдѣ приспособлены были для ихъ производства и первые станки (если не ошибаюсь, впервые заводомъ *Niles-Bement-Pond Company*).

Въ настоящее время такіе станки строятся и европейскими заводами. Конструкція ихъ сходна съ конструкціею

обыкновенных токарных станковъ. т. е. они снабжены шпиндельною и поддерживающею бабками, для установки на ихъ центрахъ нарѣзаемаго стержня (или трубки) и для сообщенія ему вращательнаго движенія около геометрической оси станка, и изъ скользящаго вдоль станины суппорта, несущаго, вмѣсто токарнаго рѣзца, фрезы. Ось фрезы, устанавливается наклонно къ оси станка, подъ угломъ, обусловливаемымъ подъемомъ нарѣзаемой спирали. При этомъ ось эта должна находиться всегда въ общей горизонтальной плоскости съ осью станка. Профиль зубьевъ фрезы избирается соответствующій формѣ нарѣзки. Полученіе должнаго шага винта обусловливается относительною скоростью передвиженія фрезоваго суппорта, которая въ свою очередь достигается установкою соответствующаго набора смѣнныхъ колесъ. Такимъ образомъ, въ этихъ станкахъ спиральная подача обрабатываемаго предмета не сообщается всецѣло этому послѣднему (какъ это имѣетъ мѣсто при спиральныхъ работахъ на универсальныхъ фрезерныхъ станкахъ), а распределяется между нимъ и фрезовымъ суппортомъ. Станки приспособляются для нарѣзки правой и лѣвой рѣзбы, а также винтовъ съ нѣсколькими витками. Они строятся нѣсколькихъ различныхъ величинъ, въ зависимости отъ длины нарѣзаемыхъ предметовъ (обыкновенно отъ 350 до 3500 мм. между центрами) и могутъ воспроизводить винты до 150 мм. діаметромъ. Работы выполняются на такихъ станкахъ не только совершеннѣе, въ смыслѣ точности и чистоты, такъ какъ фреза выстаетъ безъ заточки несравненно дольше, нежели токарный рѣзецъ, но и гораздо скорѣе, нежели на токарныхъ станкахъ. Если же принять въ соображеніе, что нарѣзка шпиндельныхъ винтовъ на токарномъ станкѣ есть работа чрезвычайно деликатная, не удающаяся нерѣдко даже искуснѣйшимъ токарямъ и что на фрезерномъ станкѣ она выполняется совершенно автоматически и можетъ быть поручена даже заурядному рабочему, не трудно убѣдиться, что и съ точки зрѣнія расхода на рабочую плату, передача этой работы съ токарныхъ станковъ на фрезерные представляетъ весьма большую техническую и матеріальную выгоду. Мнѣ удалось наблюдать эту работу на многихъ изъ посѣщенныхъ мною прошлымъ лѣтомъ заграничныхъ заводовъ, хотя не вездѣ имѣлись для этого въ распоряженіи спеці-

ально приспособленные станки. За выдѣлку на фрезерномъ станкѣ трехниточнаго безконечнаго винта, діаметромъ (по начальной окружности) въ 159 мм., съ шагомъ спирали въ 112 мм. и длиною нарѣзки въ 200 мм., уплачивается на-примѣръ фрезовщику 4 марки, токарю же за ту же работу платится 10 марокъ. За двухниточный безконечный винтъ, такого же діаметра и длины, платится токарю 6,5 марокъ, а фрезовщику лишь 3,25 марки. Такая же относительная пропорціональность существуетъ и при выдѣлкѣ винтовыхъ шпинделей, ходовыхъ винтовъ и т. п. Вообще, чѣмъ больше нитокъ имѣетъ нарѣзаемый винтъ, тѣмъ больше получается выгоды отъ передачи этой работы съ токарнаго станка на фрезерный.

---

Къ числу принциповъ, усваиваемыхъ все болѣе и болѣе современными машиностроительными заводами, принадлежатъ: *специализація производствъ и нормализація ходовыхъ машинныхъ частей.*

Я не буду здѣсь останавливаться на специализаціи самыхъ сортаментовъ производствъ, къ которой стремятся современные заводы, подъ давленіемъ все возрастающей конкуренціи. Принципъ: „производить ограниченный сортаментъ издѣлій, но зато въ возможно большемъ количествѣ, возможно высокихъ качествъ и по возможно низкой цѣнѣ“ становится все болѣе и болѣе руководящимъ ихъ принципомъ. Въ Отдѣлѣ IV читатели найдутъ примѣръ завода, не задумавшагося, въ видахъ специализаціи производства, прекратить давнишнюю отрасль этого производства, въ которой онъ достигъ выдающейся репутаціи и которая приносила ему обезпеченную прибыль. Я имѣю въ виду не эту специализацію *сортамента издѣлій*, а специализацію самыхъ *пріемовъ производства.*

Еще недавно считавшійся столь заманчивымъ принципъ „дѣлать рѣшительно все дома“, уступилъ въ настоящее время свое мѣсто принципу прямо противоположному: „не дѣлать дома ничего такого, что можетъ быть заказано, на болѣе выгодныхъ условіяхъ, на сторонѣ у специальныхъ производителей“.

Дѣло въ томъ, что формообдѣлочныя способы въ настоящее время настолько уразнообразились, что сосредоточеніе ихъ въ одномъ предіриятіи стало возможнымъ лишь немногимъ универсальнымъ заводамъ, вродѣ заводовъ *Крезо*, *Кокерилла*, *Крупна*, *Витворта* и *Армстронга*, *Бетлемева* и т. п., въ составъ которыхъ входятъ не только механическіе, но и металлургическіе цеха. Большая часть машиностроительныхъ заводовъ не имѣетъ металлургическихъ цеховъ, а нѣкоторые изъ нихъ не имѣютъ и вообще цеховъ для горячей обработки металловъ, ограничиваясь лишь холодной ихъ обработкою. Это вынуждаетъ ихъ выписывать крупныя поковки и стальные отливки (иногда же и чугуныя) со стороны. Приэтомъ вошло въ обычай всѣ крупныя поковки поставлять не въ черномъ видѣ, а въ обработанномъ уже начерно состояніи. Это избавляетъ покупателя отъ необходимости имѣть сильныя станки, необходимыя для черновой обработки, сберегаетъ расходы на фрахтъ, устраняетъ рискъ полученія поковки со скрытыми внутренними пороками и такимъ образомъ значительно удешевляетъ производство <sup>1)</sup>, такъ какъ, несомнѣнно, мартеновскія печи, крупныя ковочныя прессы и сильныя металлообдѣлочные станки, приспособленныя для работы быстродѣйствующею сталью, могутъ работать выгодно, лишь при условіи обезпеченія имъ большой годовой производительности, исключаящей возможность убыточныхъ перерывовъ въ дѣйствіи. Въ отдѣлахъ I и IV приведено много примѣровъ такой спеціализаціи приѣмовъ производства, путемъ заказа на сторонѣ обработанныхъ начерно машинныхъ частей.

Часть выгоды, достигаемой спеціализаціей этого рода, уничтожается тѣмъ, что подобныя крупныя поковки и отливки, и по величинѣ и по формѣ (обусловливаемой въ каждомъ частномъ случаѣ чертежомъ заказчика), не могутъ быть выдѣлываемы *массовымъ* способомъ производства и не представляютъ собою ходового рыночнаго товара. Зато выгода эта значительно увеличивается во всѣхъ тѣхъ случаяхъ,

---

<sup>1)</sup> Это дѣлаютъ не только заграничныя заводы, имѣющіе въ недалекомъ сосѣдствѣ спеціальныя заводы, но даже и нѣкоторые русскіе заводы, выписывающіе крупныя отвѣтственныя поковки съ далекихъ заграничныхъ заводовъ, несмотря на высокіе пошлины и фрахтъ.



когда заказываются на сторонѣ части ходовыя, могущія выдѣлываться массовымъ способомъ.

Извѣстно, что въ механизмахъ самаго разнороднаго назначенія, встрѣчается множество однообразныхъ деталей: болтовъ, гаекъ, шайбъ, шпонокъ, шпилекъ, шплинтовъ, колець, рукоятокъ, ручныхъ маховичковъ, рукояточныхъ крестовъ, рычаговъ и т. п. Выдѣлка ихъ самимъ заводомъ, въ качествѣ единичныхъ издѣлій, требуетъ много времени и обходится весьма дорого, между тѣмъ какъ, при массовомъ способѣ выдѣлки, онѣ обходятся значительно дешевле. Но обзаводиться для массовой ихъ выдѣлки специальнымъ ассортиментомъ станковъ и приборовъ было бы еще невыгоднѣе, нежели изготовлять ихъ на обыкновенныхъ станкахъ, такъ какъ этому специальному оборудованію, приспособленному для *массоваго* производства, пришлось бы бездѣйствовать большую часть года, обременяя заводскій бюджетъ крупными расходами на погашеніе его стоимости.

Вотъ подобныя-то издѣлія, находящія себѣ примѣненіе на всѣхъ машиностроительныхъ заводахъ, независимо отъ специальности послѣднихъ, и выдѣлываются въ настоящее время специальными заводами, массовымъ способомъ, являясь рыночнымъ товаромъ, всегда готовымъ для покупателя, въ любыхъ количествахъ, и по цѣнамъ, о которыхъ нельзя было бы и думать, при заготовленіи ихъ дома, въ небольшихъ количествахъ. Но, чтобы пользоваться удобствомъ пріобрѣтенія на сторонѣ подобныхъ частей, необходимо предварительно *нормализовать* ихъ форму и размѣры, т. е. сдѣлать обязательнымъ для конструкторовъ вводить въ ихъ проекты лишь нормальныя части этого рода. На подобную нормализацію ходовыхъ машинныхъ частей и обращено въ настоящее время строгое вниманіе на всѣхъ заводахъ, стремящихся оставаться на уровнѣ современности. Какую важную роль играетъ подобная нормализація вообще, т. е. даже для заводовъ обходящихся собственными издѣліями, видно изъ слѣдующаго примѣра: большой машиностроительный заводъ, съ разнообразною специальностью издѣлій, довелъ сортаментъ пріимяемыхъ имъ болтовъ до огромнаго количества 1300 различныхъ типовъ. Въ складахъ этого завода устроена была масса различныхъ отдѣленій для храненія этихъ болтовъ, причемъ однакоже количества болтовъ въ каждомъ отдѣле-

ни были незначительны. Администрация обратила наконецъ вниманіе на это неудобство и сдѣлала надлежащее внушеніе конструкторамъ. Тогда сортаментъ болтовъ, быстро и безъ всякихъ неудобствъ, былъ пониженъ до 250 различныхъ типовъ и стоимость ихъ изготовленія значительно понизилась. На многихъ заводахъ я видѣлъ въ техническихъ бюро стѣнные таблицы подобныхъ нормальныхъ машинныхъ частей, отступать отъ которыхъ конструкторы могутъ лишь съ особаго всякій разъ разрѣшенія высшей администраціи завода.

Добившись нормализаціи мелкихъ ходовыхъ машинныхъ частей, заводы стараются теперь распространить такую и на болѣе крупныя части и даже на цѣлые механизмы. Такъ, на примѣръ, верхніе передаточные приводы для металлообдѣлочныхъ станковъ могутъ быть построены спеціальнымъ заводомъ, строящимъ трансмиссіи массовымъ способомъ, гораздо лучше, скорѣе и дешевле, нежели самимъ заводомъ, строящимъ станки и нуждающимся лишь въ ограниченномъ сравнительно числѣ такихъ приводовъ. А потому и эти передаточные приводы въ настоящее время нормализуются, т. е. приводятся къ ограниченному числу нормальныхъ типовъ. Универсальные шарнирные валы, входящіе въ составъ многихъ металлообдѣлочныхъ станковъ, требуютъ для тщательнаго ихъ выполненія спеціальныхъ станковъ и инструментовъ, при исполненіи же обыкновенными приѣмами обходятся дорого и страдаютъ въ точности. Насосики для воды и масла, которыми снабжаются многіе станки, также принадлежатъ къ числу издѣлій, которыя выгоднѣе производить массовымъ способомъ на спеціальныхъ станкахъ. Приготовленіе тѣхъ и другихъ, если нормализовать ихъ, можетъ быть съ выгодой исключено изъ обычныхъ функцій машиностроительныхъ заводовъ и передано заводамъ спеціальнымъ. Кромѣ дешевизны, издѣлія массовыхъ производствъ отличаются еще и значительно большею точностью формъ и размѣровъ, обусловливающею возможность ихъ взаимной смѣняемости—удобства весьма цѣннаго, въ случаяхъ выписки запасныхъ частей. На *фиг. 38 (a—v)*, *Табл. VI* изображена серія машинныхъ частей, удобно поддающихся нормализаціи. Последняя изъ этихъ фигуръ (*v*) изображаетъ разрѣзъ универсальнаго шарнирнаго валика. Назначеніе остальныхъ частей ясно изъ чертежей.

Къ числу новыхъ приѣмовъ обработки, входящихъ все болѣе и болѣе въ употребленіе, слѣдуетъ также отнести сварку и разрѣзку металловъ, дѣйствіемъ интенсивнаго пламени горячей смѣси газовъ, быстро приводящей тугоплавкое желѣзо въ расплавленное состояніе. Примѣненіе этого способа газовой сварки и разрѣзки я нашелъ почти на всѣхъ заводахъ, посѣщенныхъ мною лѣтомъ прошлаго года, но, такъ какъ способъ этотъ представляетъ собою уже не холодную, а горячую обработку, въ программу настоящаго труда не входящую, то останавливаться на его подробностяхъ я не буду.

---

## Отдѣлъ IV.

Современные заграничные заводы новѣйшаго,  
образцоваго оборудованія.

Какъ я уже упомянулъ въ предисловіи къ настоящему труду, за послѣдніе десять лѣтъ, періодъ времени самъ по себѣ незначительный, но въ дѣлѣ эволюціи европейской машиностроительной промышленности чрезвычайно знаменательный, успѣли появиться нѣсколько совершенно новыхъ заводовъ; часть прежде существовавшихъ перенесены были на новыя мѣста, въ сильно увеличенномъ масштабѣ, и оборудовались заново, такъ что должны быть отнесены также къ рубрикѣ совершенно новыхъ; наконецъ, часть заводовъ, оставшіеся на прежнихъ, издавна насиженныхъ мѣстахъ, расширились (нѣкоторые до неузнаваемости) и въ смыслѣ размѣровъ, и въ смыслѣ умноженія специальныхъ отраслей ихъ производствъ. Описаніе этихъ трехъ категорій заводовъ и составить предметъ содержанія настоящаго отдѣла моего труда.

Остановливаясь, разумѣется, лишь на наиболѣе выдающихся заводахъ всѣхъ этихъ трехъ категорій, притомъ лишь осмотровѣнныхъ мною лично, я привожу ниже описаніе устройства и оборудованія, а также личныя бѣглыя впечатлѣнія о всемъ наиболѣе обратившемъ при посѣщеніи ихъ мое вниманіе, нижеслѣдующихъ заводовъ:

1) Въ качествѣ совершенно новыхъ заводовъ: *Заводъ машинъ-орудій германскаго акціонернаго общества Нильсъ; Бельгійскій національный заводъ ручного огнестрѣльнаго оружія, автомобилей и велосипедовъ и Мостостроительный, вагоностроительный и сталелитейный заводъ общества La Brugeoise.*

2) Въ качествѣ заводовъ, перенесенныхъ на новыя мѣста, въ сильно увеличенномъ масштабѣ и заново оборудованныхъ: *Паровозо- и машиностроительный заводъ А. Борзига; Заводъ металлообдѣлочныхъ станковъ и инструментовъ акціонернаго общества Людвигъ Лёве; Нюрнбергскій машиностроительный заводъ соединеннаго общества Нюрнбергскаго и Аугсбургскаго заводовъ.*

3) Въ качествѣ заводовъ, развившихся и обновившихъ свое оборудованіе въ сильной степени, оставаясь на прежнихъ мѣстахъ: *Заводъ металлообдѣлочныхъ инструментовъ и*

станковъ Г. Рейнкера; Металлургическій и машиностроительный заводъ акціонернаго общества Джонъ Коккериль; Дейтцкій заводъ изомоторовъ; Саксонскій машиностроительный заводъ акціонернаго общества Р. Хартманъ; Машиностроительный заводъ акціонернаго общества Эрликонъ; Заводъ машинъ-орудій акціонернаго общества Эрнстъ Шиссъ; Аусбургскій машиностроительный заводъ; Машиностроительный заводъ братьевъ Зульцеръ; Графенштаденскій машиностроительный заводъ; Машиностроительный заводъ братьевъ Карельсъ и Машиностроительный заводъ акціонернаго общества La Meuse. Заводы послѣдней рубрики расположены въ порядкѣ размѣровъ произведенныхъ ими расширеній и въ порядкѣ современности ихъ оборудованія.

Заводъ машинъ-орудій Германскаго акціонернаго общества Нильсъ (въ Обершеневайдѣ близъ Берлина).

#### Deutsche-Niles-Werkzeugmaschinenfabrik.

Заводъ, возникшій подѣ сокращеннымъ названіемъ *Deutsche-Niles*, не есть отдѣленіе знаменитой американской фирмы *Niles Tool Works Co., Hamilton, O.*, а совершенно самостоятельное предпріятіе, имѣющее задачу постройку и распространеніе станковъ американскаго типа, для чего имъ заключенъ съ американскою фирмою *Niles* договоръ, въ силу котораго, нѣмецкій заводъ имѣетъ право пользоваться, не только конструкціями уже выполненными до сихъ норъ американскимъ заводомъ, но и всеми тѣми, которыя будутъ изобрѣтены послѣднимъ впослѣдствіи. Необычайно быстрый ростъ германской промышленности, проявившійся въ 1898—1899 годахъ, и, какъ слѣдствіе его, огромный спросъ на станки, которому не въ состояніи были удовлетворить германскіе заводы, вызвалъ обширный ввозъ американскихъ станковъ и отливъ германскихъ капиталовъ за границу. Желаніе противодѣйствовать этому ввозу, поднявъ производство германскихъ станковъ, и было главною побудительною причиною образованія акціонернаго общества *Deutsche-Niles*. Приэтомъ предприниматели объясняютъ откровенно, что дабы избѣжать долгаго и дорого стоящаго періода опытовъ, неизбежнаго въ дѣятельности всякаго новаго завода, они рѣшили воспользоваться готовымъ долготѣннымъ опытомъ

американцевъ, вводя приэтомъ оговорку, что американскія конструкціи, въ случаѣ надобности, видоизмѣняются ими, согласно потребностямъ европейской промышленности <sup>1)</sup>. На этихъ началахъ, создано цѣлое солидное акціонерное общество, съ капиталомъ въ 6.000.000 марокъ <sup>2)</sup>, дѣйствительно дорого оплатившее свое право пользоваться американскими конструкціями и соорудившее одинъ изъ примѣчательнѣйшихъ заводовъ Берлинскихъ окрестностей, на которомъ все ново, современно и интересно. Заводъ расположенъ въ мѣстечкѣ *Ober-Schöneeweide*, въ двухъ километрахъ отъ желѣзнодорожной станціи *Nieder-Schöneeweide* и въ 12 километрахъ отъ Берлина. Онъ занимаетъ площадь въ 72000 кв. м., изъ которыхъ 32000 кв. м. заняты постройками; остальная площадь подъ дворами. Имѣя, съ одной стороны желѣзнодорожный путь, съ другой рѣку *Шпре* (въ этомъ мѣстѣ достаточно широкую и многоводную), на которой устроена погрузочная пристань, съ электрическими кранами, заводъ поставленъ въ весьма выгодныя условія, по части полученія матеріаловъ и отправки своихъ издѣлій. О значительности его могутъ дать понятіе общія цифры его оборудованія: 550 рабочихъ станковъ, 30 электрическихъ крановъ (силою до 30 тоннъ); 250 электромоторовъ, совокупною силою въ 2500 п. л. Рабочихъ 1000 человекъ.

Кромѣ станковъ, заводъ строить также всевозможныхъ типовъ и назначенія прессы, а также пневматическіе инструменты, разнообразнѣйшаго назначенія (представляя случай наблюдать ихъ тутъ же въ дѣйствиіи). Станки строятся до крупнѣйшихъ включительно. При мнѣ подготовлялся къ сдачѣ и находился въ двухдневномъ испытаніи работою огромный токарный станокъ, съ высотой центровъ въ 3 м. и разстояніемъ между центрами въ 18 м., съ особымъ при немъ моторомъ въ 70 силъ. Вѣсъ одной лишь шпиндельной бабки этого станка (съ патрономъ) 30 тоннъ; вѣсъ станины (свинченной изъ 4 частей) 100 тоннъ; вѣсъ задней бабки,

<sup>1)</sup> Слѣдуетъ констатировать, что дѣйствительно всѣ станки, во всѣхъ ихъ деталяхъ, строятся самимъ нѣмецкимъ заводомъ и не только цѣлыхъ станковъ, но даже отдѣльныхъ частей къ нимъ изъ Америки не выписывается.

<sup>2)</sup> Заводоуправленіе особенно обращаетъ вниманіе на то, что заводъ и построенъ, и ведется исключительно на нѣмецкія деньги, и руководится исключительно нѣмцами.

суппортовъ, шлифовальныхъ принадлежностей и т. д. 20 т., общій же вѣсъ всего станка 150 тоннъ. Станокъ заказанъ Кильскою судостроительною верфью и предназначается для обработки частей крупнѣйшихъ паровыхъ турбинъ.

Основной принципъ завода (какъ я уже замѣтилъ, настойчиво проводимый во всѣхъ работахъ завода) производить издѣлія лишь тщательнѣйшей отдѣлки, примѣняя для ихъ выдѣлки новѣйшія и совершеннѣйшія вспомогательныя средства. Всѣ части станковъ исполняются по калибрамъ; всѣ движущіяся части, послѣ обработки рѣзцами, шлифуются и, прежде чѣмъ быть сданы въ сборную, строго вывѣряются. Ходовые типы станковъ заготавливаются въ большомъ количествѣ и всегда находятся на складѣ завода.

Кузница завода (какъ на большей части современныхъ машиностроительныхъ заводовъ) миниатюрная, т. е. крупные валы, шпиндели и т. п. части вытачиваются изъ готовыхъ уже катанныхъ валовъ, соответствующихъ діаметровъ; многія же части, прежде выковывавшіяся изъ желѣза, теперь отливаются изъ него и получаютъ готовыми, съ завода *Крутна*. Въ кузницѣ этой имѣются 3 небольшихъ паровыхъ молота, ковочный прессъ, печь для цементованія и закалки частей (послѣдняя электрическая, т. е. закалка производится въ растворѣ соли, поддерживаемомъ въ расплавленномъ состояніи электрическимъ токомъ) и 30 кузнечныхъ горновъ, дымъ изъ которыхъ вытягивается искусственно въ подземныя всасывающія трубы. Тутъ же при кузницѣ обширный складъ сортового желѣза и стали и рядъ станковъ для раздѣленія прутевъ и полосъ на части (холодные пилы; обрѣзные, правильные и центральные станки).

Чугунолитейная прекрасная, въ смыслѣ оборудованія современнѣйшими приспособленіями и удобства производства работъ. Она занимаетъ площадь въ 5800 кв. м. и можетъ отливать части, вѣсомъ до 60 тоннъ въ одну штуку. Зданіе состоитъ изъ трехъ корпусовъ, съ примыкающимъ къ нимъ отдѣленіемъ для обработки формовочныхъ матеріаловъ. Вагранокъ 4 (въ 2, 6, 12 и 18 тоннъ часовой производительности)<sup>1)</sup>. Краны электрическіе, мостовые и пово-

<sup>1)</sup> Послѣднія двѣ, внѣ всякихъ нормъ мощности, хотя на слабость продувки не жалуются, вѣроятно благодаря форсированію упругости дутья.



ротные (последніе переносные и могут быть приспособлены къ любой колоннѣ зданія). Отдѣльная шишечная и цѣлый ряд сушильных камеръ. Кромѣ того, широко примѣняется сушка на мѣстѣ почвенныхъ формъ, которыхъ приходится дѣлать большое количество. Приспособленія, для этого служащія, состоятъ изъ чугунной, переносной, ромбической формы коксовой печи, закрытой сверху, но открытой снизу, продуваемой сверху внизъ, черезъ колосники. Струя дутья для продувки подводится изъ вентилятора, который, съ небольшимъ моторомъ на общей съ нимъ оси, установленъ на общей съ печкою платформѣ. Нагрѣтый, пропускомъ черезъ горящій коксъ, воздухъ вдувается внутрь формы и, отдавъ ей стѣнкамъ свою теплоту, удаляется черезъ неплотности стыковъ. Форма перекрывается при сушкѣ желѣзными листами. Формовочныя работы на этомъ заводѣ чрезвычайно разнообразны и очень интересны, т. к. приходится формовать множество крупныхъ станинъ, стоекъ, патроновъ и т. п. Для утрамбовки песка въ большихъ формахъ, примѣняются пневматическія трамбовки, а для отсѣиванія песка пневматическія сита. Рабочій держитъ трамбовку обѣими руками за верхній край и посрединѣ и переступаетъ медленно вдоль трамбуемой площади. Наконечники трамбовокъ, по формѣ и величинѣ, сходны съ тѣми, которыя примѣняются въ ручныхъ трамбовкахъ, и смѣняются соотвѣтственно характеру производимыхъ работъ.

Чеканное отдѣленіе отдѣлено отъ литейной желѣзными подъемными дверями, движимыми электричествомъ; часть стѣны надъ ними также снабжена подвижными щитами, которые можно опустить настолько, что въ образовавшееся отверстіе можетъ пройти мостовой кранъ изъ литейной, съ черными отливками. Подобными же опускаемыми щитами чеканная отдѣляется и отъ сосѣдней механической мастерской, такъ что очищенныя отливки могутъ быть переносимы мостовымъ краномъ прямо подъ кранъ послѣдней. Въ чеканной имѣются пескоструйный аппаратъ, очистные барабаны и цѣлая серія пневматическихъ зубиль и переносныхъ пескоструйныхъ приборовъ, для чего сжатый воздухъ разведенъ по всей площади этого отдѣленія.

Въ бронзолитейной 4 тигельныхъ горна.

Сборно-механическая занимает огромную площадь въ 9500 кв. м. и состоитъ изъ одного главнаго, болѣе широкаго пролета и примыкающихъ къ нему подь прямыми углами семи, соединенныхъ, болѣе узкихъ пролетовъ, изъ которыхъ два крайніе снабжены боковыми галлереями. Въ первомъ изъ нихъ, внизу, помѣщаются мелкіе фрезерныя станки и центральная инструментальная, а на галлереяхъ производится сборка пневматическихъ инструментовъ и помѣщаются аккумуляторныя батареи и распредѣлительныя доски электрической станціи. Во второмъ пролетѣ собираются мелкіе станки. Третій, четвертый и пятый пролеты, сообщающіеся вышеописаннымъ способомъ съ чеканною и литейною, заняты сильными станками: токарными (обыкновенными и карусельными), строгальными, сверлильными и фрезерными, и служатъ для обработки частей крупныхъ станковъ. Изъ станковъ поражаютъ своими размѣрами—строгальный, съ продольнымъ движеніемъ саней на длину 16 метровъ и поперечнымъ перемѣщеніемъ суппорта въ 6 м.; карусельный, съ патрономъ діаметромъ въ 10 метровъ; токарный, съ разстояніемъ между центрами въ 25 м., и другіе. Черныя отливки изъ чеканной быстро подаются къ любому изъ этихъ станковъ, благодаря описанному выше опускнымъ щитамъ. Всѣ пролеты освѣщаются сверху продольными крышными фонарями; сверхъ того, обѣ лобовыя стѣны каждаго изъ нихъ сплошь застеклены, такъ что въ помѣщеніяхъ весьма свѣтло. Желѣзныя клепаныя колонны, раздѣляющія одинъ пролетъ отъ другого, несутъ на себѣ балки для крановыхъ рельсовъ. Въ каждомъ пролетѣ помѣщается по два, или по три мостовыхъ крана. Сверхъ того, имѣются легкіе поворотные краны на трехколесныхъ тележкахъ, могущіе передвигаться вдоль станковъ.

Два послѣдніе пролета заняты мелкими токарными, револьверными, сверлильными и наждачными станками. Въ нихъ производится сборка отдѣльныхъ частей станковъ: суппортовъ, бабокъ, приводовъ и т. п.

Фрезование примѣняется широко; всѣ зубчатые колеса обязательно фрезуются; много специальныхъ станковъ для правильной строжки зубьевъ коническихъ колесъ. Широко примѣняется также пріемъ круговой фрезовки. Всѣ валы и шпиндели шлифуются на наждачныхъ станкахъ. Сталь для

приготовленія инструментовъ примѣняется почти исключительно быстродѣйствующая, причемъ заводъ придерживается принципа выигрывать не на скорости дѣйствія, а на продолжительности работы рѣзцовъ безъ заточки (см. Отдѣлъ I).

Сборный корпусъ имѣетъ 116 м. въ длину и 18 въ ширину и обслуживается двумя электрическими кранами, подъемною силою по 20 тоннъ, могущими соединяться для совместной работы, что даетъ возможность переносить части и цѣлые механизмы, вѣсомъ до 40 тоннъ. Для правильной сборки крупнѣйшихъ станковъ, въ этомъ корпусѣ имѣется яма, площадью въ  $76 \times 5$  м., по дну которой уложены, правильно выстроганная и приведенная въ горизонтальную плоскость, продольныя и поперечныя желѣзныя балки и фундаментныя плиты, а также установлены вертикальныя стойки, для помѣщенія на нихъ суппортовъ обрабатывающихъ инструментовъ.

Такъ какъ, при постройкѣ станковъ, требуются многочисленные модели, то имѣется обширная, прекрасно оборудованная модельно-столярная, съ искусственнымъ вытягиваніемъ стружекъ въ подземныя трубы. Лѣсъ просушивается продолжительнымъ лежаніемъ въ сараяхъ, закрытыхъ сверху и огражденных по сторонамъ сквозными стѣнками (жалюзи), для свободнаго продуванія ихъ воздухомъ. Огромный складъ готовыхъ моделей занимаетъ зданіе изъ трехъ смежныхъ помѣщеній, отдѣляющихся брандмауерами и двойными желѣзными дверями. Въ каждомъ изъ нихъ устроены въ нѣсколько ярусовъ галереи для храненія моделей.

Центральная силовая станція состоитъ изъ отдѣльныхъ: паровичной, съ двумя большими водотрубными котлами съ перегрѣваніемъ пара, и машинной, оборудованіе которой составляютъ 700-сильная паровая машина (тандемъ) и 800-сильная паровая турбина <sup>1)</sup>, соединенныя непосредственно съ генераторами тока.

Отработавшій паръ, подземными трубами, разводится для отопленія заводскихъ цеховъ. Было сначала устроено центральное отопленіе нагрѣтымъ воздухомъ, но оставлено, такъ какъ дѣйствовало, будто бы, неудовлетворительно, между

<sup>1)</sup> Работы А. Е. Г., недавно построившей въ Берлинѣ большой заводъ, специально для постройки паровыхъ турбинъ. Онъ помѣщается бокъ о бокъ съ заводомъ *Лѣве*.

тѣмъ какъ на заводѣ *Lybwe & Co*, какъ мы увидимъ ниже, подобное же устройство дѣйствуетъ безупречно.

Приняты во вниманіе и всѣ современныя требованія по части гигиены и безопасности рабочихъ, въ видѣ гардеробныхъ, умывальниковъ, ваннъ, приѣмнаго покоя, столовой на 1000 человекъ (состоящей подъ контролемъ выборныхъ изъ рабочихъ), пяти котловъ, съ газовыми топками, размѣщенныхъ въ различныхъ пунктахъ завода, изъ которыхъ рабочіе могутъ получать бесплатно кипятокъ, и т. п.

Дворы свѣтлы, просторны и содержатся въ идеальной чистотѣ. Главный рельсовый путь, сообщающійся съ желѣзнодорожнымъ, проходитъ черезъ сборную и доходитъ до берега Шпре. Узкоколейные пути, залитые въ бетонъ до уровня земли, прорѣзываютъ заводскую территорію во всевозможныхъ направленіяхъ, благодаря чему грузы до 2 тоннъ вѣсомъ легко перекатываются на телѣжкѣ одинъ человекъ, въ любой пунктъ завода. Болѣе грузныя части перевозятся локомотивнымъ краномъ, который, въ случаѣ надобности, подаетъ и цѣлые вагоны. Плана завода получить, къ сожалѣнію, не удалось.

Бельгійскій національный заводъ ручного огнестрѣльнаго оружія, автомобилей и велосипедовъ въ *Херсталѣ*.

(Fabrique nationale d'armes de guerre à Herstal).

Къ числу вновь возникшихъ заводовъ, сооруженныхъ и оборудованныхъ согласно послѣднему слову техники, принадлежитъ, интереснѣйшій во всѣхъ отношеніяхъ, національный оружейный и патронный заводъ въ *Херсталѣ* (въ 10 километрахъ отъ *Льежа*, въ Бельгій) <sup>1)</sup>. Название „национальный“ присвоено ему не потому, чтобы онъ принадлежалъ казнѣ <sup>2)</sup>, а потому, что онъ сооруженъ и эксплуатируется на соединенныя средства мѣстныхъ оружейныхъ заводчи-

<sup>1)</sup> Бхать туда приходится по двумъ трамваямъ, городскому и загородному, и затѣмъ порядочно еще идти пѣшкомъ.

<sup>2)</sup> Къ слову сказать, онъ несравненно обширнѣе и современнѣе казеннаго оружейнаго завода, существующаго тамъ же.

ковъ <sup>1)</sup>, съ цѣлью способствовать выполнению національной задачи—переворуженія бельгійской арміи ружьями *Маузера*. Правительственный заказъ на 200000 ружей этого образца не могъ, конечно, быть выполненъ достаточно быстро какою либо одною изъ частныхъ оружейныхъ фабрикъ, вслѣдствіе чего заводчики, не прекращая дѣйствія своихъ заведеній, рѣшили построить большой образцовый оружейный заводъ на общія средства, образовавъ для этого анонимное общество, съ приведеннымъ въ заголовкѣ титуломъ. Заводъ открылъ свое дѣйствіе въ 1902 году.

Кромѣ ружей (военныхъ и охотничьихъ), револьверовъ и патроновъ, заводъ этотъ производитъ еще во множествѣ велосипеды, мотоциклетки и автомобили. причемъ для каждой изъ этихъ отраслей производства имѣются отдѣльныя обширныя мастерскія и специальное оборудованіе. Такъ какъ производство всѣхъ перечисленныхъ фабрикатовъ завода носить *массовый* характеръ и части ихъ изготовляются по принципу *взаимной смѣняемости*, то соотвѣтственно этому, ведется и все производство, начиная отъ кузницы и литейной и кончая механическими мастерскими для чистовой отдѣлки. Формовальные станки въ литейной, штамповочные молота въ кузницѣ, детальное раздробленіе операций механической обработки, съ примѣненіемъ специальныхъ приспособленій для укрѣпленія обрабатываемыхъ частей, и, вездѣ гдѣ это возможно, примѣненіе станковъ-автоматовъ—вотъ общій характеръ технической организациі этого любопытнаго завода. Въ общей совокупности, на заводѣ работаетъ до 4500 всякаго рода станковъ, обслуживаемыхъ 3500 рабочими, изъ которыхъ до 1000 женщинъ, преимущественно въ гильзовомъ отдѣлѣ, гдѣ онѣ управляются очень ловко, нерѣдко съ нѣсколькими автоматическими станками одновременно. Сообразно этому, и производительность завода громадна. Онъ выпускаетъ ежедневно: 3 автомобиля; 50 мотоциклетокъ (велосипеды съ моторами); 150 велосипедовъ; 150 карабиновъ; 250 ружей

---

<sup>1)</sup> Известно, что *Льежъ* есть колыбель европейскаго оружейнаго производства. Кромѣ множества кустарныхъ мастерскихъ, занимающихся выдѣлкою оружія (главнымъ образомъ охотничьихъ ружей и пистолетовъ) ручными приѣмами, въ немъ существуетъ нѣсколько довольно крупныхъ заводовъ съ механическимъ производствомъ (изъ нихъ заводъ *Piéper'a* описанъ въ моемъ трудѣ „*Современное оборудованіе*“.

военнаго образца; 700 пистолетовъ системы *Броунинга*; 200000 патроновъ пистолетныхъ и 225000 патроновъ ружейныхъ <sup>1)</sup>. Послѣ этихъ общихъ данныхъ, считаю небезынтереснымъ описать нѣкоторыя подробности устройства и способа дѣйствія завода.

Заводъ расположенъ на окраинѣ городка *Herstal*, населеніе котораго, съ давнихъ временъ и изъ поколѣнія въ поколѣніе, оружейники, что значительно облегчаетъ заводу поддерживать постоянный кадръ опытныхъ рабочихъ. Какъ большинство новыхъ заводовъ, онъ помѣщенъ между желѣзною дорогою, съ одной стороны, и воднымъ путемъ съ другою (рѣка *Meuse* и каналъ *Liège-Maestricht*), такъ что можетъ пользоваться тѣмъ или другимъ способами передвиженія грузовъ, по желанію. Заводъ занимаетъ площадь въ 9 гектаровъ, изъ коихъ 65000 кв. метровъ находятся подъ покрытыми мастерскими. Всѣ зданія свѣтлы, просторны и производятъ чрезвычайно благопріятное впечатлѣніе, равно какъ и обширный центральный дворъ, съ монументальными зданіями конторъ и красивою наружною оградой съ порталомъ.

Всѣ заводскіе цеха дѣлятся на три отдѣленія, предназначенныя: одно для выдѣлки оружія, другое для выдѣлки и снаряженія патроновъ, третье для постройки автомобилей, мотоциклетокъ и велосипедовъ, причемъ каждое изъ нихъ, въ свою очередь, подраздѣляется па цѣлую серію отдѣльныхъ спеціальныхъ мастерскихъ.

Излишне говорить, что всѣ станки движутся исключительно электрическою силою. Электрическихъ центральныхъ станцій двѣ: въ одной установлены большая, спаренная, горизонтальная паровая машина, съ распределеніемъ *Корлисса* (постройки завода *Van-der-Kerkhove* въ Гентѣ), силою въ 450 п. л., и двѣ вертикальныя быстроходныя паровыя машины американской системы въ 450 и 350 п. л., сопряженныя непосредственно съ соотвѣтственной силы динамомашинами. Въ паровичной этой станціи 9 паровыхъ котловъ, общемою поверхностью нагрѣва въ 1500 кв. м., доставляющихъ

---

<sup>1)</sup> Въ бытность мою на заводѣ, исполнялся заказъ на 30 милліоновъ ружейныхъ патроновъ для Сербскаго правительства. Для надзора за фабрикаціею и для пріемки патроновъ, на заводѣ живетъ цѣлая комиссія изъ полковника, двухъ капитановъ и нѣсколькихъ унтеръ-офицеровъ Сербской арміи.

паръ, не только паровымъ машинамъ, но и для отопленія заводскихъ зданій, а также для другихъ техническихъ цѣлей. Вода изъ рѣки *Мёзы*, прежде нежели поступитъ въ котлы, подвергается спеціальной очисткѣ, сообщающей ей чистоту и прозрачность ключевой воды. Токъ, доставляемый этою станціею, идетъ преимущественно на освѣщеніе. Вторая станція, воспроизводящая токъ для питанія моторовъ, оборудована исключительно газовыми двигателями, силою: три двигателя по 450 п. л. и одинъ въ 1000 п. л. При ней своя газогенераторная, съ большимъ числомъ отдѣльныхъ генераторовъ, такъ что часть ихъ всегда можетъ быть отцѣплена для чистки. Предполагается со временемъ и первую станцію оборудовать газовыми двигателями, выбросивъ паровыя машины, такъ какъ опытъ показалъ большую экономичность работы газомоторовъ (газогенераторное устройство, несмотря на сосѣдство завода *Cockerill*, поставлено какою-то парижскою фирмою, названіе которой не упомяну). Общій расходъ силы, развиваемой обѣими станціями (исключивъ запасные и ремонтируемые двигатели), 3000 п. л. Строится еще и третья станція. За исключеніемъ лишь стальныхъ отливокъ (идущихъ въ небольшомъ количествѣ для автомобилей), всѣ составныя части издѣлій завода приготовляются (отливаются и отковываются) самимъ заводомъ.

Качества перерабатываемыхъ металловъ находятся подъ постояннымъ контролемъ, для чего образцы всѣхъ металловъ подвергаются химическому, механическому и металлографическому изслѣдованіямъ. Для этой цѣли, имѣется прекрасно оборудованная лабораторія, снабженная всѣми новѣйшими приспособленіями для производства каждаго изъ трехъ упомянутыхъ выше способовъ изслѣдованія. Инструментальная сталь примѣняется исключительно быстродействующая (марки *Logo*), причемъ въ оружейномъ отдѣленіи завода, гдѣ слой снимаемаго металла не великъ, придаютъ значеніе, не столько быстротѣ работы рѣзцовъ и фрезъ, сколько ихъ стойкости и продолжительности работы между двумя заточками. Въ автомобильномъ же отдѣленіи завода, которому приходится имѣть дѣло уже съ болѣе крупными частями, примѣняются и усиленные скорости, для чего и самыя станки заказаны уже соотвѣтственно болѣе сильны, и конструкціи, позволяющей развивать большія

скорости. Сталь эта введена уже пять лѣтъ тому назадъ и заводъ ею вполне доволенъ. При выдѣлкѣ инструментовъ, примѣняютъ приемы и средства самыя современныя. Такъ, напримѣръ, всѣ крупныя и среднія фрезы выдѣлываются уже съ спиральною заднею заточкою зубьевъ, между тѣмъ какъ, въ прошлый мой объѣздъ льежскихъ заводовъ, о такихъ фрезахъ здѣсь не имѣли еще и понятія. Вообще, заводъ этотъ можно назвать царствомъ фрезы, такъ какъ инструментъ этотъ примѣняется вездѣ, гдѣ представляется лишь малѣйшій тому поводъ. Но объ этомъ будетъ рѣчь ниже.

Довольно обширная деревообдѣлочная мастерская занимается главнымъ образомъ приготовленіемъ ружейныхъ ложъ, для чего имѣется рядъ интересныхъ копировальныхъ станковъ, съ эксцентрическимъ движеніемъ рѣзцовъ. Особая столярная служитъ для изготовленія моделей для литейной. Лѣсъ подвергается долгому вылеживанію въ сараяхъ, съ сквозными стѣнами (устроенными на подобіе жалюзи). На случай сильной надобности, имѣется сушило для форсированной сушки. Обрѣзанныя по размѣру болванки поступаютъ на деревообдѣлочные станки и здѣсь уже начинается спеціализація работы. Достаточно сказать, что обыкновенное ружейное ложе проходитъ (прежде чѣмъ получить требуемую форму) черезъ 24 различныхъ станка. Размѣры и форма ложъ провѣряются калибрами. Инструментомъ на копировальныхъ станкахъ служитъ изогнутый въ видѣ полукруглой скобки рѣзецъ (скобель), укрѣпленный на вращающемся дискѣ. Стружки вытягиваются изъ помѣщенія деревообдѣлочной эксхаусторомъ. Законченныя ложи поступаютъ на полировальные станки. Въ рабочій день, мастерская выпускаетъ 400 штукъ готовыхъ ложъ.

Кузница не велика, но интересна по своей своеобразности, такъ какъ работаетъ почти исключительно штампами, соответствующіе наборы которыхъ устанавливаются на ударныхъ фрикціонныхъ молотахъ. Кусокъ желѣза, соответственныхъ размѣровъ, нагрѣтый въ сварочной печи, передается послѣдовательно съ одного молота на другой, пока не приметъ окончательную форму, послѣ чего, на послѣднемъ по очереди молотѣ, съ него срубается заусеница. Смотря по величинѣ и степени сложности выдѣлываемой части, приходится сообщать металлу одинъ, или два пов-



торпыхъ нагрѣва. Въ этой же кузницѣ выковываются стволы (безъ каналовъ) для ружей и пистолетовъ. Штамповальныхъ молотовъ въ кузницѣ работаетъ 26, съ вѣсомъ падающей бабы отъ 200 до 1000 кил. Сверхъ того, имѣется 6 быстродѣйствующихъ пневматическихъ молотовъ, для выковки стволовъ. Стволъ проковывается сначала подъ однимъ, затѣмъ подъ другимъ молотомъ и заканчивается за одинъ нагрѣвъ.

Заводъ сначала выписывалъ всѣ отливки съ другихъ заводовъ, теперь же, какъ уже упомянуто было выше, устроилъ собственную хорошую литейную для отливки издѣлій изъ чугуна и бронзы. (Стальные отливки выписываются по прежнему со стороны). Литейная свѣтлая, просторная, обслуживается мостовымъ электрическимъ крапомъ.

Механическія мастерскія, для обработки частей автомобилей и сборки послѣднихъ, оборудованы самыми разнообразными станками, въ числѣ которыхъ огромную пропорцію составляютъ фрезерные станки. Много также станковъ для нарѣзки зубьевъ на зубчатыхъ колесахъ, работающих по всѣмъ современнымъ принципамъ, а именно: путемъ фрезерованія *последовательно* cadaго отдѣльнаго зуба, до полной его законченности (причемъ колесо стоитъ неподвижно); путемъ фрезерованія *кругового*, одновременно всѣхъ зубьевъ, постепенно воспринимающихъ должную форму (причемъ нарѣзаемое колесо непрерывно вращается); путемъ *проточки* зубьевъ на коническихъ колесахъ; наконецъ, путемъ *продолбливанія* впадинъ между зубьями, причемъ колесо стоитъ неподвижно, во время рабочаго хода рѣзаца и отходить нѣсколько назадъ, во время его холостого хода, чтобы рѣзецъ не терся объ обрабатываемую поверхность. Въ числѣ станковъ этого отдѣленія, есть довольно крупныя. Принципъ *смыляемости частей* преслѣдуется здѣсь, какъ и въ другихъ отдѣлахъ завода, строжайшимъ образомъ, почему всѣ работы ведутся по лекаламъ и калибрамъ, съ допусками не болѣе  $\frac{1}{10}$ — $\frac{2}{10}$  мм; дыры сверлятся по шаблонамъ; каждая обрабатываемая часть, во время каждой отдѣльной стадіи ея обработки, устанавливается въ спеціальному приспособленіи, способствующему идентичности производимыхъ операцій. Отливки, поступающія въ это отдѣленіе изъ литейной, будучи заформованы на станкахъ, по металлическимъ мо-

делямъ, отличаются чистыми поверхностями и отчетливостью очертаній. Тутъ же производится и сборка механизмовъ автомобилей. Чтобы достигнуть тщательной взаимной притирки движущихся частей (въ особенности зубчатыхъ колесъ) автомобильнаго мотора, его приводятъ въ движеніе ремнемъ отъ привода и заставляютъ двигаться въ продолженіе нѣсколькихъ часовъ. Для этого имѣются особыя отдѣленія, прилегающія къ сборнымъ. Кромѣ нормальнаго типа въ 30—40 п. л., заводъ строитъ еще небольшіе двухмѣстные автомобильчики въ 8—12 силъ и четырехмѣстные въ 14—18 силъ.

Мастерская для постройки мотоциклетокъ и велосипедовъ имѣетъ свою серію специальныхъ станковъ, въ числѣ которыхъ масса автоматовъ, для выдѣлки винтовъ, гаекъ, втулокъ. (Станки для выдѣлки втулокъ производятъ послѣдовательно шесть различныхъ операцій).

Наивысшій же интересъ представляетъ оружейное отдѣленіе завода, площадью въ 10000 кв. м., оборудованное огромнымъ количествомъ разнообразнѣйшихъ фрезерныхъ револьверныхъ, наждачныхъ и другихъ точныхъ станковъ, каждый изъ которыхъ приспособленъ для производства лишь нѣкоторой опредѣленной (часто весьма незначительной) доли всей работы, но зато выполняетъ ее автоматически, быстро, и съ идеальной степенью идентичности. Достаточно, на примѣръ, сказать, что въ выдѣлкѣ составныхъ частей пистолета системы *Бронниа* (калибра въ 7,65 мм.) участвуютъ послѣдовательно 350 различныхъ серій станковъ! Наиболѣе сложныя части этого пистолета суть: (см. *ф. С, D, E Таб. IX*) *задвижка (verrou)*, отдѣлывающаяся за 46 послѣдовательныхъ приѣмовъ, и долженствующая пройти для этого черезъ 46 различныхъ станковъ; *ползунъ (glissière)*, подвергающійся 48 операціямъ, на 48 станкахъ и, наконецъ, *обойма (carcasse)*, проходящая черезъ 86 станковъ, подвергаясь на нихъ 86 различнымъ операціямъ<sup>1)</sup>. При этомъ въ счетъ вошли лишь чисто механическія операціи. Сверхъ того, многія части подвергаются цементациі и закалкѣ, если онѣ желѣзныя, или закалкѣ и отпуску, если онѣ стальныя, затѣмъ полировкѣ, никкелировкѣ, бронзирокѣ и т. п.

<sup>1)</sup> Образцы этихъ частей я привезъ для музея Харьковскаго технологическаго института.

Особое отдѣленіе служить для ремонта станковъ, а также для изготовленія инструментовъ и специальныхъ удерживающихъ приспособленій.

Станки оружейнаго отдѣла настолько совершенны въ своемъ дѣйствіи и настолько приэтомъ просты, въ смыслѣ ухода за ними, что работа на многихъ изъ нихъ поручена женщинамъ, причемъ, если операція отдѣлки на станкѣ длится достаточно долго, то одной женщинѣ поручается даже по нѣскольку станковъ.

Облегченіе ухода состоитъ главнымъ образомъ въ томъ, что каждый стапокъ снабженъ приспособленіемъ для удержанія обрабатываемаго предмета, въ которомъ быстро, и лишь въ одномъ опредѣленномъ положеніи, можно закрѣпить этотъ предметъ. А такъ какъ фрезы и вообще рѣзцы смѣняются для заправки крайне рѣдко, то вся работа человека, ухаживающаго за станкомъ, сводится къ размыканію этого приспособленія, для выемки изъ него предмета, и къ смыканію его, послѣ вставки новаго предмета. У нѣкоторыхъ станковъ, именно у наждачныхъ, шлифующихъ наплоско, удерживающее приспособленіе состоитъ изъ гладкаго патрона, который по желанію (при помощи приспособленныхъ къ нему контактовъ) можетъ быть приводимъ въ сообщеніе съ электрическимъ токомъ и превращаемъ въ электромагнитъ. Желѣзный предметъ, положенный на такой патронъ, притягивается къ нему настолько плотно и прочно, что выносить нажатіе обрабатывающаго его рѣзца, не сдвигаясь съ мѣста. Особенное удобство представляютъ подобные патроны при шлифовкѣ тонкихъ частей, малая высота которыхъ не дозволяетъ закрѣпить ихъ никакимъ инымъ способомъ.

Готовое оружіе подвергается испытанію стрѣльбою, для чего имѣется специальный въ 200 м. длиною тиръ. При мѣдѣ сдѣлали пробу бронеинга наибольшаго изъ калибровъ нынѣ строящихся (7, 65 мм.) <sup>1)</sup> съ 8-ю зарядами (считая и тотъ, что въ стволѣ). Сначала производились отдѣльные выстрѣлы, а затѣмъ выпускались автоматически всѣ восемь пуль подрядъ, почти безъ паузы. Впечатленіе получалось подавляющее.

<sup>1)</sup> Заводъ приступаетъ вскорѣ къ постройкѣ бронеинга калибромъ въ 11 мм.

Выдѣлка броунинговъ, а также охотничьихъ ружей и карабиновъ, служить регулирующимъ противовѣсомъ выдѣлкѣ военныхъ ружей. Коль скоро затихаетъ требованіе на послѣднія, усиливается фабрикація первыхъ и наоборотъ.

Еще болѣе автоматичности въ станкахъ патроннаго отдѣла завода, занимающаго нѣсколько огромныхъ залъ и служащаго для выдѣлки гильзъ и пуль. Въ станкахъ этого отдѣла, имѣющихъ дѣло съ очень мелкими, легкими обрабатываемыми предметами, не приходится даже зажимать ихъ въ тиски и вынимать изъ тисковъ, благодаря чему роль рабочихъ ограничивается насыпкою обрабатываемыхъ предметовъ, находящихся въ различныхъ стадіяхъ ихъ обработки, въ устроенныя при станкахъ воронки. Изъ этой воронки части сыплются въ станокъ и получивъ въ немъ очередное формоизмѣненіе, выскакиваютъ одна за другой изъ станка въ подставленную корзинку, которая, по ея наполненіи, передается на слѣдующій станокъ и высыпается въ его воронку.

Сырымъ матеріаломъ для выдѣлки гильзъ служатъ полосы листовой латуни, значительно большей толщины, по сравненію со стѣнками готовой гильзы. Въ первомъ станкѣ изъ этихъ полосъ вырубаются правильные кружки въ видѣ монетъ; на второмъ станкѣ, изъ этихъ кружковъ выштамповываются невысокіе пустотѣлые цилиндрики, закрытые съ одного конца и открытые съ другого; на слѣдующихъ станкахъ, цилиндрики эти постепенно удлиняются за счетъ уменьшенія толщины ихъ стѣнокъ, затѣмъ на дальнѣйшихъ станкахъ, получаютъ перехватъ; далѣе на нихъ отштамповывается чашечка, еще далѣе въ ней просверливаются тонкими иглами отверстія, сообщающія ее съ внутренней полостью гильзы и т. д. Не помню съ точностью сколькимъ послѣдовательнымъ операціямъ подвергается гильза, пока она не поступитъ на контрольный аппаратъ, провѣряющій точность всѣхъ ея размѣровъ. Аппаратъ этотъ прямо чудо механики. Онъ отсортировываетъ гильзы, въ которыхъ хотя одинъ лишь какой-либо размѣръ отступаетъ отъ нормальнаго. При военныхъ заказахъ, провѣрка эта производится съ точностью до 0.03 мм., но забракованныя для военныхъ ружей гильзы могутъ быть употреблены для ружей охотничьихъ, въ которыхъ такая большая степень точности роли

не играет. Трудно, конечно, даже приблизительно, описать конструкцію подобнаго автомата, можно лишь отмѣтить идею, положенную въ основу его устройства. Идея эта слѣдующая: засыпаемая въ воронку контрольнаго автомата гильзы движутся одна за другою по окружностямъ особыхъ вращающихся барабанчиковъ (которыхъ столько, сколько различныхъ размѣровъ долженъ провѣрить аппаратъ). Между барабанчиками качаются, съ математическою равномерностью, особыя вилки. Если провѣряемый очередной размѣръ гильзы вполне точенъ, она подходит къ концу вилки какъ разъ въ должный моментъ, подхватывается ею и передается на слѣдующій барабанъ. Если провѣряемый размѣръ гильзы нѣсколько меньше требуемаго, она не успѣваетъ попасть въ приемную вилку и проваливается въ подставленную корзину какъ бракованная; если же провѣряемый размѣръ ея нѣсколько больше требуемаго, гильза опережаетъ вилку и опять-таки не попадаетъ въ нее и проваливается. Такая же провѣрка производится послѣдовательно вторымъ, третьимъ и т. д. барабанами, провѣряющими уже другіе размѣры гильзы и лишь гильзы, выдержавшія всѣ такіа провѣрки, выходятъ изъ аппарата въ качествѣ годнаго фабриката. Процентъ брака въ общемъ не великъ, не болѣе 2—3%.

Выдѣлка пуль, имѣющихъ форму миниатюрныхъ сахарныхъ головокъ, занимаетъ опять-таки цѣлую серію спеціальныхъ станковъ. Кромѣ механическихъ операцій самой выдѣлки, гильзы подвергаются еще различнымъ другимъ операціямъ, промывкѣ, отжигу, никелировкѣ и т. д.

Снаряжательный отдѣлъ совершенно изолированъ и въ него посторонніе не допускаются изъ соображеній опасности взрыва. Замѣчательно, что въ немъ работаютъ преимущественно женщины. Пороховой магазинъ, на 5 тоннъ пороху, находится на разстояніи четверти часа ходу отъ завода.

Заготовка инструментовъ (главнымъ образомъ фрезъ и сверлъ) для огромнаго числа станковъ, работающих на заводѣ (4500), представляетъ задачу немаловажную. Для выполненія ея, существуетъ большая центральная инструментальная, оборудованная, кромѣ обычныхъ токарныхъ, фрезерныхъ и шлифовальныхъ станковъ, еще нѣсколькими станками для задней заточки фрезъ (по логарифмической спирали). Сталь получается прямо изъ Англій (марки *Novo*), въ

видѣ сырыхъ прутьевъ, которые раздѣляются уже самимъ заводомъ. Очень хороша закалочная, съ горнами, въ шамотныхъ чашкахъ которыхъ находится хлористый барій, поддерживаемый въ расплавленномъ состояніи и при постоянной температурѣ нагрева, помощью электрическаго тока. Инструменты, подвѣшенные на проволоку къ кочережкѣ, выдерживаются въ такой ваннѣ, пока не раскалятся до свѣтло-краснаго цвѣта (перегрѣтъ ихъ опасаться нечего, такъ какъ температура раствора постоянна) и затѣмъ охлаждаются, погруженіемъ въ растительное (не минеральное) масло<sup>1)</sup>. Для отпуска инстументовъ, имѣются другіе горны, также съ ваннами, подогреваемыми снаружи кольцевидными газовыми трубками, съ отверстиями для газа. Тутъ же устроено цементовальное отдѣленіе для частей оружія и моторовъ, требующихъ поверхностной закалки. Части, не подлежащія закалкѣ, защищаются глиняною обмазкою. Цементация ведется обычнымъ путемъ, въ ящикахъ съ кожаными обрѣзками.

Техническая администрація обширнаго завода состоитъ изъ трехъ главныхъ инженеровъ (*inspecteurs*), 50 мастеровъ (*contremaitres*) и 50 цеховыхъ надзирателей. Въ чертежныхъ и конторахъ занято 200 человекъ. Рабочій день 10 часовъ чистой работы. Не забыты и обычные на современныхъ заводахъ учрежденія для рабочихъ (страхованіе всѣхъ рабочихъ за счетъ компаніи; аптека; пріемный покой; столовая; вознагражденіе пораненныхъ; участіе компаніи въ пенсіонномъ капиталѣ; продажа жилыхъ домовъ въ разсрочку и т. п.). Заводъ, за 7 лѣтъ своего существованія, успѣлъ уже выполнить для правительствъ различныхъ государствъ 375 тысячъ ружей *Маузера* и 300 милліоновъ военныхъ патроновъ. Сверхъ того, выдѣлено свыше 800 тысячъ пистолетовъ системы *Брунинга*. Въ составъ заказовъ послѣдняго рода вошли брουνинги особо крупнаго калибра (9 мм.), принятаго шведскимъ и парагвайскимъ правительствами.

Размѣры и взаимное расположеніе заводскихъ цеховъ видны изъ прилагаемаго плана (см. *Табл. VII*), на которомъ обозначаютъ: (1) главныя ворота; (2) зданіе администраціи, техническія бюро и счетоводныя конторы; (3) общая механи-

---

<sup>1)</sup> На заводѣ примѣняется сурьпное масло.

ческая мастерская; (4) снаряжательный отдѣлъ; (5) эмальировочная мастерская; (6) укупорка и подготовка къ отправкѣ готовыхъ издѣлій; (7) гильзовая мастерская; (8) контрольная провѣрка гильзъ; (9) никелировочная; (10) отжигальная; (11) кузница и складъ металловъ; (12) оружейная мастерская (громадная зала, площадью въ 7500 кв. м., не считая прилегающихъ къ ней боковыхъ помѣщеній); (13) механическая деревообдѣлочная мастерская (выдѣлка ложей); (14) главный магазинъ; (15) паровичная первой силовой станціи; (16) отдѣленіе паровыхъ машинъ первой силовой станціи; (17) генераторное отдѣленіе второй силовой станціи; (18) газомоторы второй силовой станціи; (19) газометръ; (20) тиръ для пробы стрѣльбою готоваго оружія (длиною въ 200 метровъ); (21) мастерская для сборки оружія; (22) жилой домъ для военныхъ приѣмщиковъ; (23) механическая мастерская для постройки велосипедовъ и мотоциклетокъ (4500 кв. м.); (24 и 25) мастерскія для постройки автомобилей (совокупная ихъ площадь 9000 кв. м.); (26) складъ лѣса; (27) столярная мастерская; (28-29) отдѣленія для испытанія готовыхъ автомобилей; (30) чугуно- и бронзолитейная; (31) магазинъ сырыхъ матеріаловъ (чугунъ, коксъ, кирпичъ, формовочные матеріалы). Въ помѣщеніяхъ, не отмѣченныхъ нумерами, помѣщаются вспомогательныя учрежденія: конторы, магазины, лабораторіи, гардеробныя, столовыя, укупорочныя и т. д. Рельсовые пути проведены по всѣмъ дворамъ завода, не захватывая однакоже самыхъ мастерскихъ, такъ какъ это противорѣчило бы самому характеру этихъ мастерскихъ, имѣющихъ видъ свѣтлыхъ, чистыхъ, жилыхъ залъ.

МОСТОСТРОИТЕЛЬНЫЙ, ВАГОНОСТРОИТЕЛЬНЫЙ И СТАЛЕЛИТЕЙНЫЙ ЗАВОДЪ БРЮЖСКАГО АКЦИОНЕРНАГО ОБЩЕСТВА ВЪ БРЮГГЕ (БѢЛЬГІЯ)

Société anonyme La Brugeoise, usines métallurgiques,  
*Saint-Michel-Les-Bruges.*

Заводъ, въ настоящемъ его видѣ, открылъ свое дѣйствіе лишь въ 1905 году, на мѣстѣ обанкротившагося предпріятія *Forges et aciéries de Bruges*, съ которымъ не имѣетъ ничего общаго. Мѣсто для завода (между каналомъ *Pandъ-Зеебрюжъ*

съ одной стороны и желѣзнодорожнымъ путемъ съ другой) выбрано очень удачно, т. к. дозволяетъ пользоваться для доставки на заводъ и съ завода сырыхъ матеріаловъ и грузныхъ издѣлій водянымъ сплавомъ, а для менѣе грузныхъ и болѣе цѣнныхъ издѣлій—желѣзною дорогою. Разыскать этотъ интересный заводъ прѣзжающимъ въ Брюгге не легко, т. к. онъ лежитъ далеко за городомъ, внѣ всякихъ трамвайныхъ сообщеній, при селеніи *С. Мишель*. Давшіе себѣ трудъ пробраться на него раскаяваться однакоже не будутъ. Меня этотъ новый съ иглочки заводъ интересовалъ главнымъ образомъ вагоннымъ дѣломъ, которое я зналъ лишь по германскимъ заводамъ, а также фасоннымъ стальнымъ литьемъ, не приуроченнымъ къ металлургическимъ цехамъ и совершенно самостоятельнымъ.

Заводъ занимаетъ площадь въ 14 гектаровъ, изъ которыхъ подъ перекрытыми заводскими цехами свыше 40000 кв. метровъ. Число рабочихъ 1500 человекъ. Спеціальности завода: мосты, стропила, резервуары, поворотные круги, телѣжки, желѣзныя зданія (рынки, выставочные павильоны, бараки для аэроплановъ), прекрасныя стальныя отливки (гребные винты, зубчатыя колеса, ахтерштевни, форштевни, рулевыя рамы, паровозныя, тендерныя и вагонныя колеса, буксы, коробки подъ паровозные котлы, крейцкопфы и проч.), примѣняемая не только въ собственномъ производствѣ, но и продаваемая въ большихъ количествахъ на сторону; чугунное литье; тендеры, до самыхъ крупныхъ (на 20000 литровъ вмѣстимости); всевозможныхъ типовъ товарныя вагоны (съ деревянными или желѣзными кузовами, подъемною силою до 25 тоннъ, блиндированные вагоны, вагоны-цистерны и т. д.); пассажирскіе вагоны для нормальноколейныхъ дорогъ и вагоны для трамваевъ; затѣмъ, паровозныя, тендерныя и вагонныя скаты и т. д. Всѣ эти спеціальности не значатся только въ проспектахъ завода, а непрерывно и весьма полно эксплуатируются въ дѣйствительности и въ бытность мою на заводѣ я видѣлъ большое количество всѣхъ этихъ издѣлій, въ различныхъ стадіяхъ ихъ выдѣлки. Трамвайныя вагоны, цѣликомъ, не снимая ни одной части, закупоривались при мнѣ въ огромные глухіе деревянные ящики, для отправки ихъ моремъ въ Аргентину. Вообще, близость Антверпенскаго порта дѣлаетъ доставку издѣлій завода въ отда-



леннѣйшія заокеанскія страны весьма удобною и въ числѣ многочисленныхъ рынковъ, для которыхъ работаетъ заводъ, находятся, кромѣ европейскихъ государствъ, Бразилія, Тунисъ, Англійская Индія, Китай, мелкія американскія республики и т. д.

Чугунолитейная, съ двумя вагранками, не велика, т. к. большая часть отливокъ готовится изъ желѣза или стали; она отликаетъ однакоже до 500 тоннъ въ мѣсяць. Кузница, съ однимъ паровымъ молотомъ въ 1½ тонны и тремя другими меньшей силы, также не обширна, т. к. вагонныя и тендерныя оси выписываются съ *Англѣрскаго* завода (близъ Льежа), а колеса и буксы получаютъ отливкою. Кузница занимается главнымъ образомъ выковкою упряжныхъ приборовъ для тендеровъ и вагоновъ и выдѣлкою различныхъ другихъ ихъ принадлежностей. Двѣ сварочныя печи огрѣваютъ своимъ теряющимся жаромъ водотрубный паровой котель.

Сталелитейная очень обширная. Въ ней двѣ мартеповскія печи, съ насадками по 10 тоннъ, и два конвертера малаго бессемерованія, на 1,5 тонны каждый. Металль изъ нихъ принимается въ ковши и разносится краномъ къ мѣстамъ отливки. Газогенераторы помѣщаются на дворѣ. Производительность сталелитейной, въ періоды наиболѣе интенсивной работы, до 1000 тоннъ готоваго фасоннаго литья въ мѣсяць. При ней, какъ и при чугунолитейной, свои модельныя и отдѣленія для подготовки формовочныхъ матеріаловъ. Обрубка заусеницъ въ обѣихъ литейныхъ производится пневматическими зубилами. Внутри самой сталелитейной установлены стапки для обрѣзки прибылей, обдирки (наждачными камнями) швовъ и т. п. Отливки очень чистыя и процентъ брака не высокъ.

Механическая мастерская развита главнымъ образомъ въ сторону колесныхъ работъ, такъ какъ колесныхъ скатовъ, и для внутренняго употребленія и для продажи на сторону, изготовляется огромное количество. Для колесныхъ работъ отведена огромная, свѣтлая, въ три пролета, мастерская съ остекленнымъ конькомъ крыши и боковыми крышными фонарями. Ширина средняго пролета 14 м., боковыхъ по 4 м. Высота подъ конекъ крыши 12 м. Обслуживается электрическими мостовыми кранами. Рѣзцы (изъ стали *Novo*), при

обточкѣ бандажей, работаютъ довольно интенсивно, но лишь въ предѣлахъ скоростей и площадей стружекѣ, дозволяемыхъ силою станковъ (не приспособленныхъ для очень быстраго дѣйствія). Подобная же мастерская отведена для механическихъ работъ общаго характера. Въ ней имѣется рядъ болѣе крупныхъ станковъ, для обработки частей желѣзныхъ сооружений, въ остальной же части оборудованіе ничѣмъ особеннымъ не выдается, такъ какъ машиностроеніе, въ тѣсномъ смыслѣ этого слова, въ составъ специальностей завода не входитъ. Зато котельный цехъ отличается грандіозными размѣрами, вполне современнымъ оборудованіемъ и полною кипучею дѣятельности. Подъ него отведена громадная постройка, въ 400 м. длиною и въ три смежныхъ взаимно сообщающихся крыла. По типу, эта постройка схожа съ колесно-механическою, но съ болѣе широкимъ (18 м.) среднимъ крыломъ. Здѣсь производится обработка и сборка различныхъ желѣзныхъ сооружений, стропильныхъ фермъ, резервуаровъ, поворотныхъ круговъ и т. п., а также (на одномъ концѣ громаднаго средняго крыла) сборка тендерныхъ баковъ, вагонныхъ рамъ и желѣзныхъ вагонныхъ кузововъ. Чрезвычайно широко примѣняется сжатый воздухъ, въ видѣ обрубныхъ, чеканныхъ и клепальныхъ молотковъ, сверлильныхъ приборовъ и переносныхъ клепальныхъ машинъ. Воздухоразводящія трубы проведены по всему зданію и у каждой колонны послѣдняго имѣется кранъ съ наконечникомъ, для навертыванія рукавовъ. Кромѣ того, большое количество обычныхъ станковъ: сверлильныхъ, пробивныхъ, листовыгибательныхъ и проч. Несмотря на длину почти въ полверсты, вся котельная силою заставлена собираемыми частями. Нѣсколько электрическихъ крановъ едва успѣваютъ выполнять свои функціи. Сборка пассажирскихъ вагоновъ производится въ особомъ зданіи, такого же трехпролетнаго типа, но съ болѣе узкимъ (12 м.) среднимъ крыломъ. Всѣ эти трехпролетные корпуса расположены одинъ влѣтъ возлѣ другого, съ передними лобовыми фасадами, вытянутыми въ одну линію. Насупротивъ ихъ, черезъ дворъ, расположены вспомогательные цеха завода, а на дворѣ, между тѣми и другими, электрическая тельжка (*à niveau*), подъемною силою на 100 тоннъ, на которой могутъ помѣститься самые длинные пульмановскіе вагоны. Если требуется про-

везти грузы или вагоны къ погрузочной платформѣ на берегу канала, телѣжка раздѣляется на двѣ части, одна изъ которыхъ и вывозится изъ завода. Такъ какъ заводъ потребляетъ огромное количество лѣса, то храненію, сушкѣ и переработкѣ послѣдняго посвящены обширныя сооруженія, соотвѣтственно оборудованныя. Пригнанные по каналу бревна проводятся въ заводскій бассейнъ, гдѣ и остаются до распиловки. Для распиловки имѣется обширная лѣсопильная, съ нѣсколькими рамными и ленточнопильными станками. Распиленный лѣсъ поступаетъ въ паровое сушило, а оттуда въ деревообдѣлочную (обширное, свѣтлое, двухпролетное помещеніе, съ обычнымъ оборудованіемъ). Искусственная вытяжка опилокъ только еще устранилась въ бытность мою на заводѣ. Для столярныхъ и краснодеревныхъ работъ имѣются спеціальныя столярныя мастерскія. Обойная, шорная, жестяницкая мастерскія, склады и магазины, домъ администраціи, своя желѣзнодорожная станція и проч., дополняютъ оборудованіе завода. Вагоновъ въ сборкѣ въ бытность мою на заводѣ было множество, всѣхъ перечисленныхъ выше ихъ типовъ. Товарныхъ вагоновъ заводъ выпускаетъ ежегодно до 2000 штукъ, пассажирскихъ (включая трамвайные) до 200 штукъ и столько же тендеровъ (1000 штукъ за пять лѣтъ). Кромѣ того, въ качествѣ второй главной своей спеціальности, заводъ выдѣлываетъ огромное количество желѣзныхъ сооружений всякаго рода, изъ листового и полосового желѣза.

Центральная электрическая станція (съ паровыми машинами, заводовъ *Frères Carels* и *Bollinx*) доставляетъ энергію для освѣщенія (250 дуговыхъ лампъ и 1500 лампочекъ накаливанія) и для моторовъ. Въ помощь электрической телѣжкѣ, работаютъ на дворахъ одинъ паровозъ и два локомотивныхъ крана. Годовой оборотъ предпріятія свыше 12 милліоновъ франковъ.

Паровозо- и машиностроительный заводъ Борзига въ Берлинѣ.

(*Maschinenfabrik A. Borsig, Tegel bei Berlin*).

Кто помнитъ еще заводъ *Борзига* въ Моабитѣ, тотъ несомнѣнно поразится не только ростомъ, но и совершенно

инимъ характеромъ новаго завода этой фирмы въ *Тегель*. Я не засталъ уже въ *Моабитъ* прокатнаго отдѣленія, которое въ началѣ семидесятыхъ годовъ было перенесено на горные заводы *Борзига* въ верхней Селезѣи, но помню еще его чудную большую кузницу, изготовлявшую крупнѣйшія и сложнѣйшія поковки (валы для большихъ паровыхъ машинъ, паровозныя колеса), немного устарѣвшую по оборудованію механическую мастерскую и прекрасную паровозную сборную. Теперь *Моабитъ* изъ скромнаго предмѣстья сталъ фешенебельною частью города, почти его центромъ по положенію, и отъ заводскихъ зданій *Борзига* не осталось и слѣда. На мѣстѣ ихъ высится цѣлый кварталъ роскошныхъ жилыхъ домовъ современной архитектуры.

Остался, впрочемъ, неприкосновеннымъ прекрасный паркъ (кажется впрочемъ урѣзанный на половину), составляющій частную собственность, а потому для публики закрытый. Послѣ періода процвѣтанія и постепеннаго роста предпріятія, послѣдовалъ довольно долгій періодъ заминки въ его дѣлахъ (1880—1894 г.). Въ 1886 г. постройка паровозовъ нормальной колѣи была даже вовсе прекращена и заводъ ограничивался выпускомъ небольшихъ локомотивовъ для узкоколейныхъ и подъѣздныхъ путей. Этотъ упадокъ производительности завода длился до вступленія въ гражданскія права трехъ сыновей *Альберта Борзига*, внуковъ основателя фирмы *Августа Борзига*. Съ этого періода, начинается вновь быстрое и энергичное оживленіе дѣятельности фирмы.

Въ виду устарѣлости моабитскаго завода, рѣшено было основать совершенно новый заводъ, оборудовавъ его согласно послѣднему слову техники и не только возобновить въ немъ всѣ прежнія производства фирмы—постройку локомотивовъ, паровыхъ машинъ, насосовъ и котловъ, но и ввести новыя современныя производства. Результатомъ этого рѣшенія, явился новый тегельскій заводъ, начатый постройкою весною 1896 г. и пущенный въ ходъ осенью 1898 г.

Заводъ этотъ считается, по справедливости, одною изъ достопримѣчательностей Берлина и всякому инженеру, впервые попавшему за границу, можно рекомендовать ознакомиться съ нимъ подробнѣе. тѣмъ болѣе, что дирекція не ставитъ никакихъ препятствій всѣмъ желающимъ осмотрѣть

ея заводъ <sup>1)</sup>. На прилагаемомъ планѣ (см. Табл. VIII) видно взаимное расположеніе различныхъ заводскихъ цеховъ и магазиновъ. Собственно подъ заводомъ находится площадь въ 14 гектаровъ, изъ которыхъ около половины занято постройками. Кромѣ того, по другую сторону шоссе, имѣется молодой обширный паркъ и въ самомъ селеніи большая площадь, отведенная подъ рабочую колонію. Помимо желѣзнодорожныхъ путей, заводъ пользуется и водянымъ путемъ, благодаря непосредственному сосѣдству Тегельскаго озера, которое, въ свою очередь, сообщается съ судоходными водными артеріями. Рельсовые пути (нормальной и узкой колеи) прорѣзываютъ (какъ видно изъ плана) всю территорию завода, такъ что доставка всякаго рода сырыхъ матеріаловъ, а также и отправка готовыхъ издѣлій чрезвычайно облегчены. По самымъ мастерскимъ также проходитъ цѣлая сѣть узкоколейныхъ путей.

Центральная силовая станція (на планѣ 1), состоящая изъ машиннаго и паровичнаго корпусовъ, помѣщена, собственно говоря, не центрально, такъ какъ иначе пришлось бы разъединить заводскіе цеха, что избѣгалось при проектированіи. Въ паровичной установлены 10 водотрубныхъ котловъ системы *Гейне*, съ общою поверхностью нагрѣва въ 2150 кв. м., доставляющихъ паръ, упругостью въ 10 атмосферъ, не только машинамъ силовой станціи, но также и паровымъ молотамъ, а зимою и отопляющимъ приборамъ всего завода. Половинное количество пара перегрѣвается до температуры 275°. Вода, питающая котлы, подвергается предварительной очисткѣ и подогревается теряющимся жаромъ котловъ до температуры 125°. Въ машинномъ отдѣленіи установлены четыре динамомшины, мощностью каждая въ 440 кило-ваттъ, при напряженіи въ 230 вольтъ, приводимыя въ дѣйствіе непосредственно паровыми машинами (150 оборотовъ въ минуту), съ Кольмановскимъ парораспределеніемъ, и сверхъ того аккумуляторная батарея, емкостью въ 1700 амперо-часовъ. Имѣются еще двѣ небольшихъ динамо, съ вертикальными паровыми двигателями. Всѣ станки завода приводятся въ движеніе электрическою энергіею, доставляемою 155-ю моторами разной силы, нѣкоторая часть ко-

<sup>1)</sup> На заводъ можно ѣхать, или по Штеттинской желѣзной дорогѣ, или электрическимъ трамваемъ, пробѣгающимъ этотъ путь въ 40 минутъ.

торыхъ приспособлена къ отдѣльнымъ станкамъ, большая же часть движеть цѣлыя группы станковъ.

Кузница (на планѣ 2) огромная (около 7000 кв. м.) но уже совершенно другого характера по сравненію съ прежней въ Моабитѣ. Ни фасоннойковки колесъ и колѣнчатыхъ валовъ, ни штамповки буквъ и буферныхъ тарелокъ уже не производится, т. к. кованыя колеса и буквы вышли изъ употребленія <sup>1)</sup>, а валы доставляются съ Верхне-Силезскаго завода той же фирмы.

Самыя крупныя поковки въ настоящее время—это паровозныя дышла, болванки для которыхъ обжимаются подъ большимъ прессомъ (см. ниже). Остальныя поковки лишь среднихъ и малыхъ размѣровъ. Годичная производительность кузницы 2500 тоннъ. Горны и печи для фасонныхъ поволокъ отопляются коксомъ, сварочныя же печи каменнымъ углемъ.

Оборудованіе кузницы состоитъ изъ ковочнаго прессы силою въ 1200 тоннъ, нѣсколькихъ прессовъ меньшей силы и нѣсколькихъ паровыхъ молотовъ, сильнѣйшій изъ которыхъ въ 6 тоннъ; 50 двойныхъ горновъ, 6 сварочныхъ печей и многихъ переносныхъ револьверныхъ горновъ, дутье которымъ доставляется трубами, разведенными по всей кузницѣ и примыкающими къ нимъ гибкими рукавами.

Чугунолитейная (на планѣ 3) также очень большая, въ три пролета, съ остекленною крышею надъ среднимъ пролетомъ, и желѣзными рѣшетчатыми колоннами, служащими опорой рельсамъ мостовыхъ крановъ. Кромѣ мостовыхъ крановъ, много поворотныхъ, на тѣхъ же колоннахъ. Въ литейной этой можно наблюдать разнообразнѣйшія формовки въ тощемъ пескѣ, массѣ и глинѣ. Однихъ паровыхъ и насосныхъ цилиндровъ отливается въ годъ 1500 штукъ. Общая же годичная производительность литейной 7000 тоннъ. Могутъ отливаться въ одну штуку издѣлія, вѣсомъ до 50 тоннъ. Уминка наиболѣе крупныхъ почвенныхъ формъ производится при помощи пневматическихъ трамбовокъ. Работа идетъ быстро и рабочіе этими трамбовками очень довольны, но требуется извѣстный навыкъ въ ихъ примѣненіи, такъ

<sup>1)</sup> *Графенштаденскій* заводъ продолжаетъ, впрочемъ, выдѣлывать кованыя буквы, т. к. это составляетъ будто бы безусловное требованіе правительственнаго заказа.

какъ является рискъ слишкомъ уплотнить песокъ и лишить его должной пористости. Чугунъ доставляется четырьмя вагранками съ передними горнами. Для сушки формъ имѣется до 20 сушильныхъ камеръ разныхъ размѣровъ. Въ чеканной (на планѣ 4) широко примѣняется обрубка заусеницъ пневматическими зубилами; установлены также пескоструйные аппараты, постоянные и переносные. Общая площадь литейной (кромѣ чеканной) 4730 кв. м., площадь чеканной 690 кв. м. Въ отдельной (на планѣ 5) бронзолитейной (площадью также въ 690 кв. м.) установлены три мѣдеплавильныхъ горна системы *Piat*, съ искусственнымъ дутьемъ. Годичная ея производительность 200 тоннъ. Въ углѣ, образуемомъ чугунолитейною и бронзолитейною, помѣщается (на планѣ 6) обширный складъ моделей (площадью въ 1800 кв. м.). Нельзя сказать, чтобы мѣсто для него выбрано было удачно, равно какъ и для находящейся по сосѣдству деревообдѣлочной мастерской (на планѣ 7; площадь 1075 кв. м.), такъ какъ близость огневыхъ цеховъ постоянно грозитъ послѣднимъ опасностью пожара.

Значительно (почти вдвое) превосходить кузницу и литейную своими размѣрами грандіозная котельная (площадью въ  $125 \times 90 = 10250$  кв. м.), въ 5 пролетовъ (на планѣ 8), полная одурающей трескотни пневматическихъ зубиль, чеканокъ и клепальныхъ молотковъ <sup>1)</sup>, примѣняемыхъ здѣсь шире, чѣмъ это гдѣ бы то мнѣ удалось видѣть. Клепка котловъ гидравлическими машинами (одна большая постоянная и нѣсколько малыхъ переносныхъ). Аккумуляторы грузовые. Наварка флянцевъ, сварка патрубковъ и т. п. не слишкомъ крупныя сварочныя работы производятся ацетиленовымъ газомъ. Рабочій держитъ горѣлку (соединенную гибкимъ рукавомъ съ газовымъ резервуаромъ) въ лѣвой рукѣ и водить ею вдоль свариваемаго шва, въ правой же рукѣ держитъ прутокъ мягкаго желѣза, который расплавляется на концѣ, подѣ дѣйствіемъ сильнаго жара горѣлки, и капли металла заливаются въ шовъ. Болѣе крупныя сварки производятся кувалдами, бьющими по надавкѣ, по частямъ, послѣ надлежащаго нагрѣва свариваемыхъ частей. Въ различныхъ мѣстахъ котельной разставлены соответствующіе станки:

<sup>1)</sup> Послѣдними обжимаются, между прочимъ, головки мѣдныхъ распорныхъ болтовъ на паровозныхъ котлахъ.

кромкострогальные и кромкофрезерные (последние применяются для обработки тонкою дисковою фрезой отогнутыхъ фланцевъ топочныхъ мѣдныхъ листовъ, причемъ вертикальный фрезовой шпиндель станка подвѣшенъ къ шарнирно раздвигающемуся рукаву, укрѣпленному на стѣнѣ); сверлильные для сверленія и нарезанія дыръ въ собранныхъ уже корпусахъ котловъ, съ сверловыми шпинделями, могущими принимать всевозможныя положенія въ пространствѣ; обыкновенные радиально-сверлильные; патронные токарные; универсальные для выдѣлки топочныхъ связей и т. п. Часть этой котельной отведена для постройки тендерныхъ баковъ и поддуваль, а другая ея часть для обработки паровозныхъ и тендерныхъ рамъ. Обработка последнихъ (пакетами, высотой до 250 мм.) производится, частью на долбежномъ, частью на фрезерномъ станкахъ, каждый съ 3-мя, одновременно работающими, инструментами. Постройка собственно котловъ разграничена по типу последнихъ, то есть строятся отдѣльно: паровозные; постоянные водотрубные и постоянные же котлы обыкновенные; котлы съ большимъ водянымъ пространствомъ (корваллійскіе, съ гладкими и волнистыми трубами, котлы съ кипятильниками) и т. п. Въ каждомъ пролетѣ котельной имѣется по нѣскольку электрическихъ мостовыхъ крановъ (силою отъ 5 до 25 тоннъ) и множество поворотныхъ крановъ. Сжатый (до упругости 6—8 атмосферъ) воздухъ для пневматическихъ инструментовъ готовится въ особомъ центральномъ помѣщеніи, тремя компрессорами; воздухъ этотъ направляется не только въ котельную, но и въ литейную, чеканную и паровозосборную мастерскія. Въ общей связи съ котельною, помѣщается обширная механическая мастерская, часть которой посвящена сборкѣ машинъ (на планѣ 9). Перекрытая площадь, занятая этими мастерскими, превышаетъ 15250 кв. м. Вдоль одной изъ ихъ стѣнъ, на высотѣ 3 метровъ, устроена легкая галлерей, на которой расположены умывальники и гардеробные шкафы рабочихъ механической мастерской. Оборудование механической мастерской составляютъ 750 различныхъ станковъ, въ числѣ которыхъ много весьма крупныхъ. Въ числѣ этихъ станковъ фигурируютъ, въ весьма большомъ количествѣ, вошедшіе въ последнее время въ большое употребленіе, такъ называемые *чекинги*, т. е. сверлильно-токарные станки, съ револь-



вернымъ суппортомъ на горизонтальной оси и карусельнымъ патрономъ. Всѣ работы на нихъ производятся, при вращающемся предметѣ и неподвижномъ рѣзцѣ. Весьма велико также число фрезерныхъ станковъ. Фрезованіе вообще поставлено на заводѣ широко. Шатуны, напримѣръ, фрезуются на ребро и напласко, причемъ стружка снимается шириною свыше 150 мм. <sup>1)</sup> для чего, разумѣется, примѣняются весьма крупныя фрезы. Широко примѣняется быстродѣйствующая сталь (марки *Phoenix - Bleckmann's*) <sup>2)</sup>. Много крупныхъ строгальныхъ станковъ (т. к. приходится строгать большія станины паровыхъ машинъ), а также цилиндро-сверлильныхъ и карусельныхъ. Кромѣ того, современную особенность завода составляетъ широкое примѣненіе шлифовальныхъ станковъ, для чистой отдѣлки валовъ, послѣ ихъ обточки. Краны велосипедные, движимые электромоторами. Всѣ работы производятся по нормальнымъ калибрамъ, такъ что является возможность готовить смѣнные части, не только для механизмовъ массоваго производства, но и для отдѣльныхъ, единичныхъ заказовъ. Работа по калибрамъ распространена даже на паровозы. Такъ, мнѣ рассказывали на заводѣ, что при исполненіи послѣдняго заказа въ 32 паровоза для индійскихъ желѣзныхъ дорогъ, было введено въ техническія условія обязательство, чтобы каждая отдѣльная часть могла быть поставлена при сборкѣ на любой паровозъ изъ всей партіи и условіе это было выполнено въ точности.

Особое помѣщеніе (на планѣ 10) посвящено выдѣлкѣ болтовъ и гаекъ.

Паровозная сборная (на планѣ 11) двухсторонняя, съ электрическою телѣжкой посерединѣ и 21 стойломъ съ каждой стороны, чрезвычайно свѣтла и удобна для работы, благодаря остекленнымъ кровлямъ въ каждомъ изъ трехъ корпусовъ и большой ширинѣ стойлъ. Общая ея площадь 7500 кв. м. Годовая производительность 300—400 паровозовъ. Вдоль боковыхъ корпусовъ (надъ стойлами) движутся электрическіе мостовые краны, подъемною силою по 20 тоннъ. Вечернее освѣщеніе дугowymi фонарями. Въ каждомъ стойлѣ воздухопроводъ съ сжатымъ воздухомъ, дающій возможность

<sup>1)</sup> У меня имѣются образцы этихъ замѣчательныхъ стружекъ.

<sup>2)</sup> Подробности объ этомъ см. въ отдѣлѣ о быстродѣйствующей стали.

примѣнять пневматическія чеканки, зубила, клепальные молотки и сверлильные приборы. Малярная (на планѣ 12) и мѣднокотельная (на планѣ 13) помѣщаются въ двухъ параллельныхъ, изолированныхъ помѣщеніяхъ одного общаго зданія. Центральный магазинъ (14); колесный паркъ (31); склады сортового металла (15); отдѣленіе для холоднаго расливанія металлическихъ полосъ и брусевъ (16); испытательная лабораторія (17); лѣсной складъ (18); складъ угля, кокса, кирпича, глины, песку и т. п. сырыхъ матеріаловъ (19); складъ котельнаго желѣза (20) и различныхъ матеріаловъ (21); укупорочная и погрузочная для готовыхъ издѣлій (22); коперъ для разбивки чугуна (23); вѣсы (28); зданіе администраціи и конторъ (24); конюшни (26); привратницкая (27); помѣщеніе для храненія велосипедовъ рабочихъ (29); керсиновый подвалъ (30) и заводская контора (32) дополняютъ составъ заводскихъ цеховъ. Въ административномъ зданіи (24) помѣщаются: въ подвалахъ—буфетъ и столовая для служащихъ; въ нижнемъ этажѣ коммерческія конторы и правленіе; въ трехъ верхнихъ этажахъ техническое бюро, чертежная, свѣтокопировальная, архивы и т. п. На дворѣ завода (на планѣ 25) помѣщается обширная столовая для рабочихъ, въ которой, въ опредѣленные часы перерыва въ работѣ, рабочіе могутъ получать, по крайне умѣреннымъ цѣнамъ, кушанья, пиво, кофе и т. п. Сѣтъ рельсовыхъ путей (ширококолейныхъ *a* и узкоколейныхъ *b*), съ поворотными кругами и стрѣлками, прорѣзываютъ заводскую территорію во всевозможныхъ направленіяхъ. Путь (34) служитъ для сообщенія съ желѣзнодорожною станціею, а пути (35) для сообщенія съ Тегельскимъ озеромъ.

Заводъ управляется тремя директорами, одинъ по технической, другой по коммерческой и третій по эксплуатационной части. Техническая часть раздѣлена, въ свою очередь, на 12 отдѣловъ, подчиненныхъ каждый особому главному инженеру, завѣдующихъ постройкою: 1) паровозовъ ширококолейныхъ дорогъ; 2) паровозовъ узкоколейныхъ дорогъ; 3) паровыхъ котловъ; 4) трубъ всякаго рода; 5) паровыхъ машинъ; 6) двигателей, работающих доменными газами; 7) насосовъ для водопроводныхъ и канализационныхъ сооруженій; 8) насосовъ системы *Маммутъ*; 9) компрессоровъ; 10) машинъ горнаго дѣла и центробѣжныхъ насосовъ; 11) ледо-

творныхъ машинъ и холодильниковъ и 12) гидравлическихъ прессовъ. Я нарочно перечислилъ всѣ эти рубрики, чтобы показать разнообразіе специальностей завода. При каждомъ отдѣлѣ свое собственное бюро для разработки проектовъ и смѣтъ и для корреспонденціи съ заказчиками. Каждый заводскій цехъ имѣетъ своего главнаго инженера, или главнаго мастера. Вся строительная часть по заводу (ремонтъ, новыя сооруженія) имѣетъ свое отдѣльное бюро и свой составъ инженеровъ и служащихъ. Многочисленныхъ отдѣловъ коммерческой части я уже не касаюсь—это цѣлое министерство, съ массою разнообразнѣйшихъ функций.

Верховная власть надъ всѣми отдѣлами предприятия находится въ рукахъ двухъ владѣльцевъ фирмы, братьевъ *Эрнста* и *Конрада Борзигъ*, изъ которыхъ первый, инженеръ по образованію, имѣетъ рѣшающій голосъ во всѣхъ техническихъ вопросахъ, а второй, получившій коммерческое образованіе, руководитъ коммерческою и хозяйственною частями<sup>1)</sup>.

На Тегельскомъ заводѣ Борзига работаетъ свыше 4000 рабочихъ; на Верхне-Силезскихъ заводахъ той же фирмы свыше 7000 человекъ. Работа въ Тегель вѣдется въ двѣ смѣны—первая съ 7 утра до 3 часовъ дня; вторая съ 3 ч. дня до 12 ч. ночи. Въ случаѣ же накопленія работы, организуется еще и третья смѣна. Чугунъ, сталь, желѣзо, крупныя поковки, стальное фасонное литье, котельные листы и цѣлые паровозные скаты доставляются въ Тегель съ Верхне-Силезскихъ заводовъ.

Слѣдуетъ замѣтить, что рынокъ для сбыта издѣлій завода въ послѣдніе годы (главнымъ образомъ послѣ Парижской выставки 1900 г.) значительно расширился. Франція, Италія, Испанія, Остъ-Индія, Южная Америка и Японія, совершенно не пользовавшіяся прежде издѣліями этого завода, сдѣлались теперь его дѣятельными заказчиками. Зато Россія, бывшая прежде однимъ изъ главныхъ потребителей паровозовъ *Борзига*, въ настоящее время совершенно отстала отъ этого завода, какъ, впрочемъ, и вообще отъ заграничныхъ заводовъ, за рѣдкими отдѣльными исключеніями. Вообще,

<sup>1)</sup> Третій, старшій братъ, энергій котораго главнымъ образомъ обязано предпріятіе своимъ теперешнимъ благосостояніемъ, погибъ въ 1897 г., во время взрыва въ рудникѣ на Верхне-Силезскомъ заводѣ.

паровозостроение всегда было и продолжает быть главной специальностью завода, *Borsiga*.

Наканунъ моего посѣщенія завода, отпразднованъ былъ выпускъ 7000-го паровоза, одного изъ партіи въ 110 штукъ, заказанной для французской *Chemin de fer du Nord*, курьерскаго типа, съ 3-мя спаренными осями и 4-хъ - колесною тележкой.

Кромѣ паровозовъ (отъ громадныхъ, вѣсомъ въ порожнемъ состояніи въ 76 тоннъ, до самыхъ маленькихъ, для работы въ лѣсахъ и на плантаціяхъ), заводъ строитъ въ большомъ количествѣ и паровыя машины. Въ бытность мою на заводѣ, собиралась гигантская машина въ 2000 силъ, съ новымъ парораспредѣленіемъ системы *Neuhaus-Hochwald*. Сильная конкуренція газовыхъ машинъ и паровыхъ турбинъ заставила заводъ обратить на тщательность выдѣлки паровыхъ машинъ особое вниманіе.

Въ послѣднее время, заводъ началъ строить и машины, дѣйствующія доменнымъ газомъ, или газомъ коксовальныхъ печей. Изъ многочисленныхъ другихъ фабрикатовъ завода можно еще упомянуть о насосахъ системы *Mammut* (американскаго происхожденія), на постройку которыхъ заводъ имѣетъ исключительное право въ Европѣ. Принципъ дѣйствія этихъ насосовъ состоитъ, какъ извѣстно, въ томъ, что компрессоръ, установленный на поверхности земли, сжимаетъ воздухъ, который направляется въ подъемную трубу, вслѣдствіе чего вода изъ шахты или источника поднимается по трубѣ кверху, не приходя въ соприкосновеніе ни съ какою движущеюся частью. Съ водою могутъ подниматься даже песокъ и камни. Множество подобныхъ насосовъ я видѣлъ въ магазинѣ завода, упакованными къ отправкѣ. Хороши также, сооружаемые заводомъ, копочные прессы (гидравлическіе и паро-гидравлическіе), нѣсколько которыхъ находились въ бытность мою на заводѣ въ сборкѣ.

Съ точки зрѣнія обезпеченія рабочихъ, утратившихъ работоспособность, а также по части облегченія жизни трудоспособнымъ рабочимъ, фирма *Borsiga* славится, какъ одна изъ наиболѣе передовыхъ въ Германіи <sup>1)</sup>. Вообще, устрой-

<sup>1)</sup> Кромѣ учрежденій обязательныхъ (страхованіе рабочихъ и служащихъ, санитарія и т. п.), при заводѣ имѣются: инвалидная касса для рабочихъ, утратившихъ трудоспособность, богадѣльня для престав-

ство и оборудованіе этого завода и кипучая дѣятельность на немъ царящая производить на посѣтителя самое отрадное впечатлѣніе.

Заводъ металлообдѣлочныхъ станковъ и инструментовъ акц. общества Людвигъ Лёве и К<sup>о</sup> въ Берлинѣ.  
(Ludwig Loëwe & C<sup>o</sup>, Werkzeug-und Werkzeugmaschinenfabrik Actiengesellschaft).

Издавна пользующійся прекрасною репутаціею заводъ станковъ для точныхъ работъ и инструментовъ *Людвигъ Лёве и К<sup>о</sup>*, подобно заводу *Борзта*, перекочевалъ на сѣверозападную окраину Берлина (*Huttenstrasse* въ старомъ Моабитѣ) и развернулся здѣсь, въ сильно увеличенномъ масштабѣ, по сравненію съ прежнимъ его помѣщеніемъ, находившимся почти въ центрѣ города (на *Holmannstrasse*). вмѣстѣ съ нимъ переведена и оружейная фабрика той же фирмы, расположившаяся по другую сторону улицы. Помимо расширенія уже существовавшихъ ранѣе цеховъ, на новомъ заводѣ устроена своя обширная чугунолитейная (прежде не существовавшая), которая не только обезпечиваетъ свой заводъ всѣми потребными отливками, но исполняетъ заказы и на сторону. Новый заводъ построенъ по всѣмъ правиламъ новѣйшей техники и прекрасно оборудованъ станками, отчасти собственной фабрикаціи, отчасти американскими. Всѣ зданія желѣзнокирпичныя, а одно, новѣйшей постройки, желѣзобетонное; часть зданій одноэтажныя, часть трехэтажныя (гдѣ это дозволяютъ неслишкомъ крупныя размѣры станковъ). Три четверти площади всѣхъ стѣнъ остеклена, такъ что свѣту вездѣ масса. Одноэтажныя зданія имѣютъ сверхъ того еще и верхній свѣтъ. Потолки устроены такъ, что въ любомъ ихъ мѣстѣ могутъ быть укрѣплены кронштейны и подвѣски приводныхъ валовъ, не прибѣгая къ сверленію желѣзныхъ балокъ. Полы деревянные, въ два

рѣльныхъ рабочихъ и членовъ ихъ семей, пенсіонная касса инженеровъ и чиновниковъ, санитарный отрядъ краснаго креста, содержимый за счетъ фирмы, пожарная дружина, рабочая колонія дѣловыхъ жилищъ, потребительскія лавки, купальныя заведенія, общественный паркъ, яхтъ-клубъ и т. п.

слоя, нижній изъ брусевъ толщиною въ 75 мм., верхній изъ кленовыхъ досокъ въ 20 мм. Полъ этотъ тепелъ, не портитъ падающихъ на него издѣлій, позволяетъ легко передвигать по немъ станки, не выдѣляетъ пыли, легко содержится въ чистотѣ и легко исправляется въ мѣстахъ порчи. Въ полъ врѣзаны заподлицо чугуныя плиты, съ потопленными рельсами для ручныхъ телѣжекъ.

Отопленіе (нагрѣтымъ воздухомъ) устроено чрезвычайно оригинально. Въ особой камерѣ, устроенной въ подвалѣ cadaго заводскаго корпуса, установленъ эксхаусторъ, движимый своимъ особымъ электромоторомъ. Камера эта плотно закрыта со всѣхъ сторонъ и сообщается лишь съ воздухоподводящимъ сводчатымъ корридоромъ, открывающимся наружу. Эксхаусторъ всасываетъ воздухъ изъ корридора и толкаетъ его въ трубчатую сѣть, разведенную по всѣмъ стопляемымъ помѣщеніямъ даннаго зданія. Трубы эти (железныя, луженыя, большого діаметра) подвѣшены подъ потолкомъ помѣщеній. Зимой, воздухъ, прежде чѣмъ вступить въ эксхаусторъ, прогоняется черезъ трубки горизонтальнаго, трубчатаго барабана, нагрѣваемаго паромъ и доводится этимъ до желаемой температуры. Лѣтомъ, барабанъ выключается и эксхаусторъ вгоняетъ въ помѣщеніе свѣжій наружный воздухъ, въ цѣляхъ вентиляціи. Тяга въ камерѣ и корридорѣ, при работающемъ эксхаусторѣ, настолько сильна, что съ трудомъ можно устоять на ногахъ. Этою системою отопленія у *Лёве* вполне довольны, между тѣмъ какъ на заводѣ *Niles* ее оставили, какъ, будто бы, непрактичную.

Всѣ мастерскія, работы въ которыхъ сопряжены съ выдѣленіемъ опилокъ, или пыли (металлической, минеральной или древесной), снабжены аспираторами, вытягивающими эту пыль вонъ; кромѣ того, повсюду надъ станками устроены гибкіе рукава, въ которые въ случаѣ надобности направляется струя сжатаго воздуха, сдувающаго опилки и стружки въ подставленныя коробки, изъ которыхъ онѣ уже высасываются аспираторами. Наждачные станки работаютъ при изобильномъ смачиваніи шлифовальныхъ круговъ водою или масломъ. Благодаря всѣмъ этимъ мѣрамъ, воздухъ въ помѣщеніяхъ прекрасный. Рабочіе, приходящіе на работу, раздѣваются въ подвальныхъ помѣщеніяхъ, забираютъ платье въ отведенный каждому отдѣльный шкафъ, отмѣчаютъ на

регистрирующемъ аппаратѣ время своего прихода и затѣмъ направляются къ мѣсту работы. Уходя, они моются въ отведенномъ каждому умывальникѣ, одѣваются и отмѣчаютъ на регистраторѣ время ухода. Въ различныхъ мѣстахъ завода, установлены большіе котлы съ подсахареннымъ горячимъ чаемъ, отпускаемымъ за самую ничтожную плату, съ цѣлью пониженія потребленія пива. Рабочіе, живущіе далеко отъ завода, могутъ разогрѣвать приносимый съ собою обѣдъ въ столовой, или получать дешево готовый обѣдъ. Дворы содержатся въ идеальной чистотѣ; вездѣ газоны; совершенно нѣтъ укромныхъ уголковъ, дающихъ поводъ къ развитію нечистоты. По нимъ проложено 15 километровъ узкоколейныхъ путей. Это, такъ сказать, внѣшняя часть завода. Столь же разумно и обдуманно организована и внутренняя техническая его часть, основанная на принципѣ *спеціализаціи* работы, т. е. заготовки лишь ограниченнаго числа ходовыхъ типовъ станковъ и инструментовъ, но зато въ огромномъ количествѣ и съ наивысшимъ совершенствомъ выполненія. Благодаря этому принципу, складъ завода полонъ готовыхъ, уже опробованныхъ издѣлій, которыя отпускаются покупателямъ немедленно по полученіи заказовъ. Начавъ свою дѣятельность съ постройки не очень крупныхъ станковъ, заводъ въ настоящее время расширилъ свой сортаментъ и крупными нумерами, но приэтомъ сохранилъ прежнюю точность работъ, которыя выполняются все по калибрамъ и подвергаются тщательнѣйшей провѣркѣ особымъ инженеромъ, подчиненнымъ непосредственно дирекціи завода и совершенно независимымъ отъ цеховой администраціи.

Особое отдѣленіе завода отведено исключительно для испытанія готовыхъ станковъ.

Съ еще большею точностью ведется фабрикація инструментовъ (фрезъ, сверлъ, развертокъ, метчиковъ, плашекъ, лекалъ, калибровъ, оправокъ, патроновъ и т. д.). Мѣрительная машина, установленная въ особомъ изолированномъ помещеніи, даетъ возможность измѣрять неточности до 0,001 мм. Чрезвычайно широко и интересно поставлено на заводѣ примѣненіе кругового фрезованія и круговой обдирки на камняхъ (см. Отдѣлъ III), приѣмовъ особенно пропагандируемыхъ заводомъ *Леве*. Множество деталей станковъ обрабатываются исключительно фрезами; токарныя же работы,

вездѣ гдѣ это только представляется возможнымъ, замѣняются обдиркою на наждачныхъ кругахъ.

Быстродѣйствующая сталь (марокъ *Böhler-Rapid* и *Novo*), примѣняется широко, но (соотвѣтственно характеру производства) лишь по принципу увеличенной стойкости рѣзцовъ, при среднихъ лишь скоростяхъ. Планъ завода приведенъ на *Таблицѣ IX*, гдѣ *фиг. (А)* изображаетъ всѣ заводскіе отдѣлы кромѣ литейной. литейная же, съ принадлежащими къ ней вспомогательными отдѣленіями, изображена въ планѣ на *фиг. (В)* той же таблицы. Она расположена на продолженіи рельсоваго пути *I фиг. А*, въ разстояніи 70 метровъ отъ центральной силовой станціи (12).

Составъ цеховъ завода и распорядокъ въ нихъ работы слѣдующій: чугуны, по изслѣдованіи его состава и механическихъ свойствъ въ специальной лабораторіи (химической, механической и металлографической <sup>1)</sup>) и по установленіи послѣднюю должнаго состава шихты, поступаетъ въ литейную (на планѣ 17). Это обширное неправильной формы зданіе, площадью около 6500 кв. метровъ. Въ помѣщеніяхъ 17 производится формовка и заготовленіе шишекъ; здѣсь же установлены 6 вагранокъ (i, i) и нѣсколько сушильных камеръ. Въ помѣщеніи (17—с) установлено множество формовальныхъ станковъ; чеканка крупныхъ отливокъ производится въ помѣщеніи (17—d), а мелкихъ въ помѣщеніи (17—с); отдѣленіе (17—b) отведено подъ укупорку и отправку готовыхъ отливокъ, отпускаемыхъ на сторону. Въ помѣщеніи (17—i) хранятся расхояніи модели. Площадки (17—а) на дворѣ литейной заняты запасными опоками. Складъ моделей помѣщается въ отдѣленіи (13) особаго зданія; два другихъ отдѣленія того же зданія заняты складомъ крупныхъ отливокъ (14) и травильною (15), въ которой отливки прежде чѣмъ поступить въ чеканную, травятся въ кислотномъ растворѣ. Свиночный чугунъ хранится на площадкѣ (19) двора; коксъ въ сараяхъ (18). Для храненія и подготовки формовочныхъ матеріаловъ служитъ зданіе (20). Въ зданіи (21) помѣщаются контора и лабораторія; (22) сотенные вѣсы для пріемки сырыхъ матеріаловъ и отпуска готовыхъ издѣлій. Бронзолитейная помѣщается въ особомъ зданіи (12). Полная

<sup>1)</sup> Она помѣщается во 2 и 3 этажахъ зданія (21), нижній этажъ котораго занятъ конторою литейнаго цеха.



площадь занятая литейными и вспомогательными къ нимъ мастерскими и складами (закрытыми и открытыми) около 16000 кв. м. Литейная обслуживается нѣсколькими 5-тонными электрическими мостовыми кранами. Крупнѣйшія отливки 15 тоннъ. Для чеканки примѣняются пневматическія зубила; для окончательной очистки пескоструйные приборы.

Кузница (на планѣ 9) небольшая, такъ какъ большая часть желѣзныхъ и стальныхъ валовъ, шпинделей, тягъ, рукоятокъ и тому подобныхъ принадлежностей станковъ вытачивается прямо изъ цѣльныхъ катанныхъ прутьевъ. Въ ней 1 паровой молотъ, 1 фрикціонный, 3 ударныхъ пресса, четыре кузнечныхъ горна, съ вытяжкой дыма эксхаусторомъ. Зато состоящій при кузницѣ складъ сортового металла (на планѣ 10) очень великъ. Чтобы не таскать прутьевъ и полось въ механическую, для отдѣленія кусковъ, работа эта производится въ самомъ складѣ, для чего онъ снабженъ холодною пилою, пожницами, центровальнымъ и обрѣзнымъ станками. Мостовой кранъ значительно облегчаетъ и ускоряетъ подноску и уборку полось отъ станковъ.

Столярно-модельная и плотницкая мастерскія помѣщаются въ двухъ нижнихъ этажахъ особаго трехъ-этажнаго корпуса (5); третій его этажъ занятъ конторами. Мостикъ, перекинутый черезъ дворъ, сообщаетъ это зданіе съ обширнымъ, трехъ-этажнымъ же складомъ готовыхъ моделей (на планѣ 4). Складъ моделей помѣщается въ двухъ верхнихъ этажахъ, нижній занятъ складомъ чугунаго литья для собственныхъ нуждъ завода.

Обширное зданіе, состоящее изъ одноэтажнаго корпуса (2—2), площадью въ 4700 кв. м. и прилегающей къ нему вплотную трехъ-этажной пристройки (2—*a*, 2—*b*, 2—*c*) занято сборно-механическою мастерскою для постройки нормальныхъ станковъ. Въ корпусѣ (2) работаютъ крупные строгальные, фрезерные, токарные и горизонтально-сверлильные станки и производится сборка строящихся станковъ. Въ пристройкѣ помѣщаются: въ крылѣ (2—*a*), въ нижнемъ этажѣ, сборная токарныхъ станковъ, во второмъ токарномеханическая и зуборѣзная, въ третьемъ сборка мелкихъ частей; въ крылѣ (2—*b*) внизу вертикально-сверлильные станки, во второмъ этажѣ складъ инструментовъ, калибровъ и исполнительныхъ чертежей, въ третьемъ постройка потолочныхъ

приводовъ къ станкамъ; наконецъ, въ крылѣ (2—с) внизу станки для кругового фрезования и круговой обдирки, во второмъ этажѣ вертикальные сверлильно-токарные станки (чѣкинги), въ третьемъ револьверно-токарные станки.

Симметричное съ только что описаннымъ зданіемъ трехъ-этажное зданіе (6), помѣщающееся на противоположной сторонѣ двора, посвящено приготовленію инструментовъ (вторая важная специальность завода *Леве*). Въ нижнемъ этажѣ этого зданія помѣщаются: въ крылѣ (6—а) станки для круговой шлифовки; въ крылѣ (6—b) грубая обдирка на камняхъ; въ крылѣ (6—с) станки, работающіе автоматически; въ крылѣ (6—d) токарная и въ крылѣ (6—е) станки для задней заточки. Во второмъ этажѣ помѣщаются: фрезерное отдѣленіе (6—а, 6—b); техническое бюро и счетоводная контора (6—с, 6—d) и приготовленіе калибровъ (6—е). Наконецъ, въ третьемъ этажѣ помѣщаются: слесарная мастерская (6—а); приготовленіе патроновъ (6—b); центральный складъ для всего корпуса (6—с) и наконецъ, мастерская для приготовления винторѣзныхъ инструментовъ (6—d, 6—е).

Въ промежуткѣ между корпусами (2) и (6) помѣщается зданіе (3), состоящее изъ одно-этажнаго помѣщенія (3), въ которомъ производится укупорка и погрузка для отправки готовыхъ издѣлій и выставлены ходовые станки, готовые для продажи, и изъ окружающихъ его съ трехъ сторонъ трехъ-этажныхъ корпусовъ (*ab*, *c*, *de*), въ которыхъ помѣщаются: внизу складъ готовыхъ машинныхъ частей и нормализованныхъ издѣлій; пригонка частей и сборка станковъ собственнаго издѣлія и покупныхъ (для перепродажи); складъ готовыхъ инструментовъ; во второмъ этажѣ—техническая и счетоводная конторы; автоматическіе и револьверные станки для выдѣлки нормализованныхъ машинныхъ частей; токарное и фрезерное отдѣленія для обработки тѣхъ же частей; въ третьемъ этажѣ наждачные, токарные и фрезерные станки для выдѣлки специальныхъ инструментовъ; бюро и контроль. Одноэтажный корпусъ (3) обслуживается электрическими мостовыми кранами въ 2, 5 и 15 тоннъ. Въ числѣ станковъ множество новѣйшихъ специальныхъ, между которыми особенно интересны фрезерные для нарѣзки зубьевъ на шестовыхъ и коническихъ колесахъ. Въ каждомъ отдѣленіи имѣется своя особая инструментальная. Для закалки инстру-

ментовъ имѣется особая закалочная (7), а для цементации издѣлій калильная (8).

Постройка специальныхъ станковъ производится въ особомъ зданіи, состоящемъ изъ одноэтажной главной мастерской (11) и двухъэтажныхъ корпусовъ (11—*a*, 11—*b*, 11—*c*). Въ главной мастерской (11) производится сборка станковъ, а въ корпусахъ: въ нижнемъ этажѣ—строгальные и фрезерные станки (11—*a*); токарные и сверлильные станки (11—*b*); сборное отдѣленіе (11—*c*) и счетоводная контора (11—*d*). Во второмъ этажѣ—наждачные и зуборѣзные станки (11—*a*), чѣкинги и сборная мелкихъ машинъ (11—*b*), токарная (11—*c*) и техническое бюро отдѣленія для постройки специальныхъ станковъ (11—*d*).

Центральная электрическая станція огромная (на планѣ 12), такъ что часть производимой ею энергіи отдается въ пользованіе сосѣднему заводу паровыхъ турбинъ, фирмы *Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft*, помѣщающемуся на томъ же дворѣ и даже не отгороженному заборомъ. Оборудование машиннаго отдѣленія этой станціи (на планѣ 12—*a*) состоитъ изъ 5 паровыхъ машинъ (три по 500 силъ; 1 въ 850; 1 въ 120) и одной паровой турбины въ 1000 силъ. Токъ воспроизводится напряженіемъ въ 500 вольтъ (для освѣщенія онъ трансформируется на 110 вольтъ). Въ паровичной (12—*b*) 10 огромныхъ водотрубныхъ котловъ, съ перегрѣвомъ пара; на площадкѣ (12—*c*) хранится уголь для котловъ.

Станки всѣхъ мастерскихъ соединены въ небольшія группы, движимыя отъ общихъ моторовъ, силою отъ 10 до 25 п. л. Такое мелкое дробленіе силы даетъ возможность легко выключать ненужные станки. Станки во всѣхъ отдѣленіяхъ завода расположены по специальному ихъ назначенію, т. е. цѣлая зала токарныхъ станковъ, цѣлая зала строгальныхъ и т. д. Складъ и выставка готовыхъ издѣлій помѣщаются въ обширномъ зданіи (1), обслуживаемомъ 10-тоннымъ краномъ; администрація помѣщается въ четырехъ-этажномъ зданіи (1—*a*, 1—*a*, 1—*b*), партеръ котораго занятъ матеріальною службою, пріемнымъ покоемъ, конторой рабочихъ, больничной кассой и т. д.; во второмъ этажѣ помѣщаются: дирекція и различныя канцеляріи и конторы; въ третьемъ этажѣ—бухгалтерія, чертежныя и школа ремесленныхъ учениковъ; въ четвертомъ—столовая для служащихъ завода, аудиторіи и осталь-

ная часть школы ремесленныхъ учениковъ; фотографія. Въ зданіи (1—с) находятся квартиры смотрителя и сторожей; въ (1—d) конюшни, автомобильный сарай и т. д.

Общее число рабочихъ 1800 чел. Средній заработокъ хорошаго мастероваго 60—75 пфениговъ въ часъ. Рабочій день имѣетъ 9 часовъ дѣйствительной работы. Посѣщеніе школы, хотя необязательное, но чрезвычайно аккуратное. Она подготавливаетъ, изъ работающихъ на заводѣ подростковъ, свѣдущихъ подмастерьевъ. Въ зданіи (1—а, 1—b) чрезвычайно интересенъ подъемникъ въ видѣ четокъ (*Paternoster*), съ платформами, подвѣшенными на разстояніи 4 метровъ къ бесконечной цѣпи, находящейся въ непрерывномъ движеніи. На лѣстничныхъ площадкахъ оставлены просвѣты (безъ навѣшенныхъ дверей), черезъ которые можно взойти на платформу и сойти съ нея. При достаточномъ вниманіи, подъемникъ этотъ (служащій для сообщенія между четырьмя этажами зданія) не представляетъ рѣшительно никакой опасности, но очень много удобствъ. Въ городскихъ жилыхъ зданіяхъ Берлина, подобные подъемники однакоже запрещены.

---

НЮРЕНБЕРГСКІЙ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫЙ ЗАВОДЪ СОЕДИНЕННАГО ОБЩЕСТВА НЮРЕНБЕРГСКАГО И АУГСБУРГСКАГО ЗАВОДОВЪ.

(*Vereinigte Maschinenfabrik Augsburg und Maschinenbau-Gesellschaft Nürnberg, Actien-Gesellschaft; Werk Nürnberg*).

Нюренбергскій машино- и вагоностроительный заводъ, посящій сокращенное названіе соединенной фирмы *MAN*<sup>1)</sup>, принадлежитъ также къ числу процвѣтающихъ промышленныхъ предпріятій, которымъ стало тѣсно на прежнихъ насиженныхъ мѣстахъ и которыя, выйдя за предѣлы города, развернулись на новыхъ обширныхъ площадяхъ, не только

---

<sup>1)</sup> То есть *Maschinenfabriken Augsburg-Nürnberg*. Подобныя сокращенныя названія промышленныхъ предпріятій съ длинными титулами (напримѣръ, *AEG, PLM, EN*) теперь въ большой модѣ; такъ, послѣдняя *Internationale Luftschiffausstellung* во Франкфуртѣ на Майнѣ носила граціозный титулъ *ILA*.

широко въ смыслѣ простора, но и чрезвычайно современно, въ смыслѣ оборудованія. Посѣщеніе этого завода чрезвычайно интересно и хотя лежитъ онъ (какъ и, соединенный съ нимъ нынѣ, извѣстный *Аугсбургскій заводъ*) нѣсколько восторонѣ отъ обычныхъ техническихъ маршрутовъ, но сдѣланный къ нему крюкъ съ избыткомъ выкупается вынесенною пользою.

Я былъ уже дважды передъ тѣмъ на юренбергскомъ заводѣ, въ прежнемъ его городскомъ помѣщеніи (*Kesslerstrasse*), причемъ и тогда уже онъ производилъ чрезвычайно импонирующее впечатлѣніе рачіональною постановкою дѣла и удачнымъ совмѣщеніемъ довольно таки разнохарактерныхъ специальностей производства. Въ новомъ помѣщеніи завода (на окраинѣ Нюренберга, *Frankenstrasse*) я былъ прошлымъ лѣтомъ впервые и вынесъ впечатлѣніе еще болѣе благоприятное. Въ роскошномъ пріемномъ вестибюлѣ зданія администраціи, помимо множества фотографическихъ изображеній исполненныхъ заводомъ сооружений, выставлены между прочимъ двѣ рельефныя модели завода, въ прежнемъ и современномъ его видахъ, съ нанесенными на нихъ (въ точномъ масштабѣ) заводскими зданіями. Сличая обѣ эти модели, получаешь наглядное представленіе о степени роста завода. Въ прежнемъ своемъ видѣ, заводъ занималъ площадь въ 12 гектаровъ, въ нынѣшнемъ видѣ онъ занимаетъ цѣлыхъ 36, изъ которыхъ 9 гектаровъ заняты перекрытыми заводскими помѣщеніями, остальная площадь занята дворами, скверами, домами для рабочихъ и вновь проложенною улицей. Къ землянымъ работамъ на новомъ мѣстѣ приступлено было весною 1897 г., а въ 1901 г. новый заводъ работалъ уже въ полномъ составѣ своихъ цеховъ, которые перепосились на новое мѣсто постепенно. Проектъ новаго завода и руководство его исполненіемъ принадлежитъ главному директору, инженеру *Риттелю*, заявившему себя множествомъ мостовыхъ сооружений, значительная часть которыхъ отличается необычайною смѣлостью и грандіозностью. 1). Къ сожалѣнію, сложное дѣло управленія разросшимся заводомъ заставило его нынѣ отказаться отъ непосредственной инженерной дѣятельности.

1) Я упоминалъ уже объ этомъ замѣчательномъ специалистѣ, во второмъ изданіи моего *Современнаго Оборудованія*.

Новѣйшія спеціальности завода, усвоенныя имъ сравнительно недавно, суть: постройка паровыхъ турбинъ; моторовъ *Дизеля* (т. к. Аугсбургскій заводъ, строящій ихъ уже съ самаго изобрѣтенія ихъ и заваленный заказами на этого рода моторы, вынужденъ былъ передать часть этихъ заказовъ Нюренбергскому заводу, которому пришлось соорудить, спеціально для ихъ постройки, нѣсколько дополнительныхъ зданій) и газовыхъ двигателей для доменныхъ и генераторныхъ газовъ; сверхъ того, опъ сильно развилъ и прежнія свои спеціальности: постройку паровыхъ машинъ, вагоновъ (отъ простыхъ товарныхъ до роскошнѣйшихъ международныхъ спальныхъ <sup>1)</sup>), также вагоновъ для трамваевъ; крановъ; гидравлическихъ устройствъ; машинъ для испытанія матеріаловъ; газогенераторныхъ устройствъ; насосовъ; приспособленій для высасыванія пыли и стружекъ и многихъ другихъ.

Составъ цеховъ этого завода и ихъ взаимное расположеніе видны изъ плана, помѣщеннаго на *фиг. А, Таблицы X-ой*. Рабочихъ на заводѣ 3500 человекъ.

При проектированіи завода, принята за основаніе однообразная площадь всѣхъ зданій (за небольшими лишь исключеніями) въ 100 м. длины и отъ 26 до 32 м. ширины, сообразно чему, распланированы и рельсовые пути. Всѣ заводскія зданія одноэтажныя, за исключеніемъ магазиновъ и одного зданія въ вагонномъ отдѣлѣ, гдѣ помѣщаются обойщики, шорники, стекольщики и проч. Лишь въ сборныхъ допущены приподнятыя боковыя галереи для легкихъ сташковъ и слесарныхъ верстаковъ (см. *фиг. Е, Табл. IX*). Кромѣ того, деревообдѣлочная мастерская имѣетъ подвальный этажъ (см. *ф. В, С, Табл. X*). Высота зданій сообразована съ назначеніемъ и оборудованіемъ каждой данной мастерской, но не чрезмѣрна, дабы не увеличивать бесполезно расходъ на отопленіе и освѣщеніе. Часть зданій кирпичныя, часть бетонныя. Лишь наиболѣе высокія зданія имѣютъ въ стѣнахъ желѣзные каркасы, служащіе для поддержки кровли и легкихъ крановъ; для болѣе же тяжелыхъ крановъ уста-

<sup>1)</sup> Одинъ подобный, вполне законченный вагонъ мнѣ удалось осмотрѣть въ бытность на заводѣ. Роскошь его отдѣлки и комфортъ необычайные. Въ качествѣ особенности, меня удивилъ способъ устройства оконъ. Зеркальное стекло окна не имѣетъ рамы и ручка для его подниманія и опусканія, вдѣлана прямо въ стекло.

новлены спеціальныя желѣзныя колонны. Такимъ образомъ собственно стѣны служатъ исключительно для защиты отъ непогоды и холода и имѣютъ лишь весьма умѣренную толщину, причемъ онѣ прорѣзаны множествомъ большихъ оконъ. Полы набиты изъ бетона, на толщину 14—18 сантиметровъ, и сверху залиты асфальтомъ. Станки, даже тяжелые, за рѣдкими исключеніями, установлены на этихъ полахъ безъ особыхъ фундаментовъ, такъ какъ грунтъ весьма плотель.

Потолки бимсъ-бетонные, по системѣ патентованной самимъ заводомъ. Они состоятъ изъ бетонныхъ, съ желѣзными каркасами плитъ, толщиной въ 6 сантиметровъ, уложенныхъ на полки двутавровыхъ балокъ, отстоящихъ одна отъ другой на 2—3 метра. Потолки эти чрезвычайно легки, прочны, огнеупорны, мало-теплопроводны и хорошо заглушаютъ звуки. Кровли также изъ бимсъ-бетона, проложеннаго картономъ и осыпаннаго гравіемъ. Желѣзныя стропильныя фермы размѣщены на разстояніяхъ въ 6 метровъ и, черезъ одну ферму, снабжены поперечными свѣтовыми фонарями, шириною въ 4 метра, тянущимися во всю ширину зданія. Остекловка фонарей сырмъ стекломъ, благодаря чему получается разсѣянный, мягкій свѣтъ, не дающій тѣней. На лѣто стекла фонарей покрываются еще известковымъ растворомъ. Для вечерняго освѣщенія, служатъ 700 дуговыхъ фонарей и 3000 лампъ накаливанія. Отопленіе всѣхъ цеховъ, за исключеніемъ лишь литейной и кузницы, мятымъ паромъ, подводимымъ черезъ дворы подземными паропроводами. Конденсаціонная вода отводится обратно къ паровымъ котламъ. Отопляющія баттарей, отчасти въ видѣ желѣзныхъ трубчатыхъ змѣевиковъ, отчасти въ видѣ чугунныхъ ребристыхъ тѣлъ. Конторки мастеровъ помѣщены на нѣкоторой высотѣ и, благодаря стекляннымъ стѣнамъ, позволяютъ удобное обозрѣніе всего происходящаго въ мастерскихъ.

Для подъёмки и переноски обрабатываемыхъ частей, служить цѣлая серія (42) электрическихъ крановъ разной силы. Изъ нихъ болѣе сильныя снабжены 3-мя отдѣльными моторами, а болѣе легкіе однимъ. Кромѣ того, при болѣе крупныхъ станкахъ, имѣются ручныя поворотныя краны, или дифференціальныя блоки. Чтобы не мѣшать свободному

проходу въ мастерскихъ, рельсовые пути введены въ каждое зданіе лишь на длину, удобную для снятія кранами грузовъ, ввозимыхъ на тельжкахъ. Всѣ безъ исключенія станки завода приводятся въ движеніе электрическою силою, отчасти отдѣльными моторами, по большей же части групповыми моторами, силою отъ 4 до 50 п. л. Число оборотовъ приводныхъ валовъ, съ цѣлю уменьшить вѣсъ приводовъ, сдѣлано значительное, 180—200 въ минуту. Моторы установлены на полу, или на кронштейнахъ, на нѣкоторой высотѣ надъ поломъ. Въ наиболѣе же низкихъ мастерскихъ главные приводы помѣщены въ канавахъ, ниже уровня пола и въ этихъ же канавахъ установлены моторы, движущіе валы при посредствѣ зубчатыхъ передачъ. Передаточные же приводы укрѣплены на нѣкоторой высотѣ надъ поломъ. Собственное водоснабженіе завода (дома рабочей колоніи пользуются водой изъ заводскаго водопровода) весьма грандіозно. Вода доставляется шестью артезианскими колодцами (діам. 300 мм., глубина 25 до 40 м.) и собирается въ центральномъ колодцѣ (діам. въ 3 м. и глубиною въ 10 м.), для чего примѣнено устройство системы *Heberlein*, изъ трубы котораго воздухъ выкачивается электрическимъ насосомъ. Изъ центрального колодца вода перекачивается насосомъ (подача 10 литровъ въ секунду) въ водоемный бакъ, расположенный на значительной высотѣ (33 м.) надъ уровнемъ заводскаго двора, что обезпечиваетъ дѣйствіе пожарныхъ рукавовъ. Діаметръ водопроводныхъ трубъ отъ 80 до 150 мм., общая ихъ длина около 6 километровъ. Заводскіе дворы обслуживаются электрическими кранами на козлахъ. Длина рельсовыхъ путей (кромѣ узкоколейныхъ), перерѣзывающихъ заводскую территорію во всѣхъ направленіяхъ, 8 километровъ. Для передвиженія по нимъ служатъ 3 паровоза и 7 тельжекъ (безъ капавъ), движимыхъ электричествомъ. Всѣ часы завода заводятся и регулируются изъ одного центрального пункта, посредствомъ электричества.

Электрическая центральная станція (на планѣ 2) состоитъ изъ двухъ, раздѣленныхъ капитальною стѣною, помѣщеній: паровичной и машинной. Въ паровичной 7 котловъ, съ общею поверхностью нагрѣва въ 1650 кв. м. и упругостью пара въ 10 атмосферъ. Два изъ котловъ снабжены ступенчатыми колосниками и отопляются опилками и струж-



ками, вытягиваемыми изъ деревообдѣлочной мастерской и передаваемыми котламъ по трубѣ, длиною въ 180 метровъ. Телѣжки съ углемъ для другихъ котловъ проускаются предварительно черезъ автоматическіе вѣсы, благодаря чему извѣстенъ съ точностью расходъ угля. Питающая вода подогрѣвается до температуры 90° С. и подается въ котлы изъ общей замкнутой кольцомъ трубы, въ которую нагнетается двумя паровыми насосами. Общая для всѣхъ котловъ дымовая труба имѣетъ діаметръ въ свѣту 2,5 м. и высоту въ 55 метровъ. Паръ изъ общаго парособирателя проводится, подземными трубами, къ паровымъ машинамъ смежнаго машиннаго отдѣленія. Всѣхъ машинъ три: одна вертикальная въ 250 силъ (20 оборотовъ) и двѣ горизонтальныхъ, типа *tandem*, каждая въ 500 силъ (90 оборотовъ). Въ ближайшемъ будущемъ предполагается установить еще паровую турбину и газовый двигатель. Всѣ машины собственной постройки; паровые же котлы изъ отдѣленія той же фирмы въ *Густавбургъ* (близъ Майнца). Всѣ машины съ холодильниками. Зимой двѣ изъ машинъ заставляютъ работать безъ охлажденія, чтобы воспользоваться мятымъ паромъ для отопленія. Динамомшины сопряжены съ двигателями непосредственно. Токъ напряженіемъ въ 230 вольтъ. Кромѣ того имѣется аккумуляторная батарея, емкостью въ 1500 амперо-часовъ. Расходъ электрической энергіи можетъ быть учтенъ для каждой мастерской въ отдѣльности и ставится послѣдней на счетъ. Общій годичный расходъ энергіи почти 2 милліона киловаттъ-часовъ. Изъ этого количества 90% расходуется въ качествѣ движущей силы.

Кузница (на планѣ 34) невелика, такъ какъ предназначается главнымъ образомъ дляковки вагонныхъ частей; всѣ же крупныя поковки доставляются изъ отдѣленія той же фирмы въ *Густавбургъ*, имѣющаго огромную и хорошо оборудованную кузницу. Зданіе кузницы въ три пролета: средний въ 12 м., два боковыхъ по 7 м. шириною. Стропильныя фермы средняго пролета параболической формы, что даетъ возможность подвѣшивать въ узлахъ фермъ блоки для не слишкомъ крупныхъ грузовъ. Освѣщеніе крышными фонарями, расположенными по обѣ стороны фермъ и, кромѣ того, черезъ вентиляціонный фонарь, установленный на конькѣ крыши. Перекрытіе черепичное. Въ среднемъ пролетѣ уста-

новлено 12 паровыхъ молотовъ, изъ нихъ 4 по 1½ тонны, простого дѣйствія; 4 по 800 кил., 3 по 500 кил. и 1 въ 250 кил., съ верхнимъ паромъ; при нихъ двѣ сварочныхъ печи и 38 большихъ горновъ, съ фурмами діаметромъ въ 50 мм. Малые горны (съ діаметромъ фурмъ въ 30 мм.), въ числѣ 45, служатъ для ручныхъ работъ подъ механическими молотами; они расположены у продольныхъ стѣнъ зданія. Механическое оборудованіе кузницы состоитъ изъ эксцентрическихъ прессовъ, воздушныхъ и фрикціонныхъ молотовъ, ножницъ и циркулярныхъ пилъ, приводимыхъ въ движеніе отъ общаго приводнаго вала, моторомъ въ 60 силъ. Воздухопроводы подземные, изъ гончарныхъ трубъ, съ муфтами залитыми асфальтомъ. Краны поворотные, прикрѣпленные къ колоннамъ средняго пролета. Высота средняго пролета до конька крыши около 11 м., высота до стропильныхъ затяжекъ 7 метровъ; длина кузницы 100 метровъ.

Такъ какъ характеръ производства требуетъ множества крупныхъ и сложныхъ чугунныхъ отливокъ, то чугунолитейная мастерская завода (на планѣ 14) огромная и образцово во всѣхъ отношеніяхъ устроенная. Подобно кузницѣ, литейная (см. разрѣзанный ея чертежъ на *фиг. С, Табл. V*) трехпролетная, но вдвое шире (средній пролетъ въ 20 м. и два боковыхъ по 15 метровъ); длина ея 105 метровъ. Средній и одинъ изъ боковыхъ пролетовъ посвящены крупнымъ формовкамъ, другой боковой пролетъ мелкимъ. Способъ перекрытія зданія (бимсъ-бетономъ) общій съ другими зданіями. Средній пролетъ обслуживается двумя электрическими кранами (въ 30 и 15 тоннъ) и четырьмя ручными поворотными кранами. Въ боковомъ пролетѣ, посвященномъ крупнымъ формовкамъ и прилегающемъ къ вагранкамъ, три мостовыхъ электрическихъ крана силою въ 15, 15 и 10 тоннъ; въ другомъ боковомъ пролетѣ 6 мостовыхъ крановъ, съ ручными приводами, силою по 3 тонны. Въ этомъ же пролетѣ проложенъ узкоколейный рельсовый путь, сообщающійся, подобнымъ же поперечнымъ путемъ (съ поворотными кругами на пересѣченіяхъ), съ путемъ проложеннымъ передъ вагранками. Пути эти служатъ для развозки ковшей съ чугуномъ. Девять большихъ сушильных камеръ и одна малая для шишекъ размѣщены въ боковыхъ пролетахъ. Совокупная площадь ихъ топочныхъ рѣшетокъ 300 кв. метровъ.

Топятся все камеры со двора. Сверхъ того, для сушки почвенныхъ формъ на мѣстѣ, примѣняются переносные сушильные приборы, состоящіе изъ электромотора съ вентиляторомъ на общей оси и изъ чугунаго ящика, офутерованнаго изнутри шамотною массою и снабженнаго колосниковою рѣшеткою. Ящикъ (закрытый сверху, но открытый снизу) сообщается трубою съ вентиляторомъ. На рѣшетку насыпается коксъ; ящикъ устанавливается надъ тѣмъ мѣстомъ формы, которое требуется просушить, остальная площадь формы перекрывается желѣзными листами. Воздухъ, вдуваемый въ ящикъ вентиляторомъ, проходя черезъ горящій коксъ, нагревается и сквозь колосники проталкивается внизъ въ форму, изъ которой, произведи свою работу, выходитъ черезъ неплотности стыковъ между краями формы и перекрывающими ее листами. Ваграночный корпусъ огражденъ со всехъ сторонъ кирпичными стѣнами. Въ немъ помѣщаются: 5 вагранокъ (мощностью въ 8, 5, 5, 5 и 3 тонны въ часъ; все съ однимъ рядомъ фурмъ и переднимъ горномъ) и 2 вентилятора, направляющіе дутье въ одну общую трубу, изъ которой уже затѣмъ воздухъ по отвѣтвляющимся трубамъ доставляется въ вагранки. Вентиляторы снабжены каждый особымъ электрическимъ моторомъ, непосредственно соединеннымъ и дѣлающимъ 1800 оборотовъ въ минуту. Часть помещенія литейной отведена подъ заготовку формовочныхъ матеріаловъ и снабжена обычнымъ оборудованіемъ. Симметричная съ нею часть по другую сторону вагранокъ отведена подъ шишечную. Такъ какъ грунтъ подъ литейной оказался очень твердъ, то его выбрали (посредствомъ взрывовъ динамита) на глубину 2—3 метровъ и образовавшуюся яму засыпали рыхлымъ пескомъ. Для формовки крупныхъ цилиндровъ и заливки высокихъ формъ, въ почвѣ литейной устроены два литейныхъ чана, діаметромъ въ 5 м. и глубиною въ 4 метра. Кромѣ всехъ обычныхъ способовъ формовки: руками, по моделямъ, или шаблонами, въ томъ же пескѣ, массѣ или глинѣ, примѣняются еще (главнымъ образомъ для массоваго производства мелкихъ вагонныхъ частей и принадлежностей къ приводамъ) 6 гидравлическихъ и 5 ручныхъ формовальныхъ станковъ. Для утрамбовыванія большихъ площадей, которыя представляютъ крупныя почвенныя формовки, широко примѣняются пневмати-

чекія трамбовки, а для просѣиванія песка пневматическія же сита. Сито устанавливается на треножникѣ и, будучи сочленено съ оконечностью пневматическаго молотка, по приведеніи послѣдняго въ дѣйствіе, получаетъ быстрыя сотрясенія, которыми и производится просѣиваніе песка. Часть литейной отведена спеціально для работы учениковъ и практикантовъ, которые работаютъ подъ руководствомъ спеціально приставленнаго къ нимъ мастера. Для очистки отливокъ отъ песка и заусеницъ, имѣется особая чеканная (на планѣ 16). Въ пей работаютъ два пескоструйныхъ прибора, пять наждачныхъ станковъ и множество пневматическихъ зубиль. Пыль изъ чеканной вытягивается искусственно, особымъ эксгаусторомъ. Вытяжныя трубы помѣщены не надъ станками (т. к. очистка производится также и руками на большой площади), а у стѣнъ зданія, причемъ пріемныя воронки этихъ трубъ расположены у самаго пола, что заставляетъ пыль осѣдать къ полу и затѣмъ втягиваться въ воронки. Тяга настолько сильна, что носовой платокъ, поднесенный къ воронкѣ, моментально въ нее втягивается. Для приготовления сжатого воздуха имѣются два компрессора, нагнетающіе воздухъ въ воздушные резервуары <sup>1)</sup>. Тутъ же помѣщается аккумуляторъ, съ насосомъ, доставляющій воду подъ давленіемъ для гидравлическихъ формовальныхъ станковъ. Изъ чеканной, очищенныя отливки вывозятся по рельсовому пути на дворъ къ магазинамъ, или въ механическія мастерскія. Узкій (не перекрытый сверху) дворикъ между литейною и параллельною ей сборною мастерскою служитъ для склада онокъ и обслуживается мостовымъ краномъ въ 7½ тоннъ (см. *фиг. С, Табл. V*). Дабы не поднимать припасы на колошниковый помостъ малыми порціями, параллельно той стѣнѣ литейной, вдоль которой установлены вагранки, устроена обширная насыпь, высотой до уровня колошниковаго помоста. На площадку, устроенную на этой насыпи, ввозятся по наклонной плоскости, посредствомъ локомотива, цѣлые вагоны съ чугуномъ, коксомъ и флюсами, которые здѣсь и разгружаются. Затѣмъ съ этой площадки, по мостику, соединяющему ее съ колошниковымъ помос-

<sup>1)</sup> Сжатый воздухъ изъ нихъ направляется не только въ литейную, но и въ нѣкоторые другіе цеха, въ которыхъ примѣняются пневматическіе инструменты.

томъ, припасы (см. *фиг. С, Табл. V*) уже по горизонтальному пути перевозятся на ручныхъ тельжахъ къ колошникамъ вагранокъ. Годичная производительность этой литейной 6500 тоннъ чистаго литья. Наибольшій вѣсъ отливокъ, отливаемыхъ въ одну штуку, 45 тоннъ. Особое отдѣленіе механической и химической лабораторій завода постоянно провѣряетъ химическій составъ и механическія качества отливокъ и регулируетъ составъ шихты.

Бронзолитейная (на планѣ 15) помѣщена въ особомъ зданіи, площадью въ  $18 \times 30$  кв. метровъ. Оборудование ея состоитъ изъ двухъ быстродѣйствующихъ тигельныхъ горновъ системы *Баумана* <sup>1)</sup>, емкостью въ 150 и 300 кил., позволяющихъ дѣлать по 10 плавокъ въ день; изъ трехъ обыкновенныхъ, самодувныхъ тигельныхъ горновъ, для плавки легкоплавкихъ сплавовъ, и одной вагранки для специальныхъ сплавовъ.

Механическая мастерская (на планѣ 21) занимаетъ корпусъ площадью въ  $32 \times 100$  кв. метровъ и, такъ какъ предназначена лишь для среднихъ и мелкихъ работъ, а потому не имѣетъ крупныхъ станковъ (которые помѣщаются въ сборныхъ), то устроена по специальному типу, видному изъ разрѣзнаго чертежа *фиг. F, Табл. VI*. Зданіе раздѣлено колоннами на четыре равныхъ пролета, шириною по 8 м. и высотой лишь въ 5 метровъ, съ плоскою крышею и поперечными свѣтовыми фонарями. Незначительная высота зданія объясняется тѣмъ, что главные приводы помѣщены въ канавахъ, ниже уровня пола, а на колоннахъ лишь передаточные приводы, надъ которыми могутъ свободно двигаться легкіе электрическіе мостовые краны, по 2 крана въ каждомъ пролетѣ, силою въ 2 и въ 5 тоннъ. Такъ какъ въ этой мастерской примѣняются исключительно рѣзцы изъ быстродѣйствующей стали, то главные приводы дѣлаютъ 200 оборотовъ въ минуту. Въ этой же мастерской устроена центральная инструментальная, для выдѣлки, исправленія и хранения инструментовъ, какъ этой, такъ и другихъ мастерскихъ завода.

<sup>1)</sup> Устройство ихъ аналогично съ устройствомъ извѣстныхъ горновъ *Piat*. Для выливанія расплавленнаго металла, опрокидывается на цапфахъ весь горнъ, тигель же изъ него не вынимается.

Въ двухъ другихъ механическихъ мастерскихъ, столь же большихъ по площади ( $32 \times 100$  кв. м. каждая), но иного типа постройки (на планъ 22 и 24) производится обработка крупныхъ машинныхъ частей и сборка механизмовъ. Въ одной собираются паровыя машины, паровыя турбины и разные мелкіе механизмы, въ другой главнымъ образомъ газовыя двигатели.

Сборная паровыхъ машинъ (на планъ 22; разръзъ ея см. на *фиг. G, Табл. VI*) имѣеть три пролета въ 8,5; 15 и 8,5 м. шириною и значительную высоту въ 14 метровъ (посрединѣ), такъ какъ въ обоихъ боковыхъ пролетахъ устроены галлерей для легкихъ станковъ и слесарныхъ верстаковъ. Крыши общаго типа плоскія, бимсъ-бетонныя, съ поперечными свѣтовыми фонарями. Средній пролетъ обслуживается тремя электрическими мостовыми кранами, одинъ изъ которыхъ въ 40 тоннъ, а два по 10 тоннъ, въ боковыхъ пролетахъ по два электрическихъ же крана, силою по 2 тонны и по два такихъ же крана подъ боковыми галлерейми. Въ среднемъ пролетѣ размѣщены крупнѣйшіе станки, необходимые для обработки грузныхъ отливокъ, дабы не таскать ихъ изъ одной мастерской въ другую. Такъ какъ описываемая мастерская служить главнымъ образомъ для сборки и окончательной пригонки частей, то станки въ ней расположены группами, заключающими въ себѣ станки всѣхъ специальностей <sup>1)</sup>. Между станками оставлены большія свободныя площадки, для склада обработанныхъ частей и для сборки машинъ. Въ одномъ изъ боковыхъ пролетовъ помѣщаются слесаря и производится сборка мелкихъ механизмовъ. На галлерейяхъ строятся и собираются компрессоры, ледотворныя машины и разрывныя прессы. Изъ крупныхъ станковъ, особенно выдаются горизонтальный сверлильно-фрезерный станокъ, съ тремя рабочими стойками, для обработки станинъ паровыхъ и газовыхъ двигателей (поле работы фрезъ безъ перестановки  $2,3 \times 3,3$  м.) съ своимъ особымъ моторомъ; затѣмъ крупный цилиндросверлильный станокъ (для цилиндровъ діаметромъ до 2,5 м.); строгальный станокъ, съ длиною хода саней въ 7 метровъ и шириною строганія въ 3 м., и т. д., также съ отдѣльными моторами.

<sup>1)</sup> Принципъ этотъ отличается отъ принципа размѣщенія станковъ на другихъ заводахъ, описанныхъ выше.

Прочіе станки движутся группами отъ общихъ валовъ. Въ большомъ употребленіи въ этой мастерской также переносные электрическіе и пневматическіе приборы, для сверленія, обрубки, чеканки, клепки и т. н. работъ.

Любопытно видѣть, какъ крупнѣйшія машинныя части, подхваченныя и поднятыя на огромную высоту, чтобы не задѣть собираемыхъ машинъ, быстро переносятся съ мѣста на мѣсто. Приэтомъ для подвѣски грузовъ къ крюку крана примѣняются исключительно пеньковые канаты, а не проволочные, такъ какъ, по отзыву инженеровъ, не только этого, но и многихъ другихъ посѣщенныхъ мною заводовъ, они значительно надежнѣе проволочныхъ, начинаютъ рваться лишь въ отдѣльныхъ троссахъ и совершенно устраняютъ случаи непредусмотрѣнныхъ обрывовъ.

Вторая сборномеханическая (на планѣ 24, разнѣрный чертежъ на *фиг. Е, таблицы XI-й*), имѣетъ такую же площадь какъ предыдущая, но иную ширину пролетовъ (10 + 12 + 10 м.). Одна часть зданія выше и снабжена боковыми галлереями, другая часть ниже и безъ галлерей. Въ боковыхъ пролетахъ подъ галлереями помѣщаются маленькіе станки, размѣточная и складъ готовыхъ газовыхъ двигателей малой силы. Они обслуживаются каждый двумя мостовыми электрическими кранами силою въ 5 тоннъ. На галлереяхъ слесарные верстаки и складъ мелкихъ машинныхъ частей. Въ концѣ зданія отведено мѣсто для испытанія газовыхъ двигателей, причемъ свѣтильный газъ доставляется собственнымъ заводомъ. При испытаніи, машины тормозятся электрическими тормозами. Въ среднемъ пролетѣ имѣются 4 мостовыхъ электрическихъ крана—одинъ въ 30 тоннъ и 3 по 10 тоннъ. Изъ станковъ обращаютъ на себя вниманіе огромный патронный станокъ, для обточки маховиковъ, съ патрономъ въ 4,5 метра, на которомъ могутъ помѣщаться маховики, діаметромъ до 8 метровъ и вѣсомъ до 50 тоннъ, и гигантскій сверлильно-фрезерный станокъ, позволяющій обрабатывать, безъ перестановки предмета, поверхности въ 14,5 м. длиною, 4 метра шириною и 2,5 м. высоту. Всѣ крупные станки <sup>1)</sup> имѣютъ свои отдѣльные

<sup>1)</sup> На всѣхъ посѣщенныхъ мною заводахъ всѣ крупнѣйшіе станки поставлены заводомъ *Ernst Schiess* въ Дюссельдорфѣ, который приспособился специально для производства подобныхъ станковъ.

моторы, прочіе групповые приводы. Обработкѣ подвергаются главнымъ образомъ станины, цилиндры и маховики, что касается валовъ, то они получаются съ завода *Крутна* уже обточенными вчернѣ, такъ что остается ихъ лишь пройти начисто. При мнѣ оканчивались сборкою двѣ гигантскихъ газовыхъ машины, силою въ 2000 и 3000 п. л.; большое число ихъ находится въ магазинѣ уже разобранными и укупоренными для отправки заказчикамъ. Вообще, мнѣ говорили на заводѣ, что  $\frac{2}{3}$  всѣхъ машинъ, работающих въ различныхъ государствахъ Европы доменнымъ газомъ, вышли съ Нюрнбергскаго завода, а если считать одну Германію, то  $\frac{3}{4}$  всего числа подобныхъ машинъ. Недавно принять заказъ отъ какой-то англійской фирмы на 12 подобныхъ машинъ.

Моторовъ *Дизеля*, въ бытность мою на заводѣ, находилось въ постройкѣ также очень много; для сборки ихъ служить большой корпусъ (на планѣ 11). Особенно ходко идетъ типъ вертикальнаго двойнаго двигателя, силою въ 50 п. л., могущаго работать каждою половиною въ отдѣльности. Въ особомъ запертомъ отдѣленіи, мнѣ показывали собираемые вертикальные моторы *Дизеля* въ 300 п. л., заказанные нашимъ морскимъ вѣдомствомъ для подводныхъ лодокъ. Горизонтальный типъ не столь компактенъ и сильнѣе 100 п. л. двигателей этого типа въ постройкѣ при мнѣ не было.

Двѣ большихъ отдѣльныхъ мастерскихъ (на планѣ 12 и 27) площадью одна въ  $32 \times 100$ , другая  $56 \times 100$  кв. м. посвящены постройкѣ различныхъ желѣзныхъ сооружений. Здѣсь строятся краны, трансмиссіи, небольшіе мосты, стропила, поворотные краны, вагончики и т. п. (Крупные мосты и стропила исполняются въ Густавсбургѣ). Оборудование этихъ мастерскихъ составляетъ большое число сверлильныхъ, шлифовальныхъ, листопрямильныхъ и листовыгибательныхъ станковъ, ударныхъ и дыропробивныхъ прессовъ, ножницъ и т. п. Всѣ эти станки приводятся въ дѣйствіе подземными приводами. Кромѣ многихъ крановъ, для перевозки обрабатываемыхъ частей, имѣются еще передвижные козлы и тележки на рельсовыхъ путяхъ. Склепка частей производится переносными пневматическими клепалками, обрубка и чеканка швовъ пневматическими же зубилами и чеканками. Для воспроизведенія сжатого воздуха, имѣется специальное



помѣщеніе съ компрессорами. Пневматическая сѣть разведена не только по обѣимъ упомянутымъ мастерскимъ, но и по двору между ними находящемуся, гдѣ производится на открытомъ воздухѣ сборка мостовъ и стропиль. Дворъ этотъ обслуживается электрическимъ краномъ на козлахъ.

Эту серію металлообдѣлочныхъ мастерскихъ дополняетъ прекрасная механическая лабораторія (на планѣ 25) съ машиною *Амлера* въ 100 тоннъ, машиною *Вердера* также въ 100 тоннъ, и прессомъ для испытанія рессоръ. Находится въ постройкѣ еще одинъ разрывной прессъ силою въ 1000 тоннъ.

Совершенно самостоятельный отдѣлъ завода составляютъ его вагоностроительныя мастерскія, устроенныя согласно всѣмъ новѣйшимъ требованіямъ техники и изготовляющія разнообразнѣйшіе типы товарныхъ и пассажирскихъ вагоновъ для желѣзныхъ дорогъ, нормальной и узкой колеи, для трамваевъ и т. п. По площади, онѣ (вмѣстѣ съ лѣсопильнею и складами лѣса) занимаютъ столько же мѣста, сколько всѣ металлообдѣлочныя мастерскія въ совокупности. Бревна, подвозимыя вагонами съ желѣзной дороги, складываются въ штабели и, послѣ нѣсколькихъ мѣсяцевъ воздушной сушки, поступаютъ въ лѣсопильную (на планѣ 28), гдѣ раздѣляются на брусья, доски и фанеры. Часть распиленного лѣса складывается на дворѣ, или въ сараяхъ для естественной просушки, другая часть, предназначенная для непосредственнаго употребленія, помѣщается въ паровыя сушила (на планѣ 29), а изъ нихъ поступаетъ въ деревообдѣлочныя мастерскія. Лѣсопильный заводъ прекрасно оборудованъ: въ немъ имѣются: 7 вертикальныхъ пильныхъ станковъ, 2 кантовочныхъ, 2 горизонтальныхъ пильныхъ, 2 ленточныхъ пилы, 17 циркулярныхъ пилъ, 2 качающіяся пилы и много пилоточильныхъ станковъ. Опилки вытягиваются въ подземный каналъ и по немъ направляются къ ступенчатымъ колосникамъ двухъ паровыхъ котловъ (работающихъ поемѣнно), съ общою поверхностью нагрѣва въ 320 кв. м., развивающихъ паръ въ 8 атмосферъ упругостью. Паромъ этимъ питается горизонтальная тандемъ-компаундъ паровая машина въ 200 силъ, отъ маховика которой, при посредствѣ канатовъ, приводится въ движеніе подземный главный приводъ лѣсопильнаго завода, не расходующаго такимъ образомъ никакого покупнаго топлива. Отработавшій

парь паровой машины идетъ въ лѣсосушильныя камеры. Для обрѣзки бревенъ, еще до передачи ихъ въ лѣсопилюню, на дворѣ, у входа въ послѣднюю, установлена качающаяся пила, съ собственнымъ электромоторомъ. Деревообдѣлочная мастерская (на планѣ 40; разрѣзные чертежи *фиг. В, С* и часть плана *фиг. D*, на *Таблицѣ X*) въ три пролета по 10,7 м. каждый, умѣренной высоты (6 м. по серединѣ) вслѣдствіе того, что снабжена подвальнымъ помещеніемъ (ниже уровня земли), въ которомъ помѣщаются приводные валы (дѣлающіе 500 оборотовъ въ минуту). Эта довольно сложная система постройки имѣетъ то удобство, что мастерская совершенно свободна отъ ремней, весьма стѣсняющихъ обращеніе съ длинными досками и брусьями и вызывающихъ нерѣдкія несчастія. Ремни здѣсь выходятъ нѣсколько изъ подъ пола лишь у самыхъ стѣенокъ и ограждены предохранительными щитками. Благодаря небольшой высотѣ и поперечнымъ фонарямъ, тянущимся почти во всю ширину зданія, въ мастерской масса свѣта, что и безусловно необходимо при работѣ на станкахъ съ рѣзцами, дѣлающими огромное число оборотовъ. Оборудование этой мастерской составляютъ: 6 абрихтъ-машинъ; 7 строгальныхъ станковъ на 2 канта, 1—на 3 канта и 6 на 4 канта; 4 шпунтострогальныхъ; 2 фуговочныхъ; 8 сверлильнодолбежныхъ; 9 шипорѣзныхъ; 5 фрезерныхъ; 2 копировальныхъ фрезерныхъ; 7 круглыхъ пилъ; 2 качающихся пилы; 1 ленточная пила; 2 шлифовальныхъ (песчаную шкуркою); 3 полировочныхъ; 2 шпунтосверлильныхъ; 1 сверлильный; 1 горизонтальный сверлильный; 2 малыхъ сверлильныхъ; 1 филиночный; 1 для строжки цилиндрическихъ брусковъ; 1 для высверливанія суковинъ и 4 обрѣзныхъ, всего 81 станокъ.

Между станками оставлены большіе промежутки для прохода и складыванія обработанныхъ лѣсинъ. Всѣ станки раздѣлены на систематическія группы, приспособленныя къ послѣдовательному производству различныхъ обдѣлочныхъ операций. Такихъ группъ 7; онѣ потребляютъ отъ 8 до 50 п. л. каждая и приводятся въ движеніе 7-ю моторами. Особое вниманіе въ этой мастерской обращено на тщательное удаленіе древесной пыли, весьма вредно отзывающейся на здоровьѣ рабочихъ и опасной въ пожарномъ отношеніи. Наличіе подвального этажа значительно облегчило эту задачу, давъ

возможность установить въ немъ 5 эксхаусторовъ. Всасывающія трубы отъ четырехъ изъ этихъ эксхаусторовъ разведены по всѣмъ мѣстамъ нахождения источниковъ выдѣленія опилокъ. Пятый обслуживаетъ четыре первыхъ, способомъ объясняемымъ ниже. Эксхаусторы расположены въ одну линію, вдоль одной изъ продольныхъ стѣнъ подвала, трубы же отъ нихъ идутъ въ направленіи поперечномъ къ длинѣ зданія (см. *фиг. Д, Табл. X*). Недостаточно надежное дѣйствіе первоначальнаго устройства вытяжки опилокъ и огромная сила, расходовавшаяся эксхаусторами, заставили заводскую администрацію поручить одному изъ своихъ инженеровъ (нынѣ профессору Ганноверскаго политехникума *Прандтлю*) заняться специально вопросомъ о рациональномъ устройствѣ вытяжныхъ приборовъ, что и было имъ выполнено настолько успѣшно, что въ настоящее время устройство вытяжныхъ приборовъ включено въ число спеціальностей завода и имъ выполнено уже большое количество подобныхъ устройствъ.

Для повышенія полезнаго дѣйствія вытяжного устройства, т. е. для полученія скорости движенія воздуха, обеспечивающей высасываніе опилокъ, не допуская избытка количества движущагося воздуха, *Прандтль* придумалъ смыкать подводящія трубы съ главною трубою подъ очень острыми углами. Въ прежнихъ устройствахъ этого рода (см. *фиг. Е, 1—4, Таблицы X*) вслѣдствіе значительно болѣе тупыхъ угловъ (требовавшихся самою конструкціею трубъ), входящія въ главную трубу побочныя струи воздуха сильно замедляли движеніе въ ней главной струи, результатомъ чего являлось пониженіе степени вакуума, возростающее съ каждымъ новымъ стыкомъ. При острыхъ же углахъ смыканія трубъ, входящія побочныя струи воздуха, не только не уменьшаютъ скорости теченія главной струи, но еще способствуютъ ея повышенію, дѣйствуя на подобіе эжекторовъ. Для осуществленія этого, въ сущности очень простаго, принципа, потребовалось изобрѣсти особый способъ постройки и сочлененія трубъ. Чтобы понизить сколь возможно прогоняемое черезъ сѣтъ количество воздуха, выталкивающей трубъ эксхаустора придается форма петли, на внѣшней окружности которой продѣлана щель. Опилки, отбрасываемыя центробѣжною силою къ наружнымъ стѣнкамъ та-

кой петли, попадают въ щель и выталкиваются черезъ нее, въ смѣшеніи съ самымъ незначительнымъ количествомъ воздуха, главная же масса воздуха, уже очищеннаго отъ опилокъ, выходитъ безпрепятственно въ атмосферу. Опилки, выброшенныя четырьмя эксхаусторами, всасываются пятымъ эксхаусторомъ и гонятся имъ, по трубѣ діаметромъ въ 0,5 метра и длиною въ 180 метровъ, къ сборному чулану, помѣщенному въ паровичномъ зданіи. Въ этомъ чуланѣ происходитъ (почти безъ встрѣчнаго давленія, понижающаго напоръ) разьединеніе опилокъ и воздуха, послѣ чего опилки выбрасываются прямо въ толки паровыхъ котловъ. Благодаря такому устройству (какъ видно изъ діаграммъ 3 и 4, *фиг. Б*), паденіе всасывающаго давленія на 33 пог. метра длины трубы превосходитъ, при прежнемъ устройствѣ трубъ, въ отношеніи 70:7, а при новомъ устройствѣ лишь въ отношеніи 40:20 и само начальное давленіе можетъ быть дѣлаемо значительно меньше.

Благодаря этому, на вытягиваніе того же что и прежде количества опилокъ, расходуется въ настоящее время, вмѣсто прежнихъ 110 п. л., всего лишь 35 п. л., несмотря на то, что энергія дѣйствія высасывающаго устройства значительно повысилась. Подсчетъ показываетъ, что, при данныхъ діаметрахъ трубъ и скоростяхъ движенія въ нихъ воздуха, черезъ сѣть прогоняется 25 куб. м. воздуха въ секунду; а такъ какъ внутренней объемъ всей мастерской равняется 20000 куб. м., то, слѣдовательно, весь воздухъ мастерской смѣняется совершенно черезъ каждыя 13½ минутъ. Слѣдуетъ замѣтить, что, помимо вытяжныхъ воронокъ у каждаго работающаго рѣзца, въ полу мастерской, между станками, устроено множество вытяжныхъ отверстій, также снабженныхъ (подъ поломъ) всасывающими трубами, примыкающими къ главной вытяжной сѣти. Благодаря столь энергичному устройству, воздухъ въ мастерской, несмотря на множество станковъ, постоянно находящихся въ работѣ, совершенно чистъ. Приэтомъ не ощущается никакого сквозняка, такъ какъ свѣжій воздухъ притекаетъ черезъ крышные фонари. Мастерская отопляется паромъ и освѣщается газовыми фонарями,

Вторая, столь же обширная мастерская (на планѣ 36) отведена подъ столярныя и краснодеревныя работы, необхо-

димья при постройкѣ пассажирскихъ вагоновъ. Чрезвычайно оригинальны въ этой мастерской автоматическіе полировальные и лакировочные станки, замѣняющіе мѣшкотное и утомительное растираніе политуры и лака руками. Принципъ ихъ дѣйствія двоякій: или полируемая филенка укрѣплена на быстро движущейся взадъ и впередъ платформѣ, рабочій же держитъ лишь въ рукахъ кусокъ ваты съ политурою, или же полирующія подушки укрѣпляются къ шпинделямъ, помѣщеннымъ концентрически на кругломъ вращающемся около вертикальной оси дискѣ, и въ свою очередь также вращающимся около своихъ осей. Вслѣдствіе этого, каждая подушка проходитъ послѣдовательно черезъ всѣ точки полируемой поверхности, которая медленно движется взадъ и впередъ.

Заготовленные въ деревообдѣлочныхъ мастерскихъ части поступаютъ, частью въ столярную мастерскую (на планѣ 36), частью же непосредственно въ сборную для кузововъ вагоновъ (на планѣ 44), гдѣ онѣ собираются и скрѣпляются металлическими частями. Рамы съ буксами, колесами и рессорами собираются въ особомъ помѣщеніи. Затѣмъ рамы и кузова направляются въ сборную (на планѣ 48), гдѣ и производится окончательное ихъ соединеніе и отдѣлка. Для постройки спальныхъ вагоновъ, вагоновъ ресторановъ и вообще вагоновъ роскошной отдѣлки, имѣется особая обширная мастерская (на планѣ 43). Цѣлое четырехъ-этажное зданіе (на планѣ 41) занято обойщиками, шорниками и стекольщиками. Къ рамному цеху (на планѣ 46) примыкаетъ колесный паркъ и складъ рамныхъ листовъ. Колесныя пары получаютъ заводомъ въ совершенно готовомъ видѣ съ какого то голландскаго завода (фирмы не упомянулъ). Всѣ желѣзныя поковки для вагоновъ: серьги, сцѣпные крюки, угольники, рессорныя державки и т. п., вмѣсто опиловки, обдираются на наждачныхъ станкахъ, помѣщаемыхъ въ особой мастерской. Собранные вагоны поступаютъ въ малярную (32×100 м. на планѣ 39), снабженную шестью параллельными рельсовыми путями. Взаимное расположеніе всѣхъ вагонныхъ мастерскихъ, какъ видно изъ плана, таково, что сырые матеріалы, полуфабрикаты и готовые части переходятъ послѣдовательно изъ одного цеха въ другой, пока не дойдутъ до сборной и малярной мастерскихъ. Непос-

средственное сосѣдство кузницы, слесарной и механической мастерскихъ (общихъ съ машиностроительнымъ заводомъ) дозволяетъ сохранить этотъ принципъ послѣдовательности также и по отношенію къ поковкамъ и отливкамъ. Для перемѣщенія готовыхъ вагоновъ, имѣются двѣ тѣлѣжки, которыя, для передвиженія длинныхъ пульмановскихъ вагоновъ, сдвигаются вмѣстѣ.

Составъ заводскихъ отдѣленій пополняютъ еще: мѣдницкая (трубная) (27); паровичная (5); проходныя конторы (50); паровозный сарай (54); столовая рабочихъ (55), модельная мастерская (на планѣ 17), складъ моделей (19), газогенераторная (3); жестяницкая и трубная (на планѣ 38), отжигальная для листовъ (37), водоподъемная станція (8), центральная электрическая станція (2); товарный пакгаузъ (4); конюшни (7); цѣлый рядъ всякаго рода складовъ и магазиновъ (на планѣ 1, 18, 20, 30, 31, 32, 45, 46, 47) для храненія лѣса, кокса, металловъ, запасныхъ частей и т. д.

Администрація, конторы и чертежныя, а также парадный вестибюль-пріемная помѣщаются въ особомъ зданіи, черезъ дорогу отъ завода. Площади (56), (57) и (58) назначены для будущаго расширенія.

Какъ всѣ современные заводы первоклассныхъ фирмъ, Нюрнбергскій заводъ имѣетъ цѣлый рядъ учрежденій для поддержанія гигиены и благосостоянія рабочихъ, удовлетворенія ихъ умственныхъ нуждъ и обезпеченія ихъ, или ихъ семействъ, въ случаѣ потери трудоспособности, или смерти: гардеробы, умывальники, горячія ванны, столовая съ дешевой рестораціей<sup>1)</sup>, повторительные и техническіе курсы для учениковъ, прачешная, пріемный покой, дешевыя квартиры (до 500 квартиръ отъ 2 до 3 комнатъ съ кухней и службами<sup>2)</sup>). Всѣ квартиры снабжены водопроводами, канализаціею и электрическимъ освѣщеніемъ (все это безъ добавочныхъ приплатъ). Строится обширный домъ для служащихъ и начальная школа. По части матеріальнаго обезпеченія рабочихъ и служащихъ при заводѣ, существуютъ

<sup>1)</sup> Доходъ съ столовой поступаетъ въ фондъ для выдачи пособій заболѣвшимъ рабочимъ.

<sup>2)</sup> Наемъ этихъ квартиръ обходится рабочимъ всего лишь отъ 11 до 16% ихъ заработной платы, что недостижимо при наймѣ у частныхъ домовладѣльцевъ, не говоря уже объ образцовой гигиенѣ.

(кроме обязательных по закону страхований, на случай инвалидности, старости, болѣзней и несчастных случаев) пенсіонная касса рабочихъ, обеспечивающая самому пенсіонеру до 600 марокъ пенсін въ годъ и соотвѣтственныя пенсін семьѣ, на случай его смерти, и пополняемая исключительно заводскою администраціею (капиталь ея достигъ уже 1 милліона марокъ); подобная же касса для служащихъ (пополняемая какъ администраціею, такъ и самими участниками и имѣющая уже капиталъ въ 1½ милліона марокъ).

Мѣсто не позволяетъ коснуться здѣсь образцоваго администраціоннаго плана, представляющаго стройную систему отдѣльныхъ управленій, подчиненныхъ общему верховному руководству дирекціи, но въ то же время вполнѣ самостоятельныхъ въ своихъ функціяхъ, а потому и отвѣтственныхъ за нихъ <sup>1)</sup>.

Заводъ металлообдѣлочныхъ инструментовъ и станковъ  
I. Е. Рейнекера въ Хемницѣ (Саксонія).

Werkzeug-und Werkzeugmaschinenfabrik J. E. Reinecker  
*Chemnitz-Gablenz.*

Заводъ этотъ не новый и осенью 1909 года отпраздновалъ уже свой пятидесятилѣтній юбилей, но я отношу его къ третьей изъ вышеприведенныхъ рубрикъ, такъ какъ за послѣднее десятилѣтіе, 1898—1908 годъ, онъ выросъ ровно въ три раза (съ 11500 кв. м. крытыхъ помѣщеній мастерскихъ до 33700 кв. м.) и эти новыя двѣ трети завода (не говоря уже о переустроенной старой трети) представляютъ послѣднее слово техники, въ смыслѣ устройства, оборудованія и самаго распорядка работъ.

Заводъ *Рейнекера* принадлежитъ къ числу тѣхъ немногихъ промышленныхъ предприятий, общеевропейской репутации, которыя, возникнувъ въ самыхъ скромныхъ размѣрахъ, развились до грандіозной производительности и до высокой степени совершенства своихъ издѣлій, не прибѣгая къ воспособленію акціонерныхъ капиталовъ и оставаясь въ рукахъ

<sup>1)</sup> Фиг. С, Табл. V; E, F, G, Табл. VI и B, C, D, Табл. X исполнены въ 1:250 натур. величины.

прямыхъ наслѣдниковъ своихъ основателей. Какъ предпріятія *Крунна* и *Борзиа* создались, окрѣпли и развились инициативой и энергіей *Фридриха Крунна* и *Августа Борзиа*, оставаясь все время во владѣніи ихъ потомковъ <sup>1)</sup>, такъ и нынѣшній заводъ *Рейнекера* возникъ, развился и окрѣпъ жельзнымъ трудолюбіемъ и предпринимчивостью *Юліуса Рейнекера*, бѣднаго слесарнаго подмастерья, начавшаго дѣло съ двумя помощниками и оставившаго своимъ сыновьямъ послѣ смерти (1905) цвѣтущій заводъ, съ 1000 рабочихъ и 500 станками (нынѣ число рабочихъ достигло 2000, а число станковъ 1300) и европейскою репутацией <sup>2)</sup>. Успѣхъ этотъ тѣмъ болѣе заслуживаетъ вниманія, что въ основѣ его лежали не случайно сложившіяся благопріятствующія обстоятельства, а энергическое исканіе новыхъ путей въ такой обособленной, узко-спеціальной отрасли техники, какою и по настоящее время продолжаетъ оставаться инструментальное дѣло. Основательно изучивъ свою спеціальность инструментальщика и машиностроительное дѣло вообще, службою на отечественныхъ и заграничныхъ заводахъ, *Ю. Рейнекеръ*, начавъ собственное дѣло, продолжалъ живо интересоваться всѣми новинками, появлявшимися на всемірныхъ выставкахъ и въ технической литературѣ и всегда изъ первыхъ пересаживалъ ихъ въ свое производство. Такъ, шлифовальные и фрезерные станки *Brown & Sharpe'a*, мѣрительная машина *Виттворта*, зубострогальный станокъ *Бильрамма* были установлены *Рейнекеромъ* въ его мастерской изъ первыхъ, не только въ Германіи, но и во всей Европѣ.

Съ появленіемъ, на вѣнской выставкѣ 1873 года, первыхъ американскихъ фрезъ, съ задней спиральной заточкою зубьевъ, *Рейнекеръ*, не добившись пріобрѣтенія спеціального станка для ихъ производства (державшагося въ секретѣ), не задумался выработать собственную конструкцію подобнаго станка и однимъ изъ первыхъ же въ Европѣ сталъ готовить и распространять фрезы этого новаго типа.

<sup>1)</sup> Заводы *Крунна* лишь недавно (въ 1903 году), послѣ смерти ихъ послѣдней владѣлицы дочери *Альфреда Крунна*, перешли въ собственность акціонерной компаніи.

<sup>2)</sup> Сыновья эти (нынѣшніе владѣльцы завода) приняты были отцомъ въ компаньоны еще въ 1888 году и съ тѣхъ поръ постоянно принимали дѣятельное, непосредственное участіе въ веденіи завода.



Изъ вполне оригинальныхъ способовъ и конструкцій фирмы *Рейнекеръ*, слѣдуетъ отмѣтить: упомянутый уже выше станокъ для задней заточки фрезъ; станокъ для нарѣзанія геометрически точныхъ червячныхъ колесъ, коническою червячною фрезой, получающею подачу вдоль своей оси; станокъ для приготовления червячныхъ фрезъ; станокъ для шлифовки зубьевъ на фрезахъ; мѣрительную машину.

Расширивъ въ 1890 году свою первоначальную специальность (инструментальное дѣло) постройкою металлообдѣлочныхъ станковъ, заводъ, уже послѣ трехъ лѣтъ этой новой дѣятельности, выступилъ экспонентомъ на всемирной выставкѣ въ Чикаго (1893), единственнымъ притомъ представителемъ германскихъ заводовъ этой специальности, несмотря на то, что въ числѣ послѣднихъ были заводы съ многолѣтнею репутациею, и своими экспонатами не мало способствовалъ измѣненію неслестнаго мнѣнія американцевъ о германскомъ машиностроеніи. На парижской выставкѣ 1900 г. экспонаты фирмы были отмѣчены высшей наградой. Совершенству продуктовъ завода, кромѣ превосходнаго его оборудованія и мастерскаго веденія дѣла, не мало способствуетъ и образовавшійся при немъ кадръ опытныхъ рабочихъ. Фотографическія группы ветерановъ этого кадра, висяція въ пріемной завода, чрезвычайно любопытны. Въ числѣ этихъ ветерановъ, есть рабочіе, служащіе съ 1868 г.

Приведенный на *Таблицѣ XI (ф. А)* новѣйшій планъ завода заключаетъ въ себѣ всѣ его расширенія, до 1908 г. включительно. Обширные свободные участки, непосредственно прилегающіе къ заводу, обезпечиваютъ возможность дальнѣйшихъ расширеній. На этомъ планѣ, площади  $h-i-k-l-m$  и  $a-b-c-d-e-f-g$  представляютъ части завода, существовавшія до 1898 года; всѣ остальные площади суть расширенія, сдѣланныя за послѣднія 10 лѣтъ.

Какъ видно изъ плана, характерную особенность этого завода составляетъ то, что, за исключеніемъ лишь незначительной группы второстепенныхъ мастерскихъ и складовъ, расположенныхъ особнякомъ, всѣ остальные заводскія мастерскія помѣщаются подъ одною общею кровлею, образуя огромный, въ видѣ глаголя, корпусъ, совокупною площадью свыше 22000 кв. м., перекрытый сплошною городковою кровлею. Городки, поддерживаемые желѣзными колоннами, идутъ

въ направленіи полныхъ стрѣлокъ плана и имѣютъ пролеты по 6 метровъ каждый. Въ двухъ мѣстахъ, городки эти перерѣзываются перпендикулярными корпусами (3—3) и (10—10), перекрытыми симметрическими кровлями и болѣе высокими, по сравненію съ городками. Ширина первого изъ этихъ корпусовъ 7, второго 14 метровъ. Угловая часть городкового корпуса обстроена трехъ-этажными каменными корпусами, въ которыхъ помѣщаются техническіе бюро, конторы и главная администрація. Помѣщающіяся въ упомянутыхъ двухъ поперечныхъ корпусахъ (3) и (10) двѣ сборныя имѣютъ длину: одна (10) въ 200 метровъ, другая (3) въ 90 м. и высоту, до крановыхъ рельсовъ, первая въ 9, вторая въ 7 м., до конька же кровли соотвѣтственно 15 и 12 метровъ. Въ первой изъ этихъ сборныхъ производится сборка крупнѣйшихъ станковъ, во второй станковъ малыхъ. Обѣ обслуживаются электрическими мостовыми кранами и освѣщаются продольными крышными фонарями. По одну ихъ сторону установлены обрабатывающіе станки, по другую производится сборка новыхъ. Площадь городкового зданія распределѣна слѣдующимъ образомъ: помѣщеніе (1) отведено для фабрикаціи инструментовъ и оборудовано соотвѣтствующими станками, главнымъ образомъ фрезерными и токарными. Въ помѣщеніи (2) выдѣлываются фрезы; главнѣйшее его оборудование составляютъ спеціальныя токарныя станки для задней заточки фрезъ. За нимъ слѣдуетъ малая сборная (3). По другую сторону послѣдней, слесарная (4), для инструментальныхъ и общихъ машиностроительныхъ работъ. Отдѣленіе (5) отведено исключительно фрезованію зубьевъ на колесахъ и шлифовальнымъ работамъ. Въ помѣщеніи (7) установлены токарныя станки, для работъ по общему машиностроенію. Въ отдѣленіи (8) шлифовальныя станки и въ отдѣленіи (6) строгальныя станки, для тѣхъ же работъ. Въ отдѣленіи (9) изготовляются лекала и калибры. Затѣмъ слѣдуетъ большая сборная (10—10). Въ помѣщеніи (13) изготовляются мѣрительныя машины, лекала, микрометрическіе приборы и т. п. Въ отдѣленіи (12) помѣщается вторая серія токарныхъ станковъ для общихъ машиностроительныхъ работъ. Въ помѣщеніи (11) приготавливаются болты для собственнаго употребленія. Въ (14) городки прерваны и устроены пробѣды, пересекающій и перекрытую часть главной сборной, не пре-

рывающа ея. Отдѣленіе (15) отведено спеціально зубострогальными станками, приготовляющими коническія и цилиндрическія колеса. Въ помѣщеніи (16) производится самая постройка зубострогальныхъ станковъ. Въ (17) помѣщается складъ готовыхъ издѣлій завода, совокупная стоимость которыхъ, въ бытность мою на заводѣ, составляла свыше миліона марокъ. Отдѣленіе (18) занято огромнымъ строгальнымъ станкомъ (съ ходомъ саней въ 14 м., шириною строжки въ 2,3 м. и высотой строжки также до 2,3 м.). Въ отдѣленіи (19) производится сборка станковъ. Въ (20) укупорочная для готовыхъ издѣлій.

Къ этому же корпусу примыкають: одна изъ силовыхъ станцій завода, состоящая: изъ паровичной (27), съ трубою (26); охлаждающей башни (25) и машиннаго отдѣленія (28). Въ общей связи съ зданіемъ, помѣщаются гардеробныя (25) и ванны (22) для рабочихъ, а въ пристройкахъ сарай для автомобилей (24).

Благодаря этой системѣ общаго перекрытія и отсутствію промежуточныхъ стѣнъ, во всѣхъ помѣщеніяхъ масса свѣта и надзоръ за работами чрезвычайно облегченъ. Всѣ станки приводятся въ дѣйствіе отъ электромоторовъ, группами. Моторы умышленно установлены различныхъ фирмъ, чтобы сдѣлать заключеніе о сравнительномъ ихъ совершенствѣ. Грандіозной канатной передачи, устроенной по проекту профессора *Рело* (видѣнной мною въ прежнія мои посѣщенія завода и описанной въ моемъ сочиненіи „*Современное оборудованіе*“) уже не существуетъ; она замѣнена электрическою. Въ каждомъ городкѣ установленъ особый электромоторъ. Приводные валы идутъ вдоль городковъ. Отопляющія трубы помѣщены на значительной высотѣ надъ поломъ и проходу не мѣшаютъ. Полы асфальтовые. Для укрѣпленія потолочныхъ приводовъ, служатъ желѣзныя балки, подвѣшенныя къ городкамъ, перпендикулярно длинѣ послѣднихъ. Почти къ каждой колоннѣ зданія приспособлены легкіе поворотные краны.

Прочія заводскія помѣщенія расположены слѣдующимъ образомъ: (40) старая кузница; (41) закалочная; (33) новая кузница; (35) плотницкая; (34) жилой домъ; (32) матеріальный складъ; (39) складъ желѣза и стали; (36—*a*) отдѣленіе для разрубки прутьевъ; (36—*b—c*) жестяницкая; (37) про-

ходная контора и привратническая; (43) паровичная второй центральной станции; (44) первое и (42) второе машинные отдѣленія этой же станции; (48) водоподъемные насосы; (45) бассейнъ, въ которомъ охлаждается отработавшій паръ, для примѣненія въ ваннахъ; (46) складъ угля; (47) ванныя; (31) пожарный сарай; (51) гардеробныя; (50) техническое бюро; (49) конторы; (52) клозеты; (53) электрической лифтъ; (54) столярно-модельная; (55) складъ моделей; (56) отопляющіе приборы столярной; (57) бронзолитейная; (14—30) паровичныя для отопленія главнаго корпуса; (29) закалочная.

Изъ крупныхъ работъ, видѣнныхъ мною въ послѣднее посѣщеніе завода, особенно выдѣлялся въ сборной огромный горизонтально-сверлильный станокъ, для сверленія пушечныхъ болванокъ, заказанный заводомъ *Крупна*, съ высотой центровъ въ 3 м. и разстояніемъ между центрами въ 10 м. (подобный же станокъ отправленъ не задолго передъ тѣмъ на заводъ *Крезо*); огромный же станокъ для профрезовки каналовъ въ цилиндрахъ большихъ турбо-динамо и др. По части новыхъ работъ, интересно широкое примѣненіе нарѣзки зубьевъ на зубчатыхъ колесахъ, по способу *олатыванія* (*Wälzverfahren*); выстрагиваніе геометрически правильныхъ зубьевъ на колесахъ, при помощи специальныхъ станковъ автоматовъ; круговое фрезование и круговая шлифовка. Изъ инструментовъ обратили мое вниманіе огромныя цѣльныя фрезы, длиною въ 800 мм., съ мелкими и частыми зубьями для обработки слюды; фрезы для нарѣзки безконечныхъ винтовъ, діаметромъ до 300 мм. и высотой до 450 мм.

Самое примѣненіе фрезъ на заводѣ чрезвычайно разнообразно и обширно. Даже такія части издѣлій, которыя безъ всякаго неудобства могли бы остаться черными, или слегка ободранными напилькомъ, фрезуются, какъ напримѣръ поверхности (1—2—3) на винторѣзныхъ клупшахъ (см. *фиг. С, Табл. XI*). Чтобы не ослаблять стѣнокъ втулокъ врѣзными шпонками (1) (см. *ф. В, Табл. XI*), выфрезовываются самородныя шпонки (2).

Стадіи этой работы слѣдующія: втулка (3—3) готовится съ эксцентрическимъ внутреннимъ каналомъ, затѣмъ въ утолщенной ея части выфрезовываются канавки (4—4), между которыми образуется самородная шпонка. Послѣ этого, весь заштрихованный излишекъ металла (5—5) сфре-

зовывается прочь (такихъ втулокъ при постройкѣ станковъ приходится изготовлять огромное количество).

Быстродѣйствующая сталь для инструментовъ (марокъ *Rapid—Böhler* и *Krupp*) примѣняется лишь при первоначальной грубой обработкѣ на крупныхъ станкахъ и работаетъ, судя по побѣждаемымъ цвѣтамъ, довольно интенсивно. Рѣзцы не цѣльные, а съ напаянными наконечниками. Изготавливаемые на продажу инструменты выдѣлываются изъ обыкновенной, хорошей инструментальной стали. Закалочная мало измѣнилась со времени предыдущаго моего посѣщенія завода. Нагрѣваніе передъ закалкою производится въ муфельныхъ печахъ, американскаго типа; охлажденіе въ ваннахъ, одѣтыхъ деревомъ. Кузница не велика; сильнѣйшій паровой молотъ въ 2 тонны; нѣсколько фрикціонныхъ молотовъ; одинъ хвостовой; одна сварочная печь. Отдѣленіе для отрубки и центрованія прутьевъ. Чугуннаго литья заводъ не производитъ, такъ какъ въ Хемницѣ множество прекрасныхъ крупныхъ литейныхъ, бронзу же льетъ самъ (тигельные горны системы *Piat*).

Обращаетъ на себя вниманіе принятый на заводѣ образцовый порядокъ храненія чертежей и расхожихъ инструментовъ и приспособленій. Для этой цѣли, въ нѣсколькихъ мѣстахъ завода, устроены отгороженные стѣнками обширныя кладовыя, съ множествомъ комодовъ съ выдвигаемыми ящиками. Всякій выданный предметъ замѣняется ярлычкомъ съ номеромъ рабочаго его получившаго. Въ субботу, передъ окончаніемъ работъ, всѣ чертежи обязательно должны быть возвращены въ кладовую.

На центральной станціи работаютъ двѣ паровыхъ машины въ 1000 и 750 силъ, непосредственно соединенныя съ динамо, и одна турбодинамо въ 500 силъ. Паровые котлы съ автоматическимъ питаніемъ топокъ.

Обработывающіе станки на этомъ заводѣ расположены серіями, т. е. одни токарные, одни строгальные, одни фрезерные, одни шлифовальные, одни зуборѣзные и т. д. Всѣ парѣзанныя зубчатыя колеса, передъ пускомъ ихъ въ сборку, тщательно вывѣряются, для чего имѣется специальное помѣщеніе.

Производительность завода выразилась по сіе время слѣдующими цифрами: 1000 шлифовальныхъ стальныхъ общаго

назначенія; свыше 1100 станковъ для шлифовки (заточки) фрезъ; около 1000 токарныхъ станковъ, для приготовленія фрезъ съ заднею спиральною заточкою; свыше 3000 разнаго рода фрезерныхъ станковъ разнообразнѣйшихъ типовъ; около 100 мѣрительныхъ машинъ, собственной системы и огромное количество фрезъ, американскихъ сверлъ, метчиковъ и другихъ инструментовъ, которыми фирма давно заслужила общевропейскую извѣстность. Осмотръ завода открытъ всѣмъ интересующимся дѣломъ специалистамъ.

---

Машиностроительный, паровозостроительный, доменный, желѣзодѣлательный и сталелитейный заводъ Акц.

Общ. Джонъ Коккерилль въ Серенъ (Бельгя).

(*Société John Cockerill à Seraing*).

Заводъ въ *Seraing* основанъ въ 1817 году англійскимъ выходцемъ Джономъ Коккериллемъ. Онъ быстро развилъ свою, вначалѣ скромную, дѣятельность и, пересаживая на континентальную почву различныя англійскія изобрѣтенія по части желѣзной промышленности и машиностроенія, которыми такъ богаты были конецъ XVIII и первая половина XIX столѣтій, служилъ школою и образцомъ всѣмъ континентальнымъ заводамъ. На заводѣ *Cockerill* задута первая на континентѣ коксовая домна (1824), пущены въ ходъ первая пудлинговая печь, первый рельсопрокатный станъ и первый на континентѣ Бессемеровскій конвертеръ. На немъ же построены первый континентальный паровозъ. Этотъ же заводъ примѣнилъ впервые сжатый воздухъ для передачи силы на разстояніе, создалъ рядъ новыхъ рудничныхъ машинъ и, наконецъ, въ новѣйшее время (1895 г.) изобрѣлъ и пустилъ въ ходъ первый двигатель, дѣйствующій доменнымъ газомъ. Всѣ эти заслуги и широкое развитіе разнообразнѣйшихъ специальностей производства давно уже поставили Серенскій заводъ въ число предпріятій міровой извѣстности. Заводъ этотъ, раскинувшійся на огромной площади въ 147 гектаровъ, изъ которыхъ 41 гектаръ занятъ перекрытыми помѣщеніями, былъ описываемъ неоднократно, въ томъ числѣ и мною, и тѣмъ не менѣе всякое новое его посѣщеніе даетъ возможность

констатировать цѣлый ряд интереснѣйшихъ нововведеній, не существовавшихъ при предыдущемъ осмотрѣ. Такъ было и при послѣднемъ (третьемъ) моемъ посѣщеніи этого завода, дѣломъ 1909 года.

Благополучно обойдя осложненія, которыми обставлено съ нѣкотораго времени посѣщеніе этого завода (лишь два опредѣленныхъ дня въ недѣлю и обязательность предварительной подачи заявленія и полученія разрѣшенія <sup>1)</sup>), я съ новымъ удовольствіемъ, за два приѣма, подробно осмотрѣлъ заводъ, найдя и на этотъ разъ много совершенно новаго. Къ числу такихъ новостей принадлежатъ:

1) Совершенное переустройство и переоборудованіе сталелѣвательнаго и прокатнаго цеховъ, 2) введеніе разносторонняго примѣненія *быстродѣйствующей* стали, 3) почти совершенное вытѣсненіе паровыхъ машинъ газовыми двигателями (дѣйствующими газами доменныхъ и коксовальныхъ печей), 4) введеніе многихъ новыхъ отраслей производства и цѣлый рядъ вновь созданныхъ для того мастерскихъ. Быстродѣйствующая сталь примѣняется исключительно англійской марки *Novo (Jonas & Colver)*, въ видѣ цѣльныхъ рѣзцовъ (безъ наварки или напайки), притомъ въ очень широкихъ размѣрахъ и съ примѣненіемъ обонхъ принциповъ ея дѣйствія, то есть, во-первыхъ, для грубой черновой обработки отливокъ и поковокъ (производимыхъ самимъ заводомъ), во-вторыхъ, для ихъ чистой отдѣлки, причемъ въ первомъ случаѣ придерживаются принципа большихъ скоростей и толстыхъ стружекъ, во второмъ принципа долговременной работы рѣзца безъ его заправки, при значительно меньшихъ скоростяхъ. Типичные примѣры работъ того и другого рода были приведены въ отдѣлѣ первомъ.

Коллекція стружекъ, собранныхъ мною на этомъ заводѣ и покрытыхъ побѣжалыми цвѣтами, подтверждаетъ,

<sup>1)</sup> Нельзя, впрочемъ, винить и администрацію завода за эти осложненія. По словамъ главнаго секретаря дирекціи г. *Горскаго* (окончившаго курсъ въ Петербургскомъ технологическомъ институтѣ и нынѣ совершенно акклиматизовавшагося въ Бельгій, любезности котораго я обязанъ полученіемъ разрѣшенія осмотрѣть заводъ, внѣ правилъ и очереди), посѣтителю, являясь ежедневно, въ огромномъ числѣ, прямо одолѣвали, развлекая рабочихъ, день которыхъ уже и безъ того донельзя сокращенъ, и мѣшая производству работъ.

что принципъ большихъ скоростей используется заводомъ весьма полно.

Изъ крупныхъ работъ, выполняемыхъ съ большими скоростями, при толстыхъ стружкахъ, особенное мое вниманіе обратили, при посѣщеніи завода, слѣдующія: обточка барабановъ для паровыхъ турбинъ; обточка колѣчатыхъ валовъ большихъ судовыхъ машинъ; растачиваніе дисковъ и платформъ для артиллерійскихъ сооружений; строжка крупныхъ станинъ; выфрезовываніе просвѣтовъ въ болванкахъ колѣчатыхъ валовъ; обточка и разсверливаніе пушекъ; строжка по шаблону кривыхъ лопастей гребныхъ винтовъ и т. д. Для этихъ грубообдѣлочныхъ работъ, возведена новая механическая мастерская, оборудованная мощными станками, специально для подобныхъ работъ конструированными. Въ числѣ ихъ особенно выдаются: карусельный токарный станокъ (завода *Ernst Shiest*), о силѣ котораго можно судить по 70 сильному электромотору къ нему приспособленному; продольно-токарный станокъ, съ разстояніемъ между центрами въ 21 метръ; огромный горизонтальносверлильный и фрезерный станокъ, съ четырьмя рабочими стойками, могущими дѣйствовать въ любомъ мѣстѣ поддона, имѣющаго площадь въ 150 кв. м.; патронный токарный станокъ, съ патрономъ въ 14 м. діаметромъ; нѣсколько гигантскихъ продольнострогальныхъ съ ямами. Наиболѣе же интересны, не столько по размѣрамъ, сколько по оригинальному принципу дѣйствія, фрезерный станокъ для вырѣзыванія колѣчатыхъ просвѣтовъ въ болванкахъ колѣчатыхъ валовъ (просвѣты эти прежде всегда вырубались и выпрессовывались при ковкѣ валовъ). Рабочимъ инструментомъ въ немъ служитъ дисковая, осевая фреза, со вставленными по окружности ея диска нѣсколькими серіями закругленныхъ зубьевъ (вставныхъ). Обрабатываемый колѣчатый валъ устанавливается своими шейками (заранѣе обточенными) въ подшипникахъ станка, фреза же вращается на параллельной оси, которая перемѣщается параллельно самой себѣ. Работа идетъ чрезвычайно быстро и даетъ большое сбереженіе во времени и заработной платѣ, по сравненію съ сложною ковкою. Это одинъ изъ типичнѣйшихъ примѣровъ новаго принципа замѣны горячей обработки холодною, отмѣченнаго въ Отдѣлѣ III-емъ. Станокъ этотъ сконструированъ фирмою для себя и, хотя



привилегированъ, по въ продажу не выпускается. Въ описываемой мастерской обрабатываются пачерно части машинъ въсомъ до 40 тоннъ.

Второе нововведеніе на заводѣ составляетъ замѣна паровыхъ машинъ газовыми двигателями. На двухъ электрическихъ станціяхъ завода работаютъ въ настоящее время 8 такихъ двигателей, общую силу въ 8100 п. л. (2 по 700 силъ, четыре по 1400 силъ и 2 по 550 силъ). Изъ нихъ первые шесть питаются доменными газами, а остальные два газомъ коксовальныхъ печей. Это вторая въ свѣтъ по силѣ станція, оборудованная исключительно газовыми двигателями <sup>1)</sup>. Хотя и довольно громоздкіе сами по себѣ, двигатели эти, какъ не требующіе паровыхъ котловъ, дѣлаютъ всю станцію чрезвычайно компактною, въ особенности по сравненію съ рядомъ расположенною бывшею паровичною, съ цѣлою батареею огромныхъ котловъ, нынѣ бездѣйствующихъ. Экономическая выгода, достигнутая этою замѣною, по словамъ сопровождавшаго меня инженера, громадна. Непривычное ухо поражаетъ лишь сильный шумъ отъ вспышекъ газа въ многочисленныхъ моторахъ. Общее количество тока, доставляемое обѣими станціями, 5700 киловаттъ. Для моторовъ примѣняется токъ въ 250 вольтъ, для освѣщенія въ 125 в. Часть тока трансформируется въ напряжение 2000 вольтъ и примѣняется для нуждъ угольныхъ копей, расположенныхъ на заводской же территоріи, но нѣсколько восторонѣ отъ заводскихъ мастерскихъ, на разстояніи около 800 м. отъ электрической станціи. Всѣхъ работающих на заводѣ моторовъ 540; нѣкоторые изъ нихъ силою въ 300, 800 и одинъ даже въ 1500 п. л. (при прокатномъ станѣ). Освѣщеніе производится 6000 лампами накаливанія и 800 дуговыми фонарями. Полный годичный расходъ электрической энергіи достигаетъ огромной цифры 25 милліоновъ киловаттъ-часовъ.

Пять огромныхъ воздуходувныхъ машинъ для доменныхъ печей и бессемеровскихъ конвертеровъ (изъ общаго ихъ числа 11) движутся также газомоторами. Остальные

<sup>1)</sup> Самая большая находится на *Анненской копѣ* общества: *Eschweiler Bergwerksverein*. На ней работаютъ 9 газомоторовъ (фирмы *MAN*) совокупною силою въ 15000 п. л.; всѣ они питаются газомъ коксовальныхъ печей.

шесть сохранили еще пока свои паровые двигатели, но и они́ будутъ переустроены на газовые двигатели въ ближайшемъ будущемъ, т. к. примѣненіе доменнаго газа непосредственно къ двигателямъ гораздо экономичнѣе сожиганія его подѣ паровыми котлами, не говоря уже о сокращеніи стоимости первоначальнаго устройства. Пока, впрочемъ, котлы уцѣлѣвшихъ паровыхъ машинъ отопляются еще этимъ газомъ. Котлы эти укороченнаго типа и съ внутренними топками, т. к. примѣненіе прежняго типа длинныхъ котловъ, съ огрѣваніемъ снаружи, послѣ страшной катастрофы на *Friedenshütte* (гдѣ взлетѣла на воздухъ сразу цѣлая батарея такихъ котловъ), признано безусловно опаснымъ.

Изъ новыхъ отраслей производства, сравнительно недавно введенныхъ заводомъ, слѣдуетъ отмѣтить постройку паровыхъ турбинъ. Для морскихъ судовъ заводъ строитъ турбины системы *Parsons'a*, а для силовыхъ станцій—турбины системы *Brown, Bowery & Parsons*. При осмотрѣ мною завода, собиралось большое число турбинъ того и другого типовъ. Изъ выпущенныхъ уже заводомъ паровыхъ турбинъ, одна имѣетъ силу въ 4000 п. л.

Новую отрасль производства составляетъ также изготовленіе кованныхъ желѣзныхъ прокатныхъ валковъ (взамѣнъ чугунныхъ, съ закаленною поверхностью), и пустотѣлыхъ, кованныхъ же валковъ для паровыхъ турбинъ, предпочитаемыхъ литымъ стальнымъ.

Весьма разрослось также производство газовыхъ двигателей для доменнаго и коксоваго газовъ, по постройкѣ которыхъ заводъ *Seraing* стоитъ въ числѣ первыхъ.

Для сборки крупнѣйшихъ газовыхъ двигателей и паровыхъ турбинъ, отведена огромная сборная, площадью въ 5800 кв. м., въ три пролета, крайніе изъ которыхъ заняты крупными станками. Средній служитъ исключительно для сборки и обслуживается двумя электрическими краями подъемною силою по 40 тоннъ. Краны боковыхъ пролетовъ силою по 25 тоннъ.

Къ числу новинокъ, не существовавшихъ при предыдущемъ посѣщеніи мною завода, принадлежитъ новая, прекрасно оборудованная орудійная мастерская, площадью въ 3000 кв. м. (Заводу поручена Бельгійскимъ правительствомъ постройка орудій для ковшостной и полевой

артиллеріи). Среди станковъ выдаются: пушечнотокарные, съ разстояніемъ между центрами въ 15 м.; пушечноверлильные; для нарѣзки пушечныхъ каналовъ и т. п. Семь электрическихъ крановъ, силою отъ 5 до 25 тоннъ. Для постройки лафетовъ устроена рядомъ особая мастерская площадью въ 1000 кв. м.

Чрезвычайно разросшееся производство паровыхъ котловъ вызвало постройку новой, огромной котельной, о шести пролетахъ (по 13 и 15 м. шириною), длиною въ 80 м., обслуживаемой 33-мя мостовыми кранами (силою отъ 2 до 45 тоннъ) и пятью электромоторами (по 185 силъ), для движенія многочисленныхъ станковъ.

Совершенно переустроенъ также прокатный цехъ, представляющій въ настоящее время послѣднее слово техники. Въ немъ 16 различныхъ прокатныхъ становъ: ожимной съ реверсивною машиною въ 1800 п. л.; отдѣлочный (для рельсовъ) съ машиною въ 10000 п. л.; два листопрокатныхъ; одиннадцать для различныхъ торговыхъ профилей и одинъ шинопрокатный. Поражаетъ своею мощностью и въ то же время удивительною послушностью, собственной постройки, паровая машина отдѣлочнаго стана, фигурировавшая на Льежской выставкѣ 1905 года. Валки четырехъ-кльбччнаго стана, движимаго этой машиной, имѣютъ діаметръ въ 850 мм. и длину полотна въ 2250 мм. Всѣ передвиженія обрабатываемыхъ болванокъ, кусковъ и готовыхъ полосъ производятся автоматически. Готовые продукты, по наклонному безконечному полотну, направляются прямо къ погрузочной платформѣ. Интересна часть прокатной, устроенная на мѣстѣ бывшихъ (нынѣ выброшенныхъ) пудлинговыхъ печей, оборудованная электромоторами. Два трио-стана этого отдѣленія (для выкатки коробчатыхъ и другихъ профилей) приводятся въ дѣйствіе 1800 сильнымъ электрическимъ двигателемъ. Подводящіе механизмы для болванокъ (между печами и станами), поворотный кругъ (собирающій и отводящій выкатанный продуктъ), вентиляторы для печей, обрѣзные пилы и всѣ прочіе вспомогательные механизмы движутся также электрическою силою. Этотъ опытъ примѣненія электрической силы къ прокатнымъ машинамъ далъ очень хорошіе результаты. (Электрическая энергія введена въ повѣйшее время заводомъ также въ дѣло выдѣлки специальныхъ сортовъ стали).

Изъ отдѣльныхъ, наиболѣе интересныхъ техническихъ приѣмовъ введены въ новѣйшее время на заводѣ слѣдующіе:

1) Отжиганіе цѣлыхъ паровозныхъ котловъ, въ тѣхъ случаяхъ, когда они предназначаются для очень большихъ рабочихъ давленій пара (14—15 атмосферъ) и вслѣдствіе этого строятся изъ особо жесткаго желѣза. Отжигъ этотъ производится въ огромной печи, жаръ въ которой можно регулировать по желанію, для достиженія равномернаго нагрѣва. (Подобный же приѣмъ и печь для него служащую мнѣ удалось видѣть еще въ 1894 году въ центральныхъ желѣзнодорожныхъ мастерскихъ французской Восточной дороги въ *Эперне*. Они описаны въ моемъ сочиненіи „*Современное оборудованіе*“).

2) Примѣненіе пневматическихъ переносныхъ клещей (развивающихъ давленіе въ 40 и 60 тоннъ), для склепки на мѣстахъ колоннъ и другихъ строительныхъ работъ.

3) Введеніе подвижныхъ шлифовальныхъ приборовъ для поверхностной отдѣлки машинныхъ частей. Оси наждачныхъ круговъ нѣсколькихъ подобныхъ приборовъ подвѣшены къ длиннымъ рычагамъ, помещеннымъ надъ большимъ столомъ, вокругъ котораго сидятъ рабочіе. Взявшись за рукоятки, которыми снабжены по концамъ оси наждачныхъ круговъ, рабочій надавливаетъ кругъ на обрабатываемый предметъ и водить его вдоль поверхности послѣдняго, сообщая кругу различныя положенія.

4) Введеніе пневматическихъ зубилъ и чеканокъ въ котельномъ цеху.

5) Примѣненіе газовой сварки.

6) Устройство въ чугунолитейной отдѣленія для стальныхъ формовокъ, матеріалъ для заливки которыхъ (мартеповское желѣзо и сталь) подвозятся изъ сталелитейной.

Изъ сдѣланнаго перечня видно, что однихъ лишь вновь устроенныхъ мастерскихъ хватило бы для образованія цѣлаго завода, а между тѣмъ онѣ рѣшительно теряются въ массѣ другихъ построекъ этого громаднаго завода.

Въ заключеніе, считаю не лишнимъ привести систематическій перечень эксплуатируемыхъ заводомъ цеховъ, мастерскихъ и отдѣльныхъ сооружений.

а) Большая (старая) кузница завода, занимающая зданіе въ 20 × 100 кв. м., при 15 м. высоты. Оборудованіе ея

составляют: ковочный гидравлическій прессъ, силою въ 2000 тоннъ (при рабочемъ давленіи въ 300 атмосферъ), 7 паровыхъ молотовъ (сильнѣйшій въ 30 тоннъ), 16 сварочныхъ печей, 12 горновъ; нѣсколько печей для нагреванія передъ закалкою пушечныхъ болванокъ и броневыхъ плитъ; при нихъ закалочный масляный резервуаръ, (закопанный въ землю, вмѣщающій 30000 литровъ масла и 4 электрическихъ мостовыхъ крана, силою въ 20, 20, 40 и 75 тоннъ.

Рѣшена постройка второго прессы въ 5000 тоннъ (подобнаго Крупновскому). Подъ существующимъ прессомъ обжимаются пушечныя болванки, броневыя плиты, болванки для валовъ морскихъ судовыхъ машинъ и т. п. крупнѣйшія части.

б) Малая (новая) кузница, съ прессомъ въ 500 тоннъ, 5 паровыми молотами и серіей специальныхъ станковъ для отдѣлки снарядовъ. Въ ней приготовляются ковкою и штамповкою издѣлія средней величины: пушечныя части, снаряды, паровозныя оси и т. п. Тутъ же установлены 2 мартеновскія печи для выплавки специальныхъ сортовъ стали, а также стали для фасонныхъ отливокъ (отвозимой въ литейную).

в) Двѣ чугунолитейныхъ, по помѣщенію и оборудованію, оставляютъ желать лучшаго и совершенно не соответствуютъ обстановкѣ прочихъ цеховъ завода.

г) Нѣсколько котельныхъ. Часть ихъ отведена для постройки паровыхъ котловъ, резервуаровъ и т. п.; въ другихъ собираются мосты, стропила, колонны и т. п. Въ нихъ широко примѣняется гидравлическая сила (приводящая въ дѣйствіе клепалки, штамповочныя прессы и т. д.), а также сжатый воздухъ (въ клепалкахъ, сверлильныхъ приборахъ, обрубныхъ и т. п. инструментахъ). Оборудование котельныхъ состоитъ изъ свыше 200 станковъ и другихъ исполнительныхъ механизмовъ. Для сборки мостовъ имѣется огромный (въ 16000 кв. м.) крытый сарай.

д) Семь доменныхъ печей, выплавляющихъ по 80 и по 100 тоннъ чугуна (бессемеровскаго) въ сутки. Закачивается постройка восьмой домы на 200 тоннъ. Общая сила воздухо-дувныхъ машинъ при нихъ 8100 п. л.

е) Сталелѣвательная (переустроенная вмѣстѣ съ прокатною совершенно заново въ 1906 году) оборудована 5 кон-

вертерами (3 основныхъ *Томаса* и 2 кислыхъ *Бессемера*), съ воздуходувною при нихъ машиною, силою въ 4000 п. л. и 5-ю мартеновскими печами.

Чугунъ изъ доменъ, принятый въ ковши, переносится и сливается въ коллекторъ, откуда, уже перемѣшанный, выливается въ конвертеры (всѣ передвиженія гидравлическою силою). Оборудование дополняютъ 9 паровыхъ молотовъ, 24 сварочныхъ печи и проч. (Прокатный цехъ описанъ выше).

я) Механическія и сборныя. Ихъ нѣсколько; кромѣ уже описанныхъ выше, выдѣляются по размѣрамъ: центральная (5400 кв. м.); средняя (2700 кв. м.); паровозная (3300 кв. м.), съ электрическою тельжкою на 80 тоннъ и 4 электрическими же мостовыми кранами; тендерная (1800 кв. м.) и другія. Общее оборудованіе ихъ составляютъ свыше 600 станковъ. (Наиболѣе выдающіеся станки и приемы работъ описаны выше).

Заводскіе дворы изрѣзаны множествомъ рельсовыхъ путей (80 километровъ), обслуживаемыхъ 45 паровозами и 600 вагонами. Вдоль фасада главнѣйшихъ мастерскихъ движется гигантскій кранъ на козлахъ. Для перевозки издѣлій и матеріаловъ между *Seraing* и *Антверпеномъ* служитъ собственная рѣчная флотилія, изъ парохода, трехъ паровыхъ и 9 простыхъ баржъ, а для дальнѣйшей морской перевозки 7 грузовыхъ и 3 легкихъ парохода.

Фирма имѣетъ собственную судостроительную верфь въ *Гобокентъ* (на рѣкѣ *Escaut*, выше Антверпена), которая въ настоящее время переустройствается и расширяется. На ней строятся главнымъ образомъ быстроходные почтово-пассажирскіе пароходы. Разрабатывается проектъ приспособленія верфи также и для постройки военныхъ кораблей.

Фирма обладаетъ собственными угольными копями (на площади въ 307 гектаровъ), расположенными въ предѣлахъ самой заводской территоріи. Самыя глубокія ихъ шахты достигли уже глубины 700 м.

Коксвальное дѣло развито очень широко. Въ дѣйствиіи находятся 162 печи *Апполта* и 108 печей системы *Сольве*. Газы изъ нихъ утилизируются для отопленія паровыхъ котловъ.

Собственныя рудники фирмы находятся въ Люксембургѣ, нѣмецкой и французской Лотарингіи, въ Испаніи и

Алжирѣ. Карьеры для футеровочныхъ матеріаловъ въ окрестностяхъ завода.

Число рабочихъ во всѣхъ предприятияхъ фирмы 11000 человекъ, получающихъ ежемѣсячно 1300000 фр. заработной платы.

Учрежденія, отчасти содержащіяся всецѣло на средства фирмы, отчасти субсидируемыя ею: техническое училище въ *Seraing*; мореходная школа въ *Гобокенъ*; горное училище въ *Seraing*; курсы иностранныхъ языковъ и стенографіи тамъ же; вспомогательный фондъ имени *Боккерилля*; госпиталь на 230 кроватей; сиротскій домъ; богадѣльня; медицинская организация; рабочія жилища <sup>1)</sup>; дешевыя столовыя; сберегательная касса (съ капиталомъ въ 10 милліоновъ франковъ); пенсіонная касса.

На прилагаемомъ планѣ завода (см. *Табл. XII*) изображаютъ: (1) домъ администраціи (бывшій дворецъ князя-епископа Льежскаго), выходящій лицевымъ фасадомъ на набережную рѣки *Мѣзы*; (2) паркъ; (3) механическая мастерская № 1; (4) новые магазины; (5) пушечно-механическая мастерская; (6) малая сборная; (7) паровозная сборная; (8) большая сборная; (9) мастерская для изготовленія болтовъ; (10) пожарный сарай; (11) первая центральная электрическая станція; (12) желѣзодѣлательный цехъ (мартеновскія печи); (13) прокатная для балокъ; (14) контора желѣзодѣлательнаго цеха; (15) магазинъ при томъ же цехѣ; (16) ремонтная мастерская для нуждъ того же цеха; (17) складъ готоваго желѣза; (18) листопрокатная; (19) прокатная для мелкосортнаго, профилированнаго желѣза; (20) пудлинговый цехъ; (21) отдѣленіе газовыхъ воздуходувныхъ машинъ доменнаго цеха; въ смежномъ съ ними отдѣленіи газогенераторы; (22) паровичная паровыхъ воздуходувныхъ машинъ; (23—24) воздуходувныя машины съ паровыми двигателями; (25) чугунолитейная для крупнаго литья; (26) чугунолитейная для мелкаго литья; (27) бронзолитейная; (28) доменный цехъ (доменная печь и старыя печи *Витвеля*); (29) бессемеровскій цехъ (кошвертеры, воздуходувныя машины и рельсопрокатный станъ); (30) заводъ огнеупорныхъ кирпичей и шамотной массы; (31) шино-

<sup>1)</sup> Ихъ, правда, немного, всего 40 домовъ, такъ какъ рабочее населеніе Льежскаго округа, по словамъ администраціи, вообще мало къ нимъ расположено.

прокатная; (32) прокатные станы сталедѣлательнаго цеха; (33) мартеновскія печи сталедѣлательнаго цеха; (34) ремонтная мастерская того же цеха; (35) контора того же цеха; (36) складъ древеснаго угля; (37) складъ кокса; (38) плацъ для склада руды; (40) водоемная башня; (41) новыя доменные печи; (43) контора доменнаго цеха; (44) вторая электрическая центральная станція; (45—45) конторы; (46) машиностроительный цехъ; (47) огневое отдѣленіе котельнаго цеха; (48) тигельные горны; (49) малая кузница; (50) большая кузница (2000-тонный ковочный прессъ); (52) сарай и открытая площадь для сборки мостовъ; (53) новый котельный цехъ; (54) угольная копь; (55) турбо-вентиляторъ для этой копи; (56) контора; (57) очистка добытаго изъ копи угля; (58) главный магазинъ; (59) укупорочная и погрузочная готовыхъ издѣлій; (60) водоподъемная станція; (61) подъемникъ для руды (разгружающій подходящія по рѣкѣ барки съ рудою); (62) коксовальныя печи системы *Аппольта*; (63) лѣсной складъ; (64) площадь для склада готовыхъ къ погрузкѣ рельсовъ; (86) полигонъ для испытанія орудій стрѣльбою. На *фиг. В* и *С*, той же *Таблицы XII* изображены планы расположенія двухъ угольныхъ копей (*Houillère Collard* и *Houillère Caroline*), расположенныхъ въ предѣлахъ заводской территоріи, но не помѣстившихся на общемъ планѣ завода. На этихъ двухъ планахъ изображаютъ: (73) коксовальныя печи *Сольве*; (74—75—76—77) вентиляторъ, котлы, контора и двѣ угольныхъ шахты копи *Collard*; (68) соответствующія постройки второй угольной копи (*Caroline*).

Дейтцскій заводъ газовыхъ двигателей (въ *Дейтцѣ* близъ *Кельна*).

### Gasmotorenfabrik Köln-Deutz.

Необычайно разросся, со времени моего посѣщенія (въ 1894 году), Дейтцскій заводъ газовыхъ двигателей, перешагнувшій на другую сторону шоссе и раскинувшійся тамъ на площади вдвое большей той, какую занималъ (и нынѣ занимаетъ) по сю сторону шоссе. Этотъ, всесвѣтно извѣстный, заводъ долженъ бы былъ въ сущности измѣнить свое на-



званіе, такъ какъ, помимо двигателей для всѣхъ видовъ газа (генераторнаго, доменнаго, свѣтильнаго и т. д.), строятъ въ настоящее время двигатели для всевозможныхъ видовъ жидкаго горючаго, локомотивы и локомобили съ моторами внутренняго сгорания и въ большомъ числѣ автомобили. Заводъ этотъ основанъ въ 1864 году, въ видѣ небольшой мастерской съ 50 рабочими, для постройки газовыхъ двигателей, изобрѣтенныхъ *Отто* и *Ланеномъ*, имена которыхъ получили почетную и незабываемую извѣстность въ исторіи изобрѣтенія и усовершенствованія двигателей внутренняго сгорания. Въ развитіи этой отрасли промышленности, достигшей въ настоящее время огромныхъ размѣровъ, Дейтцскій заводъ несомнѣнно сыгралъ первенствующую роль. Черезъ 25 лѣтъ по основаніи фирмы, число ея рабочихъ возросло до 700, а въ настоящее время превышаетъ уже 3000 человекъ, но и это собственно не даетъ еще точной пропорціи развитія самой производительности, такъ какъ необходимо принять во вниманіе могучія и разнохарактерныя вспомогательныя средства, которыхъ не имѣлось прежде и которыя столь усиливаютъ производительность живой рабочей единицы на современныхъ намъ заводахъ.

Дейтцскій заводъ первый, какъ извѣстно, началъ строить газовые двигатели, начавъ съ *атмосферической газовой машины Отто и Ланена*, выставленной на парижской выставкѣ 1867 г.

При всемъ остроуміи и оригинальности идеи, положенной въ основу устройства этой машины, она не казалась жизнеспособною и никто, конечно, не подозрѣвалъ какую громадную роль придется сыграть этому новому типу двигателя въ промышленности. Эта атмосферическая газовая машина занимала скромный уголокъ на выставкѣ, по сосѣдству съ блестящею выставкою машинъ (также газовыхъ) *Lenoir'a* и *Hugon'a*<sup>1)</sup>. Однакоже, когда жюри произвели подробное изслѣдованіе экспоната этого фла, дот золотая медаль была присуждена не этимъ изобрѣтателямъ, а *Отто* и *Ланену*. Заказчики на ихъ двигатель нашлись тотчасъ же и, за первые 10 лѣтъ ихъ фабрикаціи, продано было въ мелкія промышленныя заведенія болѣе 4000 штукъ двигателей *Отто-Ланена*. Практика не замедлила дать изобрѣтателямъ многія

<sup>1)</sup> *Lenoir'u*, какъ извѣстно, принадлежитъ идея воспроизводить моторную силу, путемъ взрывовъ свѣтильнаго газа.

цѣнные указанія, результатомъ которыхъ явился новый типъ мотора *Отто*, силою въ 4 пар. лош., пошедшій въ ходъ еще быстрѣе. Къ концу восьмидесятыхъ годовъ, сила этихъ двигателей была доведена до 100 п. л.; въ 1900 году построенъ былъ первый четырехцилиндровый двигатель, силою въ 1000 п. л., въ настоящее же время строятся, какъ извѣстно, газовые двигатели для доменныхъ газовъ, силою уже въ 4000 и болѣе п. л. Нѣкоторымъ тормозомъ распространенію двигателей внутренняго сгорания служили прежде: въ городахъ высокая стоимость городского свѣтильнаго газа, а въ сельскихъ мастерскихъ трудность имѣть запасы керосина и бензина. Неудобство это было устранено изобрѣтеніемъ (англичаниномъ *Dowson*'омъ) способа получать дешевый газъ для моторовъ изъ антрацита и кокса. Способъ этотъ былъ усовершенствованъ Дейтцскимъ заводомъ. Введеніемъ этого газа былъ открытъ свободный путь росту газовыхъ двигателей и не замедлило обнаружиться преимущество этой движущей силы передъ паромъ, въ смыслѣ болѣе выгодной утилизаціи угля, особенно при крупныхъ размѣрахъ газогенераторныхъ устройствъ. Центральныя электрическія и водоподъемныя станціи первыя воспользовались этимъ изобрѣтеніемъ, замѣнивъ свои паровыя машины газовыми. Не меньшую однакоже услугу принесли газомоторы и мелкой промышленности, давъ въ ея распоряженіе удобный и дешевый источникъ движущей силы <sup>1)</sup>. Собственно говоря и прототипомъ нынѣшнимъ гигантскимъ газовымъ двигателямъ послужилъ именно двигатель малой силы, для домашняго употребленія. Примѣненіе, для приведенія въ дѣйствіе этихъ моторовъ, бензина, керосина и другихъ жидкихъ горючихъ вывело ихъ изъ зависимости отъ заводовъ, производящихъ свѣтильный газъ и существовавшихъ обыкновенно лишь въ значительныхъ городахъ, и дало возможность пользоваться механическою силою сельскимъ мастерскимъ, молочнымъ и сельскохозяйственнымъ фермамъ и т. п. Чтобы увеличить подвижность такихъ моторовъ, Дейтцскій заводъ выработалъ особый типъ локомобильнаго мотора, который

<sup>1)</sup> Такъ, напримѣръ, однимъ лишь Дейтцскимъ заводомъ было поставлено до сихъ поръ около 600 газомоторовъ для пекарныхъ заведеній, до 2500 для колбасныхъ фабрикъ, до 6500 для типографій и т. д.

подъ именемъ „спиртового локобиля“ пользуется въ средѣ сельскихъ хозяевъ большою популярностью.

Слѣдующимъ типомъ мотора, выпущеннымъ заводомъ, былъ бензиновый локомотивъ для узкой колеи, нашедшій себѣ широкое примѣненіе въ рудникахъ, камеполомняхъ, на лѣсныхъ разработкахъ, а также въ видѣ двигателей для пассажирскихъ и товарныхъ поѣздовъ на подъездныхъ путяхъ (на заводѣ я видѣлъ много этихъ миниатюрныхъ локомотивчиковъ и въ работѣ и на складѣ). За короткій сравнительно періодъ времени съ начала постройки этихъ локомотивовъ, заводомъ выпущено ихъ уже около 700 штукъ. Затѣмъ заводъ строитъ моторныя лодки съ двигателями для жидкаго топлива, которыя, или курсируютъ въ качествѣ самостоятельныхъ судовъ (по Рейну ихъ бѣгаетъ очень много), или составляютъ принадлежность большихъ судовъ. Былъ даже примѣръ постройки большого грузового суда съ газовымъ двигателемъ и собственнымъ газогенераторнымъ устройствомъ, причемъ судно это работаетъ понынѣ не только вполне хорошо, но и экономичнѣе парохода. Для полноты этого перечня, можно еще упомянуть о строящихся заводомъ осветительныхъ повозкахъ, благодаря которымъ можно устроить электрическое освѣщеніе въ любомъ, самомъ глухомъ и изолированномъ пунктѣ; о моторныхъ плугахъ, газогенераторныхъ устройствахъ, насосахъ и автомобиляхъ, до крупнѣйшихъ включительно.

Что касается моторовъ Дизеля, то Дейтцскій заводъ ввелъ у себя ихъ постройку однимъ изъ первыхъ.

Заводъ занимаетъ (по обѣ стороны шоссе, ведущаго изъ Кельна въ Мюльгеймъ) площадь въ 115000 кв. м., изъ которыхъ около двухъ третей занято заводскими цехами. Центральныхъ силовыхъ станцій двѣ, т. к. городское управленіе города Кельна, монополизировавшее эксплуатацію электрической энергіи, не дозволило перекинуть кабелей съ одной стороны шоссе на другую, ни по воздуху, ни подъ землею. Станціи эти оборудованы газомоторами собственной постройки, сопряженными непосредственно съ динамомашинами, совокупною силою свыше 3000 п. л., доставляющими энергію для 40 моторовъ движущихъ приводы и для свыше 60 электрическихъ крановъ, а также токъ для освѣщенія. Для питанія двигателей, устроены двѣ газогенера-

торныя станціи. Сверхъ того, имѣется заводъ свѣтильнаго газа, съ годичною производительностью въ 100000 куб. м. газа, доставляющій газъ для испытанія сооружаемыхъ моторовъ.

Оборудованіе завода, кромѣ упомянутыхъ уже моторовъ и крановъ, составляютъ 800 металлообдѣлочныхъ станковъ, изъ которыхъ тѣ, которые работаютъ на старой половинѣ завода, довольное устарѣвшихъ типовъ, установленные же на новой половинѣ вошлѣ современны. Въ числѣ ихъ много очень крупныхъ строгальныхъ, цилиндросверлильныхъ и патронныхъ, для обработки большихъ станинъ, фундаментныхъ рамъ, цилиндровъ и т. н. Всѣ части двигателей, въ особенности мелкихъ, которыхъ здѣсь всегда большой запасъ на складѣ, работаютъ въ калибръ, по принципу взаимной смѣняемости частей. Быстродѣйствующая сталь (марокъ *Böhler - Rapid* и *Novo*) примѣняется лишь на нѣкоторыхъ станкахъ, въ видѣ рѣзцовъ съ напаянными наконечниками. Крупныхъ работъ, въ смыслѣ большихъ скоростей и толстыхъ стружекъ, не производится, т. к. всѣ крупные валы, прямые и колѣчатые, шатуны и проч. получаютъ со стороны, уже въ обработанномъ начерно видѣ. Стальные и алюминіевыя отливки (последнія для автомобилей) получаютъ также со стороны. Чугунныя же отливаются дома, вѣсомъ до 15 тоннъ въ одну штуку, для чего имѣются двѣ обширныя литейныя. Для одной изъ нихъ приспособленъ желѣзный павильонъ, служившій для помѣщенія экспоната завода на Дюссельдорфской выставкѣ 1902 года.

Кромѣ мазки въ глинѣ и кирпичѣ по шаблонамъ, примѣняются крупныя почвенныя формовки, съ вкладными штуками. Для массового производства частей мелкихъ моторовъ, примѣняются формовальные станки. Сушила съ разъемными потолками. Въ большомъ употребленіи сушка на мѣстѣ, обычнаго устройства переносными горнами. Примѣняются пневматическія трамбовки, зубила, пескоструйные приборы. Отливки очень чистыя, такъ что, напримѣръ, внятовыя зубчатая колеса проходятъ на токарномъ станкѣ лишь по окружности. Формуется большое количество грузныхъ маховиковъ и цилиндровъ къ крупнымъ моторамъ. Двѣ вагранки, изъ которыхъ одна очень (пожалуй даже слишкомъ) большая, на 9 тоннъ. Сборныхъ нѣсколько. Двѣ самыхъ большихъ изъ нихъ заняты сборкою двигателей для

доменнаго газа и моторовъ *Дизеля*. Въ другихъ собираются, особо, двигатели силою до 20 п. л., отъ 20 до 50 п. л. и свыше 50 п. л. и, наконецъ, мелкіе керосиновые и бензиновые двигатели. Каждый двигатель, до выпуска его съ завода, испытывается работою на томъ самомъ сортѣ горючаго, на которомъ ему предстоитъ работать впослѣдствіи. Для измѣренія работы крупныхъ двигателей заставляютъ ихъ двигать динамо-машины, причемъ воспроизводимый токъ направляется въ общую сѣть. Мелкіе и средніе двигатели испытываются тормозными нажимами, изъ преволочныхъ лентъ, нагружаемыхъ гириями. По всѣмъ сборнымъ разведены трубы, для различныхъ видовъ жидкаго топлива. Всѣ сборныя и механическія щедро оборудованы кранами и прорѣзаны узкоколейными путями, на которыхъ работаютъ бензиновые локомотивчики. Ширококолейные пути связываютъ заводъ, съ одной стороны съ желѣзнодорожною станціею, съ другой съ рѣкою Рейномъ.

Спеціальная большая сборная отведена для сборки автомобилей; части же послѣднихъ обрабатываются въ общихъ механическихъ мастерскихъ. Въ числѣ готовыхъ автомобилей, мнѣ показывали 70-сильный, пришедшій въ числѣ первыхъ на послѣдней гонкѣ принца Гейнриха (устраивающаго ежегодно автомобильныя состязанія). Обширная модельно-столярная находится въ усиленной дѣятельности, т. к. недавно сгорѣлъ складъ моделей, нанеся заводу большой убытокъ. Чрезвычайно хорошо устроена закалочная мастерская, которою руководить очень интеллигентный старшій рабочій, любящій дѣло и охотно дающій подробнѣйшія объясненія. Нагрѣвъ инструментовъ передъ закалкою производится въ ваннахъ съ хлористымъ баріемъ, которыя сообщаютъ металлу температуру 700—900°. Ванны обогрѣваются генераторнымъ газомъ. Соль эта предпочитается хлористому натру, такъ какъ послѣдній сильно испаряется и склоненъ выбрасывать брызги. Вынутые изъ ванны инструменты покрыты коркою соли, предохраняющею ихъ отъ окисленія. При погруженіи въ охлаждающую жидкость, эта корка растрескивается, соскакиваетъ съ металла и поверхность послѣдняго получается совершенно чистая, серебристая.

Для температуръ ниже 700°, примѣняются свинцовыя ванны, причемъ на печь надѣвается предохранительный вен-

тилирующей колпакъ. Послѣ нагрѣва въ такой ваннѣ, инструменты закаливаются въ водѣ, а для отпуска погружаются въ масляную ванну, поддерживаемую при соответствующей температурѣ. При мнѣ калились фрезы (не изъ *Rapid*—стали), нагрѣвавшіяся до 230° и охлаждавшіяся въ водѣ. Инструменты изъ стали *Rapid* разогрѣваются въ пламенной газовой печи, въ желѣзныхъ коробкахъ, пересыпанныхъ угольною золою. Въ этой же закалочной работаетъ печь для цементации желѣзныхъ машинныхъ частей. Части эти укладываются въ желѣзные ящики, но пересыпаются не кожаными обрѣзками, которые стоятъ очень дорого, а специальнымъ порошкомъ, покупаемымъ всего по 3 пфенига за килограммъ. Ящики держатся въ огнѣ 3, 4 и 6 часовъ. Степень спѣлости контролируется пробными пруточками, изломъ которыхъ отчетливо показываетъ глубину оцEMENTовавшегося слоя. Пробы жесткости производятся шлифнымъ напильникомъ. Тутъ же при печахъ газогенераторъ.

Газогенераторы обѣихъ силовыхъ станцій завода (собственной системы и постройки) чрезвычайно компактны, по сравненію съ паровыми котлами. Газомоторы работаютъ всасываніемъ, для чего утилизируется вакуумъ, образуемый движущимися поршнями. Все устройство состоитъ изъ самого генератора, съ испарителемъ на крышкѣ, скруббера, въ которомъ газъ, проходя по коксовому фильтру, постоянно орошаемому водою, охлаждается и очищается; влагоотдѣлителя; газоваго резервуара и маленькаго окопчательнаго очистителя, уже при самомъ входѣ въ машину.

Интересенъ на заводѣ музей (уже упоминавшійся мною въ сочиненіи „*Современное оборудованіе*“), въ которомъ между прочимъ собраны всѣ переходные типы, испробованные въ свое время и оставленные изобрѣтателемъ (*Отто*) какъ неудачные, пока онъ не достигъ желаемой степени совершенства.

Не мало дѣлается заводомъ и на пользу его рабочаго персонала (дешевыя квартиры и столовыя, ванныя, пенсіонная касса съ капиталомъ въ 400000 марокъ, ссудосберегательная касса и т. д.). Значительное число рабочихъ служатъ фирмѣ уже свыше 25 лѣтъ непрерывно. Весною 1908 г. выпущенъ заводомъ юбилейный 50000-ый двигатель (теперь идетъ постройка уже 54-ой тысячи). Прибавляя же сюда моторы, выпущенные отдѣленіями завода въ Берлинѣ, Вѣнѣ,

Миланъ и Филадельфін, общее количество двигателей внутреннего сгорания, выпущенныхъ Дейтскою фирмою *Otto-Lamena*, составляетъ почтенную цифру 90000 штукъ.

САКСОНСКІЙ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫЙ ЗАВОДЪ, БЫВШІЙ  
РИХАРДА ГАРТМАНА въ Хемницѣ (Саксонія).

(Sächsische Maschinenfabrik vorm. R. Hartmann).

Этотъ громадный заводъ (*нѣмецкій Крезо*, какъ его съ гордостью называютъ хемницкіе обыватели) еще не перевозсоздался пока вполне, но уже начинаетъ выбрасывать изъ своей территоріи отдѣльные цеха, чтобы возводить на ихъ мѣстахъ добавочныя отдѣленія другихъ разросшихся своихъ мастерскихъ. Такъ, нѣсколько лѣтъ тому назадъ, вынесена на совершенно новое мѣсто (примѣрно въ 2 километрахъ отъ завода) *литейная*, занявшая здѣсь огромную площадь въ  $450 \times 150$  кв. м., изъ которой болѣе половины занято перекрытыми помѣщеніями. Расположеніе этой вынесенной части завода показано на *фи. D, Таблицы XI-й*. Главное зданіе литейной, площадью въ  $120 \times 80$  кв. м. (на планѣ 40), съ 5 вагранками и множествомъ сушиль, служитъ для крупныхъ формовокъ. Здѣсь отливаются въ одну штуку части машинъ до 40 тоннъ вѣсомъ. Другая, нѣсколько меньшая ( $70 \times 85$  кв. м.) на планѣ (41), литейная, съ 2 вагранками, изготовляетъ отливки исключительно для ткацкихъ и прядильныхъ стапковъ. Огромная чеканная, служащая обоимъ отдѣленіямъ, помѣщается особо (на планѣ 42). Бронзолитейная имѣетъ также свое особое помѣщеніе (44). Обѣ чугунолитейныя производятъ сейчасъ 10 милліоновъ килогр. отливки въ годъ, но могутъ произвести и до 15 милліоновъ. Широко примѣняются пневматическія трамбовки, сита и зубила. Для освѣщенія и приведенія въ дѣйствіе вентиляторовъ и другихъ механизмовъ, имѣется своя собственная электрическая станція (45); для храненія моделей имѣются два огромныхъ склада моделей (43—43), расположенные всторонѣ отъ цеховъ, а потому безопасные въ пожарномъ отношеніи. Склады (46); конторы (47) и электрическая тельжка (48) дополняютъ составъ этого отдѣла.

Кромѣ того, на вновь прибрѣтенномъ участкѣ земли рядомъ съ заводомъ, построены новая огромная механическая мастерская для постройки прядильныхъ машинъ и зданіе дирекціи. На мѣстахъ же, освободившихся на основной заводской территоріи, возведены дополнительныя механическія мастерскія для постройки: паровыхъ турбинъ, крупныхъ ткацкихъ станковъ, ледотворныхъ машинъ, паровыхъ машинъ и металлообдѣлочныхъ станковъ. О громадности и разнообразіи специальностей завода можетъ дать понятіе слѣдующій перечень строящихся имъ механизмовъ: паровозы и тендеры (при нормальной работѣ 50 ш. въ годъ. Въ бытность мою на заводѣ, строились десятиколесные товарные паровозы, съ 5-ю спаренными осями, для Саксонскихъ казенныхъ дорогъ, съ перегрѣвомъ пара); паровыя машины и паровыя турбины; газовые двигатели; металлообдѣлочные станки, нормальные и для всевозможныхъ специальныхъ работъ (при мнѣ готовъ былъ для отправки, заказанный Кильскою верфью *Крунна*, громадный токарный станокъ, съ разстояніемъ между центрами въ 55 м., для обточки валовъ морскихъ судовыхъ машинъ); ледотворныя и холодильныя машины; паровые молота; паровые котлы (котельная огромная и давно требующая переустройства; она загромождена сооружаемыми паровозными и постоянными котлами); приборы для автоматическаго питанія котловыхъ топковъ; подъемныя краны; водяныя турбины; приводы; вѣсы *Эгардта*; насосы; компрессоры; полныя устройства для суконныхъ, полотняныхъ, ситцевыхъ, трикотажныхъ, ковровыхъ и шелковыхъ фабрикъ, для бумаго- льно- и шерсто-прядильнъ; отдѣльные ткацкіе станки; ситценабивные приборы; аппретурныя машины; сушильни для пряжи и тканей и т. д. Производство паровозовъ перевалило уже за 3000, паровыхъ машинъ за 2200, котловъ за 3700, металлообдѣлочныхъ станковъ за 11000, прядильныхъ станковъ за 10000, ткацкихъ станковъ за 44000 и т. д.

Общая площадь заводскихъ территорій въ самомъ Хемницѣ достигаетъ 260000 кв. м. Число зданій свыше 120. Число рабочихъ 5000; служащихъ 350. Годовая производительность завода 15 милліоновъ марокъ, изъ которыхъ 40% составляютъ заграничныя заказы, не только европейскихъ, но и американскихъ, африканскихъ, азіатскихъ и австралійскихъ государствъ.



Непереустроенные еще пока, темные, загроможденные станками и собираемыми машинами, цеха этого завода смотрять непривѣтливо, но очень дѣловито. Между ними рѣзко выдѣляется новая мастерская для постройки паровыхъ турбинъ и огромная мастерская для постройки ткацкихъ станковъ (на новой сторонѣ завода), а также центральная электрическая станція, съ двумя паровыми турбинами по 1000 п. л. (въ работѣ была лишь одна) и пятью вертикальными паровыми машинами по 350 п. л. (и машины и турбины все собственной постройки).

Оборудованіе завода состоитъ изъ свыше 2500 различныхъ станковъ и другихъ исполнительныхъ механизмовъ. На прилагаемомъ планѣ (см. *фиг. А, Таблицы XIII*) обозначаютъ: (1) паровозосборная; (2) слесарная; (3) колесная и рамная; (4) малярная; (5) три котельныхъ; (6) отдѣленіе гидравлической штамповки; (7) отдѣленіе гидравлической клепки; (8) мѣдницкая; (9) жестяницкая; (10) сборно-механическая паровыхъ машинъ и паровыхъ турбинъ; (11) сборно-механическая для постройки крановъ; (12) сборно-механическая для постройки компрессоровъ; (13) упаковочная; (14) арматурная; (15) электрическая центральная станція; (16) модельно-столярная; (17) механическая со строгальными станками; (18) механическая фрезерныхъ станковъ; (19) токарно-механическая; (20) закалочная; (21) шлифовальная; (22) мастерская для постройки прядильныхъ машинъ; (23) конторы; (24) склады; (25) кузницы; (26, 28, 29, 30) мастерскія для постройки металлообдѣлочныхъ станковъ; (27) тоже для постройки ткацкихъ станковъ; (31) тоже для постройки водяныхъ турбинъ; (32) мастерская для выдѣлки болтовъ и гаекъ; (33) ящичная; (34 и 35) склады; (36) пожарный сарай; (37) столовая рабочихъ; (38) вѣсы; (39) виλλα дирекціи; (40) конюшни.

На заводѣ существуютъ вспомогательныя кассы для рабочихъ и для служащихъ; инвалидный капиталъ; рабочая колонія изъ 46 домовъ, въ которыхъ живутъ 100 семействъ; столовая для рабочихъ, эксплуатируемая самими рабочими, избытокъ доходовъ съ которой идетъ на нужды рабочихъ же.

Эрликонскій машиностроительный и электротехнический заводъ въ Эрликонъ (близъ Цюриха).

(Maschinenfabrik Oerlikon).

Этотъ, молодой еще сравнительно, но полный энергии и инициативы заводъ принадлежитъ также къ числу тѣхъ заводовъ, каждое посѣщеніе которыхъ даетъ рядъ новыхъ интересныхъ впечатлѣній. Основанный въ самыхъ скромныхъ размѣрахъ и для небольшой очень узкой спеціальности—постройки деревообдѣлочныхъ станковъ, онъ вскорѣ же ввелъ у себя постройку металлообдѣлочныхъ станковъ, отъ нормальныхъ, ходовыхъ, до самыхъ разнообразныхъ спеціальныхъ, быстро достигнувъ въ этомъ дѣлѣ мировой репутаціи. Вслѣдъ за этою спеціальностью, введена была постройка мельничныхъ машинъ (главнымъ образомъ вальцевыхъ станковъ), а съ половины восьмидесятыхъ годовъ основанъ электротехнический отдѣлъ, издѣлія котораго поставили фирму Эрликонъ на одно изъ первыхъ мѣстъ, среди другихъ фирмъ этой спеціальности. По количеству выполненныхъ заводомъ электрическихъ установокъ, для передачи энергии, освѣщенія, желѣзнодорожной тяги, электрохимическихъ и электрометаллургическихъ цѣлей, Эрликонскій заводъ едва ли имѣетъ соперниковъ. Большую услугу наукѣ и промышленности оказалъ онъ также разработкою вопроса о токахъ высокихъ напряженій. Знаменитая въ свое время Лауфенская передача энергии, устроенная во время франкфуртской электротехнической выставки 1891 года, выполнена была этой фирмою, въ сотрудничествѣ съ Allgemeine Electricitäts-Gesellschaft. Два года тому назадъ, Эрликонскій заводъ ввелъ у себя постройку паровыхъ турбинъ, успѣвъ за этотъ короткій срокъ и въ этой новой спеціальности проявить свою самостоятельность. Онъ строитъ паровыя турбины собственнаго типа: активныя, одноцилиндровыя, съ нѣсколькими ступенями скоростей. Въ бытность мою на заводѣ лѣтомъ 1909 г., собиралась огромная (въ 6000 киловаттъ) турбина этого типа для какой-то Стокгольмской фирмы. Строятся также турбины для работы мятымъ паромъ (например, отъ паровыхъ машинъ прокатныхъ становъ), правда, выходящія болѣе громоздкими.

Новая мастерская для сборки паровых турбинъ прекрасно оборудована и даетъ возможность наблюдать много интересныхъ приѣмовъ, вызванныхъ специально этою новою отраслью машиностроенія, наприимѣръ, вставку лопатокъ въ рабочее колесо турбины, работу очень деликатную, требующую большой аккуратности, въ виду огромнаго числа оборотовъ дѣлаемыхъ колесомъ. (Лопатки направляющаго колеса заливаются при самой отливкѣ послѣдняго). Готовыя турбины испытываются полуторнымъ, противъ нормальнаго, числомъ оборотовъ. Всѣ ихъ части рассчитываются съ большимъ (семи-восьмикратнымъ) запасомъ прочности. Кромѣ крупныхъ валовъ для паровыхъ турбинъ и динамомашинъ, получаемыхъ готовыми съ завода *Круппа*, и крупнѣйшихъ стальныхъ отливокъ, доставляемыхъ швейцарскимъ сталелитейнымъ заводомъ *Фишера* въ Шафгаузенѣ, всѣ остальные части, какъ паровыхъ турбинъ, такъ и электрическихъ генераторовъ и двигателей, заготавливаются самимъ заводомъ, для чего имъ заведена большая (не существовавшая въ предыдущія мои посѣщенія завода) литейная для чугуна, стали и бронзы.

Сборная электромоторовъ также представляетъ массу интереснаго въ смыслѣ оборудованія. При мнѣ собирался двигатель въ 1000 п. л. для электровоза одной изъ швейцарскихъ электрическихъ желѣзныхъ дорогъ (не трамваевъ). Цѣлое отдѣленіе отведено для постройки электрическихъ крановъ и гидро-электрическихъ клепалокъ (которыя предпочитаются чисто-электрическимъ, такъ какъ нажатіе заклепки въ нихъ не столь кратковременно, какъ въ послѣднихъ).

Въ большомъ ходу при всѣхъ работахъ рѣзцы изъ быстродѣйствующей стали (*Böhler-Rapid*), но большихъ скоростей и толстыхъ стружекъ примѣнять почти не приходится, вслѣдствіе полученія крупныхъ желѣзныхъ и стальныхъ заготовокъ уже въ обломанномъ начерно состояніи.

Заводъ строитъ и водяныя турбины, для непосредственнаго сопряженія съ тихоходными динамомашинами. (При мнѣ собиралась огромная турбина этого рода, съ насаженною на ея валъ динамомашинною, дѣлающею 60 оборотовъ).

Дѣятельность завода направлена теперь, главнымъ образомъ, на расширеніе электротехническаго и паротурбиннаго отдѣловъ, вслѣдствіе чего производство металлообдѣ-

лочныхъ станковъ (несмотря на цвѣтущее состояніе этой отрасли производства) совершенно прекращено и мастерскія имъ занимавшіяся отведены подъ расширеніе упомянутыхъ выше двухъ специальностей. Насколько высока репутація Эрликонскаго завода въ дѣлѣ постройки станковъ, видно уже изъ того, что не успѣлъ закрыться на немъ отдѣлъ для ихъ постройки, какъ уже возникъ, тутъ же въ Эрликонѣ, новый заводъ станковъ, который потребителями, не знающими еще о прекращеніи постройки станковъ старымъ Эрликонскимъ заводомъ, смѣшивается съ этимъ послѣднимъ.

Литейныя завода (не существовавшія какъ я уже сказалъ прежде) прекрасныя. Онѣ отливаютъ ежегодно 300000 кил. чугуновыхъ, 500000 кил. стальныхъ и 110000 кил. бронзовыхъ издѣлій. Общая ихъ площадь 7000 кв. м. Обслуживаются 8 электрическими мостовыми кранами (сильнѣйшій на 30 тоннъ). Три вагранки, одна мартеновская печь, четыре тигельныхъ горна, системы *Баумана* и нѣсколько обыкновенныхъ. Цѣлое большое отдѣленіе занято машинною формовкою принадлежностей мелкихъ моторовъ, фабрикація которыхъ ведется по массовому принципу. Много также формовокъ по модельнымъ доскамъ. Сушка на мѣстѣ крупныхъ формъ (нѣкоторыя изъ которыхъ поражаютъ громадностью). Тутъ же въ литейной приспособленія для электрической сварки.

Механическихъ отдѣленій два; въ каждомъ по нѣсколько, соединенныхъ подъ общою кровлею, отдѣльныхъ мастерскихъ. Одно отдѣленіе служитъ исключительно для общаго машиностроенія, другое для электротехническихъ сооружений. Въ каждомъ соотвѣтственной величины сборныя и отдѣленія для испытанія готовыхъ механизмовъ.

Хорошъ обширный складъ готовыхъ издѣлій, по разпообразію послѣднихъ имѣющій характеръ электротехническаго музея. Кромѣ всевозможныхъ типовъ генераторовъ и моторовъ, трансформаторовъ, большихъ динамо для электроталлургическихъ и электрохимическихъ цѣлей, въ немъ много различныхъ переносныхъ электрическихъ исполнительныхъ механизмовъ (сверлильные станки, клепалки, насосы, вентиляторы, лебедки, земледѣльческія орудія и т. п.).

Интересны выключатели (въ маслѣ) для высокихъ напряженій (60000 вольтъ); электромагниты для вытаскиванія

стружекъ, попавшихъ въ глазъ (такой электромагнитъ притягиваетъ съ значительнаго разстоянія двадцатисантимовую монету, положенную на руку); предохранительные приборы и проч.

Движущая сила доставляется путемъ передачи энергіи, съ разстояній въ 20 и 25 километровъ. Источникомъ ея служить паденіе рѣки *Глатта*, утилизируемое двумя турбинными станціями. Турбины преобразуютъ водяную силу въ электрической токъ, напряженіемъ въ 100 вольтъ; токъ этотъ трансформируется въ токъ напряженіемъ въ 30000 вольтъ и передается въ заводъ тремя проводниками, діаметромъ по 4 мм. На заводъ токъ снова превращается въ токъ малаго напряженія (230 вольтъ). Такимъ путемъ получается, за всѣми потерями, сила въ 500 п. л. Въ помощь ей, имѣется еще силовая станція на самомъ заводѣ, съ паровыми машинами силою въ 1000 п. л. (одна изъ машинъ тройнаго расширенія въ 600 п. л.). Всѣхъ моторовъ на заводѣ работаетъ свыше 200.

Общее оборудованіе завода составляютъ: 12 плавильныхъ и калильныхъ печей, 20 кузнечныхъ горновъ, 6 паровыхъ и фрикціонныхъ молотовъ и 900 различныхъ станковъ, самаго различнаго назначенія (между ними много оригинальныхъ конструкторій самаго завода, напримѣръ, станокъ, для загибки *на ребро* мѣдныхъ лептъ для электротехническихъ приборовъ, станки для выстрагиванія геометрически точныхъ впадинъ на коническихъ зубчатыхъ колесахъ и т. п.)

Всѣ зданія завода кирпичныя, съ древесно-цементнымъ перекрытіемъ, высотой отъ 7 до 10 м., хорошо освѣщенныя и вентилируемыя. Отопленіе (паровое) производится изъ трехъ центральныхъ пунктовъ. Для освѣщенія служатъ 1500 лампъ накаливанія и 300 дуговыхъ фонарей. Всѣхъ крановъ 25, силою до 30 тоннъ. На дворахъ 9 километровъ рельсовыхъ путей; два локомотивныхъ крапа; два паровоза. Общая площадь заводской территоріи 13 гектаровъ, изъ которыхъ 47000 кв. м. перекрытыхъ помѣщеній. За исключеніемъ нѣсколькихъ, небольшихъ сравнительно, отдѣльно расположенныхъ мастерскихъ, всѣ главнѣйшія мастерскія здѣсь (какъ и на заводѣ *Рейнхера* въ Хемницѣ) сосредоточены въ двухъ огромныхъ корпусахъ, съ городковымъ перекрытіемъ (одинъ площадью въ 8500, другой въ 15000 кв. м.), чѣмъ достигнуты

централизація надзора, усуненіе необходимости перевозки обрабатываемых частей через дворы и значительное удешевленіе постройки. Рабочихъ на заводъ 2000 человекъ. Заводъ образоваль уже цѣлую армию свѣдущихъ инженеровъ и техниковъ, разошедшихся по всеѣмъ государствамъ Западной Европы. О производительности его могутъ дать понятіе слѣдующія цифры выпущенныхъ издѣлій (за періодъ времени съ половины восьмидесятыхъ годовъ): металлообдѣлочныхъ станковъ 7000 штукъ; вальцевыхъ мукомольныхъ станковъ 17000 шт.; динамомашинъ и моторовъ 23000 шт. и т. д. Взаимное расположеніе и размѣры отдѣльныхъ заводскихъ мастерскихъ видны изъ прилагаемаго плана завода (см. фиг. В, Таблицы XIV). На этомъ планѣ: (1) чугуно- и бронзолитейная; (2) модельная; (3) механическая для общаго машиностроенія; (4) укупорочная; (6) контрольная станція; (5) машинное отдѣленіе; (7) механическая для электротехническихъ работъ; въ ней отдѣленіе (а) для выбиванія частей изъ листового металла; (b) обмоточная; (с) отдѣленіе станковъ для мелкихъ работъ; (d) отдѣленіе для постройки трамвайныхъ моторовъ; (8) модельно-столярная; (9, 10 и 11) три сборныя мастерскія; (12) двигатели и котлы; (13) центральная паровичная; (14) складъ моторовъ и аппаратовъ; (15) кузница; (16) контрольный магазинъ; (17) мастерская для выдѣлки болтовъ и гаекъ; (18) сборная распредѣлительныхъ досокъ; (19) столярная; (20) слесарная; (21) мѣдницкая; (22) обжигальная; (23) складъ машинъ; (24 по 30) склады моделей; (31) главный магазинъ; (32) магазинъ лѣсныхъ матеріаловъ; (33) отдѣленіе трансформаторовъ; (34) угольный складъ; (35) магазинъ; (36) конторы; (37) администрація и конторы; (38) магазинъ, бюро и жилой домъ; (39) заводское общественное собраніе; (40) конюшни; (41) угольный складъ; (42) магазинъ.

Насколько сильное вліяніе на ростъ благосостоянія мѣстнаго населенія оказали устройство и энергичная дѣятельность Эрликонскаго завода видно уже изъ одного того, что, незначительная еще въ концѣ семидесятыхъ годовъ, деревушка Эрликонъ съ 700 жителей превратилась въ цѣлый благоустроенный городокъ, съ зданіями и виллами современной архитектуры и полнымъ жизненнымъ комфортомъ, населеніе котораго (достигшее 12000 душъ) платитъ налога

въ сорокъ разъ болѣе противу того, сколько оно платило до открытія завода.

Кромѣ, обычныхъ на всѣхъ первоклассныхъ современныхъ заводахъ Западной Европы, вспомогательныхъ учрежденій, имѣющихъ цѣлью поднятіе матеріальнаго благосостоянія рабочихъ и обезпеченіе ихъ старости или инвалидности, на Эрликонскомъ заводѣ существуетъ еще оригинальное учрежденіе, носящее названіе заводскаго комитета, въ которомъ засѣдаютъ выборные отъ всѣхъ отдѣловъ завода и рѣшаютъ всѣ дѣла, касающіяся общественнаго благоустройства и порядка. Хорошо также общественное собраніе инженеровъ и чиновниковъ завода, съ громадною столовою на 400 человекъ, бібліотекою, ваннами и т. п.

Заводъ машинъ-орудій Акціонернаго Общества  
Эрнстъ Шиссъ въ Дюссельдорфѣ.

Werkzeugmaschinenfabrik Ernst Schiess A. G.

И этотъ заводъ, за послѣдніе десять-двѣнадцать лѣтъ что я не видалъ его, разросся втрое, а такъ какъ специальность его (крупнѣйшіе металлообдѣлочные станки для верфей, арсеналовъ и крупнаго машиностроенія) весьма выдающаяся, то я счелъ справедливымъ включить и его въ число заводовъ третьей группы. Начавъ дѣло въ 1866 году, въ самыхъ скромныхъ размѣрахъ, заводъ вскорѣ же зарекомендовалъ себя своими издѣліями, а могущественный соудъ его *Крупнъ*, своими заказами крупныхъ станковъ для обработки брони и пушекъ, способствовалъ специализаціи завода именно на этого рода станкахъ. Крупные станки *Шисса* можно встрѣтить во всѣхъ уголкахъ Европы; большіе же карусельные станки почти вездѣ постройки этого завода. Въ качествѣ примѣровъ такихъ крупныхъ станковъ можно привести карусельный станокъ съ патрономъ въ 11 метровъ діаметромъ, вѣсящій 300 тоннъ; токарный станокъ, для обточки барабановъ крупнѣйшихъ паровыхъ турбинъ діаметромъ до 4 метровъ, съ разстояніемъ между центрами въ 17 метровъ; пушечно-токарный станокъ 1050×16000 мм.; пушечно-сверлильный, могущій разсверливать каналы до

22 м. длиною; станокъ для обточки судовыхъ колѣпчатыхъ валовъ, съ разстояніемъ между центрами въ 24 м. и общимъ вѣсомъ въ 400 тоннъ, и т. д. Съ 1906 года, заводъ эксплуатируется акціонерною компаніею, участвующею также и въ русскомъ акціонерномъ предпріятіи Рижскаго завода бывш. *Фельзеръ и К<sup>о</sup>* 1). Площадь, занятая заводомъ, возросла до 5½ гектаровъ, изъ которыхъ половина занята перекрытыми мастерскими. Число рабочихъ достигло 1000 человѣкъ. Составъ цеховъ и ихъ взаимное расположеніе видны изъ плана, приведеннаго на *фи. В, Таблицы XIII*. На этомъ планѣ изображаютъ: (1-1) большая чугунолитейная, съ тремя вагранками, большимъ числомъ сушильныхъ камеръ (кромѣ которыхъ примѣняется и большое число переносныхъ печей для сушки на мѣстѣ); цѣлою серіею электрическихъ мостовыхъ крановъ (одинъ на 30 тоннъ; 4 по 20 тоннъ; 2 по 15 тоннъ; 2 по 10 тоннъ и нѣсколько менѣе сильныхъ) и большимъ количествомъ формовальныхъ станковъ, въ числѣ приборы для формованія въ почвѣ зубчатыхъ колесъ, діаметромъ до 3 метровъ. Литейная эта можетъ отливать издѣлія до 50 тоннъ въ одной штукѣ. Къ ней прилегаетъ обширная чеканная (2), съ обычнымъ оборудованіемъ этого рода мастерскихъ на современныхъ заводахъ, дѣятельно пользующаяся пневматическими инструментами. Большая, прекрасно оборудованная, модельная (3) приспособлена для изготовленія крупнѣйшихъ моделей. Для храненія моделей (запасъ которыхъ на заводѣ громаденъ) служатъ склады (5, 6 и 7); необработанный лѣсъ хранится въ складѣ (4); кузница (8) снабжена тремя паровыми молотами, нѣсколькими холодными пилами для разрѣзки болванокъ и серіею поворотныхъ крановъ; при ней закалочная (10) и магазинъ металловъ (9); механическая (11-11) занимаетъ обширный корпусъ въ видѣ глаголя, площадью около 5500 кв. м. и оборудована 400 различными станками, въ числѣ которыхъ 146 обыкновенныхъ и 8 карусельныхъ токарныхъ; 32 строгальныхъ, 7 шепинговъ, 8 долбежныхъ, 19 сверлильныхъ, 28 горизонтальныхъ сверлильно-фрезерныхъ, 32 фрезерныхъ, 17 зуборѣзныхъ, 9 зубострогальныхъ, 18 шлифовальныхъ и 24 специальныхъ. Въ числѣ этихъ станковъ обращаютъ на

1) См. Объявленія.



себя особое вниманіе: токарныя, дающіе возможность на- рѣзать ходовые винты до 17 м. длиною; строгальный, дозво- ляющій строгать на 12 м. въ длину, 4 м. въ ширину и 4 м. въ высоту; горизонтально-фрезерный, могущій обрабатывать поверхности до 4×6 метровъ площадью; зуборѣзный для колесъ до 6 метровъ діаметромъ и другіе. Работа произ- водится въ калибръ. Значительная часть перечисленныхъ станковъ конструированы специально для работы рѣзцами изъ быстродѣйствующей стали.

Станки расположены серіями: на концѣ главнаго кор- пуса фрезерныя станки, въ средней части токарныя, въ отогнутомъ крылѣ глаголя строгальныя станки. Особенно крупныхъ стружекъ снимать не приходится, но причина уже неоднократно упоминавшейся и выше, т. е. вслѣдствіе отсутствія необходимости черновой обработки валовъ и сталь- ныхъ отливокъ, выписываемыхъ уже въ начерно оболванен- номъ видѣ. Часть крупныхъ станковъ приводится въ дѣй- ствіе своими особыми моторами; остальные группами. Всѣхъ электромоторовъ 80. Центральная электрическая станція (12) прилегаетъ къ механической. Въ ней три паровыхъ машины, совокупную силу въ 1200 п. л. Въ паровичныхъ (13 и 14) 7 котловъ съ 1000 кв. м. поверхности нагрѣва. Имѣется приспособленіе для конденсированія пара. Отдѣленіе (15) отведено для приготовленія болтовъ и гаекъ; отдѣленіе (16) для затачиванія инструментовъ. Сборныхъ двѣ, располо- женныхъ одна подлѣ другой и прилегающихъ къ механи- ческой. Главная изъ нихъ (17), площадью въ 20×165 кв. м. и высотой до крановыхъ рельсовъ въ 10 м., предназначена для сборки крупнѣйшихъ станковъ; вторая (18) для сборки менѣе крупныхъ механизмовъ. Въ сборныхъ три электри- ческихъ крана по 30 тоннъ; 1 въ 20 т.; 2 по 15 т.; 1 въ 10 т.; 1 въ 6 т.; Кромѣ того, въ сборныхъ и механической мастер- скихъ работаютъ еще 35 поворотныхъ велосипедныхъ руч- ныхъ крановъ, подъемною силою отъ 1½ до 6 тоннъ. По дворамъ уложена сѣть рельсовыхъ путей, нормальной ко- леи, узкоколейныхъ и смѣшанной колеи. Собственная вѣтка (1 килом.) сообщаетъ заводъ съ желѣзною дорогою. Прочія постройки нанесенныя на планѣ суть: (27) трехъ-этажное зданіе администраціи; (26) помѣщеніе для храненія готовыхъ станковъ; (19) привратницкая и главный входъ на заводъ;

(20) столовая рабочихъ; (21) магазинъ; (22) контора литейной и склады матеріаловъ къ ней же; (23) мѣсто для склада запасныхъ опокъ; (24) погрузочная платформа (30) боковой входъ. Производительность завода выразилась къ началу 1909 г. почтенною цифрою въ 10000 построенныхъ станковъ.

Аугсбургскій машиностроительный заводъ, фирмы соединенныхъ заводовъ въ Нюрнбергъ и Аугсбургъ.

(Augsburger Maschinenfabrik der Vereinigten M. F. Augsburg und M. B. G. Nürnberg A. G., *въ Аугсбургъ*).

Старинный заводъ, съ давнишнею громкою репутаціею по части паровыхъ машинъ и типографскихъ прессовъ. Представлялъ опасную конкуренцію Нюрнбергскому заводу по первой изъ этихъ специальностей, пока оба предпріятія не слились въ одно акціонерное общество, съ главнымъ управленіемъ въ Аугсбургъ и независимыми полномочными директорами на обоихъ заводахъ. Кромѣ прежнихъ своихъ двухъ специальностей, указанныхъ выше, Аугсбургскій заводъ строитъ нынѣ огромное количество двигателей *Дизеля*, водяныя турбины, паровые котлы, ледотворныя машины, ковочные прессы и т. п. Постройка же паровыхъ турбинъ и газовыхъ двигателей на немъ не производится, такъ какъ составляетъ нынѣ главную специальность Нюрнбергскаго завода. Заводскіе цеха (см. планъ завода, изображенный на *фиг. А, Таблицы XIV-й*) размѣщены не отдѣльными зданіями, съ просторными промежуточными дворами, какъ на Нюрнбергскомъ заводѣ той же фирмы, а по нѣскольку вмѣстѣ, въ соединенныхъ подъ одну общую кровлю зданіяхъ, съ небольшимъ лишь числомъ узкихъ между ними проѣздовъ. На планѣ обозначаютъ: (1—2—3—4) механическія мастерскія общаго машиностроенія; (5) отдѣленіе для постройки ледотворныхъ машинъ; (6—7) отдѣленія для постройки скоропечатныхъ прессовъ; (8) складъ готовыхъ прессовъ; (9) отдѣленіе для постройки моторовъ Дизеля; 9—*a* отдѣленіе для испытанія моторовъ Дизеля; (10) трубное отдѣленіе этой же мастерской; (11) приготовленіе ротаціонныхъ типографскихъ машинъ; (12) деревообдѣлочная мастерская; (13—14) склады

лѣза; (15) погрузочная станція; (16) привратницкая; (17) сборная моторовъ Дизеля; (18) сборная паровыхъ машинъ; (19—20) механическія мастерскія; (21) электрическая центральная станція; (22—23—24—25—26) различныя отдѣленія чугунолитейной мастерской; (27) чеканная; (28—29) склады кокса и масла; (30—31—32) склады; (33) бронзолитейная; (34) складъ кокса; (35) сборная двигателей Дизеля; (36) угольный складъ; (37—38) кузница; (39) отдѣленіе для постройки водяныхъ турбинъ; (40—41) котельная мастерскія; (42) мѣдницкая; (43—44—45) модельная мастерская; (46) складъ лѣза; (47) складъ котельнаго желѣза; (48—49) зданія администраціи; (50) проходная контора; (51) пожарный сарай; (52) паровичная; (53) ванныя; (54) складъ моделей; (55) испытаніе ледотворныхъ машинъ; (56) складъ при литейной; (57) масляный складъ; (58) привратницкая; (59) магазины и (60) жилища рабочихъ.

Рабочихъ на заводѣ занято 2000. Крупныя части машинъ (валы, шатуны) получаютъ отъ *Kruppa* и изъ *Burbacher-Hütte*, въ отдѣланномъ начерпо видѣ, такъ что крупныхъ стружекъ съ этихъ частей снимать не приходится; стальныя отливки также получаютъ со стороны; чугуныя же производитъ самъ заводъ, въ большихъ, прекрасно оборудованныхъ литейныхъ, въ которыхъ, кромѣ всѣхъ видовъ ручной формовки, примѣняется и машинная формовка (главнымъ образомъ для частей типографскихъ прессовъ). Формовочныя станки обслуживаются пневматическими кранами. Примѣняются и пневматическіе инструменты (трамбовки, зубила); приборы для сушки формъ на мѣстѣ; пескоструйные аппараты въ чеканной. Нѣсколько вагранокъ, изъ коихъ сильнѣйшая мощностью въ 8 тоннъ въ часъ. Много сушильныхъ камеръ, нѣкоторыя изъ которыхъ поражаютъ своею громадностью. Котельная невелика, такъ какъ паровыхъ котловъ строится мало, хотя имѣется приспособленіе для гидравлической клепки и введены пневматическія зубила и чеканки. Фасонныя части котловъ (днища, горловины) получаютъ готовыми изъ Густавсбургскаго отдѣленія той же фирмы. Кузница большая, но крупныхъ поковокъ не производится, почему самый сильный молотъ лишь въ 1½ тонны; много малыхъ паровыхъ молотовъ. Сборная раздѣлена на два отдѣленія, въ одномъ изъ которыхъ производится сборка паровыхъ машинъ, въ другомъ исключительно двигателей

*Дизеля*, которыхъ всегда находится въ сборкѣ весьма большое количество.

При мнѣ собиралась огромная паровая горизонтальная машина, тройного расширенія, въ 4500 силъ, для одной изъ Аугсбургскихъ прядильныхъ фабрикъ. Гигантскій маховикъ ея (для 78 канатовъ) собранъ по ширинѣ изъ трехъ частей, раздѣленныхъ каждая еще по диаметру. Изъ собиравшихся двигателей *Дизеля* поражаютъ своими размѣрами одинъ въ 800 силъ (о четырехъ цилиндрахъ), заказанный для Россіи. Мнѣ говорили, что готовятся къ постройкѣ 1000 силънаго двигателя горизонтальнаго типа, работающаго на два такта. Много моторовъ *Дизель* собиралось также для французскихъ подводныхъ лодокъ. Тутъ же въ сборной, серія разнообразныхъ станковъ, изъ которыхъ интересны одинъ для вырѣзыванія отверстій въ головкахъ большихъ шатуновъ; онъ работаетъ однозубою фрезой, вырѣзывая кольцеобразную узкую канавку, сначала съ одной, затѣмъ съ другой стороны, пока не вывалится оставшаяся массивною середка. Послѣ этого, внутренность отверстия растачивается начисто. Другой своеобразный станокъ примѣняется для обточки шеекъ на колѣнахъ большихъ колѣнчатыхъ валовъ. Валъ устанавливается неподвижно, будучи пропущенъ черезъ отверстие въ патронѣ, рѣзецъ же укрѣпляется на особомъ дискѣ привинченномъ къ платформѣ и вращается, концентрически съ шейкою, производя ея обточку. Изъ крупныхъ стаяковъ, обращаетъ на себя вниманіе огромный фрезо-сверлильный, завода *Ernst Schiess*, для обработки стоекъ и байонетныхъ станинъ крупныхъ двигателей. Много большихъ строгальныхъ и патронныхъ станковъ. Кромѣ крупнѣйшихъ станковъ въ сборной, имѣется еще масса менѣе крупныхъ станковъ въ механическихъ мастерскихъ. Цѣлое особое отдѣленіе занято исключительно фрезерными и наждачными станками. Большая центральная инструментальная обслуживаетъ всѣ механическія и сборныя. Примѣняется быстродѣйствующая сталь (марки *Белера*). Крупныя фрезы (болѣе 150 мм. длины) выписываются готовыми. Въ мастерскихъ для сборки типографскихъ прессовъ серія своихъ станковъ для отдѣлки мелкихъ частей. Деревообдѣлочная, средней величины, снабжена приспособленіемъ для вытягиванія стружекъ и опилокъ, подобнымъ Нюренбергскому.

Одною изъ особенностей города Аугсбурга является множество узкихъ каналчиковъ, доставляющихъ рабочую воду изъ рѣки *Леха* (притокъ *Дунай*), подъ напоромъ въ 1,2 м., въ различныя мелкія мастерскія города, за соответствующую плату. Предпріятіе это городское. Ниже же города, гдѣ *Лехъ* соединяется съ *Вертагомъ*, устроена (фирмою *Lahmeyer*) большая электрическая центральная станція, воспроизводящая электрическую энергію, разводимую по сельскимъ, пригороднымъ и отчасти городскимъ мастерскимъ,

---

Графенштаденскій заводъ Эльзасскаго машиностроительнаго акціонернаго общества, въ *Графенштаденъ*, близъ *Страсбурга*.

(Elsässische M. V. A. G. Grafenstaden).

Это одинъ изъ трехъ заводовъ большого эльзасскаго промышленнаго общества, которые политическія событія 70-го года разъединили по разнымъ государствамъ. *Бельфорскій* заводъ (спеціальность—постройка паровозовъ и электротехническихъ сооружений) остался во Франціи, а *Мюльгаузенскій* и *Графенштаденскій* заводы (первый строить станки прядильно-ткацкаго производства, водяныя турбины и паровыя машины, второй паровозы и металлообдѣлочные станки) очутились въ Германіи. Генеральная дирекція у нихъ, впрочемъ, и сейчасъ общая. Оборотъ всѣхъ трехъ заводовъ свыше 20 милліоновъ марокъ.

Своими прекрасными, нѣсколько тяжеловатыми, но зато надежными и всегда тщательно выработанными металлообдѣлочными станками, графенштаденскій заводъ уже давно приобрѣлъ себѣ солидную репутацію. Между прочимъ онъ, однимъ изъ первыхъ заводовъ этой спеціальности, приспособился къ конструированію сильныхъ станковъ, развивающихъ большія скорости, для работы рѣзцами изъ быстродѣйствующей стали. Много строится также станковъ съ отдѣльными при нихъ электромоторами (получаемыми съ Бельфорскаго завода). Въ бытность мою на заводѣ, готовъ былъ къ отправкѣ огромный токарный станокъ, съ высотой центровъ въ 2½ метра и разстояніемъ между центрами въ 50

метровъ (!) для обточки гребныхъ валовъ большихъ броненосцевъ, заказанный гамбургскою судостроительною верфью *Бломъ и Фоссъ*. Собственное оборудование механическихъ мастерскихъ завода значительно подновилось со времени моего послѣдняго посѣщенія завода, хотя много еще и прежнихъ, громоздкихъ, строгальныхъ и долбежныхъ станковъ.

Исполняется много работъ по новымъ принципамъ кругового фрезования и круговой шлифовки, напримѣръ, ходовые винты къ станкамъ нарѣзаются не на токарномъ станкѣ, а при помощи фрезъ; желобчатые шкивы вмѣсто обточки офрезовываются; зубья на колесахъ нарѣзаются по такъ называемому принципу *Wälzverfahren*, т. е. одновременно, съ постепеннымъ углубленіемъ нарѣзающей фрезы, нарѣзаются всѣ зубья колеса; вмѣсто чистовой обточки на токарныхъ станкахъ, валы обдираются наждачными камнями и т. д.

Переваливъ на седьмой десятокъ лѣтъ своего существованія, заводъ давно уже выросъ изъ первоначальныхъ рамокъ своей территоріи и, подобно заводу *Гартмана*, начинаетъ выбрасывать часть цеховъ на новыя мѣста, образуя просторъ для расширенія остальныхъ. Не издавъ завода съ 1892 года, я пашель въ немъ много новыхъ, свѣтлыхъ цеховъ, рѣзко отличающихся отъ темныхъ, загроможденныхъ старыхъ. Изъ такихъ новыхъ цеховъ хороша котельная мастерская, вынесенная на островокъ, образуемый рѣкою *Иль* и отводнымъ каналомъ турбинной силовой станціи. Котельная эта помѣщается въ трехпролетномъ зданіи (9,75 + 16,5 + 9,75 м.) длиною въ 100 м. Массивная деревянная, крытая черепицею, крыша не вяжется, правда, съ назначеніемъ и оборудованиемъ этого цеха; она объясняется снѣжною постройкой и невозможностью скоро получить желѣзныя фермы. Оборудование состоитъ изъ сильной постоянной гидравлической клепалки (системы *Шёнбаха*, съ зѣвомъ въ 3,25 м. и рабочимъ давленіемъ воды въ 125 атмосферъ), съ мостовымъ гидравлическимъ краномъ при ней; двухъ переносныхъ клепалокъ (безъ приспособленія для сжатія листовъ) для болѣе мелкихъ работъ (клепка топочныхъ рамокъ, шуровочныхъ отверстій, колпаковыхъ флянцевъ, тендерныхъ баковъ и т. п.); гидравлическаго прессы для штамповки днищъ и затѣмъ изъ серіи обычныхъ станковъ котельнаго производства, въ числѣ которыхъ много переносныхъ элек-

трическихъ приборовъ для сверленія, развертки и наръзки дыръ. Всѣ механизмы, кромѣ клепалокъ и ихъ крановъ, приводятся въ дѣйствіе электричествомъ.

Кузница огромная; въ ней много штамповочныхъ и фасонныхъ работъ. Такъ, паровозныя бусы до сихъ поръ примѣняются штампованныя, а не литыя. Паровозная сборная заводскаго типа, о трехъ путяхъ, съ двумя 50 тонными мостовыми электрическими кранами. Кромѣ паровозовъ и станковъ, строятся во множествѣ желѣзные козлы *Беккера* и обыкновенныя домкраты.

Заводъ гордится своимъ осѣдлымъ кадромъ рабочихъ, специализовавшихся долгою службою на заводѣ. Эльзасцы вообще не любятъ покидать свою родную провинцію и на заводахъ другихъ провинцій Германіи ихъ почти нѣтъ. Заработокъ ихъ весьма солиденъ. Токарь, напримѣръ, на болѣе отвѣтственныхъ работахъ, зарабатываетъ до 8 марокъ въ день.

Кромѣ паровой силы, заводъ пользуется и водяною, для чего снабженъ турбинною станціею, съ 4-мя 150 сильными турбинами, сопряженными непосредственно съ тихоходными динамомашинами.

Машиностроительный заводъ братьевъ Зулцеръ (въ *Винтертурѣ*).

### Maschinenfabrik Gebrüder Sulzer.

Этотъ швейцарскій заводъ, съ первоклассною репутациею по постройкѣ паровыхъ машинъ, поставившій массу таковыхъ и для русскихъ фабрикъ и заводовъ, уступая измѣнившимся требованіямъ, приспособился въ настоящее время къ постройкѣ паровыхъ турбинъ и двигателей *Дизеля* и успѣлъ, повидимому, и въ этихъ новыхъ отрасляхъ заслужить подобное же довѣріе, если судить по множеству двигателей того и другого рода, находившихся въ сборкѣ, во время моего посѣщенія завода (одна собиравшаяся турбина была въ 3000 п. л.; моторовъ *Дизеля* сильнѣе 450 п. л. не замѣтилъ). Зато въ постройкѣ поршневыхъ паровыхъ машинъ наблюдалось полнѣйшее затишье. Кромѣ этихъ специальностей, заводъ продолжаетъ строить котлы съ перегрѣ-

вателями пара, насосы (при нихъ собиралось множество центробѣжныхъ насосовъ высокаго давленія, собственной системы), ледотворныя и холодильныя машины, отопляющіе приборы, паровыя кухни и прачешныя, конденсаціонные аппараты и разнообразныя принадлежности для красильныхъ, бѣльцельныхъ, апраетурныхъ и т. п. фабрикъ.

Заводъ, хотя и носитъ нынѣ титулъ акціонерной компаніи, но попрежнему остается собственностью семьи *Зульцеровъ* и акціи его въ продажу не выпускаются. Со времени послѣдняго моего посѣщенія (въ 1894 г.), заводъ чрезвычайно расширился и обновился. Много новыхъ построекъ; оборудованіе пополнено современными станками. Хороши сборныя паровыхъ турбинъ и моторовъ *Дизеля*, съ 25 тонными электрическими кранами. Изъ работъ въ нихъ производящихся интересна закладка лопаточекъ въ рабочее колесо паровой турбины. Въ механическихъ примѣняется быстродействующая сталь (марки *Poldi-Hütte*) съ довольно большими скоростями и толщинами снимаемыхъ стружекъ. На главной центральной силовой станціи, паровая турбина въ 1500 п. л., двѣ паровыхъ машины въ 450 и 150 п. л. (всѣ своей постройки). Котлы этой станціи имѣютъ приспособленія для автоматической закидки горячаго въ топку (уголь, высыпaeмый изъ вагоновъ въ подземную яму, поднимается элеваторами въ лотокъ, подвѣшенный въ проходѣ между топками котловъ и продолжаетъ въ немъ двигаться архимедовымъ винтомъ. Изъ лотка ведутъ желѣзныя трубы къ каждой топкѣ. Сначала открывается задвижка на трубѣ и высыпается изъ нея уголь, затѣмъ пускается въ качательное движеніе механическая лопатка, которая загребаетъ уголь на рѣшетку, причемъ онъ проталкиваетъ впередъ уголь, уже находящійся на рѣшеткѣ). Очень хороши новыя литейныя, для крупнаго и мелкаго литья, съ автоматическимъ распределеніемъ формовочныхъ матеріаловъ (элеваторами и лотками съ архимедовыми винтами). Во многихъ пунктахъ устроены лари, съ дверцами и надписями, какой матеріалъ въ ларѣ находится. Рабочій подходитъ съ желѣзнымъ кузовомъ за плечами, открываетъ дверцу и набираетъ песку. Для сушки формъ на мѣстѣ (весьма распространенной) примѣняются коксовыя печи уже описаннаго выше типа, но безъ особыхъ при нихъ вентиляторовъ. Взамѣнъ послѣднихъ



у каждой колонны имѣются отвѣтвленія главнаго воздухопровода съ кранами, на которые можетъ быть навинченъ гибкій рукавъ отъ коксовой печки. Въ чеканной много пневматическихъ инструментовъ и приборовъ (пескоструйныхъ). Очень много интересныхъ шаблонныхъ формовокъ. Шесть вагранокъ, съ передними горнами. Прекрасно устроена погрузочная станція, въ закрытомъ со всѣхъ сторонъ зданіи, обслуживаемомъ мостовыми кранами и вводимыми внутрь ея вагонами. Тутъ же производится и закупорка издѣлій въ ящики. Въ малой котельной (строющей резервуары, кубы, эмбевки для холодильныхъ машинъ и т. п.) широко применяются газовая сварка, разрѣзка и прожиганіе отверстій. Кузница не велика; самый крупный молотъ въ 2 тонны, т. е. и этотъ заводъ получаетъ всѣ крупныя поковки, а также всѣ стальные отливки со стороны.

Паровозо- и машиностроительный заводъ братьевъ  
Карельсъ (въ Гентѣ).

*Ateliers Carels freres, Gand, Belgique.*

Это одинъ изъ дѣятельнѣйшихъ бельгійскихъ заводовъ среднихъ размѣровъ, осмотръ котораго можно рекомендовать всѣмъ посѣщающимъ Бельгію. Лежитъ онъ, правда, нѣсколько восторонѣ отъ обычныхъ путей, но разстоянія въ этой странѣ вообще невелики, а поѣзда такъ быстры, что экскурсія изъ Брюсселя, или даже Льежа, не займетъ много времени. Главныя специальности завода—постройка паровыхъ машинъ и паровозовъ пополнились въ послѣдніе годы постройкою моторовъ Дизеля. Въ промежутокъ времени съ 1894 года, когда я въ первый разъ посѣтилъ этотъ заводъ, онъ много развился въ смыслѣ оборудованія и новыхъ приемовъ работы, хотя, будучи стиснутъ городскими постройками разросшагося города, не могъ очень расшириться въ площади. Новыхъ построекъ однакоже возведено нѣсколько. Постройка паровыхъ машинъ и теперь идетъ весьма дѣятельно (паровыхъ турбинъ заводъ не строитъ). При мнѣ готова была къ отправкѣ на одну изъ англійскихъ бумагопрядильныхъ фабрикъ гигантская паровая машина въ 3000

силъ, маховикъ которой (для 72 канатовъ) составленъ по ширинѣ изъ четырехъ частей, раздѣленныхъ каждая еще по діаметру. Въсь машины 240 тоннъ; гарантированный расходъ перегрѣтаго пара 4,2 кил. на дѣйствительную паровую лошадь въ часъ. Собиралось еще нѣсколько машинъ. Моторовъ же *Дизеля*, въ специально оборудованной для нихъ сборной, собиралось множество и ихъ можно было наблюдать во всѣхъ стадіяхъ обработки. На испытательной станціи при мнѣ находился моторъ въ 250 силъ. Его пустили для меня въ ходъ и сняли діаграмму. Другой въ 450 силъ былъ готовъ къ испытанію. Сильнѣйшій изъ построенныхъ до сихъ поръ заводомъ моторовъ былъ въ 700 силъ.

Въ механическихъ мастерскихъ (ихъ нѣсколько) много крупныхъ станковъ (крупнѣйшіе съ завода *Ernst Schiess*). Изъ нихъ особенно выдаются: патронный для обточки маховиковъ; строгальный системы *Ричардса*, съ движущимся рѣзцомъ и неподвижнымъ предметомъ (при мнѣ выстрагивалась стычная плоскость на половинкѣ огромнаго маховика, погруженной въ устроенную передъ станкомъ канаву); фрезерный, съ тремя фрезерными стойками для паровозныхъ рамъ (8 штукъ въ пакетѣ); специальный, для обточки коршневыхъ штоковъ; большой карусельный и др. Паровозныя колеса, оси и бандажи заводъ заказываетъ на сторонѣ (на заводѣ *La Brugeoise* и у *Крута*), но обрабатываетъ ихъ и собираетъ въ готовые скаты самъ. Съ перваго изъ этихъ заводовъ получаютъ также всѣ стальные отливки, а со втораго крупнѣйшіе валы для машинъ, въ начерно обточенномъ видѣ. Немало поковокъ исполняется и въ собственной кузницѣ (одинъ молотъ въ 3 тонны и 2 по 1 тоннѣ, всѣ собственной постройки). Литейныхъ двѣ, одна для крупныхъ, другая для мелкихъ отливокъ. Отливаются издѣлія до 60 тоннъ въ штукъ. Мостовой кранъ въ 35 тоннъ. Три вагранки, мощностью въ 14 (въ противность общепринятой максимальной нормѣ), въ 7 и 4 тонны въ часъ. Въ чеканной нѣсколько пескоструйныхъ приборовъ, но пневматикки, какъ я уже упоминалъ въ Отдѣлѣ II, администраціи ввести не удалось. Сталь на рѣзцы употребляется быстродѣйствующая (марокъ *Novo* и *Thermo*), но рабочія скорости не могутъ задаваться въ должныхъ размѣрахъ, по причинѣ недостаточной силы наличныхъ станковъ. Фрезуется на заводѣ очень много.

Фрезы почти всё съ заднею заточкою зубьевъ по спирали; выдѣлываются онѣ дома. Паровозная сборная не имѣетъ типическаго вида, ни желѣзнодорожной (нѣтъ стойлъ и тележки) ни заводской сборной (нѣтъ крана, который бы могъ поднимать и переносить цѣлые паровозы). Она длинная и узкая, въ одинъ путь, на которомъ стоятъ, одинъ за другимъ, собираемые паровозы. По мѣрѣ ихъ окончатія (окончаніе же идетъ послѣдовательно, начиная съ передняго), паровозы сдвигаются на поворотный кругъ, находящійся тутъ же внутри сборной, и затѣмъ побочнымъ путемъ выводятся на дворъ. Двускатная крыша сборной вся застеклена, т. к. оконъ въ боковыхъ стѣнахъ нѣтъ. Свѣту вполне достаточно. Паровозные котлы получаютъ въ совершенно законченномъ видѣ съ завода *Carels* въ Льежѣ. Вообще весь заводъ производитъ чрезвычайно бодрящее, дѣловитое впечатлѣніе.

Всѣхъ паровыхъ машинъ выпущено заводомъ до сихъ поръ 100000 п. л.; въ томъ числѣ 150000 п. л. машинъ для работы перегрѣтымъ паромъ. Матеріалы, употребляемые заводомъ для постройки его издѣлій, имѣютъ слѣдующія механическія качества: чугуны, для цилиндровъ, станинъ и главнѣйшихъ машинныхъ частей, имѣетъ временное сопротивленіе разрыву въ 24—26 кил. на кв. мм.; для менѣе же отвѣтственныхъ частей въ 23—24 кил. Машинная сталь на шатуны, крейцкопфы, кривошипы, имѣетъ абсолютную крѣпость въ 57 кил. на кв. мм., при удлиненіи въ 27<sup>0</sup>/<sub>0</sub>; сталь на главные валы машинъ крѣпостью въ 67,5 кил., при удлиненіи въ 24<sup>0</sup>/<sub>0</sub>.

Рабочихъ на заводѣ 650 человекъ; станковъ 425. Издѣлія завода отличены высшими наградами (*Grand Prix*) на пяти послѣднихъ всемірныхъ выставкахъ и множествомъ почетныхъ дипломовъ.

Машино- и паровозостроительный заводъ Акціонернаго Общества „La Meuse“ въ *Склессентъ* (близъ Льежа).

Société anonyme des Ateliers de Construction de la Meuse.

Заводъ этотъ расположенъ въ одномъ изъ пригородовъ Льежа *Sclessin*, на линіи трамвая *Liège-Seraing-Jemappe* и обык-

новенно минуетея Фдущими осматривать заводъ *Кокерилля*, хотя онъ вполне заслуживаетъ посѣщенія и осмотра.

Число специальностей этого завода очень велико: машины рудничнаго дѣла (экстракторы, водоотливатели, воздушные компрессоры, вентиляторы, подъемные ворота и т. д.); машины и приборы для металлургическихъ заводовъ (воздуходувныя, прокатныя, конвертеры, аккумуляторы, краны и т. д.); насосы всякаго рода; паровозы нормально- и узкоколейныхъ дорогъ; паровыя машины; керосиновые двигатели; паровые котлы; гидравлическія устройства для морскихъ гаваней; артиллерійскія орудія, лафеты, купола и т. п.; отливки; резервуары и проч.

Все стальныя отливки и крупныя поковки, также паровозныя оси и колеса, получаютъ со стороны, почему кузница завода невелика, а литье производится лишь чугунное и бронзовое. Въ кузницѣ самый крупный молотъ въ 2 тонны; имѣется также гидравлическій прессъ въ 15 тоннъ. Наибольше крупныя поковки паровозныя шатуны. Литейная большая и хорошо оборудованная. Много крупныхъ, сложныхъ формовокъ. При мѣстѣ формовался громадный маховикъ къ машинѣ прокатнаго стана, изъ четырехъ секторовъ. Формы просушивались на мѣстѣ, подвѣсеными коксовыми жаровнями, безъ дутья. Много шаблонныхъ формовокъ. Котельная очень велика; примѣняетъ пневматическіе молотки и гидравлическую клепку. Тутъ же въ котельной, большой фрезерный станокъ для офрезовки паровозныхъ рамъ (по 8 штукъ заразъ), предварительно продавленныхъ на прессѣ. Сборная общая и для паровозовъ и для крупныхъ заводскихъ машинъ, съ телѣжкой посрединѣ; при мѣстѣ въ ней собиралась, кромѣ паровозовъ (съ четырьмя рядомъ лежащими поперегъ котла цилиндрами, дѣйствующими на два колѣна и два кривошипа ведущей оси) гигантская двухцилиндровая воздуходушная машина. Оборудование механической универсальное, соответствующее разнообразію издѣлій завода. Много крупныхъ станковъ (вертикально-фрезерныхъ, карусельныхъ, поперечно-строгальныхъ съ движущимся вдоль станины рѣзцомъ и неподвижнымъ обрабатываемымъ предметомъ и др.). Быстро дѣйствующая сталь (марки *Ного*) работаетъ въ ограниченныхъ условіяхъ. Въ колесной хороши станки съ 6 рѣзцами (4 съ одной стороны и 2 съ другой). Подъ заводомъ площадь

земли въ 6 гектаровъ. Число рабочихъ 1200, при 100 служащихъ. Постройки (въ особенности лицевое зданіе администраціи и конторъ) имѣютъ видъ очень щеголеватый. На послѣднихъ всемірныхъ выставкахъ въ Парижѣ, С. Луи и Миланѣ, заводъ оставался *Hors Concours* и входилъ въ составъ жюри.

Чрезвычайно интересны многочисленныя фотографіи исполненныхъ заводомъ машинъ, механизмовъ и цѣлыхъ сооружений, вывѣшенныя въ парадномъ вестибюлѣ и приемныхъ завода. Изъ нихъ наглядно видно разнообразіе заводскихъ специальностей и серьезность задачъ ихъ.

Заканчивая этимъ обзоръ современныхъ выдающихся машиностроительныхъ заводовъ западной Европы, я конечно далеко не исчерпалъ перечня даже первоклассныхъ изъ нихъ, но, придерживаясь во всѣхъ предыдущихъ моихъ сочиненіяхъ правила дѣлиться съ читателемъ исключительно лишь тѣмъ матеріаломъ и впечатлѣніями, которыя добыты мною личнымъ осмотромъ и изученіемъ заводовъ, я не нахожу повода отступать отъ этого правила и въ настоящемъ моемъ произведеніи. Долженъ однакоже сказать, что описанные мною два десятка заводовъ обнимаютъ столь разнообразныя специальности и являются, каждый въ своей специальности, столь совершенными и передовыми, что ознакомленіе съ ними должно дать полную возможность составить себѣ представленіе о современномъ состояніи машиностроительнаго дѣла въ западной Европѣ. Пополненіе этой серіи заводовъ новыми увеличило бы лишь объемъ матеріала, немного внеся въ его качества. Ктому же, приводя этотъ новый дополнительный матеріалъ, я не упускалъ изъ виду существованіе и того обширнаго основнаго матеріала, который приведенъ въ моихъ трудахъ *Фреза и ея роль* и *Современное оборудованіе*, и съ которымъ всѣ желающіе могутъ, не безъ пользы для себя, ознакомиться по этимъ двумъ сочиненіямъ. Помѣщаемыми мною въ атласъ къ настоящему труду десятью точными планами наиболѣе выдающихся заводовъ, появляющимся въ печати (притомъ въ такомъ большомъ одновременно количествѣ) впервые, я имѣлъ въ виду принести пользу проектирующимъ новые заводы, или присту-

пающимъ къ переустройству и расширенію существующихъ, такъ какъ сопоставленіе очертаній, площадей и относительнаго взаимнаго расположенія зданій мастерскихъ на различныхъ заводахъ даетъ возможность получить цифры и идеи, провѣренныя многостороннимъ опытомъ, а въ случаѣ надобности и комбинировать таковыя, беря въ каждомъ мѣстѣ лишь лучшее и оригинальное. Притомъ же планы эти сопровождаются подробными объясненіями въ текстѣ книги и цѣлымъ рядомъ личныхъ впечатлѣній автора—старога инженера, успѣвшаго выработать достаточно безошибочную критическую точку зрѣнія, къ которымъ читатель, незнакомый, или лишь поверхностно знакомый съ заграничными заводами, можетъ отнести съ полнымъ довѣріемъ.

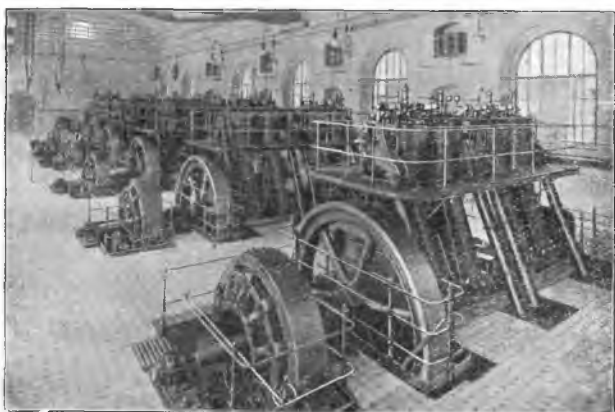




# MASCHINENFABRIK AUGSBURG-NÜRNBERG A. G.

## АУГСБУРГСКИЙ и НЮРЕНБЕРГСКИЙ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫЕ ЗАВОДЫ

Акционерное Общество Аугсбургскаго и Нюренбергскаго машиностроительныхъ заводовъ есть одно изъ старѣйшихъ и величайшихъ промышленныхъ предприятий Южной Германіи. Оно основано въ 1837 году и владѣетъ въ настоящее время акціонернымъ и запаснымъ капиталами въ 28 миллионѣвъ марокъ. Въ трехъ отдѣленіяхъ Общества въ Аугсбургѣ, Нюренбергѣ и Густавсбургѣ работаютъ 12000 рабочихъ и служащихъ. Годовой оборотъ предприятия превышаетъ 50 миллионѣвъ марокъ и издѣлія его заводовъ расходятся по всемъ странамъ свѣта.



12 MAN—Дизельмоторовъ въ 4100 п. л. центральной электрической станціи Кіевскаго трамвая.

Главнѣйшія изъ таковыхъ суть: паровые котлы (исполнено и въ работѣ 183188 кв. м. поверхности нагрѣва); паровыя машины (598205 п. л.); паровыя турбины (141560 п. л.); газогенераторныя устройства и газовые двигатели для доменнаго и генераторнаго газовъ (467270 п. л.); моторы системы Дизеля (155000 п. л.); вододѣйствующія турбины (86000 п. л.); скоропечатныя машины и ротативныя печатныя прессы (свыше 9120 штукъ); насосы (1085 штукъ); ледотворныя машины (2550 штукъ); прессы для испытанія матеріаловъ (свыше 190 штукъ); пылевисасывающія устройства (630 экземпляровъ); подъемныя машины и механизмы для горизонтальнаго перемѣщенія грузовъ (въ числѣ которыхъ свыше 1512 подъемныхъ крановъ); вагоны для ширококолейныхъ желѣзныхъ дорогъ и уличныхъ трамваевъ (77400 штукъ первыхъ и 2100 штукъ вторыхъ); оборудованія театральныхъ сценъ; мосты; желѣзныя постройки всевозможнаго назначенія (ежегодная производительность послѣднихъ 31000 тоннъ); газгольдеры и проч.

# ТЕХНИЧЕСКАЯ КОНТОРА АУССЕМЪ и К<sup>о</sup>

МОСКВА. Покровка 2.

Адресъ для телеграммъ: *Москва—Аусскомпъ.*

Телефонъ № 9—67.

## Представители:

1. Завода „Фридрихъ Круппъ—Грузонверкъ“, Акціонерное Общество въ Магдебургѣ-Букау (Германія).

Полное оборудованіе заводовъ: цементныхъ, шамотныхъ, наждачныхъ, костемольныхъ, маслобойныхъ и для производства линолеума и резиновыхъ издѣлій, а также для выдѣлки кабелей. Поставка размельчающихъ машинъ (камнедробилки, вальцевыя мельницы, шаровыя мельницы, бѣгуны, толчеи, мельницы эксцельзіоръ и пр.).

Поставка машинъ и приборовъ для разработки рудъ, прокатныхъ становъ для металловъ, вальцевъ, прессовъ, подъемныхъ крановъ, фасонныхъ отливокъ изъ стали и пр.

2. Завода „Оскаръ Шimmelъ и К<sup>о</sup>“, Акціонерное Общество въ Хемницѣ, (Германія).

Полное оборудованіе паровыхъ прачечныхъ и дезинфекціонныхъ камеръ.

3. Завода „Ф. Кюпперсбушъ и С-ья“, Акціонерное Общество въ Гельзенкирхенъ-Шальке (Германія).

Полное оборудованіе паровыхъ кухонъ и бань.

4. Завода „Акціонернаго Общества быв. Зейдель и Науманъ“ въ Дрезденѣ, (Германія).

Измѣрители скорости движенія „Гаусгельтеръ“.

5. Завода „П. Зунковъ и К-о, въ Бреславлѣ (Германія).

Посочницы „Брюггеманъ и Зунковъ“ для паровозовъ, дѣйствующихъ сжатымъ воздухомъ.

6. Завода „Бохумскаго Общества для горнаго и сталелитейнаго производствъ въ Бохумѣ (Германія).

Колокола стальные, рессорная сталь, парходные валы и пр.

7. Завода „Хемницкаго Машиностроительнаго бывш. I. Циммермана въ Хемницѣ (Германія).

Станки и машины для обработки металла и дерева.

8. Завода „Штедингъ и Мейзелъ преемники“ въ Нидерзедлицѣ бл. Дрездена (Германія).

Кольца прокладочныя для паровозовъ, трубъ и пр.

9. Завода „Т-ва С.-Петербургскаго вагоностроительнаго“ въ С.-Петербургѣ.

Вагоны пассажирскіе и товарные, цистерны и запасныя части къ нимъ



# ИНЖЕНЕРЪ



# А. В. БАРИ.

Фирма основана въ 1880 году.

## УСОВЕРШЕНСТВОВАННЫЕ

## ВОДОТРУБНЫЕ, ГОРИЗОНТАЛЬНЫЕ И ВЕРТИКАЛЬНЫЕ ПАРОВЫЕ КОТЛЫ системы ШУХОВА.

**ПАРОПЕРЕГРѢВАТЕЛИ** со стальными коллекторами и цѣльнотянутыми трубами, для перегрѣва пара до 360° и выше, устанавливаемые въ котлахъ и самостоятельно.

## ОТБѢЛЬНЫЕ КУБЫ

и другія

## КОТЕЛЬНЫЯ РАБОТЫ.

Механическое оборудованіе хлѣбныхъ элеваторовъ и шпалоприточныхъ заводовъ. Резервуары и баки для храненія нефтяныхъ продуктовъ и спирта. Стальные баржи для наливной перевозки нефтяныхъ продуктовъ. Подогрѣватели для нефти и питательной воды. Водогрѣйные котлы разныхъ системъ. Желѣзные мосты, стропила, башни, зданія. Металлическія конструкции. Трубопроводы.

Всегда имѣются на Московскомъ складѣ:

**КОТЛЫ** паровые, вертикальные  
и горизонтальн. сист. Шухова.

**ВѢСЫ** американскіе, завода Гау  
въ Рутландѣ.

**НАСОСЫ** паровые, американскіе,  
завода Блэкъ въ Бостонѣ.

**ТРУБЫ** желѣзныя, американскія,  
завода National Tube-Works С<sup>о</sup>.

ГЛАВНАЯ КОНТОРА—Москва, Мясницкая, д. № 20.

Телефонъ № 5—57.

КОТЕЛЬНЫЙ ЗАВОДЪ—Москва, у Симонова монастыря.

Телефонъ № 21—80.

Адресъ для телеграммъ: Москва, Инжбари.

Телеграфный адресъ:  
Bismarkhütte Berlin.

# БИСМАРКЪ-ХЮТТЕ

ЭЛЕКТРО- и ТИГЕЛЬНО-СТАЛЕЛИТЕЙНЫЙ ЗАВОДЪ

БЕРЛИНСКАЯ КОНТОРА

Адресъ, контора:  
Berlin O., 27. Schicklerstr. 6.

**ПЕРВОКЛАССНАЯ ИНСТРУМЕНТАЛЬНАЯ СТАЛЬ**

наивысшихъ качествъ, для всякаго рода инструментовъ.

**БЫСТРОДѢЙСТВУЮЩАЯ СТАЛЬ**

необычайной стойкости въ работѣ, для выдѣлки токарныхъ рѣзцовъ, фрезъ и сверлъ, примѣняемыхъ на быстродействующихъ станкахъ.

**ГОТОВЫЯ ФРЕЗЫ и СВЕРЛА**

для быстрого дѣйствія.

**СТАЛЬ ДЛЯ КАМНЕБУРИЛЬНЫХЪ ИНСТРУМЕНТОВЪ,**

работающихъ въ твердыхъ горныхъ породахъ.

**БУРАВЫ**

для глубокихъ скважинъ.

**СТАЛЬ СТРОИТЕЛЬНАЯ**

для самыхъ ответственныхъ частей машинъ.

**НИККЕЛЕВАЯ и ХРОМО-НИККЕЛЕВАЯ СТАЛЬ**

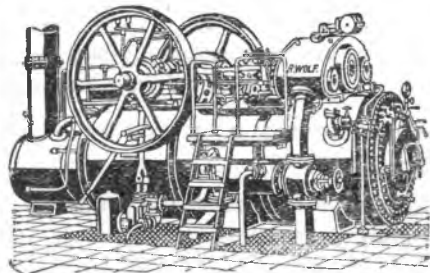
высшей степени твердости.

Высшая награда, большая золотая медаль  
на Петербургской выставкѣ 1909 г.

# Р. ВОЛЬФЪ

въ Магдебургѣ-Букау (Германія).

**ОТДѢЛЕНІЯ:** въ С.-Петербургѣ, Николаевская, 9.  
(въ Россіи) " Москвѣ, Мясницкая, д. Михина.  
" Кіевѣ, Пушкинская, д. № 6.  
" Ростовѣ на Дону, Большая Садовая, № 10.  
" Екатеринбургѣ, Вознесенскій просп. № 25.



**== Патентованные ==  
пароперегрѣвательные  
ЛОКОМОБИЛИ**

оригинал. конструн. Р. Вольфа,  
сил. отъ 10 до 800 пар. лощ.

Двигатели высшаго совершенства и высшей  
экономичности.

Выпущено  
680000 лошад. силъ.

**РУССКОЕ ОБЩЕСТВО**  
**МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХЪ ЗАВОДОВЪ**  
**ГАРТМАНА**

**ПРАВЛЕНІЕ** въ С.-Петербургѣ, улица Гоголя, д. № 9-й.  
Телефонъ № 679. Адресъ для телеграммъ: Петербургъ—Гартмашины.

**ЗАВОДЫ** въ Луганскѣ, Екатеринославской губерніи.  
Адресъ для телеграммъ: Луганскъ—Гартмашины.

---

**ЗАВОДЫ ПРОИЗВОДЯТЪ:**

Котельное, резервуарное и номерное желѣзо, отъ 1<sup>1</sup>/<sub>2</sub> дюйм.  
толщиною и ниже.

Кровельное желѣзо. Сортовое, обручное и угловое желѣзо.  
Чугунное литье. Фасонное стальное литье. Разныя  
поковки.

Машины и механизмы для нефтяного дѣла.

Паровозные и постоянные паровые котлы, обыкновенныхъ  
и специальныхъ типовъ, вертикальные и горизонтальные.

Прессованныя гидравлическими прессами стѣнки, днища  
и донья для паровыхъ котловъ и резервуаровъ.

Штампованныя части подвижного состава желѣзныхъ  
дорогъ.

Мосты, резервуары, стропила и всякія другія металличе-  
скія сооруженія и постройки.

Стальные дымогарныя трубки и трубы разныхъ діаметровъ,  
до 8 дюйм. включительно.

Мѣдныя огневая коробки для паровозовъ.

Паровозы для ширококолейныхъ и узкоколейныхъ желѣз-  
ныхъ дорогъ.

Запасныя части для паровозовъ.

---

# Т-во ВОССИДЛО и К<sup>о</sup>

С.-Петербургъ. Троицкая, 20.

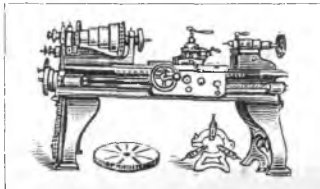
Машины и станки для обработки металловъ и дерева. ❖ Машины, приборы и станки для испытанія всевозможныхъ матеріаловъ. ❖ Специальные станки для массоваго производства снарядовъ и т. п. ❖ Паровые котлы, паровыя машины, локомобили, паровые насосы. ❖ Двигатели внутреннего сгорания. Прессы гидравлическіе, ковочные, сварядные и т. п.

❖ Размельчающія ствацемента, алебастрова костей, коры и т. п.,

❖ Подъемные мехатны, козлы, лебедки, ные канаты и пр. ❖ Суда военныя и черпательныя машины;

вучіе доки; понтоны; баржи; маяки и т. п. ❖ Судовые котлы и машины.

❖ Паровозы, вагоны и вагонетки. ❖ Желѣзныя постройки и сооруженія: стропила, сараи, бараки и т. п. изъ волнистаго желѣза. ❖ Металлы и сплавы. ❖ Антифрикціонные сплавы. ❖ Сталь инструментальная обыкновенная и быстродѣйствующая. ❖ Термитъ для исправленія поломанныхъ машинныхъ частей, для примѣси къ чугуну и стали.



машины для производ- и т. п., для размальва- для обогащенія рудъ. низмы: краны, домкрат- блоки, цѣпи, проволооч- Транспортеры и конвей- торовыя. ❖ Земле- ледоколы; сухіе и пло-

**Полныя оборудованія заводовъ и фабрикъ.**

Акціонерное Общество Машиностроительнаго Завода

## ГЕРЛЯХЪ и ПУЛЬСТЪ

(Варшава-Воля).

**Заводъ изготовляетъ:**

**Станки** для обработки металловъ и дерева, современныхъ конструкцій, до самыхъ крупныхъ включительно.

**Станки**, специально конструированные для работы съ большими скоростями и при значительныхъ толщинахъ снимаемой стружки.

**Безусловная точность исполненія** издѣлій, благодаря принятымъ на заводѣ современнымъ методамъ обработки.

**Изготовленіе** однообразныхъ станковъ партиями, съ соблюденіемъ условія взаимной смѣняемости частей.

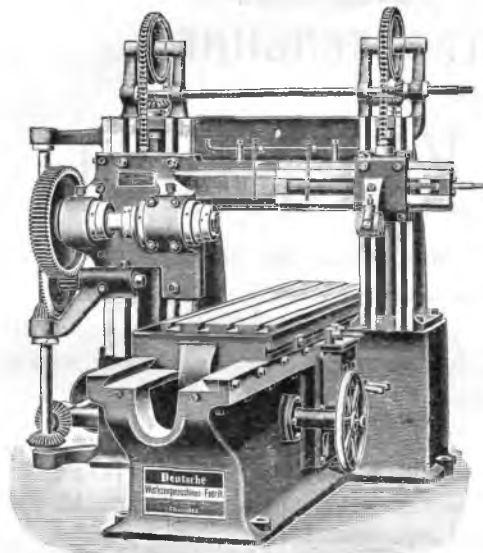
# Германскій Заводъ Машинъ-Орудій

(бывшій Зондерманъ и Штиръ)  
въ Хемницѣ (Саксонія).

Адресъ для телеграммъ:  
**Fabrik Sondermann, Chemnitz.**

Заводъ строитъ исключительно станки для обработки металловъ, для машиностроительныхъ заводовъ, желѣзнодорожныхъ мастерскихъ, судостроительныхъ верфей, арсеналовъ и т. д. всѣхъ желаемыхъ размѣровъ.

Также спеціально конструированные станки для работы рѣзцами изъ быстродѣйствующей стали.



Продольно-фрезерный станокъ типа ААА.

## ЮНАСЪ И КОЛЬВЕРЪ СТАЛЕДѢЛАТЕЛЬНЫЕ ЗАВОДЫ

ПОСТАВЛЯЮТЪ:

БЫСТРОДѢЙСТВУЮЩУЮ СТАЛЬ „NOVO“.

ИНСТРУМЕНТАЛЬНУЮ СТАЛЬ

для всевозможнаго назначенія.

СПЕЦІАЛЬНУЮ СТАЛЬ

для фрезъ; сверлъ; матрицъ монетныхъ, патронныхъ и другихъ прессовъ и для нуждъ рудниковъ и каменоломенъ.

Машинную сталь; Рессорную сталь; Холодно-катанную сталь;  
Стальную проволоку; Напилки; Молотки; Пилы; Машинные ножи;  
Инструменты горнаго дѣла и проч.

Заводы фирмы (*Continental* и *Novo-Steel*) находятся въ Шеффилдѣ (Англія).

РУССКОЕ ОБЩЕСТВО  
МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО  
ЗАВОДА

**БРАТЬЕВЪ КЕРТИНГЪ.**

МОСКВА, Мясницкая, д. № 38-й.

**Отдѣленія:**

въ *С.-Петербургѣ, Варшавѣ и Одессѣ.*

**Представительства**

во *всѣхъ большихъ городахъ Имперіи.*

**Спеціальный заводъ**

для изготовленія приборовъ **центрального отопления и вентиляціи, газогенераторныхъ, нефтяныхъ, керосиновыхъ и прочихъ двигателей и пароструйныхъ аппаратовъ.**

**Отдѣлъ: Отопление и вентиляція.**

Паровое отопленіе низкаго давленія; водяное отопленіе низкаго давленія; паровое отопленіе свѣжимъ и мятымъ паромъ; воздушное отопленіе; вентиляція и увлажненіе воздуха въ жилыхъ домахъ и общественныхъ учрежденіяхъ; устройство сушиленъ, бань, механическихъ прачешенъ и паровыхъ кухонь. Увлажненіе воздуха на ткацкихъ, прядильныхъ и т. п. фабрикахъ; удаленіе тумана и водяныхъ паровъ на красильныхъ фабрикахъ и другихъ заводахъ.

**Отдѣлъ: Газовые двигатели.**

Газогенераторные, самопитающіеся двигатели, для работы антрацитомъ, коксомъ, торфомъ, дровами, древеснымъ, каменнымъ и бурымъ углемъ, брикетами. Горизонтальные нефтяные двигатели, работающіе по принципу **Дизеля**. Двигатели газолиновые, керосиновые, бензиновые, спиртовые и для свѣтительнаго и водороднаго газа. Лодочные моторы и моторы для воздухоплавательныхъ цѣлей.

**Отдѣлъ: Струйные аппараты.**

Настоящіе универсальные инжекторы **Кертинга**; пароструйные элеваторы, чугунные, бронзовые, свинчачовые, фарфоровые; пароструйные воздуховсасывающіе и воздухопагнетающіе аппараты; циркуляціонные элеваторы для бучильныхъ котловъ; пульзометры; распылители; конденсаціонные горшки; аппараты для усиленія тяги въ паровыхъ котлахъ; фильтры для питьевой воды и для техническихъ цѣлей.

# КРАМАТОРСКОЕ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЕ ОБЩЕСТВО.

МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫЙ, ЛИТЕЙНЫЙ, ЧУГУНОПЛАВИЛЬНЫЙ,  
СТАЛЕЛИТЕЙНЫЙ и ПРОКАТНЫЙ ЗАВОДЫ

При станціи **КРАМАТОРСКАЯ**, Южныхъ ж. д.

**Спеціальности машиностроительнаго завода:** машины для металлургическихъ заводовъ; комплектныя оборудованія сталелитейныхъ и прокатныхъ заводовъ; машины для загрузки мартеновскихъ и нагрѣвательныхъ печей; гидравлическія машины всякаго рода; штамповальные и ковочныя прессы; гидравлическія ножницы всякаго рода; машины для горнозаводского дѣла; паровыя машины; компрессоры; паровозы; краны и подъемныя приспособленія; станки всякаго рода; отливка валковъ и изложницъ; желѣзныя конструкціи всякаго рода.

**Спеціальности доменнаго завода:** всякаго рода чугуны; ферромарганецъ.

**Спеціальности сталелитейнаго и прокатнаго заводовъ:** сортовое и фасонное желѣзо; балки; швеллеры; проволока; заготовки; болванки.

ТОРГОВЫЙ ДОМЪ

**БРАТЯ ЛИНДЕМАНЪ.**

МОСКВА, Мясницкая, 6.

**Станки и машины** для обработки металловъ и дерева.

**Ремесленные инструменты:**

столярные, токарные, слесарные, кузнечные, переплетные и др.

**Ремни приводные** высшаго качества.

**Арматура** для паровыхъ котловъ и машинъ.

**Азбестовые и тальковые матеріалы.**

**Вѣсы:** возовые, десятичные, сотенные, тарелочные, аптекарскіе и другіе.

# ОБЩЕСТВО СУДОСТРОИТЕЛЬНЫХЪ, МЕХАНИЧЕСКИХЪ И ЛИТЕЙНЫХЪ ЗАВОДОВЪ

ГЛАВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ **ВЪ НИКОЛАЕВЪ.** ЗАВОДУПРАВЛЕНИЕ  
С.-Петербургъ. Моховая, 23. | | | г. Николаевъ, Херсонск. губ.  
Телеграфный адресъ: „Наваль“.

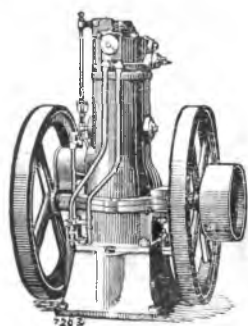
Сооруженіе и полное оборудованіе судовъ всякаго рода, какъ съ паровыми, такъ и съ нефтяными двигателями системы Дизель.

Паровыя машины съ поршнево-клапаннымъ парораспределеніемъ Ванъ-денъ-Кернове, мощностью отъ 75 до 4000 лошадиныхъ силъ. Расходъ насыщеннаго пара отъ 7,2 до 5,5 к., а перегрѣтаго отъ 6 до 4,3 кил. на индикаторную силу въ часъ.

Газовые двигатели Тиссена, работающіе доменнымъ газомъ.

Нефтяные двигатели системы „Дизель“.

Насосы: центробѣжные, низкаго и высокаго давленія, системы Неймана; паровые и приводные типа „Наваль“. Паровые котлы всѣхъ типовъ.



**= НАИВЫСШАЯ ЭКОНОМІЯ =**

достигается въ дѣйствительности, постоянно и надежно, только настоящими двигателями

## ОТТО-ДЕЙТЦЪ

газовсасывающими, керосиновыми, нефтяными и проч., известной солидной установки.

Въ дѣйствиіи 95500 двигателей  
общей мощностью въ 875000  
лошад. силъ.



410 высшихъ наградъ.  
36 государственныхъ дипломовъ.  
45 лѣтъ опыта.

СПЕЦІАЛЬНОСТИ: Автомобили Двигатели для всякаго рода мельницъ. Специальный типъ двигателя „ОТТО-ДЕЙТЦЪ“ для мелкой промышленности, поразительной простоты, прочности и доступности въ цѣнѣ. Занимаетъ крайне мало мѣста.

## МАШИНЫ-ОРУДІЯ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ДЕРЕВА

известнаго завода КИССЛИНГЪ и К<sup>о</sup> и друг. (Требуйте списокъ № 600).

Инженеръ—уполномоч. завода Отто-Дейтцъ Карль Винандъ.

Собственные склады въ Москвѣ, Одессѣ и Омскѣ. С.-Петербургъ, Больш. Конюшенная, 12.



# Товарищество

единственнаго въ Россіи

## Завода

# Пневматическихъ

# Машинъ

С.-Петербургъ, Вас. Остр. 17 линія, 4-6; а съ середины 1910 г.  
18 линія № 27Б.



имѣетъ честь довести до свѣдѣ-  
нія всѣхъ своихъ, настоящихъ и  
будущихъ кліентовъ о предстоя-  
щемъ въ ближайшемъ будущемъ  
расширеніи завода, одновремен-  
но съ переводомъ его въ новое  
собственное зданіе.



За время десятилѣтняго существованія, нашъ  
**русскій, основанный 1-мъ въ Европѣ,**  
заводъ машинъ-орудій, работающихъ сжатымъ  
воздухомъ:

1. оборудоваль своими привилегированными  
машинами крупнѣйшіе отечественные казен-  
ные и частные заводы
2. удостоился на двухъ международныхъ вы-  
ставкахъ (Строительно-художествен. въ Спб.  
въ 1908 г. и Новѣйшихъ изобрѣтеній въ 1909 г.)  
трехъ большихъ золотыхъ медалей,  
одна изъ коихъ присуждена основателю и  
руководителю завода, Г. Дж. К. Ленке
3. достигъ того, что его машинами работаютъ  
въ Англии, Франціи и другихъ европейскихъ  
и внѣевропейскихъ странахъ.

### Предметы производства:

Пневматическіе молота, сверлилки,  
клепалки, дыропробивные прессы,  
подъемники, компрессоры разныхъ  
системъ.

Пневматическіе бурильные молота  
и машины. Лескодувные приборы,  
трамбовки, грохота и проч., для  
литейныхъ мастерскихъ.

Каталоги и смѣты по запросу.

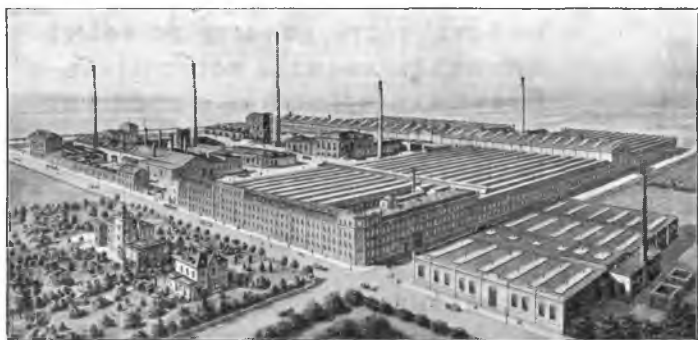


# ЗАВОДЪ ИНСТРУМЕНТОВЪ И МЕТАЛЛООБРАБОТЫВАЮЩИХЪ СТАНКОВЪ

# I. E. РЕЙНЕКЕРА

въ ХЕМНИЦЪ-ГАБЛЕНЦЪ (Саксонія).

1200 станковъ.



1950 рабочихъ.

## СПЕЦІАЛЬНОСТИ ЗАВОДА:

**Инструменты:** винторѣзные, для всѣхъ системъ нарѣзки; сверла; развертки; патроны и державки; лекала и мѣрительные инструменты; микрометрическіе приборы; правильныя доски; угольники; линейки; всякаго рода фрезы, съ задней спиральною заточкою зубьевъ и обыкновенныя.

**Станки:** фрезерныя, всевозможныхъ типовъ и размѣровъ, до крупнѣйшихъ включительно; станки для нарѣзки и выстрагиванія зубьевъ на зубчатыхъ колесахъ; для шлифовки (заточки) инструментовъ; для фрезования плоскостей; для кругового фрезования (до 10 метровъ между центрами); токарныя станки (съ высотой центровъ до 1000 мм.); спеціальныя токарныя станки для различныхъ цѣлей; станки для задней, спиральной заточки фрезъ, до крупнѣйшихъ включительно.

**Полныя оборудованія** для выдѣлки всякаго рода инструментовъ (метчиковъ, развертокъ, спиральныхъ сверлъ, фрезъ съ задней заточкою, всякихъ размѣровъ и т. д.), а также для изготовленія цилиндрическихъ, коническихъ, винтовыхъ и червячныхъ зубчатыхъ колесъ и зубчатыхъ реекъ.

**КАТАЛОГИ ВЫСЫЛАЮТСЯ БЕЗПЛАТНО.**

Акціонерное  Общество

котельныхъ и механическихъ заводовъ

# В. ФИЦНЕРЪ и К. ГАМПЕРЪ

гор. СОСНОВИЦЫ, Петроковской губ.

## ЗАВОДЫ:

**КОТЕЛЬНЫЙ, МОСТОСТРОИТЕЛЬНЫЙ и МЕХАНИЧЕСКІЙ**

въ гор. Сосновицы, Петроковской губ.

**ЧУГУНОЛИТЕЙНЫЙ и МЕХАНИЧЕСКІЙ**

въ Домбровѣ, ст. Варшавско-Вѣнской жел. дороги.

## СОБСТВЕННЫЯ ТЕХНИЧЕСКІЯ КОНТОРЫ:

въ С.-Петербургѣ, Москвѣ, Кіевѣ, Харьковѣ, Одессѣ, Ригѣ, Екатерин-  
бургѣ, Баку, Варшавѣ, Вильнѣ и Лодзи.

Адресъ для телеграммъ: **Фицгамъ.**

## ГЛАВНЫЯ СПЕЦІАЛЬНОСТИ:

Паровые котлы всевозможныхъ системъ. Пароперегрѣватели, исключаемые и неисключаемые. Подогрѣватели воды. Экономейзеры. Механическія цѣпныя топки системы Борзига и различныя другія топки. Аппараты для очищенія воды, системы Д-ра Нейгебауэра. Постройка аппаратовъ и приспособленій для сахарныхъ, винокуренныхъ, пивоваренныхъ, писчебумажныхъ, целлюлозныхъ, химическихъ и т. под. заводовъ. Всякаго рода чугуныя отливки. Трубопроводы для пара и воды, на всякое давленіе. Полныя новѣйшія устройства котельныхъ станцій. Желѣзные мосты, сооруженія, краны, подъемы. Оборудованіе доменныхъ печей, горныхъ заводовъ и каменноугольныхъ копей. Всевозможныя сварочныя и котельныя работы.

Гидравлически-штампованныя издѣлія всякаго рода.

**Высшая награда (Grand Prix) на Парижской  
всемирной выставкѣ 1900 года.**

ОБЩЕСТВО



РИЖСКАГО

Чугунолитейнаго и Машиностроительнаго завода

БЫВШІЙ

ФЕЛЬЗЕРЪ и К<sup>о</sup>.

ВЪ РИГѢ.

Правленіе въ Ригѣ: Александровская ул., № 184; Заводы въ Ригѣ: Александровская ул., № 184 и Суворовская ул., № 136.

Телеграфный адресъ: **ОБФЕЛЬЗЕРЪ.**

СПЕЦИАЛЬНОСТИ  
ЗАВОДА:

**Оборудованіе силовыхъ станцій:** тепловые двигатели *Дизеля*, стационарнаго и судоваго типовъ. Паровыя машины горизонтальныя, вертикальныя, одноцилиндровыя, компаундъ и тройнаго расширенія, мощностью до 3000 силъ. Паровыя котлы разныхъ системъ. Пароперегрѣватели системы *Э. Шверера*. Циркуляціонные экономайзеры улучшенной системы.

**Оборудованіе водо-керосино- и нефтепроводныхъ станцій:** паровыя и приводныя насосы; напорныя резервуары, системы Инце и другихъ системъ. Выполненіе построекъ, при участіи Акціонернаго Общества *Берлинъ-Амальтскаго* машиностроительнаго завода.

**Оборудованіе мастерскихъ:** станки для обработки металловъ, до крупнѣйшихъ включительно. Выполненіе, при участіи завода *Эристъ-Шиссъ* въ Дюссельдорфѣ. Револьверныя станки, строящіеся при участіи завода *Максъ Гассе и К<sup>о</sup>* въ Берлинѣ. Трансмиссіи. Фрикціонныя муфты, патентъ *Леманъ*. Парогидравлическія ковочныя прессы и прессовальныя устройства. Выполненіе, при участіи завода *Ганіель и Люгъ* въ Дюссельдорфѣ.

**Оборудованіе заводовъ:** маслобойныхъ, винокуренныхъ, спирто-ректификаціонныхъ, пивоваренныхъ. Холодильныя машины системы *Линде*. Чугунныя отливки, вѣсомъ до 2000 пуд. въ штукѣ. Чугунныя трубы безъ шва, вертикальной отливки, діаметромъ до 1000 мм.

**МЕТАЛЛУРГИЧЕСКІИ и МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫИ**

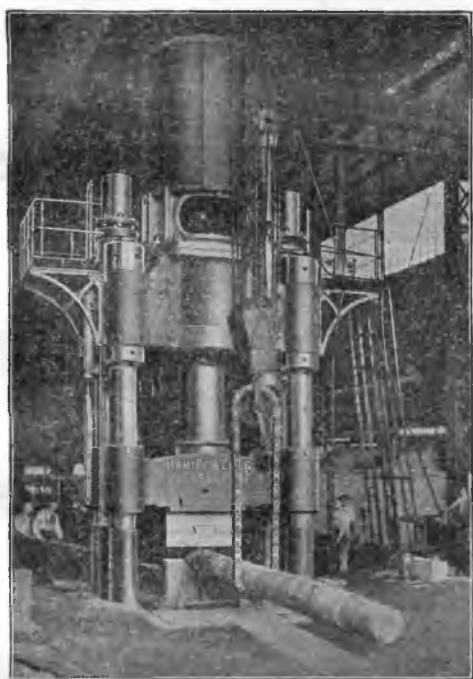
**ЗАВОДЪ**

**ГАНІЕЛЬ и ЛЮГЪ** въ ДЮССЕЛЬДОРФЪ  
(ГЕРМАНІЯ).

Исключительное право постройки приобрѣтено:

Обществомъ

**Рижскаго чугунолитейнаго и машиностроительнаго завода,**  
бывшій **ФЕЛЬЗЕРЪ и К°** въ Ригѣ.



**СПЕЦІАЛЬНОСТИ ЗАВОДА:**

- Парогидравлическіе прессы—ковочные и штамповальные.
- Парогидравлическія ножницы для броневыхъ плитъ и болванокъ.
- Гидравлическіе прессы всякаго рода.
- Гидравлическіе отгибные прессы.
- Гидравлическіе листовыгибательн. станки и клепальные машины.
- Компрессоры къ гидравлическимъ машинамъ.
- Поворотные мосты съ гидравлическими приводами.
- Гидравлическіе подъемные краны.
- Механизмы для поднятія судовъ въ каналахъ.
- Двигатели, дѣйствующіе генераторнымъ газомъ.
- Воздуходувныя машины.
- Паровые двигатели для электрическихъ централ. станцій.

- Подземные водоподъемники, дѣйствующіе электричествомъ, паромъ, или гидравл. силою.
- Центробѣжные насосы для каналовъ и доковъ.
- Полныя оборудованія прокатныхъ заводовъ.
- Станины, зубчатые переборы и валки прокатныхъ становъ.
- Фасонныя стальныя отливки, вѣсомъ до 50 тоннъ.

- Литыя, стальныя болванки, уплотненныя по способу Римера, вѣсомъ до 60 тоннъ.
- Желѣзныя и стальныя поковки, въ сыромъ и обработан. видѣ.
- Чугунная облицовка шахтъ, въ видѣ цѣл. колець, или сегментовъ.
- Буреніе шахтъ по новѣйш. способ.
- Буровыя инструменты для шахтъ.
- Муфтовыея и флянцевыя трубы и принадлежн. канализацій.

# ИНЖЕНЕРЪ К. ШИЦЪ

## СКЛАДЪ МАШИНЪ И ИНСТРУМЕНТОВЪ

С.-Петербургъ, Гороховая, 4.

Телефоны:

Конторы — 54-63; Склада — 8-02.

Адресъ для телеграммъ:

Кохусъ - Петербургъ.

**Представитель для всей Россіи Германскаго завода пневматическихъ инструментовъ и станковъ**

**(Deutsche Pressluft-Werkzeug-und Maschinenfabrik).**

Пооставляетъ инструменты и приборы, дѣйствующіе ожатымъ воздухомъ:

Зубильные молотки. Клепальные молотки. Аппараты для сбиванія накипи въ паровыхъ котлахъ. Трамбовки. Сверлильные приборы.

Клепальные машины. Компрессоры. Горны.

Подъемныя приспособленія.

**Сверхъ того всякіе другіе станки и инструменты для обработки металловъ и дерева.**

Акціонерное Общество  
Машиностроительнаго Завода

# ЭРНСТЪ ШИССЪ,

Основанъ въ 1866 году

въ Дюссельдорфѣ.

Около 1000 рабоч. и служащ.

СПЕЦІАЛЬНОСТЬ ЗАВОДА:

Металлообдѣлочныя станки, всевозможнаго назначенія, до самыхъ крупныхъ включительно, въ томъ числѣ для металлургическ. заводовъ и судостроительн. верфей.

Золотая Государственная медаль за Дюссельдорфскую выставку 1902 года.

**Короткіе сроки поставки!**

На прилагаемомъ политипажѣ изображенъ горизонтальный токарный (карусельный) станокъ, съ неподвижными стойками, для обработки предметовъ до 12000 мм. діаметромъ и до 3400 мм. толщин. (Діаметръ патрона 11 м. Вѣсъ станка 300000 килогр.).

Въ настоящемъ видѣ, и въ близкихъ къ тому размѣрахъ, выполненъ заводомъ 50 разъ. На патронѣ станка видны помѣстившіеся на немъ 227 рабочихъ.



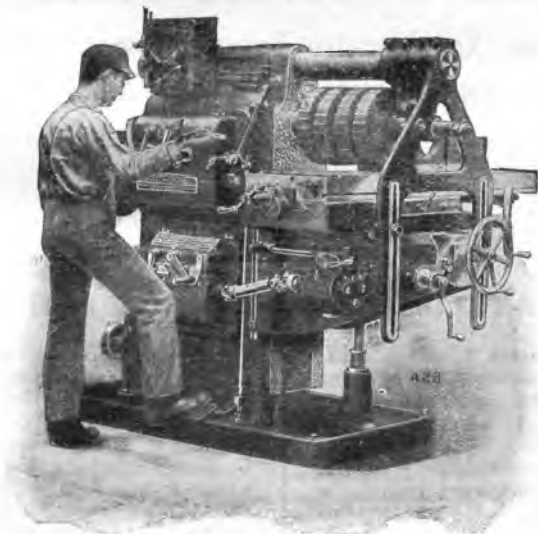
# ШУХАРДТЪ и ШЮТТЕ.

С.-Петербургъ, Невскій просп., 11.

Адресъ для телеграммъ: „Ижиціатива“.

ОТДѢЛЕНІЯ: въ Берлинѣ, Телефонъ № 3020.  
Вѣнѣ, Стокгольмѣ, Копенгагенѣ,  
Буда-Пештѣ, Нью-Йоркѣ,  
Лондонѣ, Шанхаѣ, Токио.

**ГРОМАДНЫЙ СКЛАДЪ** станковъ и инструментовъ  
новѣйшихъ моделей и высшаго качества.



Полиэтипажъ изображаетъ фрезерный станокъ, высокой  
производительности.

**ВСЕВОЗМОЖНЫЕ** станки, конструированные специально для  
работы рѣзцами изъ быстродѣйствующей стали.

**Электрическіе сверлильные станки**, ручные переносные; для  
установки на верстакахъ; на колоннѣ; универсальные; приспособленные  
для работы сверлами изъ обыкновенной, или изъ быстродѣйствующей  
стали, различныхъ типовъ, для тока всѣхъ родовъ и напряженій.

**Электрическіе шлифовальные приборы**, новѣйшихъ моделей,  
для тока всѣхъ родовъ и напряженій.

**Электромагнитные штативы и патроны**, для дѣйствія исклю-  
чительно постояннымъ токомъ.

**Электрическіе шлифовальные станки**, для обработки осе-  
выхъ шеекъ, новѣйшей модели.

**СМѢТЫ и КАТАЛОГИ ПО ВОСТРЕБОВАНИЮ.**

# МЕХАНИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

## МЕТАЛЛОВЪ

Книга о добычѣ, свойствахъ и способахъ переработки металловъ, примѣняемыхъ во всѣхъ отрасляхъ строительной техники

**В. С. КНАББЕ**

Профессора Харьковскаго Технологическаго Института  
ИМПЕРАТОРА АЛЕКСАНДРА III.

Большой томъ текста (824 стр.) съ отдѣльнымъ атласомъ изъ 30 таблицъ чертежей.

*Харьковъ, 1908 года.*

### КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ КНИГИ:

**Отдѣлъ I.** Сущность и задачи механической технологии металловъ. Очеркъ возникновенія и развитія процессовъ выработки техническихъ металловъ въ Западной Европѣ и Россіи.

**Отдѣлъ II.** Классификація углеродистаго желѣза. Чугунъ; его составъ и свойства. Выплавка чугуновъ. Чугуны литейные, передѣлочные и специальные. Свѣжеваніе чугуновъ въ горнахъ, печахъ и ретортахъ.

**Отдѣлъ III.** Ковкое желѣзо; его составъ и механическія свойства. Вліяніе на него обрабатывающихъ процессовъ. Испытанія желѣза. Классификація.

**Отдѣлъ IV.** Сталь, ея составъ и механическія свойства. Вліяніе термическихъ и механическихъ процессовъ. Сталь строительная и сталь инструментальная. Отрасли примѣненія этихъ разновидностей, ихъ классификація и способы переработки въ готовыя издѣлія.

**Отдѣлъ V.** Мѣдь, олово, цинкъ, свинецъ, никель, алюминій, платина, сурьма, висмутъ, мышьякъ, марганецъ, хромъ, вольфрамъ, магній. Ихъ руды и способы выплавки. Металлическіе сплавы. Ихъ свойства, приготовленіе и отрасли примѣненія.

**Отдѣлъ VI.** Теорія металлическихъ сплавовъ. Начала микроскопической металлографіи. Существующія теоріи закалки сталей.

**Отдѣлъ VII.** Продукты желѣзо- и сталелитейнаго производствъ и способы ихъ переработки, основанные на ковкости, вязкости и тягучести. Ковка, штамповка, прессованіе, прокатка.

**Отдѣлъ VIII.** Способъ обработки металловъ, основанный на ихъ плавкости. Литейное дѣло.

**Цѣна книги съ атласомъ 14 руб.**

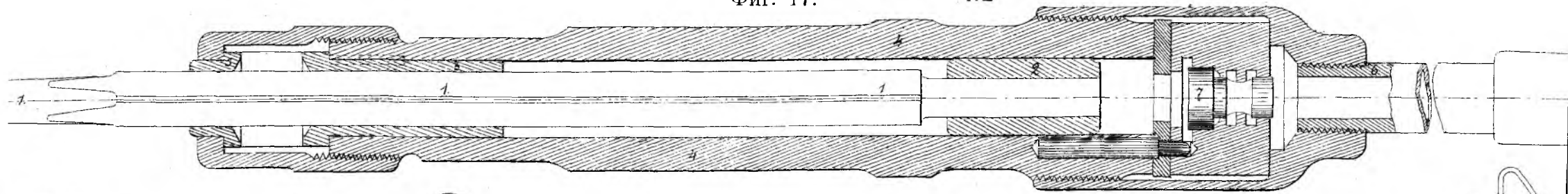
Продается у автора—Харьковъ, Технологическій Институтъ.

Учебныя заведенія, инженеры, приобретающіе книгу лично для себя и учащіеся техническихъ учебныхъ заведеній, обращающіеся непосредственно къ автору, пользуются значительной уступкою

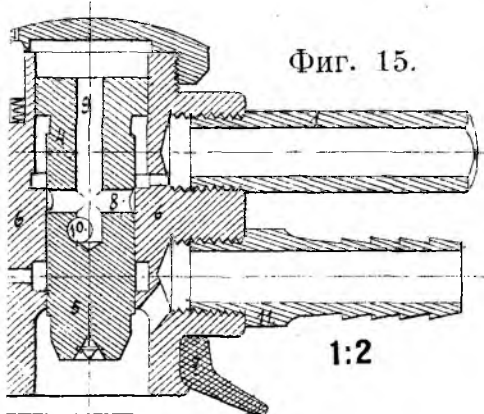


Фиг. 17.

1:2



Фиг. 15.

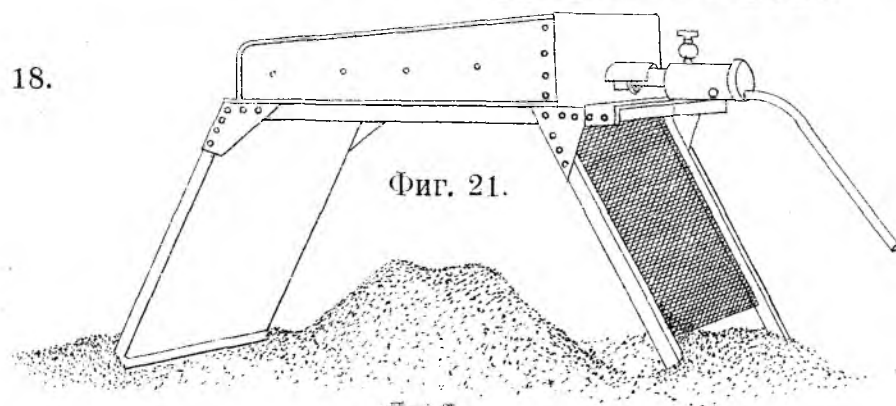


1:2

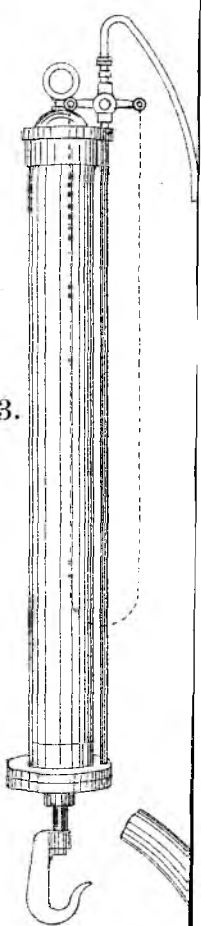
Фиг. 18.



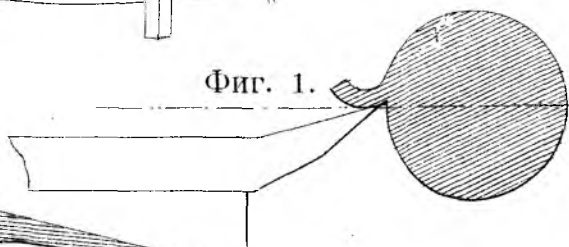
Фиг. 21.



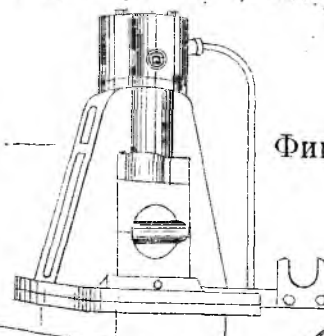
Фиг. 23.



Фиг. 1.

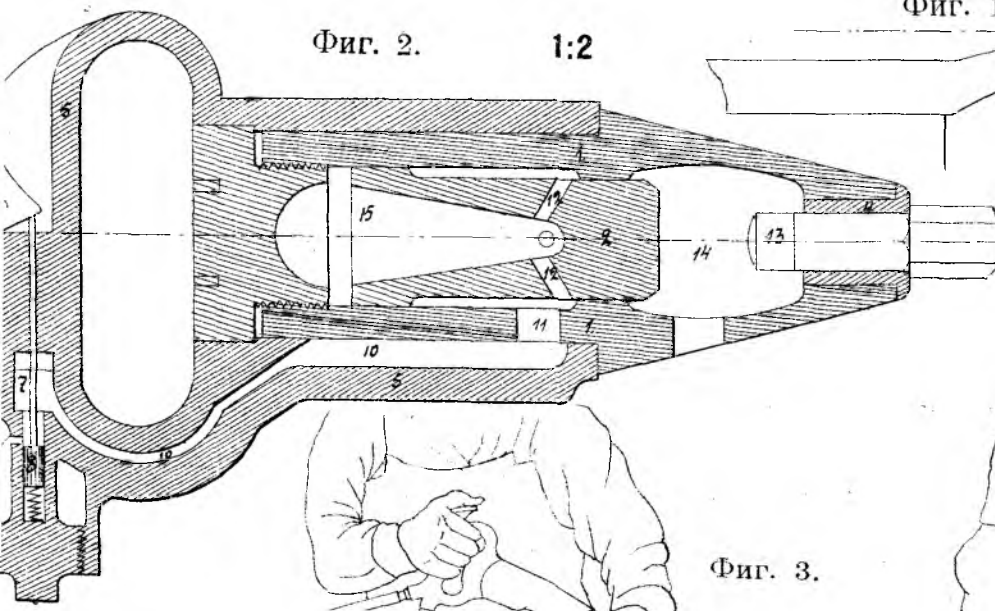


Фиг. 19.



Фиг. 2.

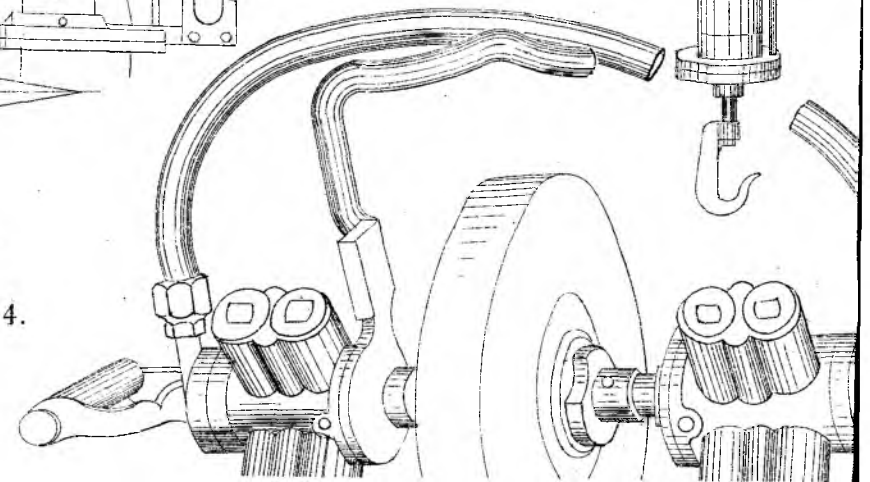
1:2



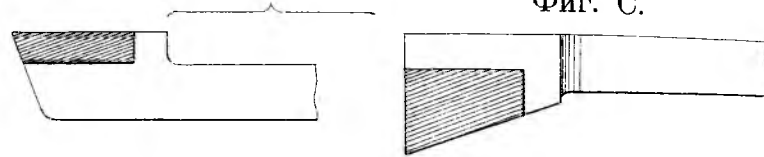
Фиг. 3.



Фиг. 4.

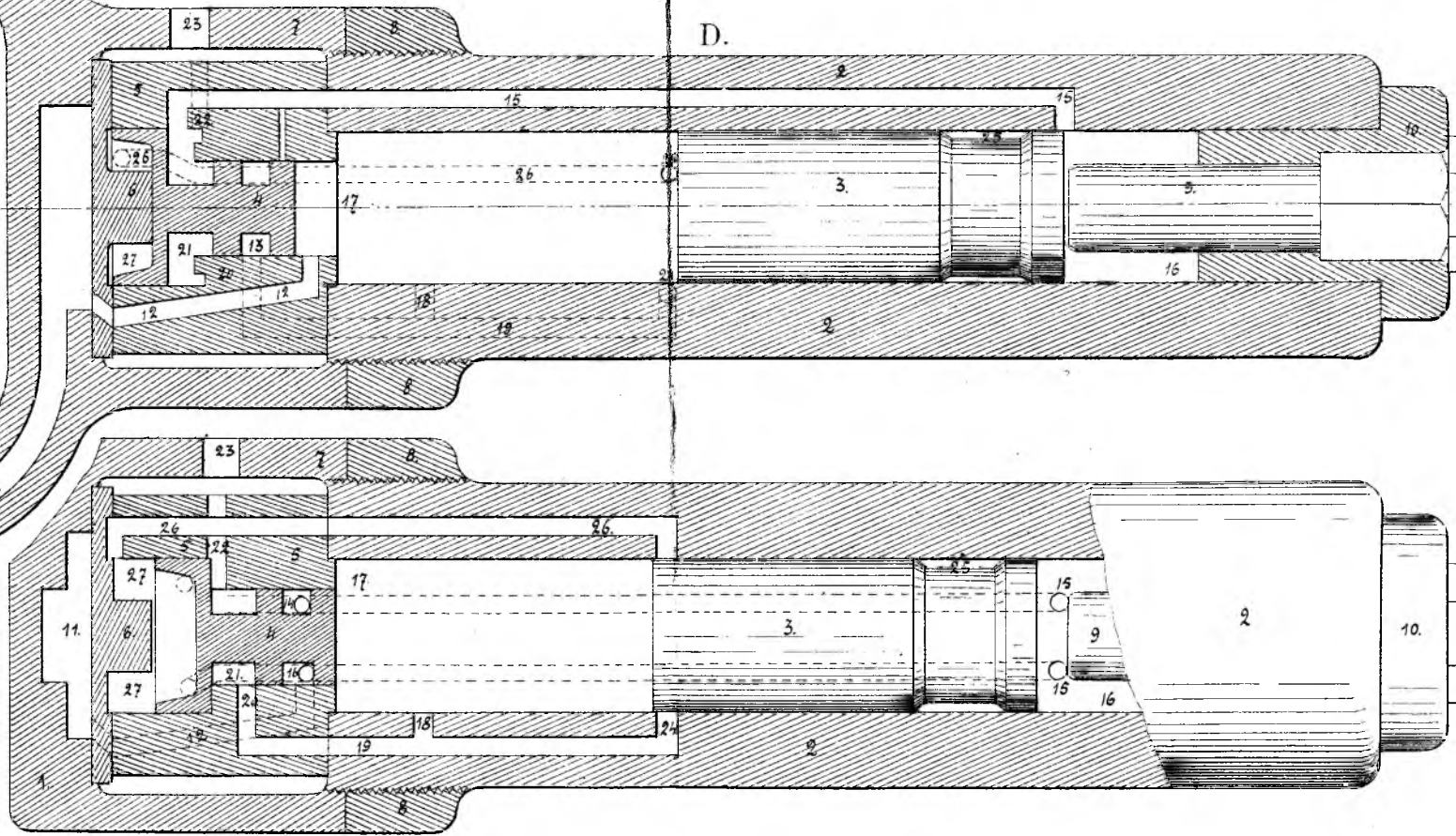


Фиг. С.

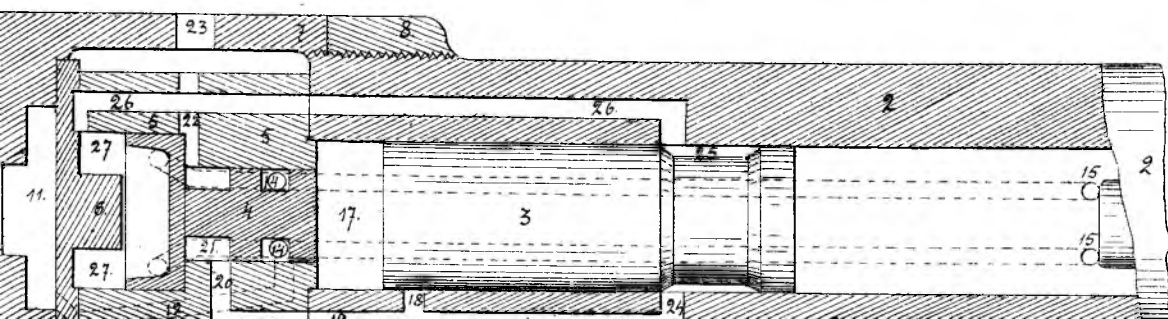


Фиг. 5. 3:4

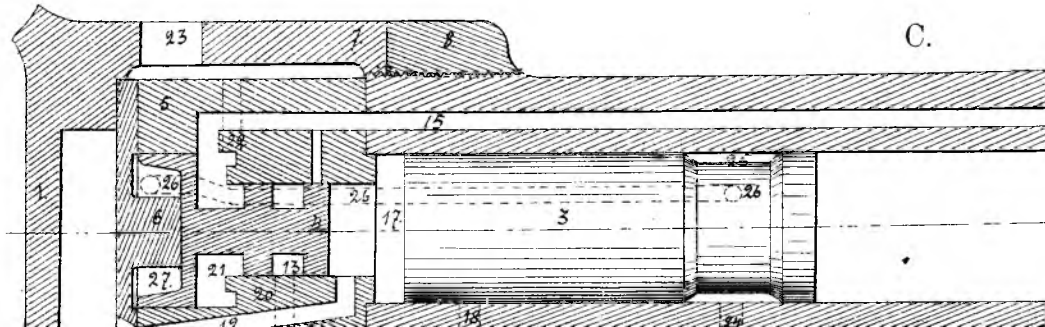
D.



B.

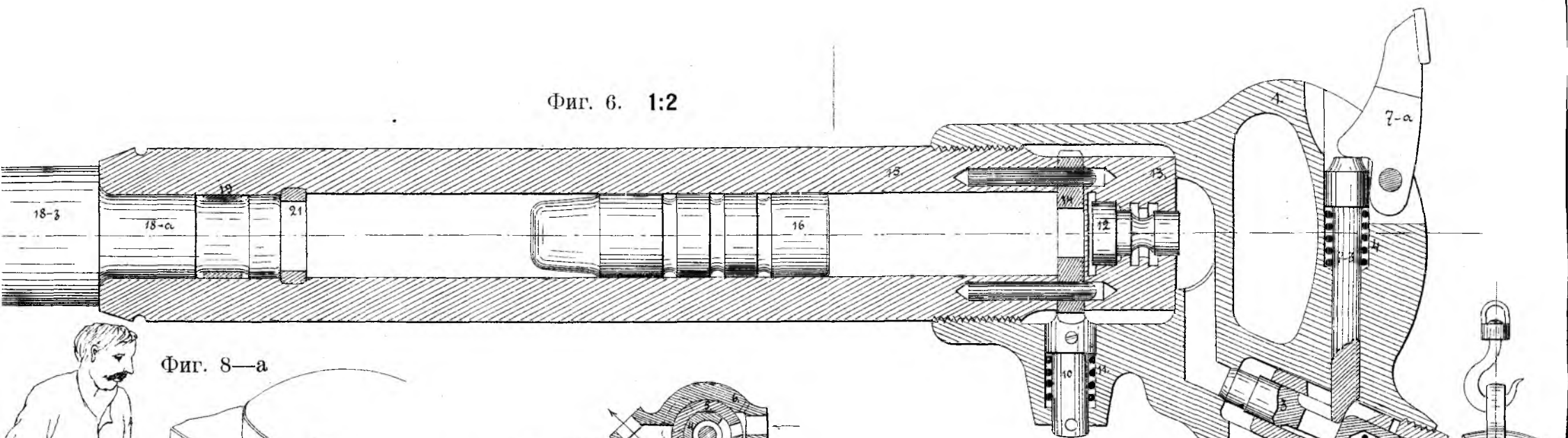


A.

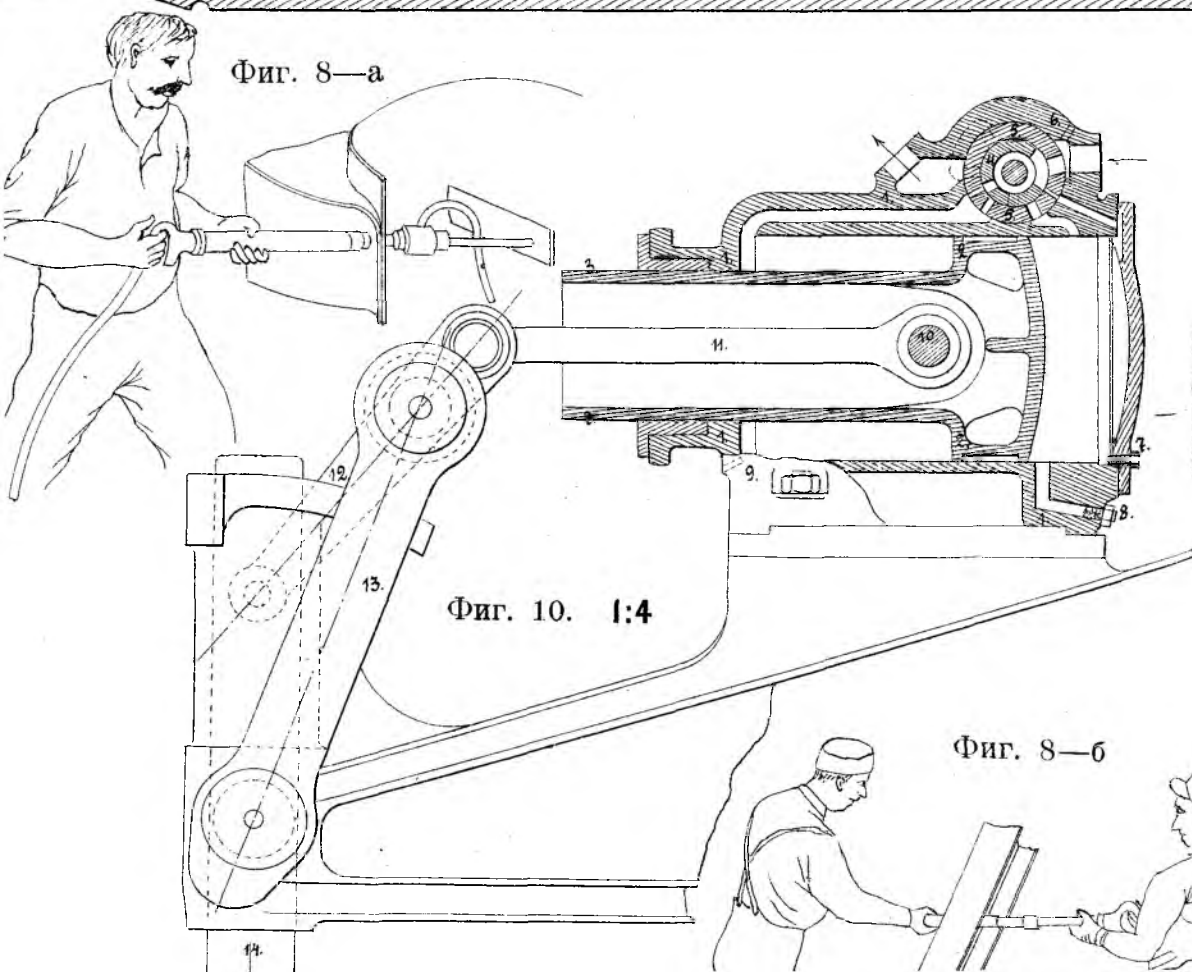


C.

Фиг. 6. 1:2

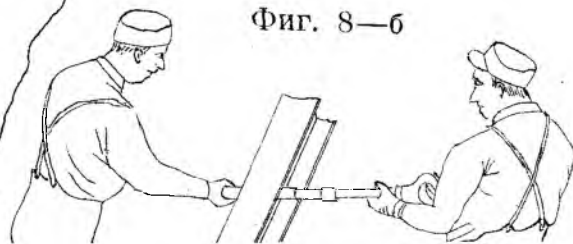


Фиг. 8—а

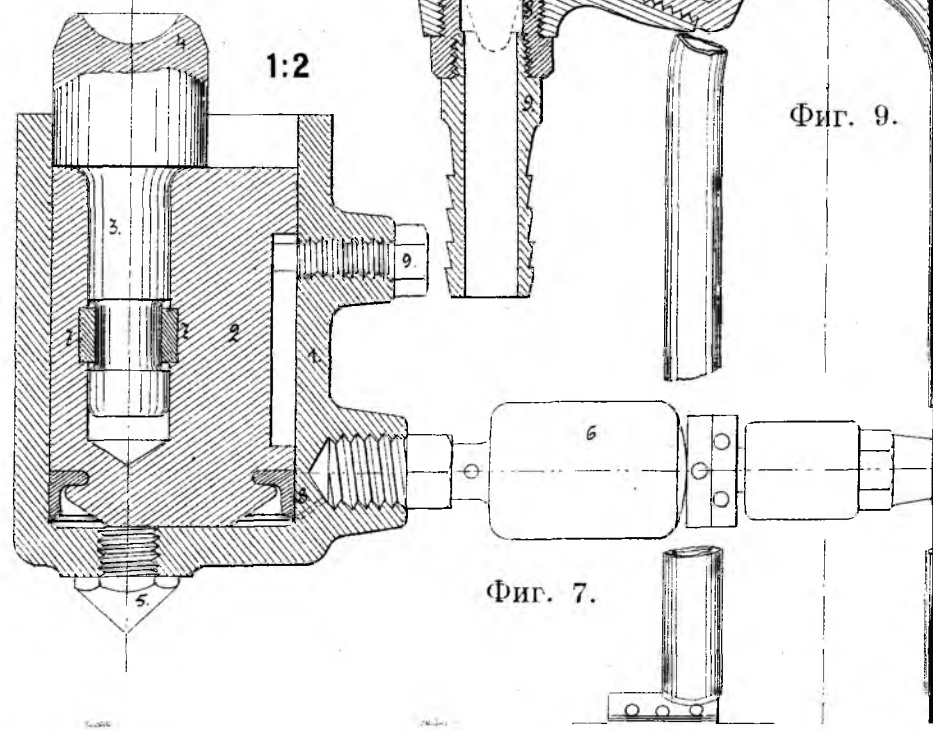


Фиг. 10. 1:4

Фиг. 8—б

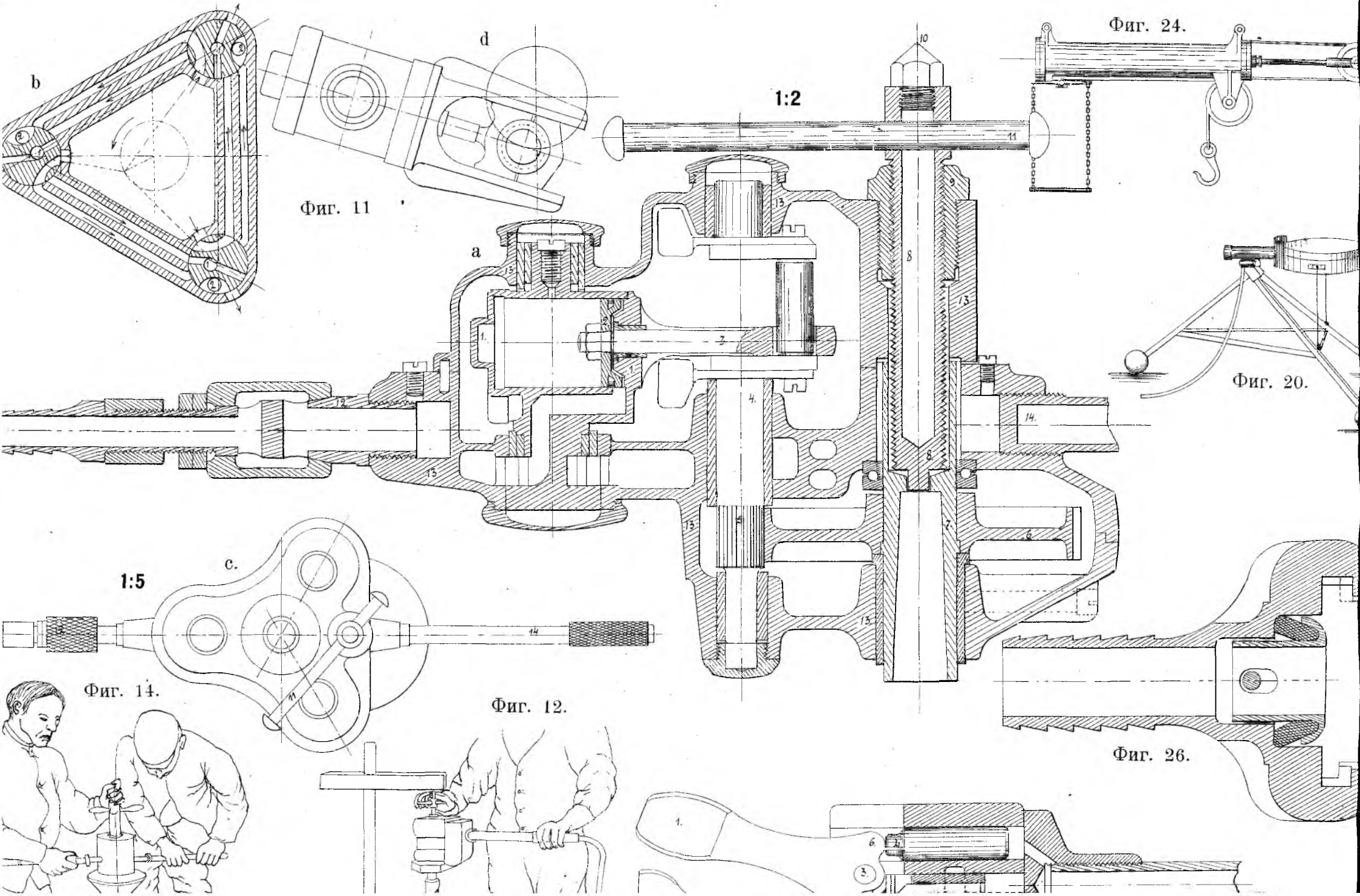


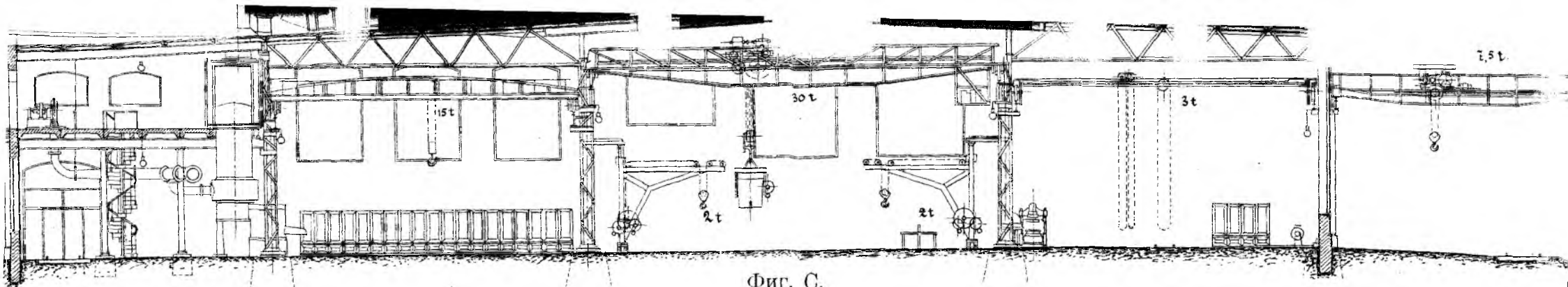
1:2



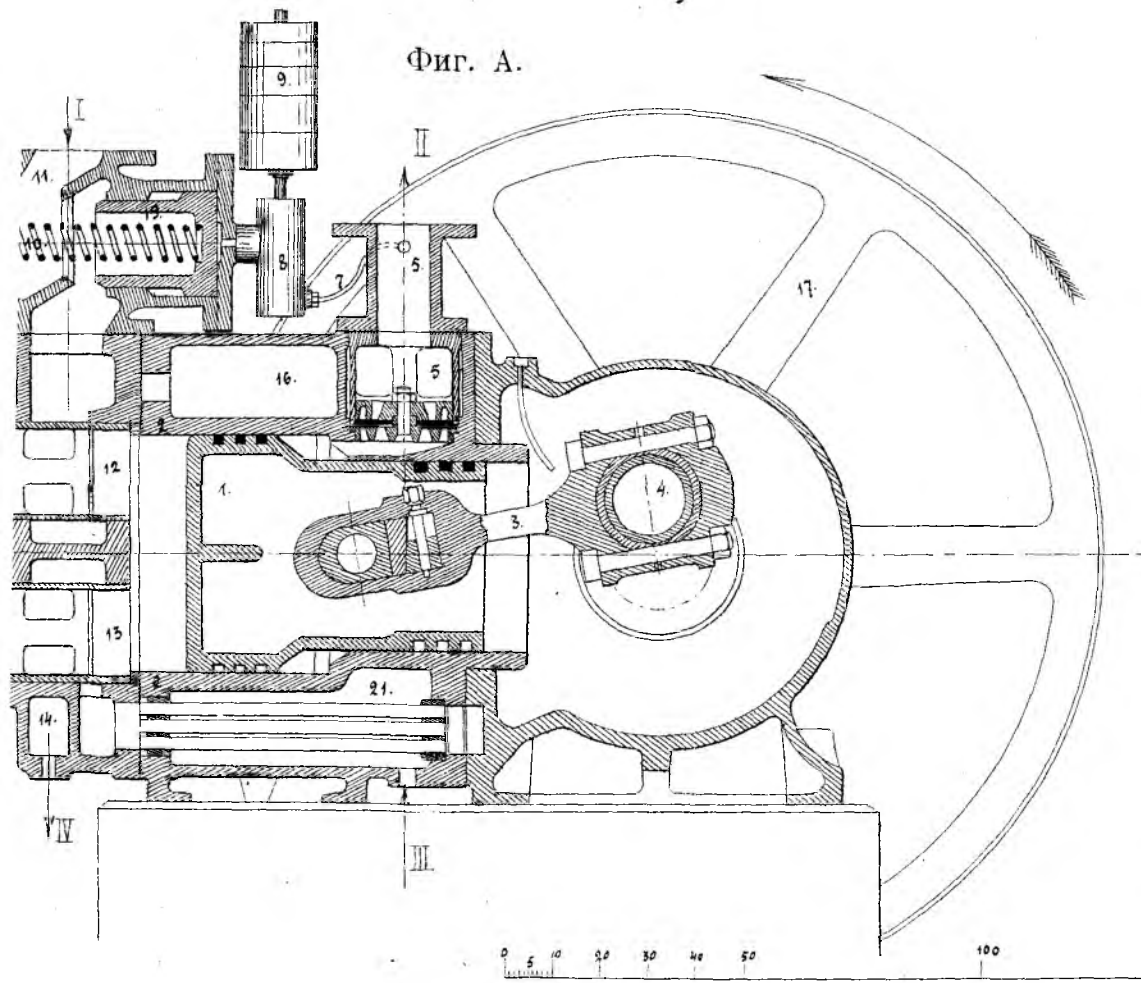
Фиг. 9.

Фиг. 7.

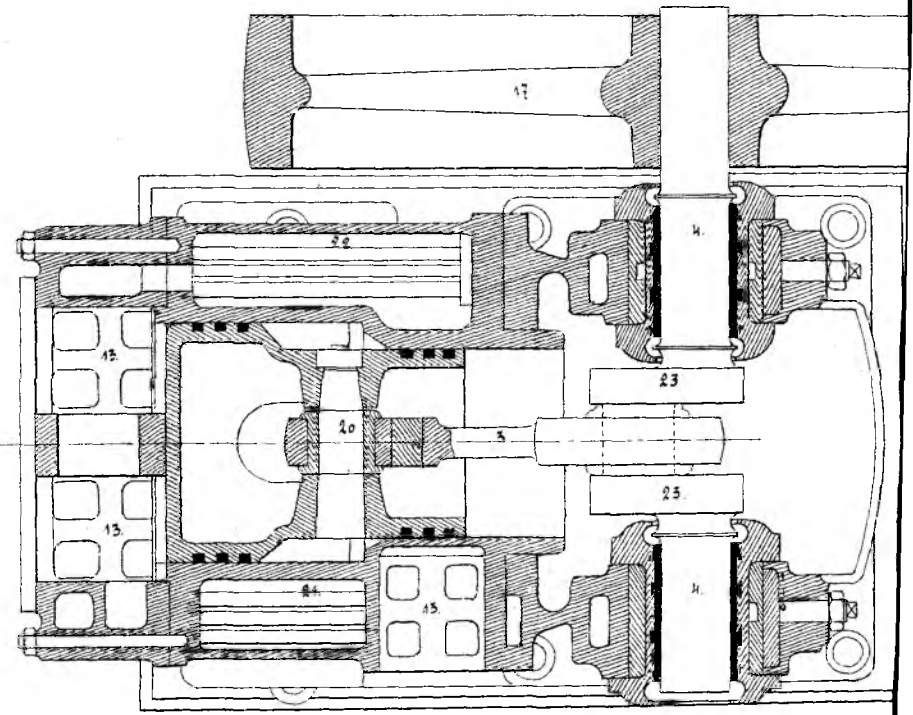




Фиг. С.

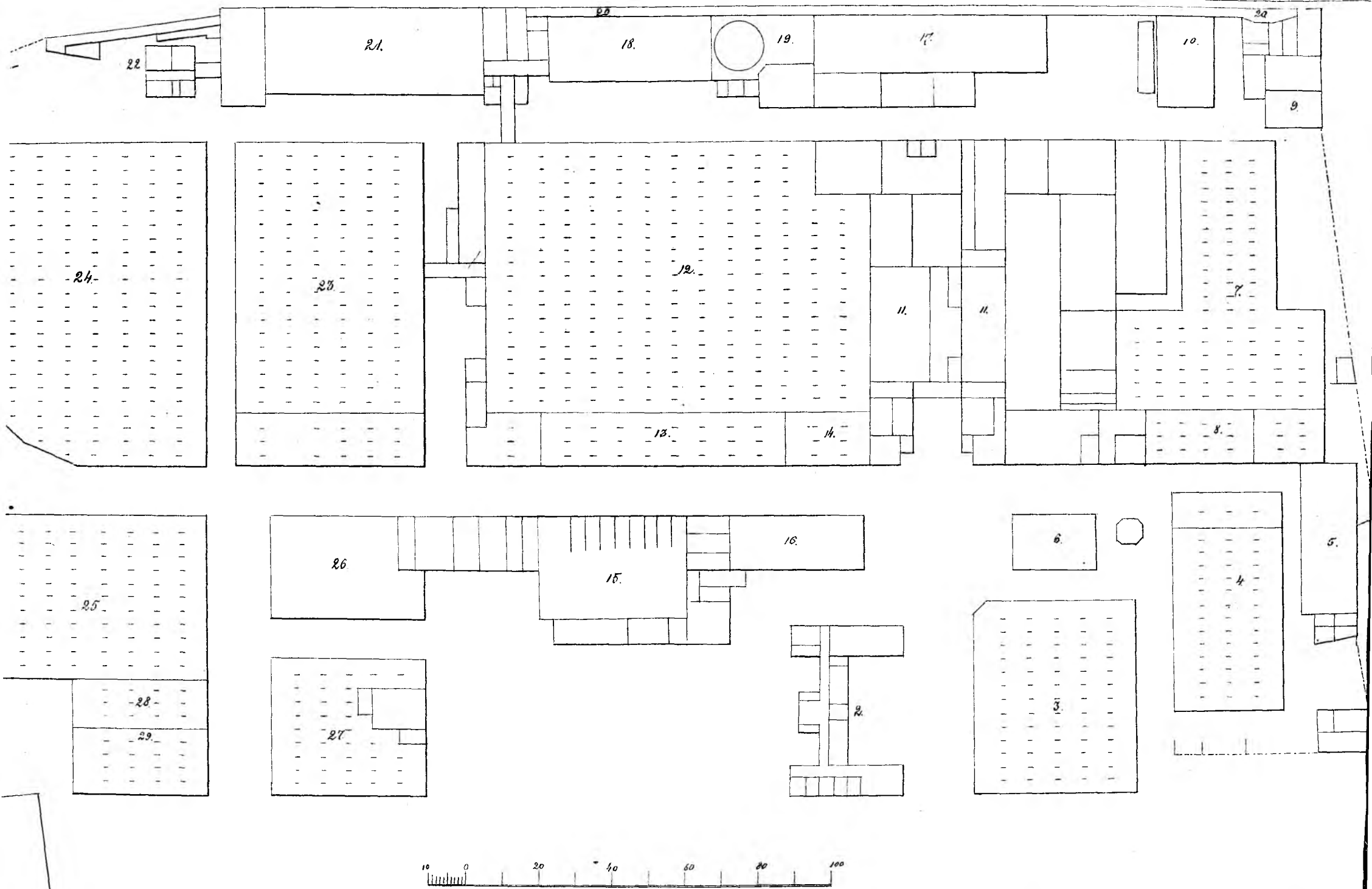


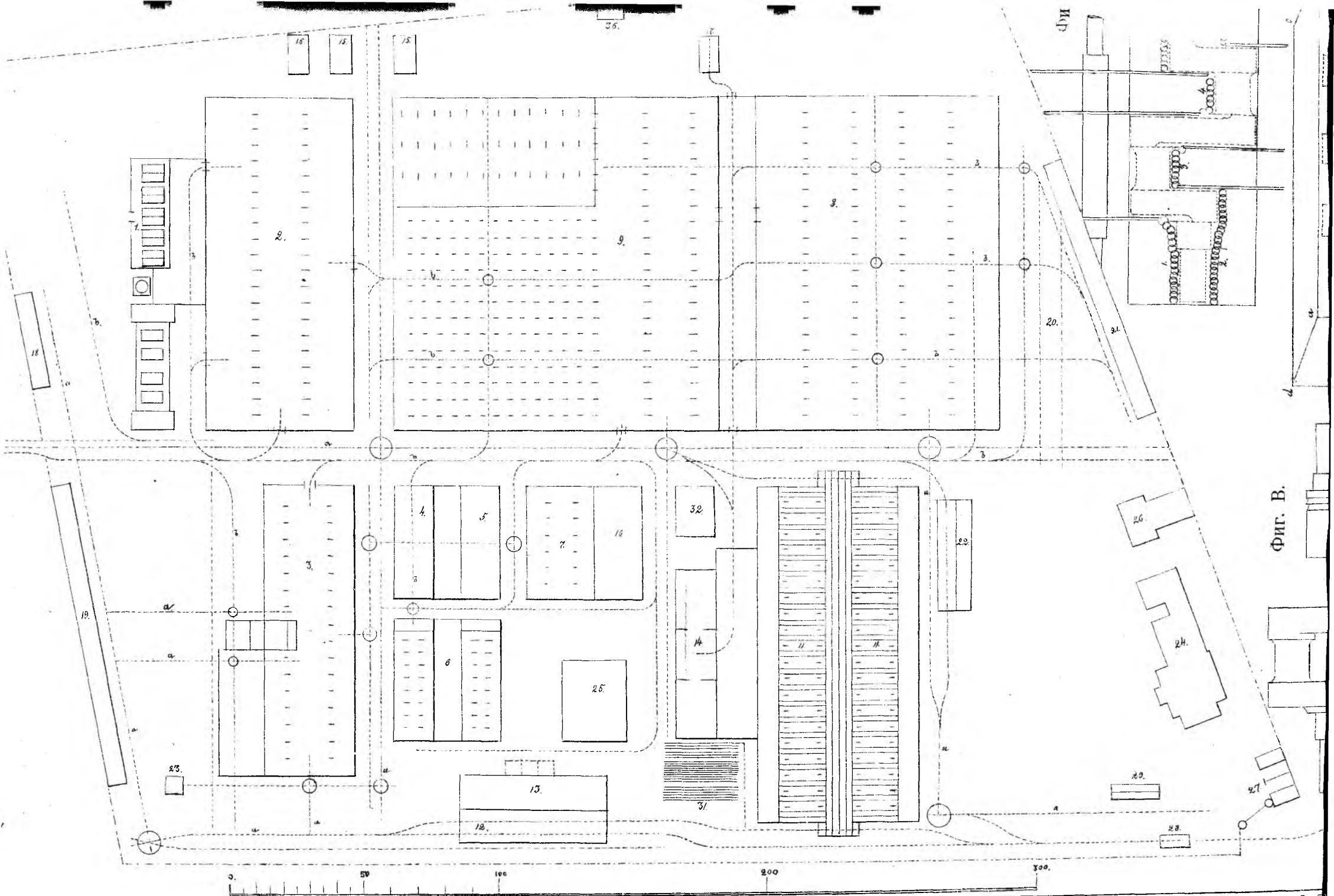
Фиг. А.



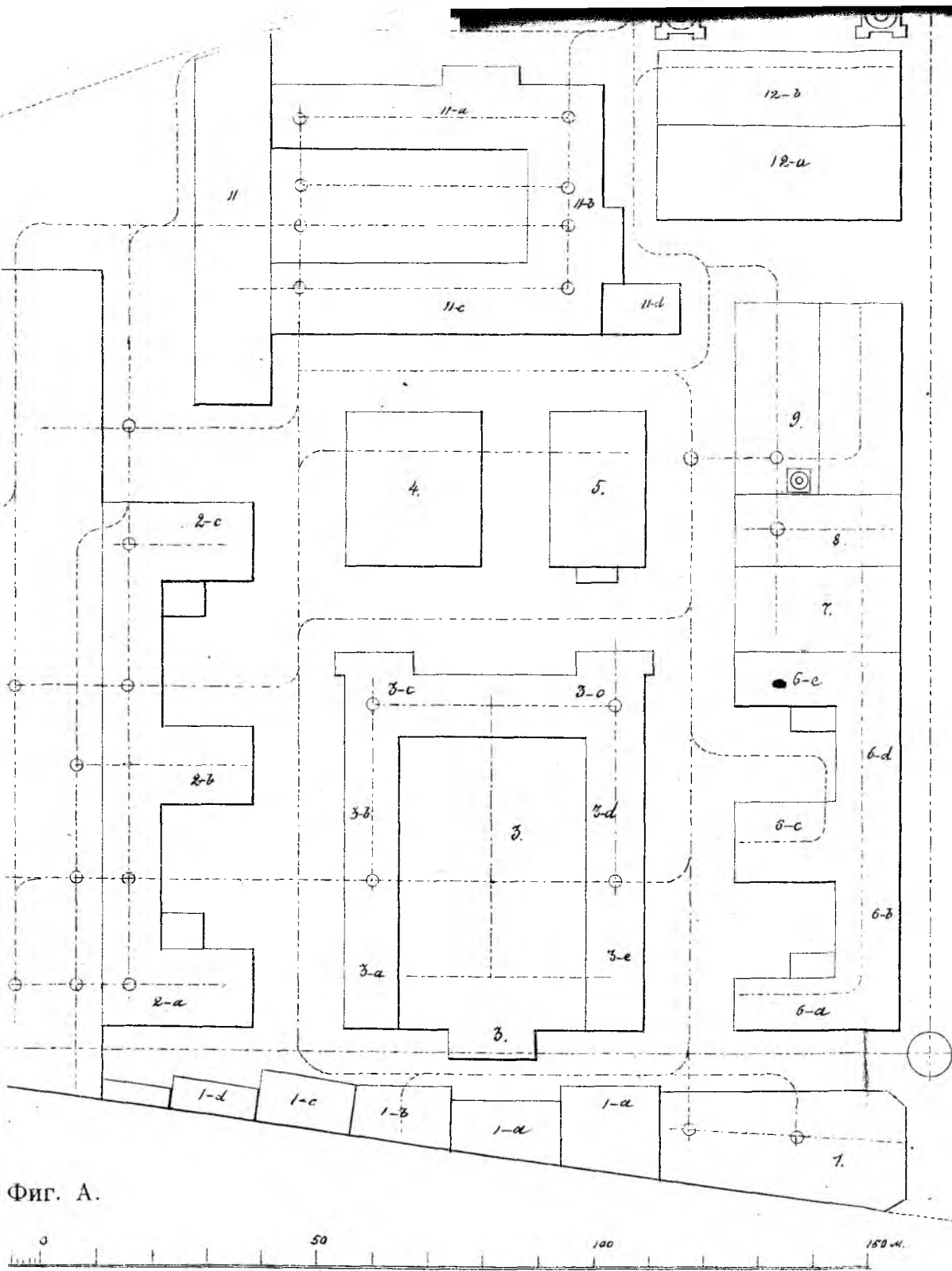
Фиг. В.



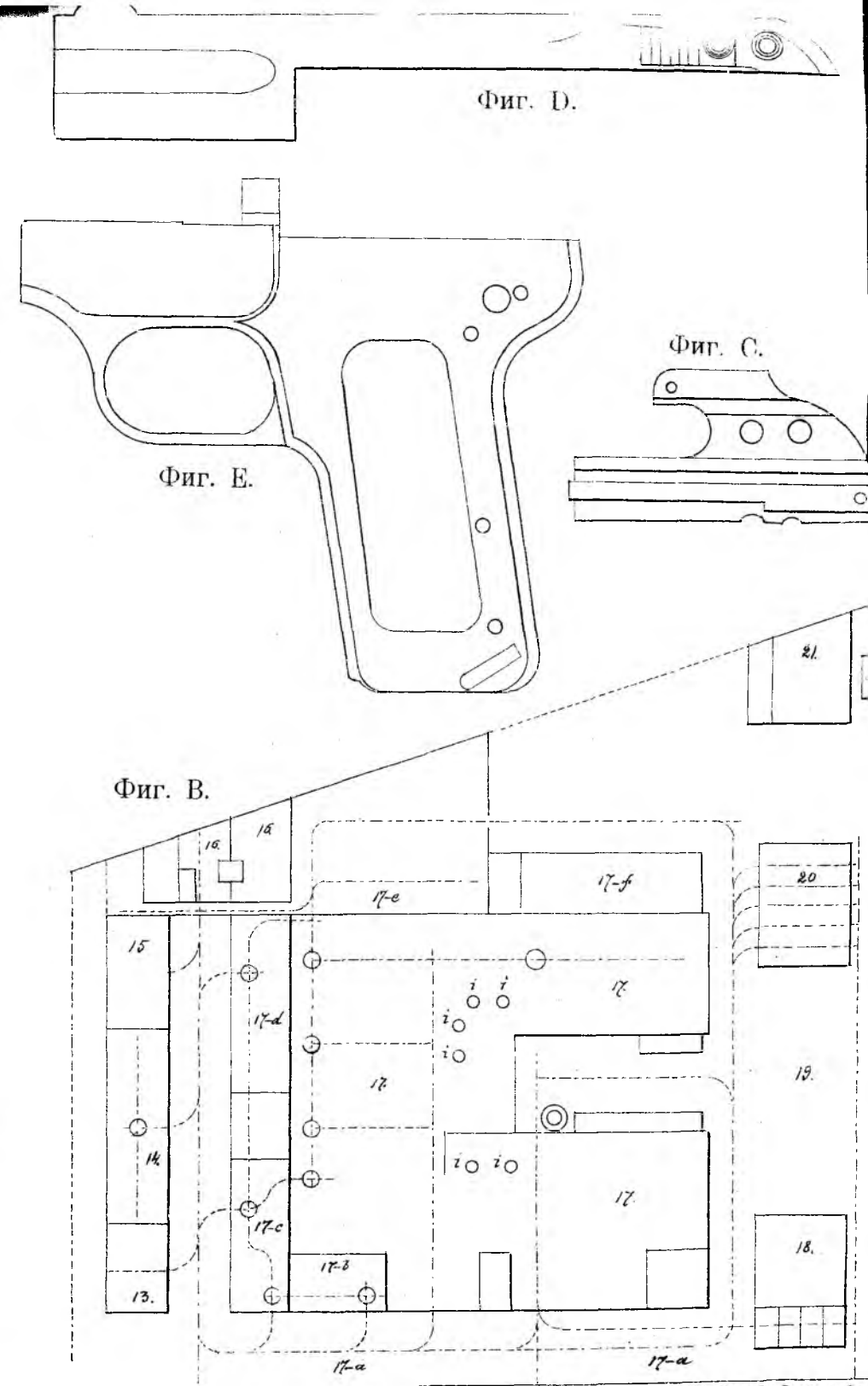








Фиг. А.

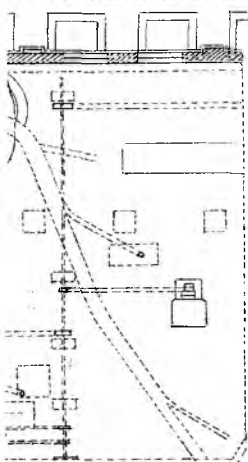
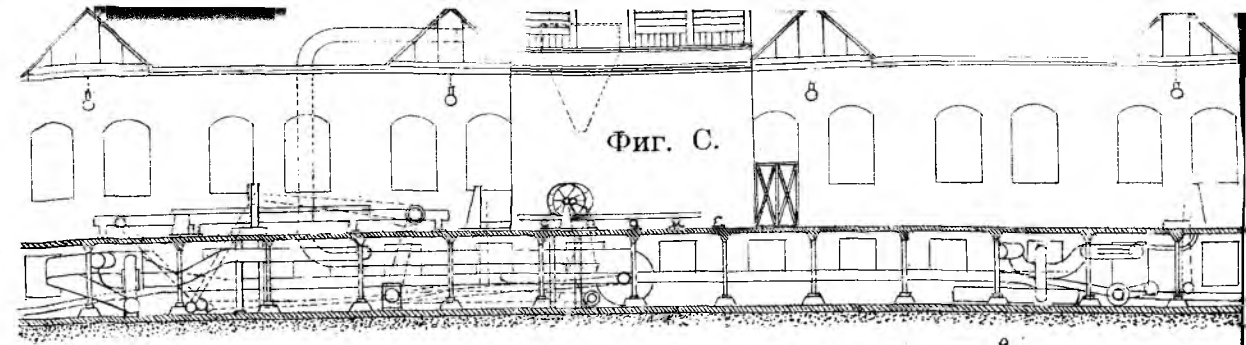
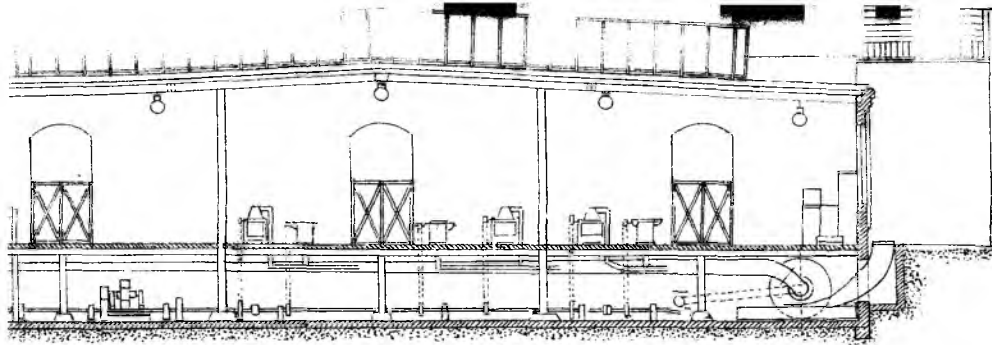


Фиг. D.

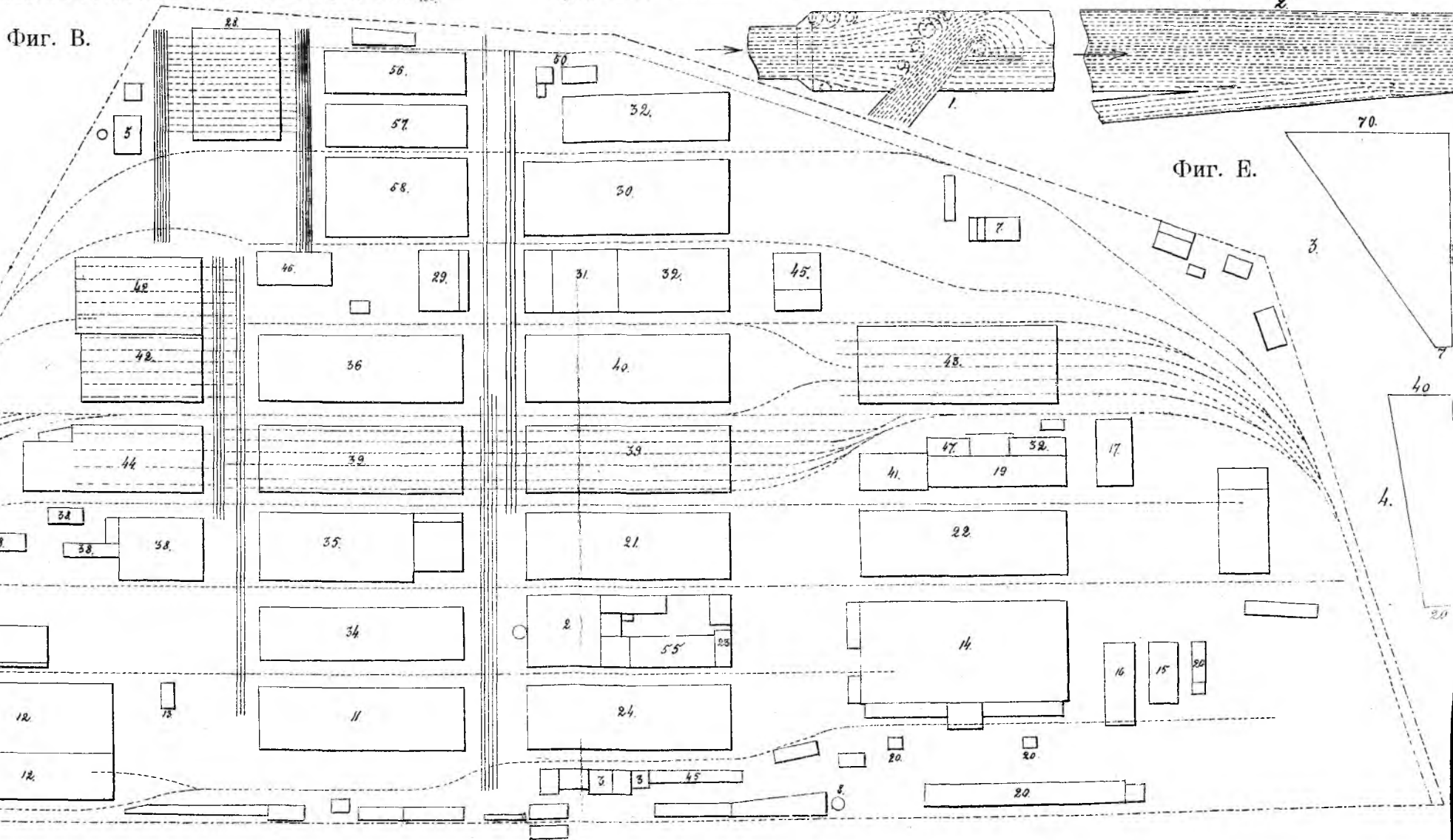
Фиг. C.

Фиг. E.

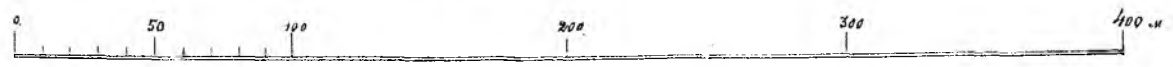
Фиг. B.



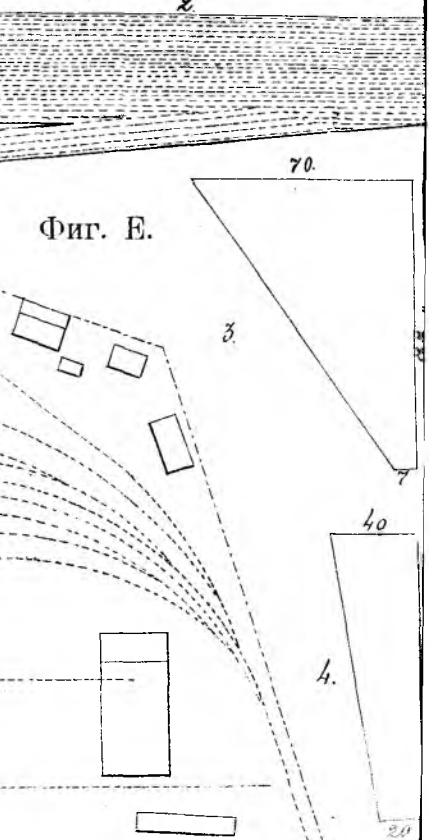
Фиг. В.

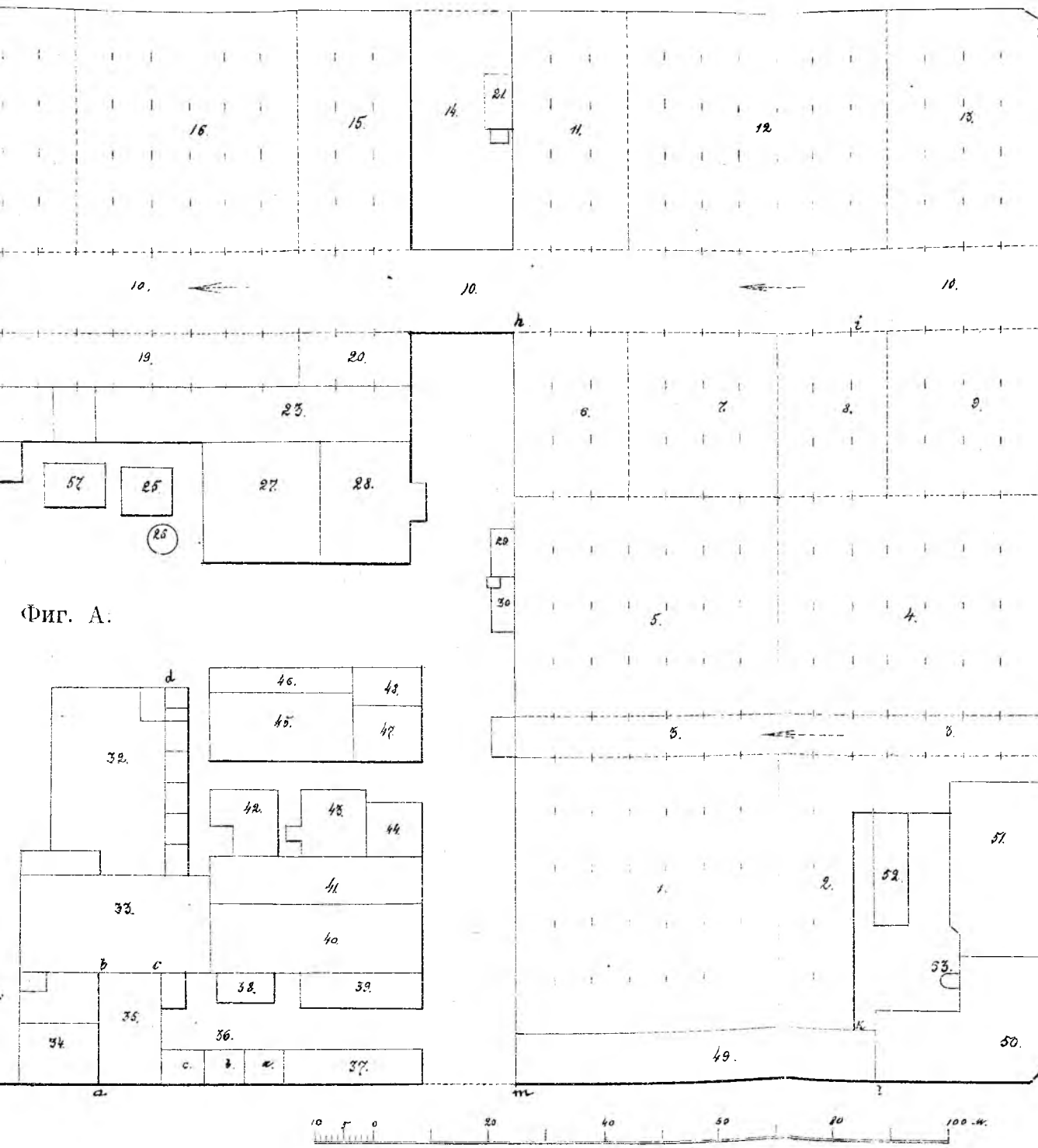


Фиг. А.

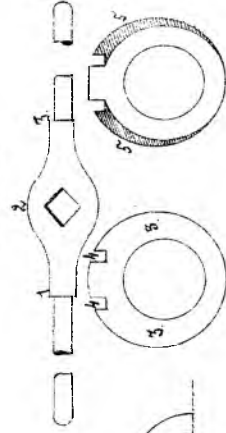


Фиг. Е.

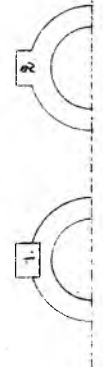




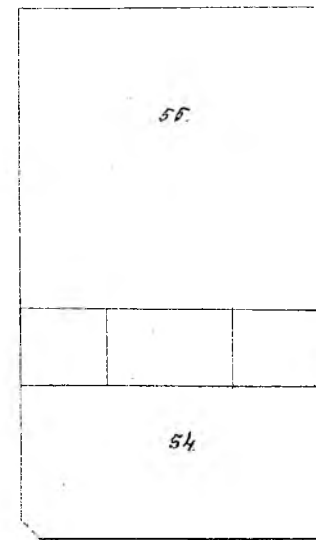
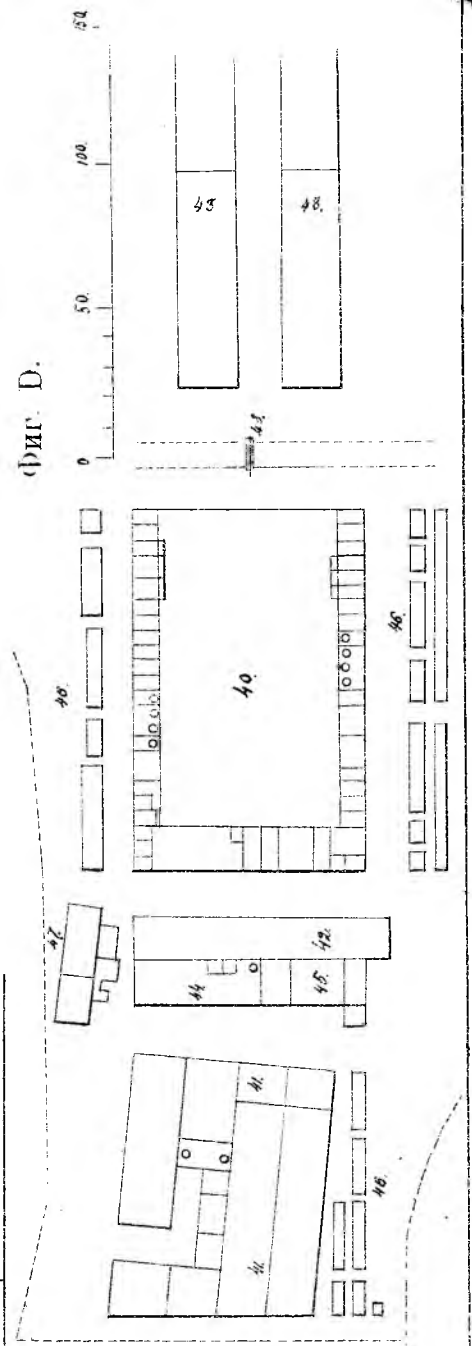
Фиг. С.



Фиг. В.

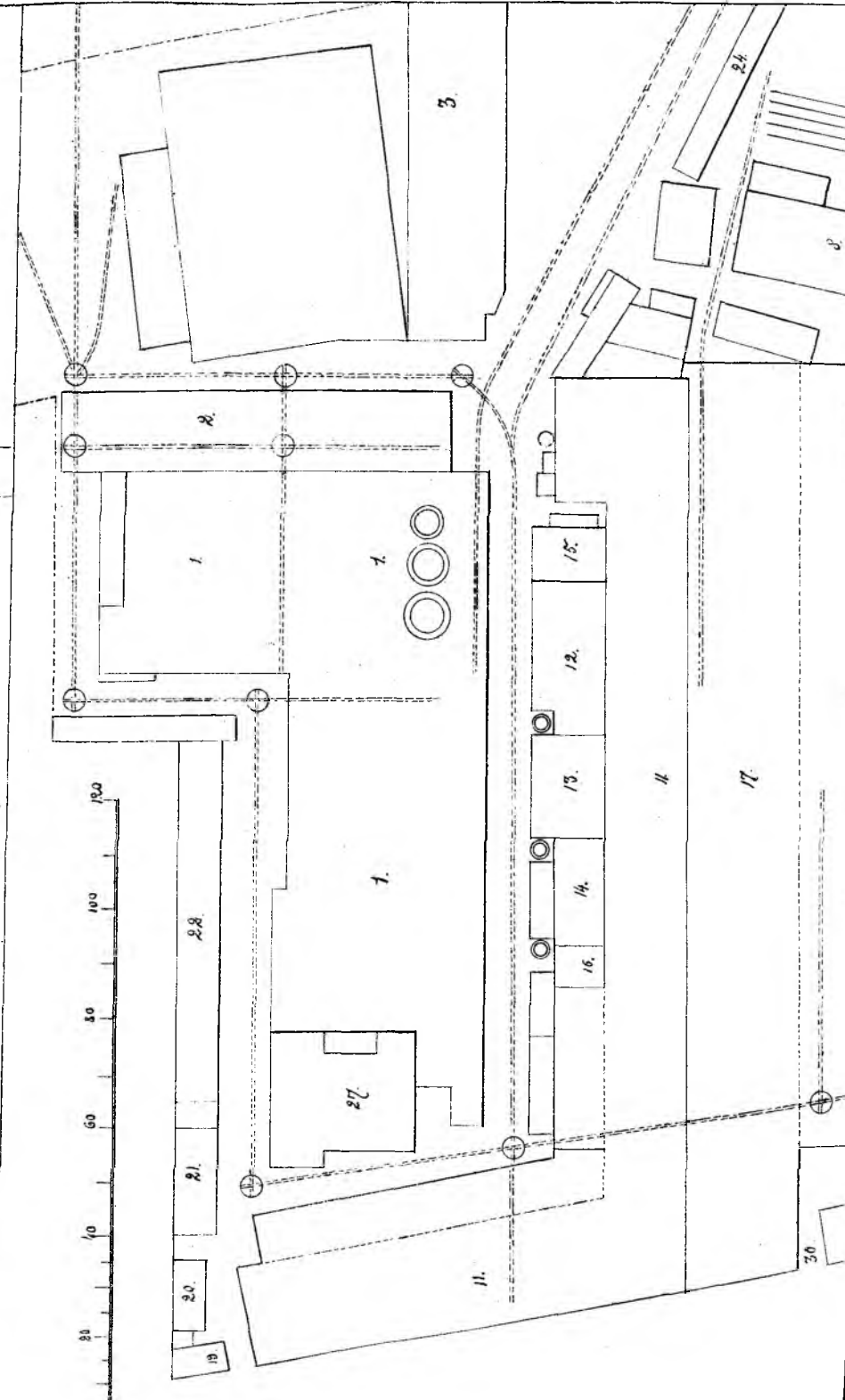
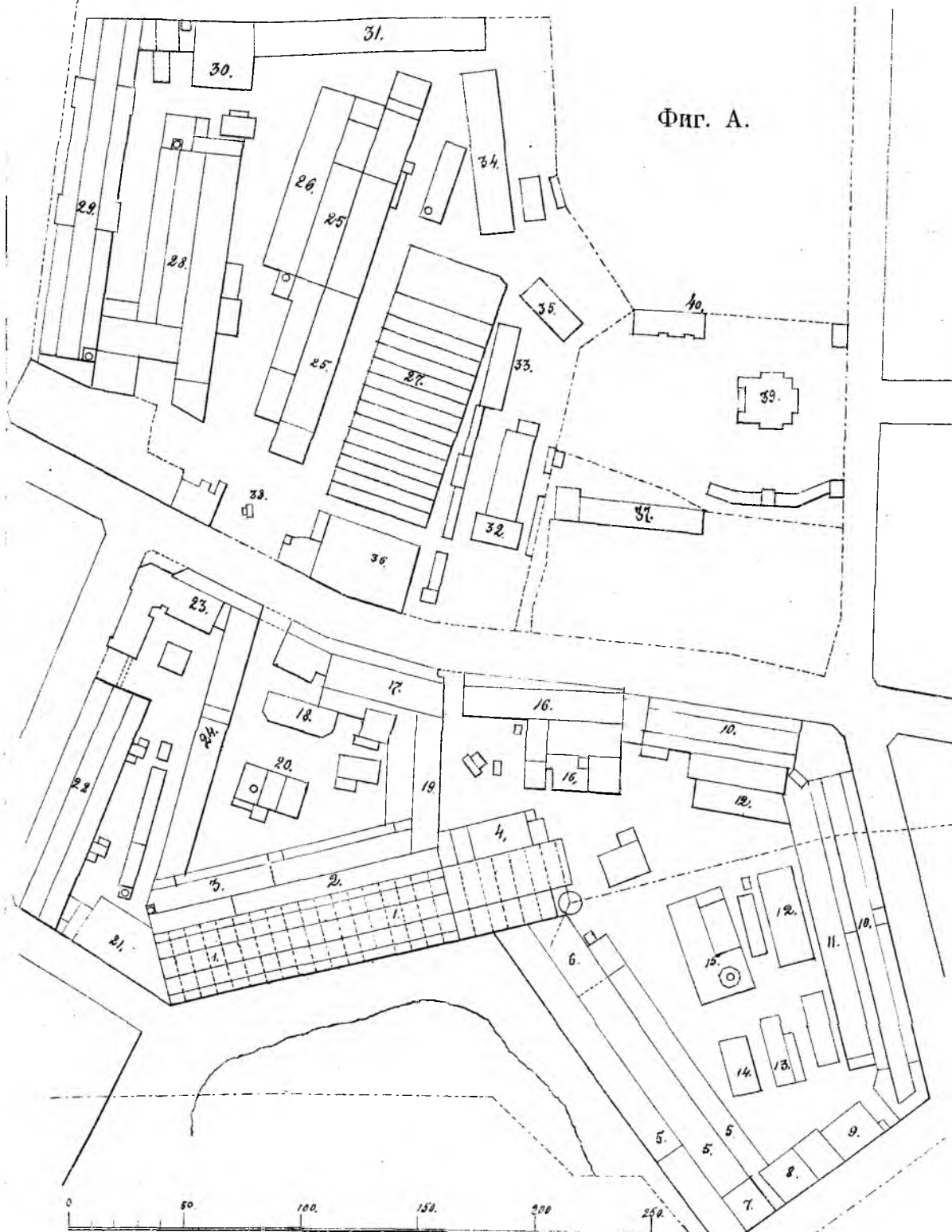


Фиг. Д.

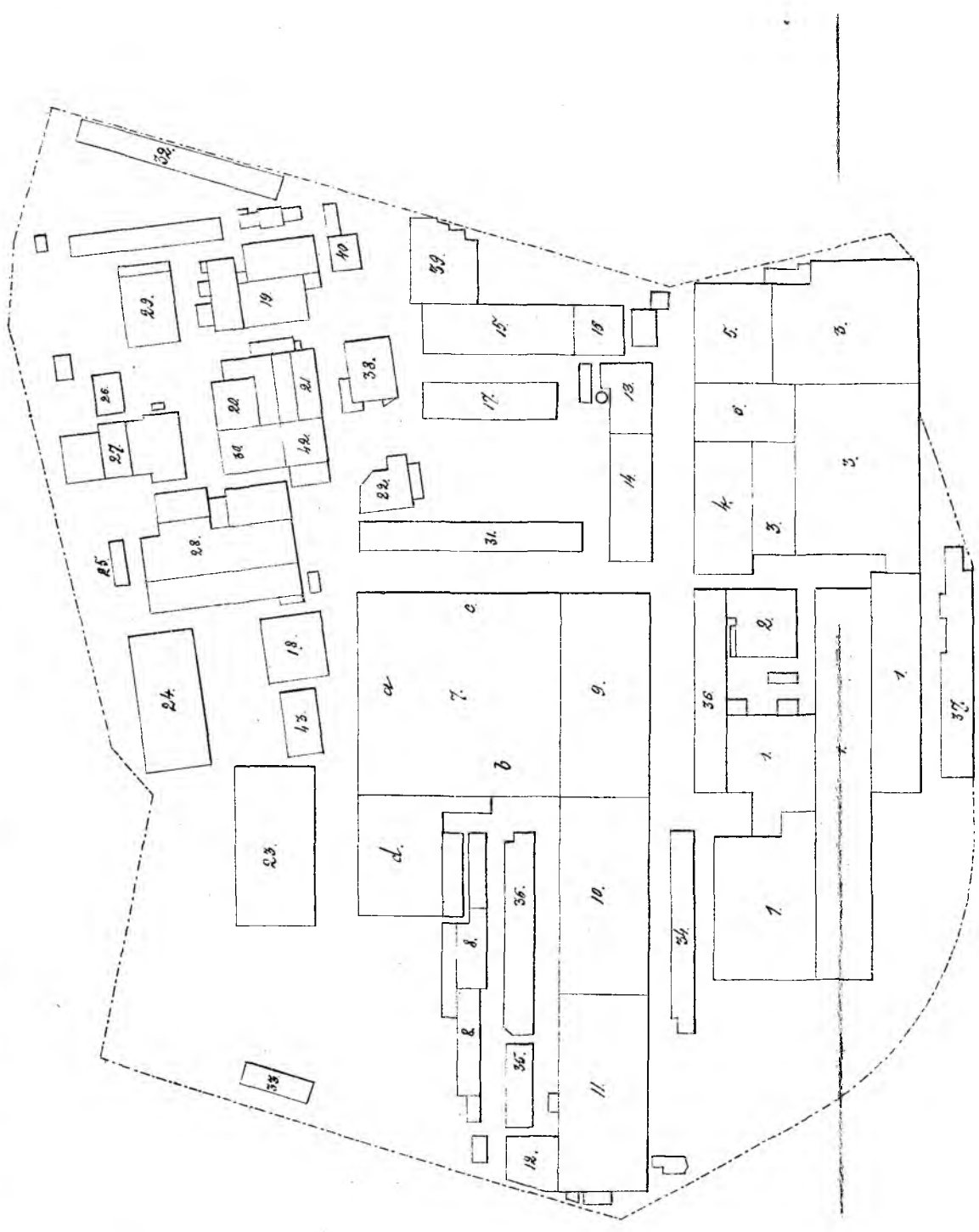




Фиг. А.



Фиг. В.



Фиг. А.

