

ИЗВѢСТІЯ
Томскаго Технологическаго Института
Императора Николая II.
т. 10. 1908. № 2.

I.

П. А. Козьминъ.

Колесно-токарный станокъ и его эволюція къ современнымъ типамъ.

Съ приложеніемъ XI табл.мицъ чертежей. 1—52.

Колесно-токарный станокъ

и его эволюція къ современнымъ типамъ.

I.

Прежде чѣмъ приступить къ разработкѣ намѣченнаго вопроса, считаю не лишнимъ изложить тѣ соображенія, которыя заставили меня заняться этой работой.

Если мы бросимъ, хотя бы бѣглый взглядъ, на развитіе нашего желѣзнодорожнаго дѣла и сравнимъ условія и результаты эксплуатаціи желѣзныхъ дорогъ въ Россіи и въ Западной Европѣ, а особенно въ Америкѣ (Соединенныхъ Штатахъ), то насъ больше всего поражаетъ дороговизна эксплуатаціи въ Россіи при всѣхъ прочихъ одинаковыхъ или даже болѣе благоприятныхъ условіяхъ.

Для большей наглядности я буду проводить цифровыя параллели нашихъ дорогъ съ сѣтью Сѣверо-Американскихъ Соединенныхъ Штатовъ, такъ какъ желѣзныя дороги этой страны по характеру транспорта подходят къ нашимъ, обслуживая территорію главнымъ образомъ полуфабрикатомъ и сырьемъ (чугунъ, уголь, хлопокъ, зерновой хлѣбъ, лѣсъ и пр.).

Обращаясь къ товарнымъ перевозкамъ на 1 пудо-версту, мы видимъ, что провозъ на эту единицу у насъ на 26,6% дороже, чѣмъ въ Соединенныхъ Штатахъ. Цифра эта еще больше оттъняется, если принять во вниманіе то, что средняя заработная плата на одного служащаго и рабочаго въ Соед. Штатахъ въ 3 раза выше, чѣмъ у насъ.

Ясно, что только при высокой технической постановкѣ эксплуатаціи желѣзныя дороги Соед. Штатовъ могутъ давать большую прибыль при болѣе низкой тарифной расцѣнкѣ, не смотря на высокую заработную плату.

Иллюстрируя статистическими данными высокую постановку техники эксплуатаціи желѣзныхъ дорогъ С.-А. Соединенныхъ Штатовъ, слѣдуетъ указать прежде всего на число рабочихъ и служащихъ на 1 версту: у насъ 12,3 человѣка, а въ Соед. Штатахъ 3,5 чел., т. е. въ 3 раза меньше, чѣмъ у насъ.

Далѣе, у насъ на 100 верстъ желѣзныхъ дорогъ 31 паровозъ, а въ Америкѣ лишь 14; товарныхъ вагоновъ на тѣ же 100 верстъ у насъ

719, а въ Соед. Штатахъ 554 при одинаковомъ количествѣ перевозимыхъ товаровъ на единицу пути и на одну вагонную ось.

Все эти данныя относятся къ среднимъ выводамъ по эксплуатаціи желѣзныхъ дорогъ за послѣднія десять лѣтъ.

Но если мы знаемъ, что бюджетъ эксплуатаціоннаго расхода желѣзныхъ дорогъ въ значительной степени состоитъ изъ расхода на ремонтъ и возобновленіе подвижнаго состава, то выводъ ясенъ: уменьшеніе абсолютной величины этого расхода зависитъ также и отъ болѣе рациональнаго оборудованія мастерскихъ.

Несомнѣнно, что при, такъ называемой, „американской“ ѣздѣ паровозовъ, изнашиваемость паровоза въ Америкѣ гораздо выше чѣмъ у насъ, благодаря тому, что пробѣгъ американскихъ паровозовъ вдвое больше пробѣга нашихъ. Точно также и вагоны въ одну и ту же единицу времени значительно больше находятся въ работѣ, чѣмъ у насъ.

Отсюда уже совершенно понятно, что ремонтный оборотъ подвижнаго состава въ Америкѣ гораздо быстрѣе, чѣмъ у насъ, а слѣдовательно и мастерскія тамъ приспособлены къ производительности, по крайней мѣрѣ вдвое большей, чѣмъ наши.

Какъ ни соблазнительна тема разработки нормальнаго типа американскихъ мастерскихъ, но я беру на себя несравненно болѣе скромную задачу—указать нормальный типъ лишь колесно-токарнаго станка, какъ наиболѣе тяжелой и дорогой машины. И я думаю, что только рядомъ предварительныхъ кропотливыхъ изслѣдованій отдѣльныхъ типовъ станковъ, мы сможемъ подойти къ разрѣшенію задачи рациональнаго оборудованія не только желѣзнодорожныхъ мастерскихъ, но и мастерскихъ вообще по механической обработкѣ металловъ, подходя къ рѣшенію этой задачи опредѣленіемъ наибольшей производительности въ связи съ цѣлесообразностью конструкцій.

Однако, рядомъ со скромной задачей указать нормальный типъ колесно-токарнаго станка, я попытаюсь опредѣлить въ этой статьѣ основы тѣхъ научныхъ требованій, которыя должны быть приняты при характеристикѣ и оцѣнкѣ того или другого типа машины для механической обработкѣ матеріала вообще и металловъ въ частности.

Нужно считать неоспоримымъ тотъ фактъ, что нагроможденіе чертежей и описаній конструкцій машинъ въ книгахъ по механической технологіи, долженствующихъ быть научной литературой для техниковъ, является лишь плохой технической хроникой. Научнымъ требованіямъ книга можетъ удовлетворять лишь тогда, когда, во 1-хъ, она даетъ ясное понятіе о процессѣ производства, не смѣшивая суть процесса съ рецептомъ; во 2-хъ, когда въ ней схематизированы конструкціи машины и части машинъ, выполняющія ту или другую стадію процесса. Второе требованіе важно въ томъ отношеніи, что оно обя-зываетъ автора избѣгать загроможденія изслѣдованій или руководствъ

конструктивными описаніями, а главное—даетъ намъ возможность ясно опредѣлять суть конструкціи и читать чертежъ безъ длиннѣйшихъ описаній. Удовлетворяя первому и второму требованію, мы такимъ образомъ создаемъ критеріи для ясной всесторонней критической оцѣнки машины.

Итакъ, процессъ обработки и схема машины, характеризующая тотъ или другой моментъ процесса,—вотъ основа всякой механической технологіи. Нечего и говорить, что сюда допустимы и даже необходимы иллюстраціи схемъ конструктивнымъ чертежомъ. Но когда рѣчь идетъ о монографіи какого-либо опредѣленнаго типа машины, имѣющей специальное назначеніе, то кромѣ процесса работы и схемы этой машины необходимо развернуть передъ читателемъ полную картину ея историческаго развитія вплоть до нашихъ дней, чтобы поставить мысль конструктора на желѣзные колеи логики, опредѣляющей законѣрное движеніе творчества мысли и устраняющей ея порханіе въ область фантазіи.

Уяснивъ себѣ процессъ работы данной машины и ознакомившись съ исторіей осуществленія этого процесса опредѣленными органами механизма, конструкторъ, создающій новую машину, или инженеръ, которому приходится имѣть дѣло съ готовой машиной, можетъ вполне ориентироваться въ этомъ вопросѣ. Его отвѣты будутъ логическимъ заключеніемъ или продолженіемъ предыдущей работы, если это конструкторъ, и чистымъ источникомъ его требованій будетъ та же логика цѣлесообразности, если это инженеръ практикъ. И только такимъ путемъ мы можемъ привести работу творческой мысли къ высокой производительности и удержать ее на прямомъ пути логики, минувавъ который, лишь „геніи“ изобрѣтательности бродятъ, какъ слѣпые, тропинками фантазіи и творчества угадыванія. Что изобрѣтательность есть наука, а не искусство, показываетъ намъ классическая страна изобрѣтеній и изобрѣтателей—Америка, которая давно уже пошла строго научнымъ путемъ, провѣряя экспериментально лишь теоретически созданную конструкцію изобрѣтателя.

* * *

Однимъ изъ немногихъ станковъ, производительность которыхъ можетъ быть болѣе или менѣе точно учтена даже въ грубомъ практическомъ смыслѣ этого слова, является колесно-токарный станокъ. Нѣтъ ни однихъ желѣзнодорожныхъ мастерскихъ для средняго ремонта паровозовъ, которыя могли бы обходиться безъ колесно-токарнаго станка,—это во 1-хъ, а во 2-хъ, дороговизна этого станка, едва ли не самаго дорогого изъ всего оборудованія, какъ и наиболѣе высокая оплачиваемость труда рабочаго на немъ, заслуживаетъ того, чтобы остановиться на этомъ станкѣ и дать критическую оцѣнку его со-

временной конструкціи. Но, какъ ранѣе уже сказано, болѣе или менѣе правильная оцѣнка современнаго типа этого станка возможна лишь тогда, когда мы прослѣдимъ эволюцію его конструкціи, т. е. познакомимся со станкомъ въ его исторической перспективѣ.

Колесно-токарный станокъ, какъ въ его историческомъ прошломъ, такъ и въ настоящее время употребляется почти исключительно для обточки поверхности катанія и боковыхъ поверхностей бандажей полускатовъ. И если прежде станокъ конструировался съ приспособленіемъ для увеличенія скорости вращенія съ цѣлью обточки осевыхъ шеекъ полускатовъ, то регулированіе скорости съ этой же цѣлью въ современныхъ конструкціяхъ станка надо признать конструктивнымъ атавизмомъ изобрѣтателей, какъ я это постараюсь доказать ниже.

Насколько велика роль колесно-токарнаго станка въ желѣзнодорожномъ дѣлѣ, можно судить хотя бы по тому факту, что кромѣ обточки новыхъ бандажей, переточка сработанныхъ опредѣляется колоссальной цифрой, т. к. общій пробѣгъ паровозо-тендеро и вагоноосей ежегодно доходитъ до *тридцати миллиардовъ осе-верствъ*. А это, при пробѣгѣ между переточками отъ 15 до 50 тыс. верствъ для оси, создаетъ громадное количество полускатовъ, нуждающихся въ переточкѣ.

Характеризуя колесно-токарный станокъ какъ въ его конструктивной эволюціи, такъ и въ современномъ болѣе или менѣе установившемся типѣ, я буду придерживаться слѣдующихъ трехъ принциповъ, которые и положу въ основу оцѣнки станка въ смыслѣ его конструктивной цѣлесообразности и простоты:

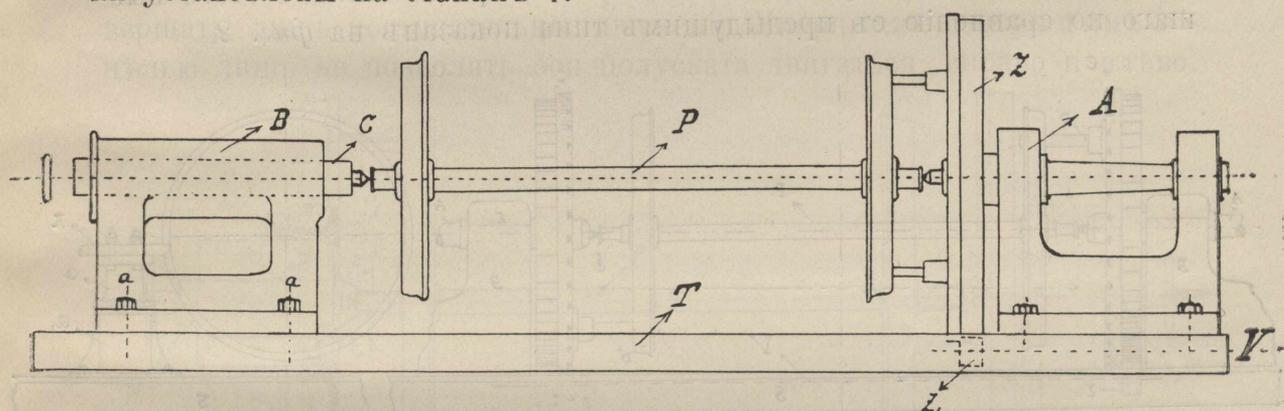
1. Способъ приведенія во вращательное движеніе обтачиваемаго полуската и регулированіе этого движенія.
2. Характеръ рабочаго инструмента, употребляемаго для обточки.
3. Установка (суппортъ) и перемѣщеніе рабочаго инструмента по линіи обработки.

Въ порядкѣ этихъ трехъ основныхъ положеній, вытекающихъ изъ самаго процесса работы—снятіе стружки съ поверхности катанія бандажа для приданія ей необходимаго профиля, я и буду излагать настоящую монографію.

Уже само названіе колесно-токарнаго станка показываетъ, что первою мыслью изобрѣтателя должно было быть перенесеніе идеи обыкновеннаго токарнаго станка въ построеніе колесно-токарнаго. И дѣйствительно, вѣроятно, однимъ изъ первыхъ былъ сконструированъ и построенъ станокъ, схематически изображенный на *фиг. 1*. Говорю „вѣроятно“, потому что въ литературѣ почти за шестьдесятъ лѣтъ я не нашелъ никакихъ слѣдовъ этого станка, тогда какъ станки этой конструкціи (3 экземпляра) работаютъ и до сихъ поръ на Путиловскомъ заводѣ, старѣйшемъ изъ русскихъ заводовъ (основанъ 1801 г.),

и потому представляющѣмъ хорошій музей исторической и современной техники.

Какъ видно изъ схемы, этотъ станокъ представляетъ изъ себя точную копию въ увеличенномъ масштабѣ обыкновеннаго токарнаго станка. Въ немъ передняя бабка **A** съ планшайбой **Z** установлена неподвижно. Задняя упорная бабка **B** подвижная и по конструкціи шпинделя **C** представляетъ упорную бабку старыхъ токарныхъ станковъ. Планшайба **Z** съ зубчатымъ вѣнцомъ получаетъ вращательное движеніе отъ вала **V** при помощи шестерни **Z₁**; полускатъ **P** устанавливается на упорныхъ центрахъ и укрѣпляется водилами. Такимъ образомъ, упорный центръ передней бабки вращается вмѣстѣ съ планшайбой и полускатомъ, тогда какъ центръ задней бабки неподвиженъ. Обѣ бабки установлены на станинѣ **T**.



Фиг. 1.

Станокъ въ конструктивномъ отношеніи необычайно простъ, тѣмъ болѣе, что на немъ нѣтъ перебора зубчатыхъ колесъ для измѣненія скоростей; но прямое перенесеніе идеи токарнаго станка въ колесно-токарный явно нецѣлесообразно. Во 1-хъ, станокъ этотъ, берущій не менѣе ЗНР, сильно разрабатываетъ упорнымъ центромъ подвижной бабки соответствующее ему углубленіе въ оси полуската, вызывая этимъ децентрировку, что неблагоприятно вліяетъ на правильность обточки полуската; во 2-хъ, все усиліе работы передается на одну нижнюю шестерню привода вала, а это создаетъ быструю сработку шестерни и разработку подшипника.

И то и другое явленіе наблюдается при работѣ на этихъ станкахъ, и поэтому Путиловскій заводъ, не имѣя все-таки мужества выбросить полностью эти археологическія украшения вагонныхъ механическихъ мастерскихъ, рѣшилъ послѣ многочисленныхъ ремонтовъ передѣлать одинъ изъ наиболѣе разрушенныхъ станковъ, приблизивъ его къ современному типу.

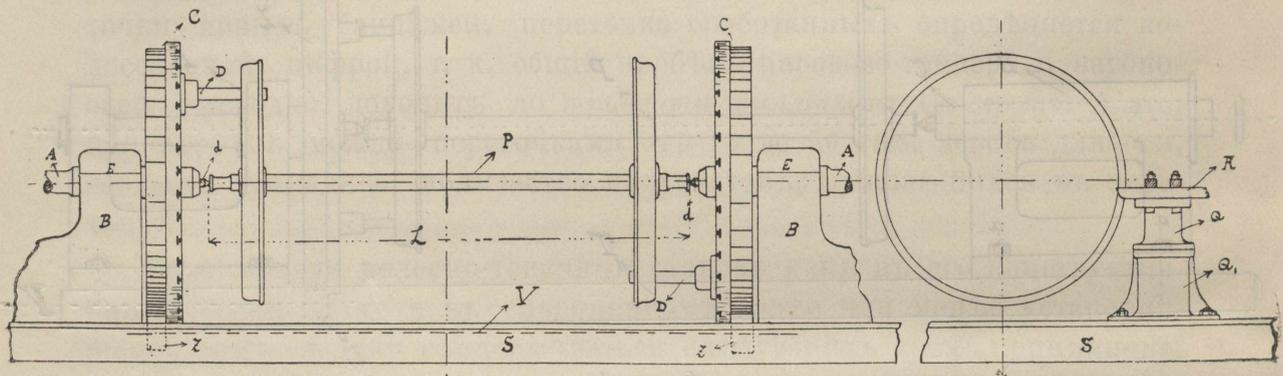
Итакъ, эта конструкція станка, хотя и проста, но не цѣлесообразна. Указанные выше недостатки сразу наталкиваютъ техника на правильную идею конструкціи колесно-токарнаго станка. Ясно, что станокъ

долженъ быть сконструированъ такъ, чтобы, во 1-хъ, полускатъ въ обработкѣ не подвергался децентрировкѣ, а во 2-хъ, чтобы усилие для приведенія во вращательное движеніе обрабатываемаго полуската передавалось болѣе равномерно.

И дѣйствительно, мы видимъ, что формой осуществленія этой идеи въ исторической послѣдовательности будетъ непосредственный переходъ къ установкѣ задней подвижной бабки такой же конструкции, какъ и передняя, т. е. съ вращающейся планшайбой вмѣстѣ съ упорнымъ центромъ и получающей это вращеніе отъ общаго вала.

Такимъ образомъ, осевыя углубленія лѣвой части полуската не разрабатываются, что сохраняетъ правильную установку оси, а усилие вращенія передается равномерно на оба конца полуската.

Схематически изображенный колесно-токарный станокъ этого высшаго по сравненію съ предыдущимъ типа показанъ на *фиг. 2*.



Фиг. 2.

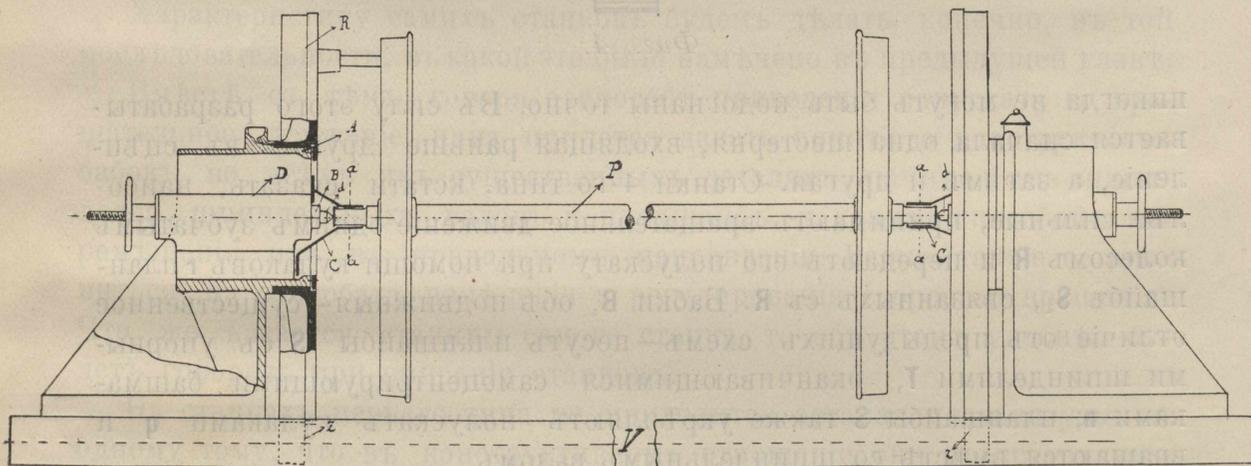
Здѣсь на станинѣ **S** установлено двѣ бабки **B**, изъ которыхъ одна, передняя, принимающая движеніе отъ приводнаго вала или мотора, неподвижна, а другая, задняя, можетъ перемѣщаться вдоль по станинѣ **S**. Бабка обыкновенно состоитъ изъ станины **B** съ глухими (старая конструкція) или разъемными подшипниками **E**, въ которые помещается шпиндельный валъ **A**, оканчивающійся центромъ **d**. На валу **A** укрѣпляется планшайба **C** съ зубчатымъ вѣнцомъ. Полускатъ **P** устанавливается на шпиндельныхъ центрахъ **d** и приводится во вращательное движеніе водилами **D**.

Перемѣщеніемъ одной изъ бабокъ и одного или обоихъ шпинделей съ центромъ **d**, станокъ можетъ быть приспособленъ для полускатовъ съ осями различной длины, т. е. для широкой и узкой колесъ или вагонныхъ и паровозныхъ съ кривошипами полускатовъ.

Насколько цѣлесообразно осуществлена эта схема, представляющая въ данный моментъ наиболѣе распространенный типъ колесно-токарнаго станка, я покажу ниже, при детальномъ разсмотрѣннн конструкцій въ ихъ исторической послѣдовательности, а теперь перехожу къ двумъ другимъ схемамъ.

При обточкѣ бандажей важно, чтобы ихъ поверхности обработки были точно концентричны оси полуската и тѣмъ самымъ концентричны поверхностямъ осевыхъ шеекъ. Не всегда, однако, можно положиться въ этомъ отношеніи на шпиндельные центры, и вотъ у конструктора возникаетъ идея уничтожить могущую произойти погрѣшность, т. е. сдѣлать вращеніе полуската независимымъ отъ центровъ. Идея эта впервые получила свое осуществленіе, какъ мы увидимъ ниже, свыше 40 лѣтъ назадъ. Станокъ по этой идеѣ конструируется такимъ образомъ, чтобы полускатъ можно было установить и центрировать не на шпиндельныхъ центрахъ, а на осевыхъ шейкахъ.

Схемою такого станка можетъ быть принята *фиг. 3*. Здѣсь прежде всего мы видимъ, что въ станинахъ бабокъ въ неподвижныхъ гнѣздахъ **D** установлены не вращающіеся шпинделя **B**, могущіе совершать лишь поступательное движеніе. Упорные же центры **d** имѣютъ цѣлью лишь не позволять оси полуската двигаться вправо и влѣво.



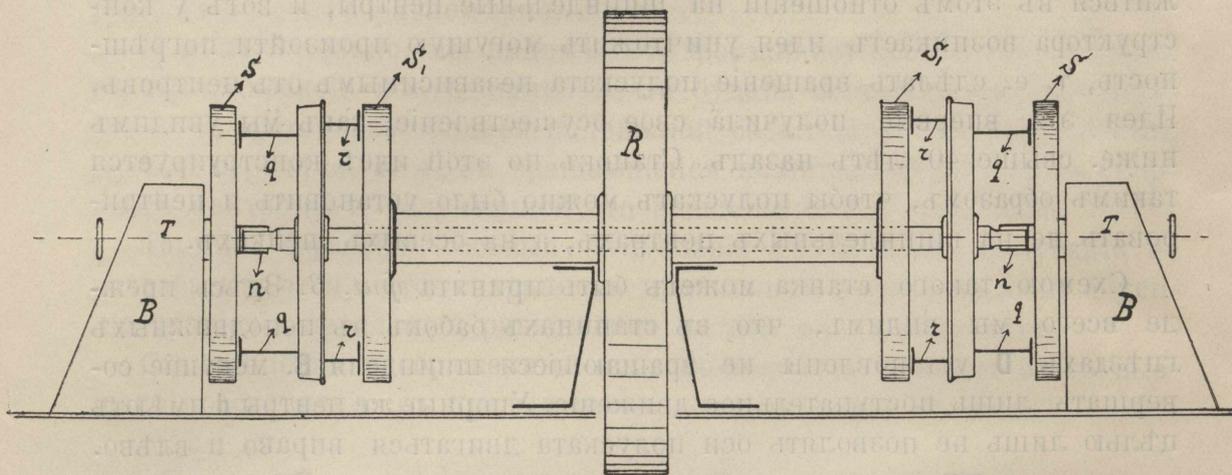
Фиг. 3.

Полускатъ устанавливается шейками въ подшипникахъ **C**, которые центрируются болтами **a**. Планшайбы **R** съ зубчатыми вѣнцами вращаются на втулкахъ **A**, являющихся продолженіемъ станинъ бабокъ, и получаютъ движеніе отъ главнаго вала **V** черезъ шестерни **Z**.

Одна изъ двухъ бабокъ—передняя—неподвижна; задняя бабка можетъ перемѣщаться вдоль по станинѣ. При обточкѣ полуската, упираясь въ центры **d**, вращается шейками въ подшипникахъ **C**. Этимъ, однако, схема не исчерпывается. Очевидный недостатокъ такого закрѣпленія полускатовъ—стираніе и возможный задиръ осевой шейки—вынудилъ конструкторовъ укрѣпить подшипникъ на планшайбѣ и сдѣлать его вращающимся, т. е. обратить его въ удерживающія втулки.

Наконецъ, четвертый типъ станковъ, встрѣчающійся только въ Америкѣ, схематически изображенъ на *фиг. 4*. Прежде всего, станки

этого типа имѣютъ цѣлью устранить весьма существенный недостатокъ двухъ предыдущихъ типовъ, заключающийся въ томъ, что сцепленія зубчатыхъ вѣнцовъ съ шестернями на главномъ валу станка



Фиг. 4.

никогда не могутъ быть подогнаны точно. Въ силу этого разрабатывается сначала одна шестерня, входящая раньше другой въ сцепленіе, а затѣмъ и другая. Станки 4-го типа, кстати сказать, наиболѣе сильные, принимаютъ вращательное движеніе однимъ зубчатымъ колесомъ **R** и передаютъ его полускату при помощи кулаковъ **г** планшайбы **S**₁, связанныхъ съ **R**. Бабки **B**, обѣ подвижныя—существенное отличіе отъ предыдущихъ схемъ—несутъ планшайбы **S** съ упорными шпинделями **T**, оканчивающимися самоцентрирующими башмаками **п**; планшайбы **S** также укрѣпляютъ полускату кулаками **q** и вращаются вмѣстѣ со шпиндельнымъ валомъ.

Въ этихъ четырехъ схемахъ и укладываются всѣ разнообразныя конструкции колесно-токарныхъ станковъ.

* * *

Перейдемъ теперь ко второму основному критерию оцѣнки станка, именно къ типу рабочаго инструмента, употребляемаго для обточки.

Рабочій инструментъ, какъ и самая первая конструкция колесно-токарнаго станка, былъ взятъ отъ обыкновеннаго токарнаго станка т. е. это былъ обыкновенный рѣзецъ. Приспосабливая рабочій инструментъ къ характеру обрабатываемой поверхности, создали фасонный рѣзецъ для гребня бандажа. Но рядомъ съ рѣзцомъ, берущимъ стружку единственной рѣжущей гранью, существовала попытка ввести и болѣе сложный рабочій инструментъ—фрезу.

Попытка эта, какъ мы увидимъ ниже, приняла даже опредѣленныя реальныя формы.

Большую роль въ производительности и чистотѣ работы станка имѣетъ установка и регулированіе движенія рабочаго инструмента;

поэтому конструкція суппорта, иначе говоря, установка и перемѣщеніе рѣзца по линіи обработки, является третьимъ критеріемъ оцѣнки колесно-токарнаго станка. Въ зависимости отъ подачи рѣзца суппорта бываютъ двухъ родовъ. Во 1-хъ, простые суппорта, на которыхъ работаютъ простыми и фасонными рѣзцами, и во 2-хъ, автоматическіе,* сь помощью которыхъ фасонный профиль банджа обрабатывается только простымъ рѣзцомъ. Въ первомъ случаѣ рабочій обязательно регулируетъ толщину стружки въ ручную, а во 2-мъ, какъ ширина, такъ и толщина стружки опредѣляется автоматическимъ ходомъ суппорта, хотя и суппорта второго типа конструируются такъ, чтобы на нихъ можно было и въ ручную регулировать ходъ рѣзца.

Наконецъ третій типъ суппортовъ—это суппорта для фрезы.

II.

Характеристику самихъ станковъ будемъ дѣлать, конечно, въ той послѣдовательности, въ какой это было намѣчено въ предыдущей главѣ.

Вмѣстѣ сь тѣмъ, говоря о способѣ приведенія полуската во вращательное движеніе, намъ придется давать понятіе о конструкціяхъ бабокъ во всѣхъ ихъ существенныхъ деталяхъ, начиная отъ шпинделей, шпиндельныхъ валовъ и планшайбъ, и кончая способомъ перемѣщенія ихъ въ продольномъ направленіи. Важно также остановиться на способахъ измѣненія и регулированія скоростей вращенія. Что же касается станины самого станка, то объ этомъ удобнѣе будетъ говорить при описаніи станковъ.

На станкахъ перваго типа не приходится останавливаться уже по одному тому, что въ конструктивномъ отношеніи они представляютъ лишь обыкновенный токарный станокъ увеличеннаго масштаба. Поэтому переходимъ къ описанію второго типа и попробуемъ прослѣдить развитіе его конструкціи.

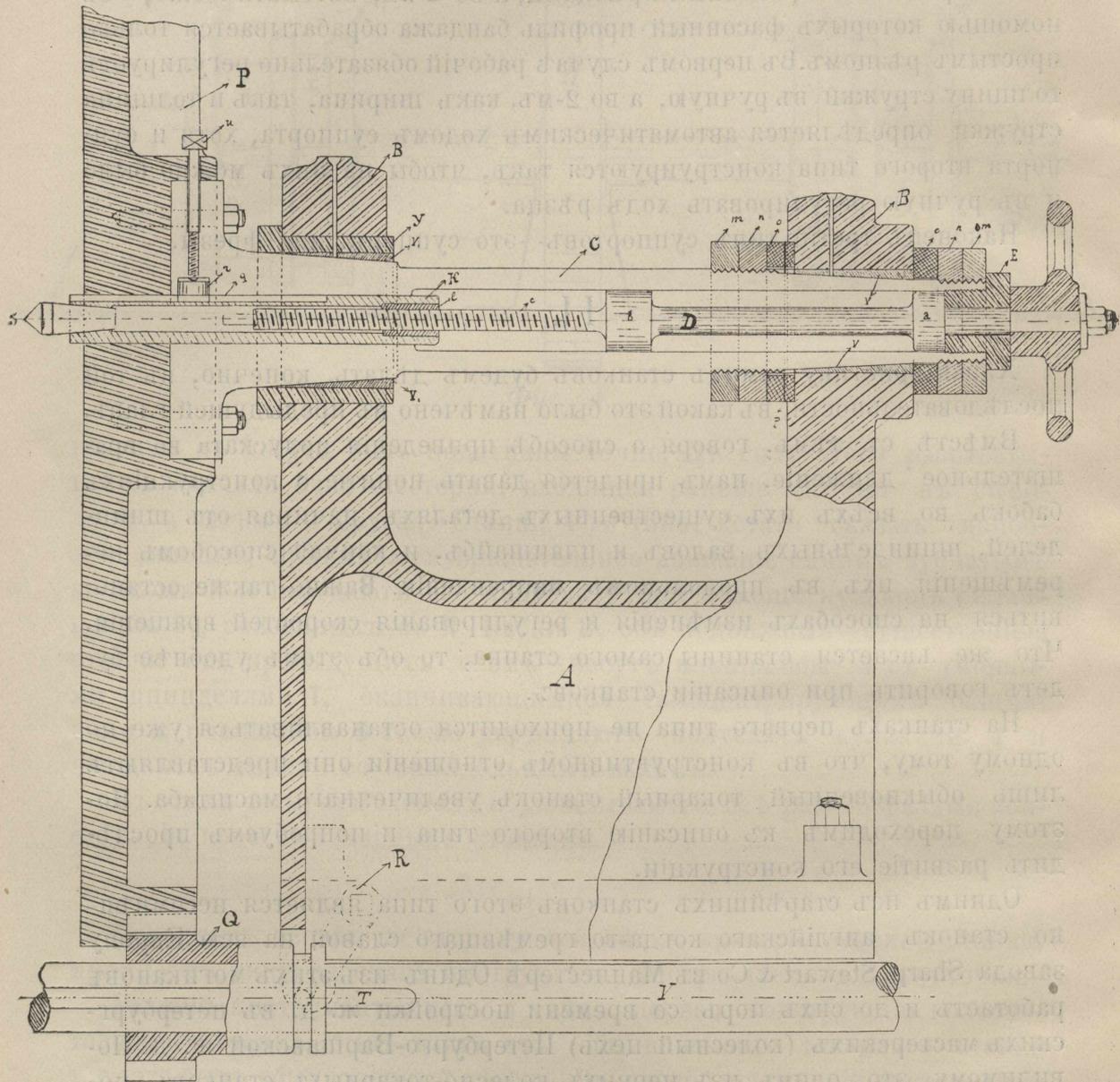
Однимъ изъ старѣйшихъ станковъ этого типа является несомнѣнно станокъ англійскаго когда-то гремѣвшаго славой на всю Европу завода Sharp, Stewart & Co въ Манчестерѣ. Одинъ изъ этихъ могикановъ работаетъ и до сихъ поръ со времени постройки ж. д. въ петербургскихъ мастерскихъ (колесный цехъ) Петербурго-Варшавской ж. д. По видимому, это одинъ изъ первыхъ колесно-токарныхъ станковъ, построенныхъ заводомъ Sharp, Stewart & Co, теперь уже не существующимъ, и возрастъ его не менѣе 50 лѣтъ, т. к. онъ работалъ еще до постановки въ мастерскихъ.

Болѣе точно установить дату изготовки этого станка мнѣ не удалось, т. к. въ литературѣ о первыхъ станкахъ Stewart'a нѣтъ свѣдѣ-

* Едва ли не первую конструкцію автоматическаго суппорта (обточка по фасонному шаблону) для токарнаго станка находимъ у проф. A. Ledebour'a въ его книгѣ „Die Verarbeitung der Metalle auf mechanischem Wege“, 1877.

ній, какъ нѣтъ данныхъ и въ архивахъ завода Loudon Brothers, Ltd, унаслѣдовавшаго исчезнувшую фирму.

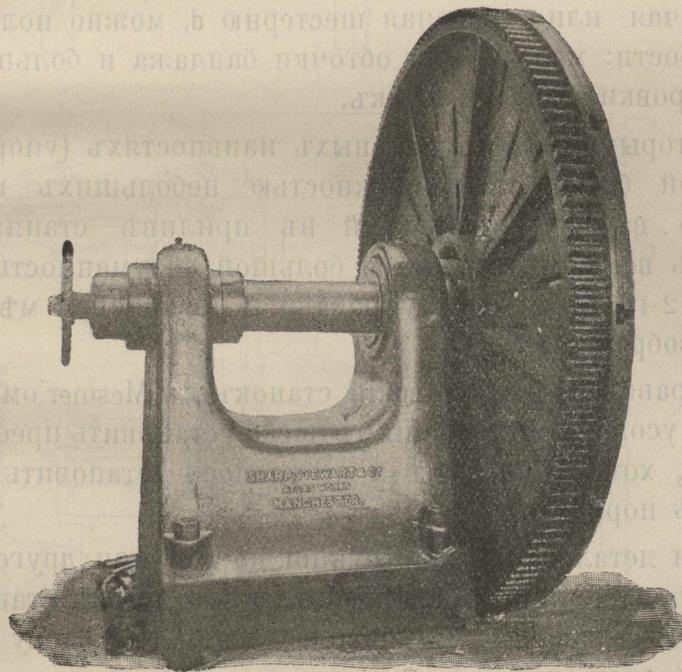
Существенными чертами этого станка, несомнѣнно родовачальни- ка колесно-токарныхъ станковъ 2-го типа, являются его шпиндель-



Фиг. 2. б.

ный валъ и планшайба. Шпиндельный валъ **С**, фиг. 5, какъ у старыхъ токарныхъ станковъ, заточенъ на конусъ въ своихъ цапфовыхъ частяхъ, входящихъ въ глухіе подшипники **В**. Подтягиваніе вала при разработкѣ мѣдныхъ цѣльныхъ вкладышей **V** и **V₁**, производится, какъ въ токарныхъ станкахъ, круглыми гайками **m** и **n** (діам. 30 м/м, ходъ треугольн. нарѣз. винта 5м/м).

Шпиндель **D**, оканчивающийся упорнымъ центромъ **S**, имѣетъ направляющій поршень **b**, одно цѣлое съ **D**, который предупреждаетъ также и продольный изгибъ шпинделя. Фланецъ **a** удерживаетъ шпиндель отъ продольнаго движенія, опираясь на гайку **E**, ввинченную въ шпиндельный валъ совнутри. Вращаемый маховикомъ винтъ **c** шпинделя подаетъ впередъ или назадъ центръ **S** при помощи центродержателя **K**, удерживаемаго отъ вращательнаго движенія яблокомъ **g** съ шипомъ, ходящимъ въ пазу **q** центродержателя. Вкладышъ **e** центродержателя **K**—стальной, какъ и шпиндель; шпиндельный валъ **C**—чугунный. Планшайба **P**, отлитая за одно цѣлое съ зубчатымъ вѣнцомъ (характерно для станка старой конструкции), соединяется со шпиндельнымъ валомъ шестью болтами; вращательное движеніе она получаетъ отъ вала **V**, проходящаго подъ бабками по оси станка, черезъ шестерню **Q**, которая можетъ быть выключена вилкой **R**, если это понадобится. На *фиг. 6* изображена фотографія подвижной бабки, и здѣсь ясно видны глухіе подшипники. Передняя неподвижная бабка несетъ на себѣ передачу для вращенія вала и отдѣльный ступенчатый шкивъ съ шестерней на его же оси, сцепляющейся съ зубчатымъ вѣнцомъ планшайбы. Последнее приспособлено для полученія большой скорости вращенія станка, необходимой при обтачиваніи осевыхъ шеекъ.



Фиг. 6.

Недостатки этой конструкции очевидны: глухіе подшипники, а отсюда трудность сборки и, главное, регулировки шпиндельнаго вала при сработкѣ вкладышей, осложненной еще цѣльными вкладышами; второй существенный недостатокъ—это цѣльная отливка планшайбы и зубчатаго вѣнца, т. к. въ этомъ случаѣ поломка нѣсколькихъ зубьевъ

вынуждаетъ выбросить всю планшайбу. Вскорѣ, однако, уже въ 60-хъ годахъ заводъ Stewart'a конструируетъ разъемные подшипники, а зубчатый вѣнецъ отливается отдѣльно отъ планшайбы и прикрѣпляется къ ней болтами. Въ этомъ случаѣ поломка нѣсколькихъ зубцовъ даетъ возможность свободно поставить латку на снятомъ съ планшайбы вѣнцѣ, или въ крайнемъ случаѣ отлить новый вѣнецъ, если ремонтъ его не возможенъ.

Вышею формой конструкціи является станокъ инженера Mesmer'a (машиностроительный заводъ въ Страсбургѣ), построенный въ 50-хъ годахъ. Здѣсь, очевидно, Mesmer вполне сознательно устраняетъ недостатки станковъ 1-й схемы и стюартовскихъ 2 й. Оставляя пока въ сторонѣ полное описаніе станка, обратимъ вниманіе лишь на то, что здѣсь подшипники разъемные; вкладыши состоятъ изъ двухъ половинокъ, зубчатый вѣнецъ отлитъ отдѣльно и прикрѣпляется къ планшайбѣ болтами. Правая бабка (Табл. 1.) несетъ (фиг. 22) выдвигной шпиндель S^1 , тогда какъ лѣвая имѣетъ неподвижный S (фиг. 20) съ центромъ e . Планшайбы I и I_1 приводятся во вращательное движеніе отъ вала K черезъ насаженные на него шестерни k (фиг. 17), при чемъ валъ K получаетъ движеніе черезъ зубчатый переборъ G, L и K_1 отъ ступенчатого шкива D (фиг. 17 и 18). Изъ фиг. 18 на лѣвой бабкѣ видно, что, включая или выключая шестерню d , можно получать 2 различныхъ скорости: малую—для обточки бандажа и большую—для обточки и полировки осевыхъ шеекъ.

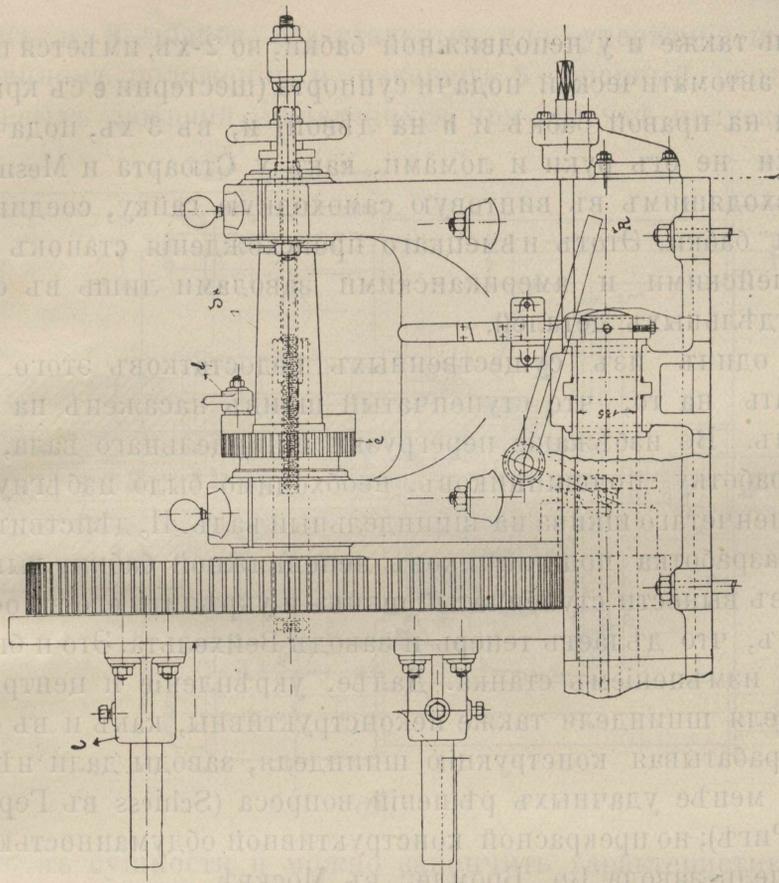
При нѣкоторыхъ конструктивныхъ наивностяхъ (упорный центръ f неподвижной бабки съ возможностью небольшихъ перемѣщеній шпиндельнаго вала, укрѣпленный въ приливѣ станины—фиг. 17) этотъ станокъ всетаки отличается большой обдуманностью, и по его схемѣ станки 2-го типа конструировались по крайней мѣрѣ 40 лѣтъ со времени изобрѣтенія.

Если мы сравнимъ стюартовскій станокъ съ Mesmer'омъ, то по конструктивнымъ усовершенствованіямъ легко установить преимущество идей Stewart'a, хотя точно мнѣ и не удалось установить это въ хронологическомъ порядкѣ.

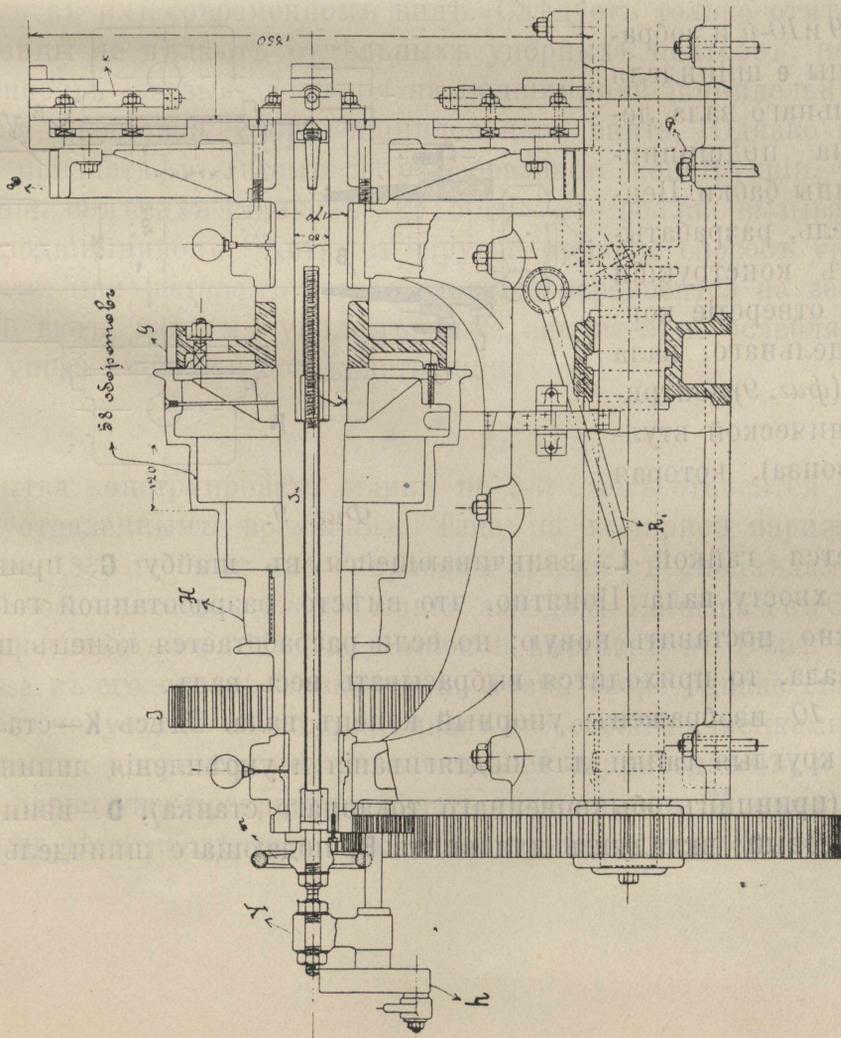
Обдуманная детализація конструкціи по той или другой идеѣ—характерная черта нѣмецкихъ инженеровъ, и всѣ детали станка Mesmer'a настолько ярко выражены, что надолго легли въ основу конструирования станковъ этого типа.

Непосредственнымъ развитіемъ конструкціи станка Mesmer'a является очень распространенный станокъ (фиг. 7 и 8-й), изготовляемый еще и теперь не только въ Россіи, но и на Западѣ.

На фиг. 7 и 8 изображены лѣвая и правая (подвижная) бабки станка завода б. К. А. Вейхельтъ въ Москвѣ. Сравнивая этотъ станокъ съ Mesmer'овскимъ, мы видимъ, что въ немъ, во 1-хъ, выдвиг-



Фиг. 8.

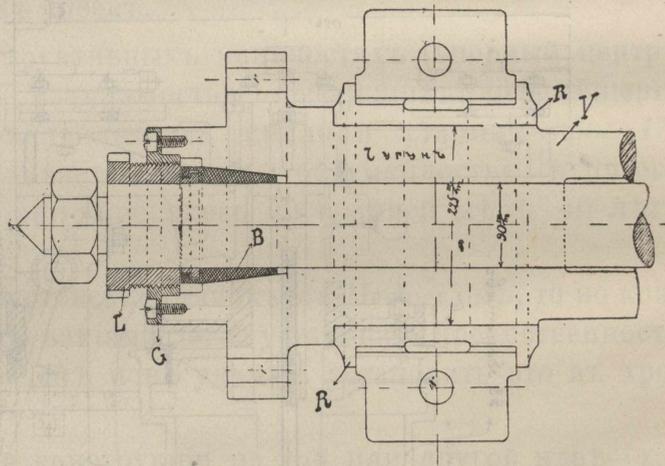


Фиг. 7.

ной шпиндель также и у неподвижной бабки, во 2-хъ, имѣется приспособленіе для автоматической подачи суппорта (шестерни *e* съ кривошипами *f* видны на правой бабкѣ и *h* на лѣвой) и, въ 3-хъ, подача подвижной бабки не отъ руки и ломами, какъ у Стюарта и Mesmer'a, а винтомъ *K*, входящимъ въ винтовую самоходную гайку, соединенную съ подошвой бабки. Этотъ нѣмецкаго происхожденія станокъ варьируется европейскими и американскими заводами лишь въ смыслѣ улучшения отдѣльныхъ деталей.

Какъ на одинъ изъ существенныхъ недостатковъ этого станка можно указать на то, что ступенчатый шкивъ насаженъ на шпиндельный валъ. Во избѣжаніе перегрузки шпиндельнаго вала, вызывающей разработку подшипниковъ, необходимо было избѣгнуть постановки ступенчатого шкива на шпиндельный валъ. И, дѣйствительно, постоянная разработка подшипниковъ неподвижной бабки, вынудила конструкторовъ вынести ступенчатый шкивъ и укрѣпить его въ особыхъ подшипникахъ, что дѣлаетъ теперь и заводъ Вейхельта. Это и было существеннымъ измѣненіемъ станка. Далѣе, укрѣпленіе и центрировка центродержателя шпинделя также неконструктивны, какъ и въ станкѣ Месмера. Разрабатывая конструкцію шпинделя, заводы дали нѣсколько болѣе или менѣе удачныхъ рѣшеній вопроса (Schliess въ Германіи, Фельзеръ въ Ригѣ); но прекрасной конструктивной обдуманностью отличается шпиндель завода Бр. Бромлей въ Москвѣ.

На *фиг. 9* и *10*-й и изображены концы *e* шпинделя и шпиндельнаго вала лежащаго на подшипникахъ станины бабки. Центродержатель, разрабатывающій въ конструкціи Вейхельта отверстие конца шпиндельнаго вала — *V*, здѣсь (*фиг. 9*) центрируется конической втулкой *B* (бронза), которая

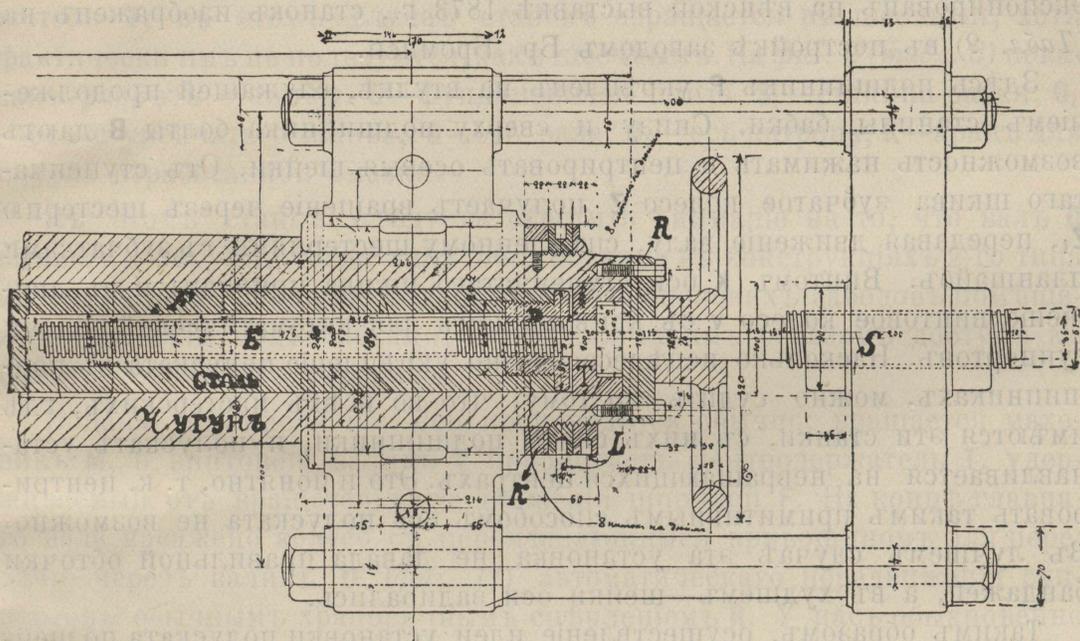


Фиг. 9.

подтягивается гайкой *L*, ввинчивающейся въ шайбу *G*, прикрѣпленную къ хвосту вала. Понятно, что вмѣсто разработанной гайки *B* легко можно поставить новую; но если разработается конецъ шпиндельнаго вала, то приходится выбрасывать весь валъ.

На *фиг. 10* изображенъ упорный конецъ вала. Здѣсь *K*—стальная шайба, *L*—круглая гайки для подтягиванія и укрѣпленія шпиндельнаго вала (принципъ обыкновеннаго токарнаго станка), *D*—ввинчивающій бронзовый вкладышъ для винта *B*, подающаго шпиндель; *T*—

вкладышъ и **R**—шайба, оба стальные, для удержанія шпинделя въ опредѣленномъ положеніи, и наконечъ **S**—упорный центръ для приемы осевыхъ давленій, являющихся при обточкѣ полуската.



Фиг. 10.

Этимъ въ сущности и можно закончить характеристику 2-го типа станковъ въ ихъ современномъ видѣ. Слѣдуетъ только отмѣтить, что американцы не дѣлаютъ отдѣльныхъ упорныхъ центровъ, подобно **S**, а переносятъ осевыя давленія на подшипники шпиндельнаго вала, усиливая хвостовой упоръ шпиндельнаго винта. Однако врядъ ли можно признать въ этомъ целесообразность конструкціи, т. к. при громадной силѣ ихъ станковъ—до 50HP—это должно вызывать разработку подшипниковъ. Хотя съ другой стороны способъ укрѣпленія полуската, при которомъ осевое давленіе переносится на весь шпиндельный валъ, какъ мы увидимъ ниже, значительно ослабляетъ недостатки упора американской конструкціи.

* * *

Попытка конструировать станки по 3-й схемѣ относится также къ весьма отдаленнымъ временамъ. Еще на всемирной парижской выставкѣ въ 1867 г. были экспонированы станки съ „медвѣдями“, а обстоятельное описаніе такого станка завода R. Harmann'a въ Chemnitz'ѣ экспонированнаго въ 1873 г. на всемирной выставкѣ въ Вѣнѣ находимъ у E. Hesse въ его отчетѣ о выставкѣ. Очень скоро однако способъ укрѣпленія полуската въ подшипникахъ его осевыми шейками при неподвижности упорныхъ центровъ оказался непригоднымъ, и нѣмецкіе заводы давно уже прекратили дѣлать такіе станки. И только у насъ, спустя 20 лѣтъ послѣ того, какъ нѣмцы выбросили эту конструкцію,

заводы дѣлаютъ эти станки по старымъ нѣмецкимъ типамъ, продолжая предлагать ихъ и теперь.

Совершенно въ томъ же видѣ (кромѣ суппортовъ), какъ онъ былъ экспонированъ на вѣнской выставкѣ 1873 г., станокъ изображенъ на (Табл. 2) въ постройкѣ заводомъ Бр. Бромлей.

Здѣсь подшипникъ **P** укрѣпленъ на втулкѣ, служащей продолженіемъ станины бабки. Снизу и сверху подшипника болты **B** даютъ возможность нажимать и центрировать осевыя шейки. Отъ ступенчатого шкива зубчатое колесо **Z** получаетъ вращеніе черезъ шестерню **Z₁**, передавая движеніе валу, сдѣланному шестернями съ зубчатками планшайбъ. Винтомъ **K** оси ступенчатого шкива приводится въ движеніе винтовое колесо **v** съ кривошипомъ для автоматической подачи суппортовъ. Насколько нецѣлесообразно укрѣпленіе полуската въ подшипникахъ, можно судить по тому, что во всѣхъ мастерскихъ, гдѣ имѣются эти станки, съ нихъ сняты подшипники, и полуската устанавливается на невращающихся центрахъ. Это и понятно, т. к. центрировать такимъ примитивнымъ способомъ ось полуската не возможно. Въ лучшемъ случаѣ эта установка не давала правильной обточки бандажей, а въ худшемъ—шейки оси задирались.

Такимъ образомъ, осуществленіе идеи установки полуската по шейкамъ оси въ подшипникахъ нужно признать крайне неудачнымъ. Гораздо болѣе удачно разрѣшили этотъ вопросъ американцы, поставивъ вмѣсто подшипниковъ захватывающіе шейку кулаки, вращающіеся вмѣстѣ съ полускатомъ.

Станокъ такого типа былъ впервые экспонированъ на всемирной выставкѣ въ Чикаго 1893 г. и въ русской литературѣ описанъ проф. Гатцукомъ въ его книгѣ объ американскихъ станкахъ по обработкѣ металловъ*). Съ тѣхъ поръ конструкція этихъ станковъ въ американскомъ производствѣ почти не измѣнена, и *фиг. 1 и 2* (Табл. 3.) представляетъ точную копію этого станка, производимаго московскимъ заводомъ б. К. А. Вейхельтъ.

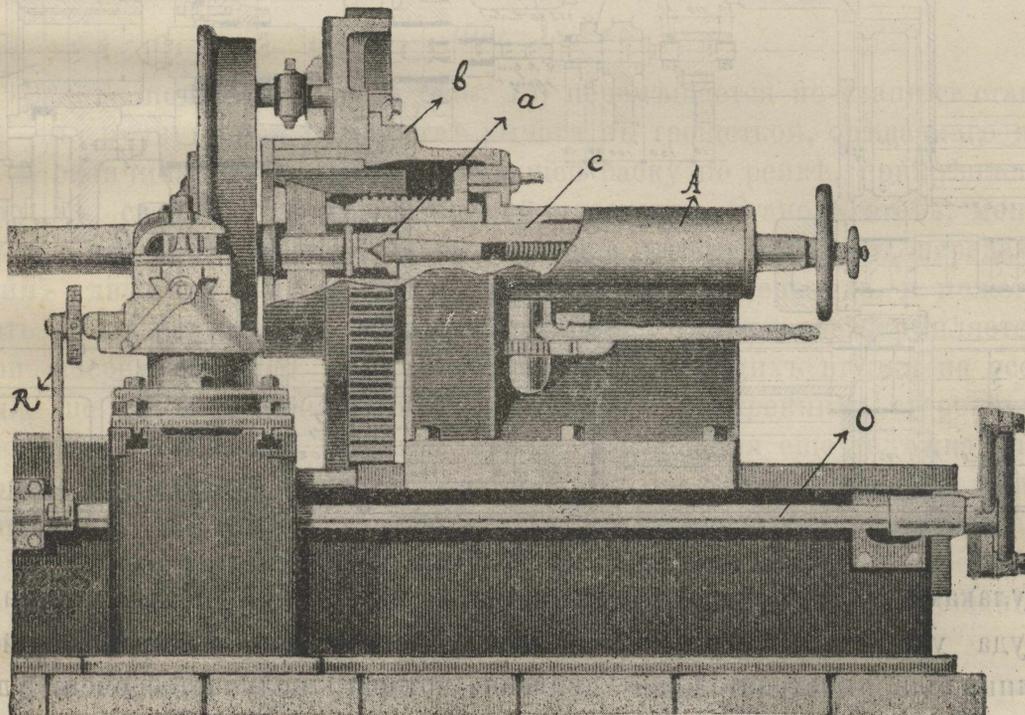
Втулка **W**, будучи продолженіемъ станины бабки, является въ то же время осью для вращающагося на ней патрона **Z**, принимающаго движеніе отъ вала **L** черезъ шестерню **Z₁**. Патронъ удерживается на флянцѣ станины угольной шайбой **K**. Шпиндель **V**, оканчивающійся центродержателемъ **T**, служитъ осью подвижного обточенного съ конца на конусѣ люнета **R** съ четырьмя кулаками **Q**, захватывающими шейку полуската. Вращая валикъ маховичкомъ, одѣтымъ на **E**, передаютъ движеніе винту **A**, принимающему это движеніе зубчатымъ фланцемъ **B** черезъ шестерню **C**. При вращеніи **A** люнетъ **R** подается вперед и опускаетъ на шейку кулаки **Q**, удерживаемые отъ движеній вдоль оси стаканомъ **m**. Шайба **n**, поставленная на шурупахъ, за-

*) *А. Гатцукъ*. Американскіе станки для обработки металловъ. СПб. 1896 г.

крываетъ всю эту систему выдвижного люнета, оставляя отверстие для вставляющаго осевой шейки. Если отнять шайбу *n*, то легко вынуть всю систему люнета, т. к. она свободно насажена на центродержатель *T*; въ этомъ случаѣ станокъ обращается въ шеечный, хотя фактически имъ не пользуются, какъ шеечнымъ. На *фиг. 2 (табл. 3)* показанъ разрѣзъ станины. *S*—фундаментная плита, *S*₁—станина бабки; *O*₁—ось ступенчатого шкива, *O*—ось вала, *O*₂—ось патрона, *K*—кранъ для спуска отработанной смазки.

Въ этомъ станкѣ слѣдуетъ обратить вниманіе на то, что валъ *O* вынесенъ наружу, тогда какъ обыкновенно въ конструкціяхъ 2-го типа американцы и громадное большинство европейскихъ заводовъ помещаютъ эти валы подъ бабками, затрудняя такимъ образомъ доступъ къ осмотру зубчатыхъ передачъ.

Подача шпинделя по оси производится обычно: вращается маховикъ *M*, и винтовой валикъ *V* продвигаетъ центродержатель *T*, удерживаемый отъ вращательнаго движенія шпонкой *F*. На концѣ главнаго вала насажено колесо съ перемѣщающимся кривошипомъ для передачи черезъ валикъ *O* (*фиг. 11*) автоматическаго передвиженія суппортовъ обычнымъ храповичнымъ сдѣлениемъ *R*. У насъ обыкновенно работаютъ на центрахъ, американцы же одѣваютъ на центра колпачки *a*, на которые передается осевое давленіе, какъ на пятки.

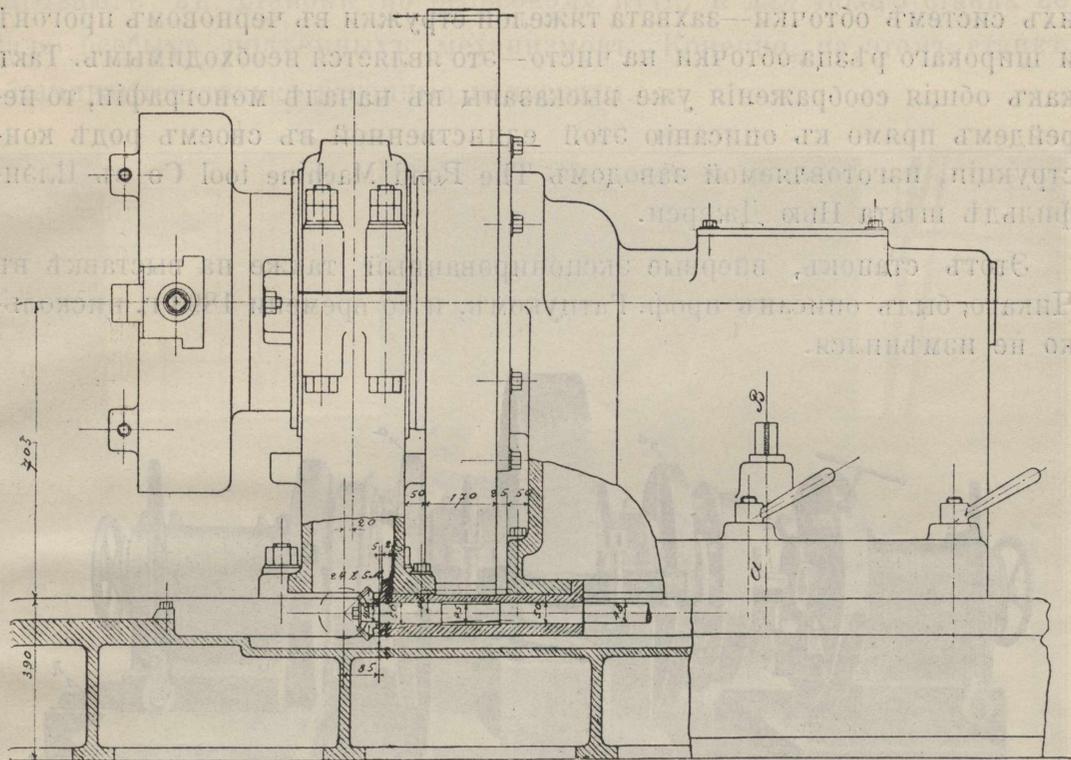


Фиг. 11.

Какъ я уже говорилъ раньше, американцы дѣлаютъ этотъ станокъ со времени чикагской выставки безъ существенныхъ конструктивныхъ



ступательное движение шпинделю. Подшипники шпинделя, какъ и его упора **С**, помещаются въ приливахъ станины бабки.



Фиг. 13.

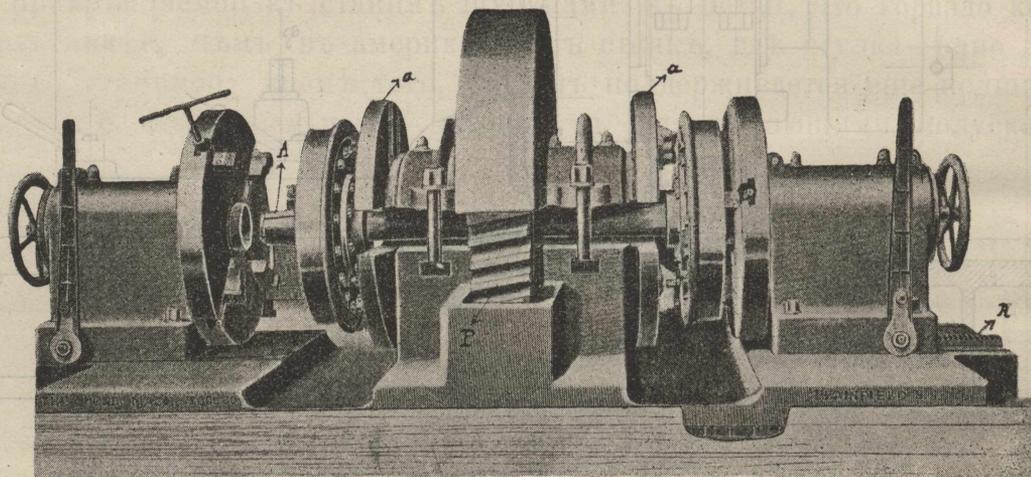
Задняя подвижная бабка (фиг. 13) перемѣщается по станинѣ станка въ ручную при посредствѣ рычага съ трещеткой, одѣваемого на **В. В** оканчивается шестерней, ведущей бабку по рейкѣ, прикрѣпленной къ станинѣ въ вертикальной плоскости. Станокъ этотъ, мощностью въ 15HP приводится въ движение электромоторомъ, передающимъ движение на зубчатый переборъ цѣпью Ренольда, и можетъ дать шесть различныхъ скоростей вращения. Полускатъ закрѣпляется при посредствѣ (фиг. 13) 8 винтовъ, насаживающихъ втулки на осевыя шейки и 8 прижимающихъ лапъ къ внутреннимъ сторонамъ ободьевъ колесъ. На станинѣ станка помещается еще телѣжка для приѣма и установки полуската; но т. к. это не имѣетъ непосредственнаго отношенія къ конструкціи станка, то на ней останавливаться не буду. Какъ и въ американскомъ станкѣ, главный валъ для передачи вращения патрономъ вынесенъ изъ подъ бабки, что въ отношеніи доступа къ нему весьма удобно.

Этимъ можно закончить иллюстрацію схемы 3-го типа станковъ, о сравнительныхъ достоинствахъ и недостаткахъ которыхъ буду говорить ниже.

Если американскіе станки второй категоріи III-ей схемы ведутъ свою родословную отъ европейскихъ изобрѣтеній, то станки типа по схемѣ IV-й уже чисто американскіе.

Стремясь повысить производительность станковъ, американскіе инженеры обращаютъ серьезное вниманіе на укрѣпленіе полуската. При ихъ системѣ обточки—захвата тяжелой стружки въ черновомъ прогонѣ и широкаго рѣзца обточки на чисто—это является необходимымъ. Такъ какъ общія соображенія уже высказаны въ началѣ монографіи, то перейдемъ прямо къ описанію этой единственной въ своемъ родѣ конструкціи, изготовляемой заводомъ The Pond Machine tool Co въ Плэнфильдѣ штата Нью Джерси.

Этотъ станокъ, впервые экспонированный также на выставкѣ въ Чикаго, былъ описанъ проф. Гатцукомъ, и со времени 1893 г. нисколько не измѣнился.

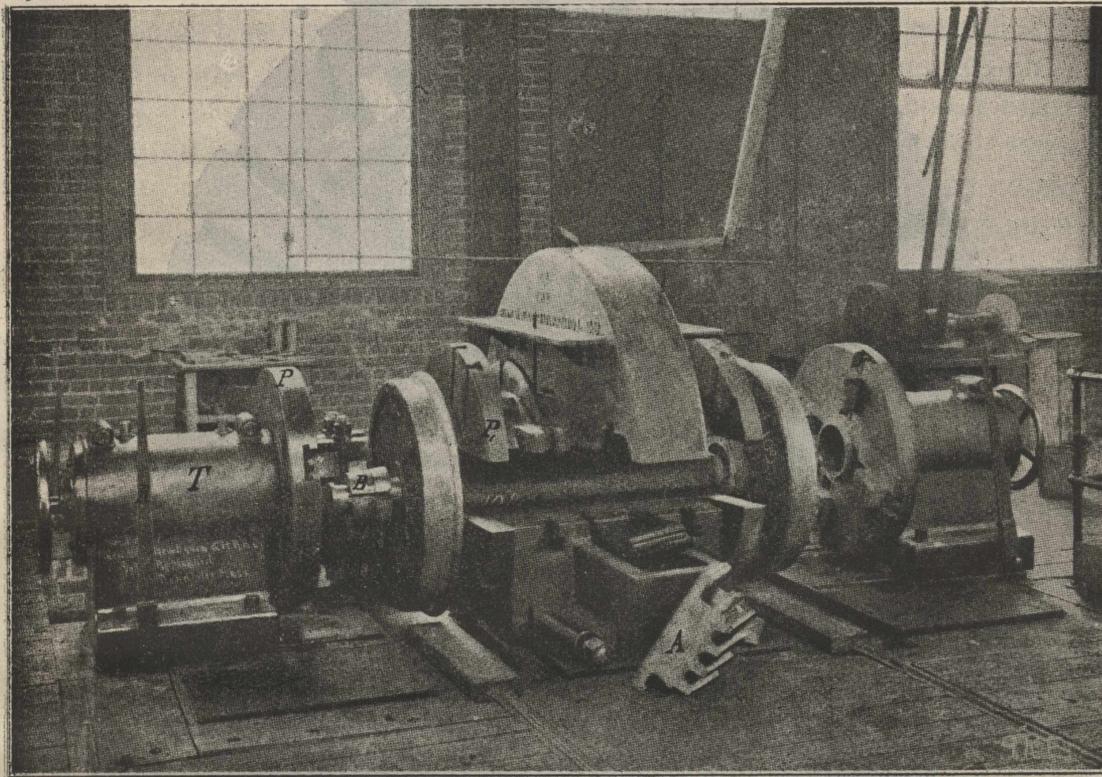


Фиг. 14.

Какъ видно по *фиг. 14* и *15* (*фиг. 15*—установка въ мастерскихъ Нью-Йорской Центральной ж. д.) полускатъ помѣщается въ средней неподвижной бабкѣ, представляющей собой подшипникъ, въ которомъ вращается втулка, заканчивающаяся планшайбами *а* съ четырьмя кулаками (*фиг. 14*). На эту втулку съ планшайбами насажено громадное колесо *Р* со спиральными зубцами.

Обѣ крайнія подвижныя бабки *Т* съ планшайбами *Р* вмѣсто шпиндельныхъ центровъ снабжены коническими втулками, надвигающимися на коническіе же башмаки *А*—*В*, которые плотно обхватываютъ осевыя шейки (*фиг. 14* и *15*). Такимъ образомъ, центровка происходитъ надвиганіемъ крайнихъ бабокъ. Когда крайнія бабки установлены, то полускатъ укрѣпляютъ кулаками планшайбъ *Р* и *Р*₁, захватывающими ободъ колеса совнутри. Вращеніе полуската получаетъ отъ планшайбъ *а*—*Р*, приводимыхъ въ движеніе среднимъ зубчатымъ колесомъ *Р* (*фиг. 14*). Для пропуска полуската сдѣланъ вырѣзъ въ подшипникѣ, втулкѣ и колесѣ *Р* съ выемнымъ кускомъ *А* *фиг. 15*, вставляемымъ на мѣсто во время работы. Весь станокъ (суппорта находятся съ задней стороны) устанавливается такъ, что высота его цент-

ровъ такая же какъ и оси полуската; поэтому полускатъ просто накатываютъ въ станокъ по рельсовому пути, и для такого станка не надо особыхъ подъемныхъ механизмовъ. Конечно, на этомъ станкѣ обрабатываются только вагонные полускаты.

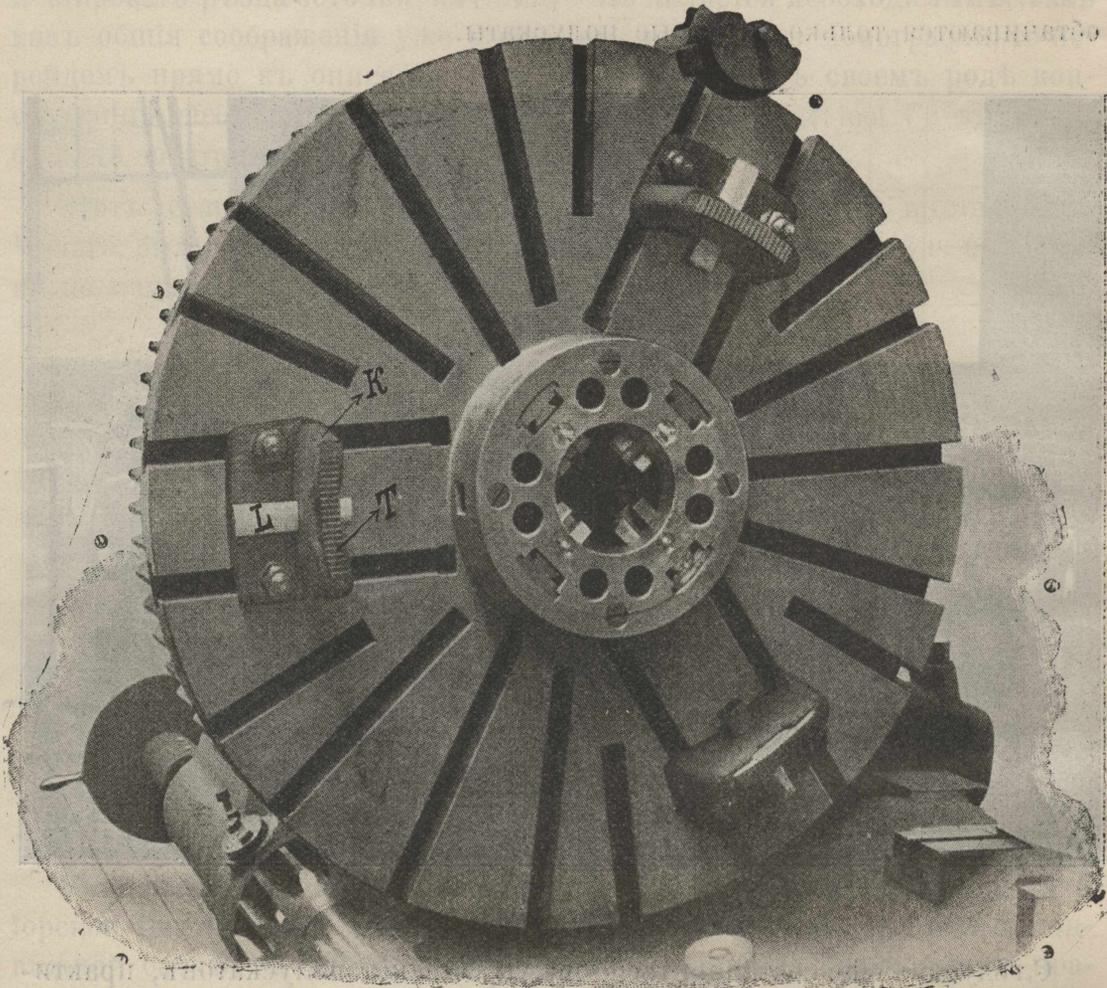


Фиг. 15.

Слѣдуетъ еще остановиться на укрѣпленіи полускатовъ, практикуемомъ американцами, такъ какъ традиціонныя водила и кулаки слишкомъ слабое укрѣпленіе для сильныхъ американскихъ станковъ.

На фиг. 16 изображенъ патронъ американскаго станка 3-го типа съ кулаками особой конструкціи. Кулаки эти ходятъ въ соответствующихъ пазахъ планшайбы и состоятъ изъ трехъ частей: корпуса кулака **К** и двухъ клиньевъ **Т** и **Л** съ перпендикулярно расположенными осями. Клинь или щека **Т** съ насѣчкой можетъ выходить изъ своего гнѣзда, если ударять по клину **Л**. Когда полускатъ поставленъ, то выдвигаютъ кулаки такъ, чтобы щеки **Т** были противъ боковой поверхности бандажей; затѣмъ ударяя небольшимъ молоткомъ (ручникомъ) по клину **Л**, выдвигаютъ **Т** до соприкосновенія и даже нажатія на бандажъ полуската; потомъ болтами, входящими головками въ пазы планшайбы, втягиваютъ колесо, прижимая его къ щекамъ **Т**. Эта система хороша въ томъ отношеніи, что дѣйствительно прочно удерживаетъ по-

лускать; но какъ эти кулаки, такъ и кулаки *) захватывающіе ободъ колеса съ внутренней стороны, имѣетъ тотъ весьма существенный недостатокъ, что ими невозможно дать одинаковое нажатіе. Слѣдовательно,



Фиг. 16.

при этомъ способѣ закрѣпленія всегда будутъ перекашивающія усилія и нажатіе шпиндельнаго вала или втулки патрона будетъ производиться одной стороной, что вызываетъ неравномерную сработку вала и подшипниковъ. Этому недостатку нѣтъ при старомъ способѣ укрѣпленія полуската водилами; но старый способъ не годится для сильныхъ станковъ, дающихъ тяжелую и широкую стружку, потому что одни шпинделя не выдержатъ такой нагрузки, какъ 30—45000 klg. на одинъ рѣзецъ.

Итакъ, описанныя выше четыре схемы станковъ вполнѣ исчерпываютъ всѣ существующія конструкціи.

*) Эти кулаки, т. е. вторые ставятся на станкахъ IV-й схемы. Вообще же этотъ способъ закрѣпленія практикуется американцами и для станковъ II-й схемы

Переходя къ оцѣнкѣ рабочаго инструмента, его установки и регулированія перемѣщенія по профилю обточки, необходимо предварительно сдѣлать обзоръ и оцѣнку всѣхъ типовъ станинъ колесно-токарныхъ станковъ, потому что суппорта, будучи устанавливаемы на станинѣ въ пролетѣ между бабками, требуютъ конструктивно удобной постели.

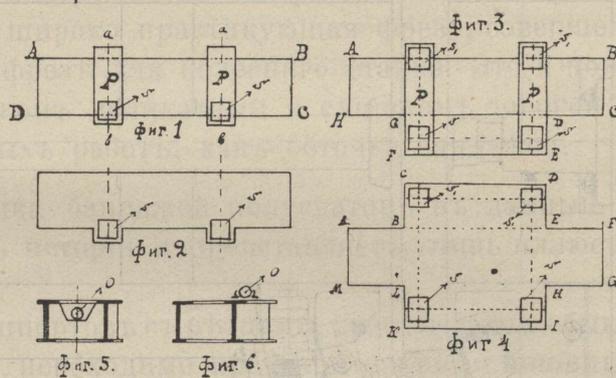
На *фиг. 1* до *4* (*текст. фиг. 17*) показаны всѣ существующіе планы станинъ, и на *фиг. 5—6* ихъ поперечныя сѣченія, которыя я разбиваю на двѣ группы, положивъ въ основу классификаціи расположеніе главнаго вала по отношенію къ бабкамъ. *Фиг. 1* даетъ понятіе о станинахъ старыхъ станковъ; здѣсь укрѣпленіе суппортныхъ досокъ **P** не очень сильно, что, впрочемъ, и не требовалось при слабыхъ старыхъ станкахъ. *Фиг. 2*—американскій типъ станины станковъ для постоянныхъ полускатовъ; станина имѣетъ приливы для суппортовъ. *Фиг. 3*—обычный современный типъ станины, причѣмъ ея часть **GDEF** часто отливается отдѣльно и сболчивается съ основной доской **ABCH**. Наконецъ, *фиг. 4*—станина, изготовляемая заводомъ Вейхельта, съ приболченной частью **BCDE**.

Какъ бы не было надежно сблчиваніе двухъ частей станины, всетаки нужно признать такую станину неудовлетворительной, потому что опусканіе **GDEF** (*фиг. 3*) или ея большей части вполне возможно. Совершенно непонятно употребленіе станины *фиг. 4*, гдѣ часть ея **CDEF** является несомнѣнно лишней.

На *фиг. 3* и *4*—**P** означаетъ общую для двухъ суппортовъ чугунную доску, перемѣщаемую съ ними вдоль станины, **S**—суппорта для обточки профиля катанія а **S₁**—суппорта для обточки боковыхъ поверхностей бандажей. Понятно, и въ смыслѣ продольнаго перемѣщенія суппортовъ схема *фиг. 4* также неудовлетворительна, такъ какъ здѣсь приходится перемѣщать каждый суппортъ отдѣльно, тогда какъ въ схемѣ *фиг. 3* одновременно оба суппорта перемѣщаются для каждаго колеса.

На *фиг. 5* видимъ, что валъ помещается какъ разъ подъ бабками, что чрезвычайно неудобно при наблюденіи за сцѣпленіемъ шестеренъ, чисткѣ и ремонтѣ станка; поэтому схема по *фиг. 6* болѣе предпочтительна, такъ какъ валъ вынесенъ изъ подъ бабокъ и вполне доступенъ надзору и ремонту.

Итакъ, станину по типу *фиг. 3-й*, комбинированную, съ типомъ *фиг. 6.*, нужно признать наиболѣе конструктивной, если она отлита

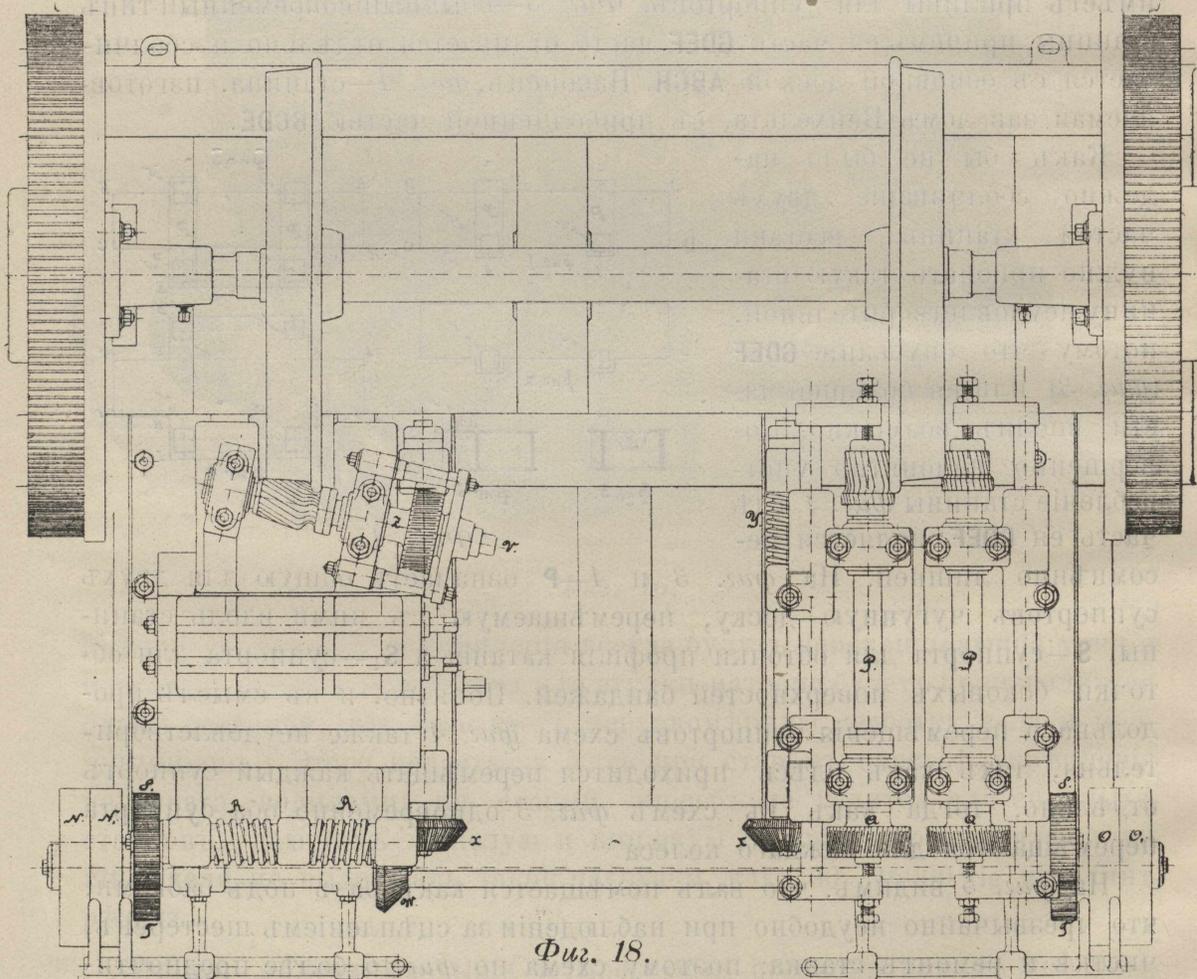


Фиг. 17.

цѣльной. Въ такомъ случаѣ установка и перемѣщеніе вдоль станины наиболѣе удобны для суппорта потому, что ему не грозитъ опусканіе или перекося отъ опусканія или перекося сболченныхъ частей станины.

Говоря о рабочемъ инструментѣ и его установкѣ, лучше всего начать съ фрезы, какъ стоящей особнякомъ отъ прочихъ типовъ инструментовъ.

Въ русской литературѣ фрезирующіе колесные станки были впервые описаны проф. Кнаббе *). Какъ мы увидимъ ниже, по конструкціи эти станки ничѣмъ не отличаются отъ второго типа колесно-токарныхъ, хотя съ одинаковымъ успѣхомъ могли бы быть конструированы по 3-му и 4-му типу. Ихъ главное отличіе отъ токарнаго типа колесныхъ станковъ—это очень малая скорость вращенія: $15^m/m$ — $45^m/m$ въ минуту, тогда какъ у колесно-токарныхъ она доходитъ до $4500^m/m$. Но за то фреза, или вѣрнѣе фрезы, обтачиваютъ полускатъ въ одинъ оборотъ.



Фрезирующіе суппорты въ томъ видѣ, какъ они были спроектированы Ротомъ и построены нѣмецкимъ заводомъ Schiess'a представлены

*) Проф. Кнаббе.—Совр. оборудованіе машиностр. заводовъ и жел.-дор. мастерскихъ. Харьковъ, 1896. г.

на *фиг. 18*. Каждый суппортъ снабженъ тремя фрезами; одна фасонная, по профилю бандажа, вращающаяся по оси **V** (лѣвый суппортъ), предназначена для обточки поверхности катанія и гребня бандажа; двѣ другія, съ осями **P—P** (правый суппортъ), предназначены для обточки боковыхъ поверхностей бандажа. Система этихъ фрезъ (на правомъ суппортѣ фасонная, а на лѣвомъ боковыя фрезы сняты, чтобы яснѣе показать передачу движенія) получаетъ движеніе отъ шкивовъ **NN** и **OO**, вращающихъ оси **P—P** при помощи шестеренъ **S** и **T** и винтовыхъ зацепленій **Q** и **R**, а фасонную фрезу—ось **V**—при помощи коническихъ шестеренъ **W—X** и винтового зацепленія **Y—Z**.

Хотя по сравненію съ производительностью колесно-токарныхъ станковъ того времени фрезирующіе токарные и давали большую производительность по свидѣтельству завода Schiess'a, но научныхъ испытаній этихъ станковъ не было.

Въ Россіи единственный заводъ (Бр. Бромлей въ Москвѣ) построилъ только одинъ фрезирующій токарный станокъ для Уссурийской ж. д. и дальше этого не пошелъ. Въ Европѣ ихъ теперь совсѣмъ не производятъ; а Америка, особенно широко практикующая фрезу, совершенно отрицательно отнеслась къ фрезѣ для колеснаго станка. Это и понятно, потому что фреза слишкомъ деликатный и слишкомъ дорогой инструментъ для такихъ грубыхъ работъ, какъ обточка бандажей.

Итакъ, фрезерная обточка бандажей полускатовъ въ данный моментъ является достояніемъ исторіи и представляетъ лишь иллюстрацію увлеченія фрезой.

Переходя къ описанію суппортовъ съ рѣзцами, работающими обыкновеннымъ снятіемъ стружки, необходимо предварительно остановиться на матеріалѣ рѣзцовъ.

Еще съ 1865 г. въ Англіи и Америкѣ (Соед. Штатахъ) начинаетъ распространяться, такъ называемая, самозакаливающаяся сталь (*Self hardening steel*), патентованная въ Англіи Robert Mushet'омъ. Главное свойство этой стали заключается въ томъ, что она не теряетъ своей твердости при самонагрѣваніи даже до 300° во время сръзанія стружки. Однако увеличеніе скорости работы и усиленіе станковъ, работающихъ сръзаніемъ стружки, требовало большей твердости и прочности инструмента. И вотъ въ 1900 г., на всемирной Парижской выставкѣ американскій сталелитейный заводъ Bethlehem steel Works экспонируетъ стальные рѣзцы изъ необычайно твердой самозакаливающейся стали, которые во время работы нагрѣвались до темно-краснаго тона и не теряли своей твердости.

Эта сталь была получена американскими инженерами White'омъ и Taylor'омъ. Самозакаливающаяся сталь вообще характеризуется большимъ количествомъ содержанія вольфрама, и если сравнить сталь

а не вслѣдствіи стирания рѣзца. Вообще за послѣднее время было произведено много испытаній быстрорѣзущей стали, и среди этихъ опытовъ выдѣляются обширныя изслѣдованія *J. T. Nicolson'a*, профессора Манчестерскаго муниципальнаго технологическаго института *), работавшаго надъ опредѣленіемъ наивыгоднѣйшей скорости вращенія, подачи и угла рѣзанія. Не менѣе интересны испытанія американскаго инженера *W. Taylor'a*, дававшаго скорости вращенія отъ 80 до 150 метровъ въ минуту при стружкѣ отъ $12,5 \text{ м/м} \times 1,5 \text{ м/м}$ до $2 \text{ м/м} \times 0,7 \text{ м/м}$, причемъ работа производилась 1 ч. 30 м. безъ переточки рѣзца **).

Всѣ эти изслѣдованія говорятъ за то, что иного матеріала, кромѣ быстрорѣзущей стали, нѣтъ смысла употреблять въ качествѣ рѣзцовъ для колесно-токарнаго станка.

Что касается формы рѣзца, то она бываетъ двухъ родовъ: 1) простой рѣзецъ, обыкновенный токарный, и 2) фасонный по гребню бандажа или части профиля катанія. Простой рѣзецъ обыкновенно устанавливается на автоматическихъ суппортахъ, а фасонные—на простыхъ.

Къ характеристикѣ суппортовъ мы теперь и перейдемъ.

Такъ называемый крестовый суппортъ, дающій два взаимно перпендикулярныхъ направленія движенію рѣзца, измѣнился главнымъ образомъ въ сторону усиленія конструкции. На *фиг. 24* и *25* (*Табл. 1.*) изображенъ нѣмецкій суппортъ слабыхъ станковъ медленнаго хода конца 40-хъ годовъ. Здѣсь *p* и *q*—винты для перемѣщенія каретокъ *S*₁ и *S*, подающихъ рѣзецъ: первая перпендикулярно оси полуската, вторая—параллельно. Каретка *S* поворачивается вокругъ своей оси, будучи насаженной на штифтъ *n*. Когда нужно винтъ *p* установить параллельно профилю катанія бандажа, то отпускаютъ болты каретки *S* и поворачиваютъ ее на штифтъ *n*, затѣмъ снова закрѣпляютъ болты. Болтами каретки *S*₁ удерживается рѣзецъ *r*; станина суппорта укрѣпляется на доскѣ *P*, притягиваемой къ станинѣ станка болтами *m*, которые отпускаются, когда нужно передвинуть суппортную доску вдоль станины. Доска *P* перемѣщается вдоль станины шестерней *t*, сдѣлывающейся съ зубчатой рейкой *u*, прикрѣпленной къ станинѣ станка.

Недостатки этого суппорта очевидны: въ 1-хъ болты укрѣпляющія рѣзецъ, требуютъ нарѣзки въ специальныхъ для нихъ вырѣзахъ каретки *S*₁; это же очень неудобно, такъ какъ при разработкѣ нарѣзки въ заплечикахъ каретки придется увеличивать диаметръ новой нарѣзки или даже совсѣмъ выбросить каретку *S*₁.

Второй недостатокъ—это штифтъ *n*; хотя это соединеніе и простое но слишкомъ слабо и ненадежно для болѣе сильныхъ станковъ.

*) См. *Engineering*, 1903 г.

***) *American Machinist*, 1907 г. March 2—9. — „The Shape and duty of roughing tools“, *W. Taylor*.

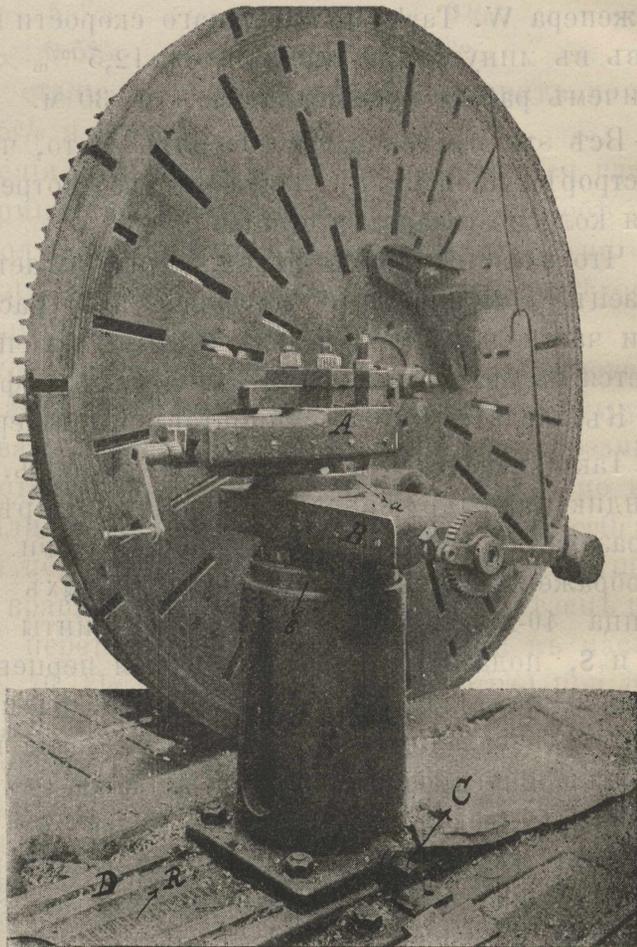
Болѣе конструктивенъ суппортъ Stewart'a. Въмѣсто высокой каретки **S**, здѣсь каретка **A** (фиг. 19) сдѣлана съ пазми для головок болтовъ; рѣзецъ укрѣпляется поперечинами, притягиваемыми гайками болтовъ. Слѣдовательно, если сорвется рѣзба болта отъ перегрузки на рѣзецъ, то приходится поставить лишь новый болтъ. Какъ каретка **A**, такъ и **B** можетъ поворачиваться около своей оси, причеиъ каретки установлены не на штифтахъ, а на широкихъ пяткахъ отлитыхъ за одно цѣлое съ каретками и входящихъ въ соответствующія углубленія для **A** въ кареткѣ **B**, а для **B** въ станинѣ суппорта **S**; фланцы **a** и **b** каретокъ притягиваются болтами, какъ и въ нѣмецкой конструкціи суппорта. Весь суппортъ со станиной перемѣщается перпендикулярно оси полуската по плитѣ **D** съ помощью шестерни, насаженной на ось **C** и рейки **R**.

Хотя этотъ суппортъ и очень древняго происхожденія, тѣмъ не менѣе въ немъ всѣ детали настолько обдуманвы, что современная конструкція крестоваго суппорта почти ничѣмъ не отличается отъ него, какъ мы это видимъ, на примѣръ, на конструкціяхъ американскихъ и англійскихъ суппортовъ.

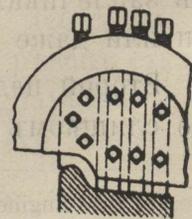
Прежде чѣмъ мысль конструктора натолкнулась на автоматическіе суппорта были попытки ускорить производительность станковъ установкой сразу нѣсколькихъ рѣзцовъ, захватывающихъ весь профиль обточки. Таковъ, на примѣръ, суппортъ Эргардта (фиг. 20).

Но эти суппорта требовали сильныхъ станковъ, а кромѣ того поломка или притупленіе одного рѣзца останавливало работу, замедляя такимъ образомъ обточку. Вскорѣ эти суппорта были совершенно оставлены.

Гораздо сложнѣе и болѣе разнообразны суппорта автоматическаго дѣйствія. Суть конструкціи такого суп-



Фиг. 19.



Фиг. 20.

порта заключается въ томъ, чтобы сообщить рѣзцу автоматическое перемѣщеніе по профилю бандажа. Попробуемъ разобраться въ конструкціяхъ этихъ суппортовъ, придерживаясь исторической послѣдовательности ихъ появленія.

На *фиг. 1 2, 3 и 4 (Табл. IV)* имѣемъ автоматическій суппортъ немѣцкаго происхожденія. Этотъ суппортъ, впервые введенный въ Россіи заводомъ Герляха и Пульста, строится также Вейхельтомъ изъ крупныхъ заводовъ и нѣкоторыми небольшими заводами.

Принципъ автоматическаго дѣйствія этого суппорта, какъ и другихъ автоматическихъ суппортовъ, заключается въ томъ, что рѣзецъ заставляютъ описывать линію профиля бандажа, слагая эту кривую изъ двухъ движеній: перемѣщеніе нижней каретки обычнымъ способомъ и автоматическаго перемѣщенія несущей рѣзецъ каретки по опредѣленному шаблону. Суппортъ состоитъ собственно изъ двухъ отдѣльныхъ суппортовъ, несущихъ рѣзцы—одинъ для гребня, другой для поверхности катанія бандажа, причемъ нижнія каретки стоятъ на общихъ параллеляхъ. Винтомъ **E** (*фиг. 3*) съ правой нарѣзкой для каретки **P** и лѣвой для **O** перемѣщаютъ эти каретки параллельно оси полуската; шестернями **K** приводится во вращеніе червякъ **J** (*фиг. 1*), передающій вращеніе винтовому колесу **L**, на оси котораго эксцентрично насаженъ шаблонъ **H**, въ который входитъ палецъ втулки верхней лѣвой каретки **P**. Другой шаблонъ **G**, неподвижно установленъ на станинѣ суппорта для каретки **O**, подающей рѣзецъ для обработки поверхности катанія бандажа. Такъ какъ уклонъ профиля катанія не великъ, то при продольномъ перемѣщеніи нижней каретки, каретка **O**, несущая рѣзецъ **2** (*фиг. 3*), увлекается пальцемъ, входящимъ въ шаблонъ, несмотря на неподвижность шаблона, и такимъ образомъ описываетъ линію обточки. Кромѣ автоматической подачи рѣзцовъ, конструкція суппортовъ, какъ видно изъ чертежей, даетъ возможность винтами **g** и **p** перемѣщать рѣзцы въ ручную (*фиг. 3*). Шаблонъ для гребня представляетъ изъ себя замкнутый кривой пазъ **H** (*фиг. 3*), для профиля катанія такой, какъ показано на *фиг. 4*.

Хотя этотъ суппортъ по сравненію съ прочими работаетъ удовлетворительно, тѣмъ не менѣе его нельзя рекомендовать, потому что шаблонъ по замкнутой кривой довольно быстро срабатывается, а своими средствами приготовить его довольно трудно или невозможно, если это мастерскія безъ универсально-фрезернаго станка.

Безъ существенныхъ измѣненій конструкціи корпуса предыдущаго суппорта, но съ замѣной шаблона по замкнутой кривой, шаблономъ болѣе подходящаго типа, является суппортъ на *фиг. 5 (Табл. IV)*, пользующійся громаднымъ распространеніемъ. Обыкновенно эти суппорта помѣщаются на фундаментной суппортной доскѣ **P** и перемѣщаются при помощи винтовъ **V**. Каретки перемѣщаются параллельно

оси полуската винтомъ m съ наръзками въ разныя стороны. Перемѣщенія рѣзцовъ a и b производятся при помощи шаблона A_1 для поверхности катанія n шаблона A для гребня. Кромѣ того, возможно перемѣщеніе рѣзцовъ и въ ручную съ помощью ручекъ, одѣваемыхъ на квадраты m_2 и m_1 .

Преимущества этого суппорта заключаются въ удобствѣ замѣны менѣе срабатываемаго и легко приготовляемаго своими средствами шаблона для гребня бандажа.

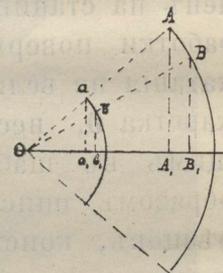
Прежде чѣмъ перейти къ послѣдующимъ конструкціямъ суппортовъ автоматовъ, укажу на весьма существенный недостатокъ двухъ предыдущихъ.

Для правильной обточки бандажа важно не только правильно описываемая кривая профиля, но и равномерная подача рѣзца.

Если же мы прослѣдимъ за подачей рѣзца этихъ суппортовъ, то замѣтимъ, что равномерности подачи здѣсь нѣтъ. Въ самомъ дѣлѣ, результирующее перемѣщеніе рѣзца при началѣ и концѣ обточки гребня будетъ велико, а на его верхушкѣ значительно меньше, потому что перемѣщеніе рѣзца, вызванное шаблономъ, т. е. по направленію перпендикулярному оси полуската, есть проекція кривой шаблона на ось перемѣщенія.

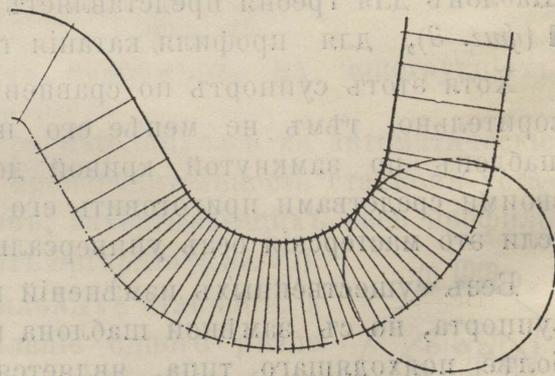
Но при одномъ и томъ же угловомъ перемѣщеніи въ единицу времени (фиг. 21) перемѣщенія рѣзца a_1 , b_1 и AB , будутъ различны, такъ какъ радіусы кривизны дугъ ab и AB различны.

Шаблонныя же кривыя первой и второй конструкціи автоматическихъ суппортовъ имѣютъ различныя на своемъ протяженіи радіусы кривизны; слѣдовательно, неравномерность подачи рѣзца присуща имъ по природѣ конструкціи. Графически эту подачу можно изобразить фиг. 22-й.



Фиг. 21.

Устранить этотъ недостатокъ пытается А. Шубертъ (Schuberth) конструируя оригинальный шаблонъ (Табл. V, фиг. 1—6). Винтомъ 1 (фиг. 4—5) приводится во вращательное движеніе винтовая бронзовая шестерня 2 съ осью 3, проходящую через фосфористой бронзы втулку каретки 6 (фиг. 4) и опанчивающейся пяткой 4 въ неподвижномъ шаблонѣ 6 (фиг. 6); на оси 3 насажена шестеренка 5 (фиг. 4 и 6), сщѣпленная со штифтами шаблона, который дѣлается изъ самаго твердаго чугуна. Винтъ



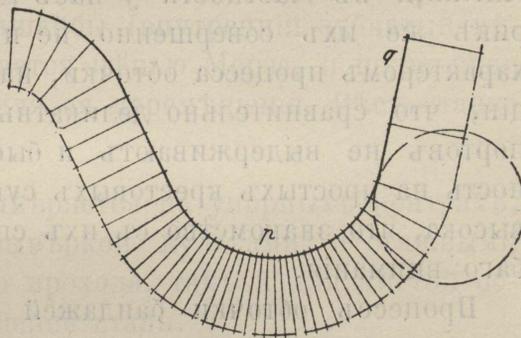
Фиг. 22.

вращается обычной храповичной передачей (фиг. 1). Проходя по шаблону, шестерня 5 протаскиваетъ съ собою каретку 7 и въ то же время заставляя каретку 8 перемѣщаться по оси перпендикулярной оси полуската (фиг. 4). Винтовая передача и зацѣпленіе шестерни со штифтами шаблона находятся въ ваннѣ масла.

Если не требуется обточка по шаблону, то муфту 12 (фиг. 2), соединяющую шпонкой валъ 1 съ муфтой шестерни 14, выключаютъ, а шестерни 14 и 13 включаютъ; тогда винтомъ 10 подается самая верхняя каретка несущая рѣзецъ 9. Это обыкновенно дѣлаютъ для обточки боковыхъ поверхностей бандажа. Если же при станкѣ есть суппорта специально для обточки боковыхъ поверхностей, то винтъ 10 совсѣмъ не ставится. Винтомъ 11 подаютъ въ ручную всю систему. Каждое изъ описанныхъ движеній можетъ быть произведено въ ручную, какъ и у другихъ суппортовъ-автоматовъ.

Но и этимъ способомъ не устраняется неравномерная подача рѣзца (фиг. 23), хотя нѣсколько и уменьшается погрѣшность, благодаря устойчивому положенію рѣзца, удерживаемому каждый моментъ певочнымъ сцѣпленіемъ съ шаблономъ (фиг. 6, табл. V).

Причина остается та же, потому что зацѣпленіе зубчатки съ штифтами шаблона даетъ точный профиль бандажа, но проекціи перемѣщеній зубчатки на направленіе рѣзца различны, потому что принципъ полученія кривой остался тотъ же.



Фиг. 23.

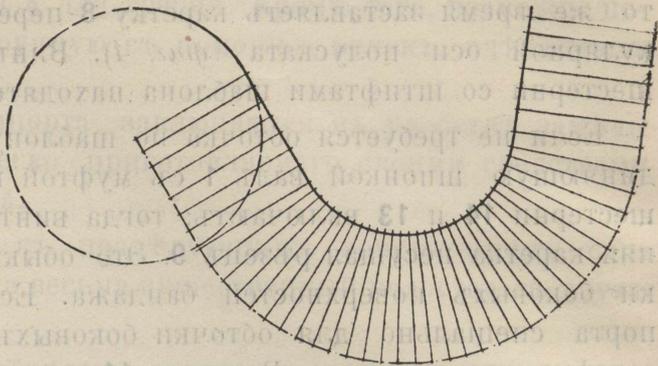
Гораздо болѣе удачную конструкцію даетъ заводъ б. Печлера и Глекнера (Petschler und Glöckner, Chemnitz). Оба рѣзца (табл. V, фиг. 7, 8, 9 и 10) а и б получаютъ движеніе параллельно оси полуската при посредствѣ (фиг. 7 и 8) храпового сцѣпленія d и винта f. Рѣзецъ б, круглой формы для обточки гребня, получаетъ движеніе отъ сцѣпленія винта g и винтового сегмента h, пропускающаго черезъ себя палецъ кулиснаго механизма i (фиг. 9 и 10). Рычагъ i вращается около цапфы s. По мѣрѣ того какъ поворачивается сегментъ h винтомъ g, поворачивается также и кулисный рычагъ i, благодаря чему нижняя каретка l перемѣщается параллельно оси полуската. Но такъ какъ i, связанное съ шаблономъ k, передвигается и по радіусу, то каретка m можетъ передвигаться въ поперечномъ направленіи.

Такимъ образомъ въ каждый данный моментъ результирующія перемѣщенія рѣзца можно сдѣлать одинаковыми, выбравъ соответствующіе размѣры частей механизма. подача рѣзца для этого суппорта характеризуется діаграммой, показанной на (фиг. 24).

Храповичныя сцѣпленія этого суппорта имѣютъ кривошипы, съ помощью которыхъ, помимо обычнаго способа—рычага съ противовѣсомъ—можно также измѣнять величину подачи рѣзца, то есть ширину стружки, измѣняя радиусъ кривошипа винта *g*.

Суппортъ этотъ патентованъ лишь въ 1904 г., и въ Россіи его еще не примѣняютъ.

Несомнѣнно однако что этотъ суппортъ является лучшимъ по конструкціи и вытѣснить суппорта-автоматы, неравномерно подающіе рѣзецъ.



Фиг. 24.

Автоматическіе суппорта широко распространены въ Европѣ, кромѣ Англій, и въ частности у насъ (особенно послѣднее время); въ Америкѣ же ихъ совершенно не примѣняютъ. Послѣднее объясняется характеромъ процесса обточки, настолько грубаго въ его первой стадіи, что сравнительно деликатные механизмы автоматическихъ суппортовъ не выдерживаютъ и быстро срабатываются. Производительность на простыхъ крестовыхъ суппортахъ у американцевъ настолько высока, что знакомство съ ихъ способомъ обточки заслуживаетъ особаго вниманія.

Процессъ обточки бандажей полуската у американцевъ принятъ тотъ же, какъ и въ громадномъ большинствѣ ихъ токарныхъ работъ. Характерной чертой этого процесса является то, что обточка ведется въ два прѣма: сначала дѣлаютъ черновой проходъ, которымъ снимаютъ всю ненужную массу металла, затѣмъ, и это главное, *широкимъ рѣзцомъ* обтачиваютъ по требуемому размѣру или профилю. Примѣненіе широкаго рѣзца у американцевъ практикуется уже давно. Еще на всемірной выставкѣ въ Вѣнѣ 1873 г. они экспонировали широкіе рѣзцы, указывая на цѣлесообразность своего процесса обточки, хотя технически старовѣрческая Европа и до сихъ поръ не усвоила этого метода работъ.

Какъ и въ громадномъ большинствѣ случаевъ разрѣшенія техническихъ вопросовъ, изслѣдуя задачу экспериментально, американскіе инженеры дали совершенно правильный отвѣтъ на требованія экономизаціи расхода работы и сокращенія времени. Въ самомъ дѣлѣ, изъ новѣйшихъ лабораторныхъ изслѣдованій *) по учету работы и усилія, необходимыхъ для отдѣленія металлическихъ стружекъ, мы убѣждаемся, что расходъ работы на отдѣленіе единицы вѣса стружекъ зави-

*) Проф. К. А. Зворыкинъ.

силь отъ ихъ толщины, уменьшаясь съ увеличеніемъ послѣдней, причѣмъ для мягкихъ и тягучихъ металловъ уменьшеніе идетъ быстрѣе, чѣмъ для хрупкихъ. Что же касается широкихъ рѣзцовъ, то смыслъ ихъ примѣненія заключается въ томъ, что широкая рѣжущая грань срабатывается гораздо медленнѣе, чѣмъ узкая, такъ какъ въ первомъ случаѣ на единицу рѣжущей грани рѣзца приходится меньше работы при одной и той же поверхности обработки.

Въ виду высокой практической цѣнности, которую представляетъ американскій способъ обточки бандажей, я остановлюсь подробно на этомъ способѣ, иллюстрируя его данными испытаній, произведенныхъ въ желѣзнодорожныхъ мастерскихъ О-ва Нью-Йоркской центральной ж. д. въ 1905 г. 19 декабря *).

Испытывали колесно-токарный станокъ съ двумя простыми суппортами, для обточки паровозныхъ полускатовъ, наибольшій діаметръ которыхъ $2200^m/m$. Станокъ обыкновенный, 2-го типа (Табл. IV), т. е. принятаго у насъ и въ Западной Европѣ, съ тою только разницей, что зубчатое зацепленіе совннутри планшайбы (внутренній зубчатый вѣнецъ). Отъ мотора движеніе передается цѣпью Морза, и подвижная бабка имѣетъ особый моторъ 5HP для ея перемѣщенія. Вѣсъ станка около 3150 пудовъ.

Полускатъ устанавливается и вывѣрняется на упорныхъ центрахъ, укрепляется съ дополнительной вывѣркой кулаками и стяжными болтами. Рѣзцы какъ для чернового прохода, такъ и для чистой обточки, — изъ лучшей самокалывающейся стали.

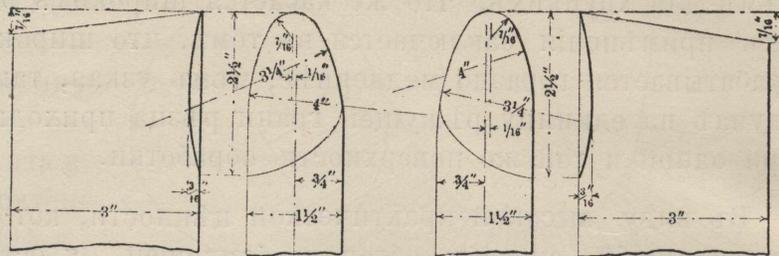
Полный процессъ установки и обточки такой: — колесную пару устанавливаютъ на центрахъ, помѣщая кривошипные пальцы въ соответствующія гнѣзда планшайбы (у насъ обыкновенно полускатъ поддерживается люнетами, такъ какъ въ планшайбахъ большею частью нѣтъ гнѣздъ для кривошипныхъ пальцевъ). Затѣмъ устанавливаютъ кулаки такъ, чтобы они плотно прилегали своими рифельными щеками къ боковой поверхности бандажа, для чего щеки выдвигаются клиньями, по которымъ слегка ударяють 6—7 фунтовымъ молоткомъ (большой ручникъ). Если при провѣркѣ наблюдается перекосъ полуската на центрахъ, что обнаруживается пробой рѣзцомъ по боковой внутренней поверхности бандажа, то тѣми же клиньями регулируютъ щеки кулаковъ до тѣхъ поръ, пока не установятъ полускатъ правильно, и затѣмъ притягиваютъ его болтами. Далѣе берутъ первую стружку и опредѣляютъ діаметръ обточки. Скорость по окружности зависитъ отъ качества стали рѣзца и твердости бандажа и не превышаетъ 5,5 метра въ минуту.

*) „Engineer“, 1906 г. 28 декаб.

Весь процесс черновой обточки производится (Табл. VII, фиг. 1) въ 16 оборотовъ рѣзцомъ фиг. 25 въ слѣдующемъ порядкѣ: 11-ю оборотами снимаютъ стружку съ поверхности катанія въ одинъ пріемъ.

Послѣ этого рѣзцы отодвигаютъ назадъ въ ручную на высоту гребня

колеса и, установивъ ихъ, снимаютъ тремя оборотами лишній выступъ гребня. Далѣе, подавая рѣзецъ на 15-й и 16-й обороты, срѣзаютъ грубыми стружками оставшіеся угловыя кромки гребня. Этимъ процессъ



левый. Фиг. 25. правый.



Фиг. 26 (фотогр. рѣзца фиг. 25-н.).

черновой обточки заканчивается безъ перестановки рѣзца, и колесо имѣетъ совершенно своеобразный видъ, рѣзко отличающійся отъ нашей обточки.

На табл. VIII изображено колесо послѣ 11 ти оборотовъ грубой обточки, а табл. IX даетъ понятіе о размѣрѣ грубой стружки (масштабъ въ дюймахъ) и формѣ широкаго рѣзца.

Когда грубая стружка снята, то 4-мя фасонными рѣзцами съ широкой поверхностью захвата заканчиваютъ обточку въ 8 оборотовъ, по

Схемъ *фиг. 2* (*Табл. VII*), причемъ порядокъ къ обточке такой: по два оборота (см. *фиг. 2 табл. VII* слѣва направо) приходится на рѣзцы *фиг. 27*, два оборота на рѣзецъ *фиг. 28*, и наконецъ послѣдній приемъ — по 2 оборота на рѣзцы *фиг. 29* и *30*. Полускаты готовъ, закрѣпляющіе болты, которыми притягиваютъ колесо къ кулакамъ планшайбъ, ослабляютъ, какъ и клинья кулаковъ, и полускаты снимаютъ краномъ.

Испытанія этого станка производилось въ мастерскихъ въ теченіи 9 час. 6 мин. и результаты испытаній приведены въ слѣдующей таблицѣ:

Діам. колеса.	$\frac{m}{m}$ скор. вращ.	$\frac{m}{m}$ ширина струж- ки.	$\frac{m}{m}$ толщина струж- ки.	Время обточки минуты.	Время установ- ки, минуты.
1664	3978	11,5	11,30	45	8
1664	3848	11,5	11,30	46	9
1664	3900	11,5	12,75	44	10
1664	3640	11,5	13,00	43	9
1664	3822	11,5	12,75	42	8
1664	3432	11,5	13,00	50	8
1664	1632	11,5	11,30	52	8
1664	3432	11,5	13,00	47	9
2005	4368	11,5	9,75	46	10
2005	4368	11,5	11,30	43	9

Такимъ образомъ, мы видимъ, что среднее время, необходимое для полной обточки паровознаго полуската, всего 54,6 минуты, включая сюда и расходъ времени на установку.

Станокъ этотъ требуетъ до 29HP и рассчитанъ на 35HP. На другомъ станкѣ IV-го типа, по казанномъ на *фиг. 14* и *15*, обточка вагоннаго полуската производилась въ 52 минуты (11 полускатовъ въ 9 ч. 32 м.), включая сюда и время на установку. Рѣзцы и процессъ обточки были тотъ же, какъ и въ первомъ случаѣ; фотографическіе снимки станка рѣзцовъ и схемы работы показаны въ приложеніи къ этой статьѣ (*Табл. отъ VI—IX*).

Смѣлость, съ которой американскіе инженеры осуществляютъ ту или другую идею, какъ въ данномъ случаѣ повышеніе производительности колесно токарнаго станка, поистинѣ достойна уваженія. Если изъ отечественныхъ крупныхъ заводовъ Фельзеръ и К^о въ Ригѣ

строить станки на 15HP, считающіеся у насъ наиболѣе сильными, то въ Америкѣ синдикатъ машиностроительныхъ заводовъ Niles-Bement-Pond Co уже установилъ множество колесно-токарныхъ станковъ мощностью въ 35—50HP.

Впрочемъ, было бы несправедливо обвинять наши заводы въ отсутствіи инициативы и консерватизмѣ, такъ какъ коренныя причины этого консерватизма лежатъ въ общемъ укладѣ нашей технической жизни, о чемъ я буду говорить ниже.

IV.

Разсмотримъ теперь полностью весь колесно-токарный станокъ въ его исторической послѣдовательности, чтобы получить о немъ законченное представленіе. Для этого необходимо дополнить его схемы и описанія выше главныя части тѣми деталями, которыя ему присущи и болѣе или менѣе характерны для него.

Придерживаясь принятаго порядка схемъ, начнемъ описаніе станковъ со второй схемы.

I. Станокъ, изображенный на *табл. 1*, какъ уже было сказано при разсмотрѣніи бабокъ и суппорта, является одной изъ первыхъ европейскихъ конструкцій 2-й схемы, о чемъ можно судить хотя бы по тому, что Hartmann, давшій описаніе этого станка, констатируетъ фактъ его малой распространенности и доказываетъ преимущество этого станка передъ колесными станками 1-й схемы.

Станина **A** этого станка чугунная, цѣльная, имѣющая форму коробки съ продольной реберной перегородкой (*фиг. 19*) и усиленная поперечными ребрами (*фиг. 17*). Къ продольному ребру прикрѣплена зубчатая рейка **и**, по которой ходятъ шестерни суппортныхъ чугунныхъ досокъ **P**, передвига эти фундаментныя доски вмѣстѣ съ суппортами вдоль станины **A**.

Съ помощью этой же рейки сѣвленіемъ шестерни **t** (*фиг. 19*) передвигается подвижная бабка **I**. Шпиндельные валы чугунные, и особенность вала неподвижной бабки—это постоянный не выдвигной центръ **l** (*фиг. 20*).

Передвиженіе станины **Q** суппорта перпендикулярно оси полуската производится простымъ продвиженіемъ по суппортной доскѣ **P**, для чего нужно предварительно отпустить болты, прикрѣпляющіе суппортъ къ доскѣ. Эти крестовые суппорта по тѣмъ временамъ (конецъ 40-хъ годовъ) были также новинкой, и поэтому у Hartmann'a находимъ описаніе *) употреблявшагося тогда при колесно-токарныхъ станкахъ довольно примитивнаго суппорта, изображеннаго на *фиг. 27*.

На доскѣ **P** устанавливается колонка **V** съ цилиндрической расточкой, куда входитъ нажимной рычагъ **T** цилиндрическимъ пальцемъ.

*) Carl Hartmann. См. прилож. литературныхъ источниковъ.

Рѣзецъ помѣщаютъ сверху между **V** и **T** и нажимаютъ винтомъ **X** палецъ державы **T**, чтобы послѣдняя не отходила при напорѣ рѣзца во время работы.

Для быстрого хода станка при обточкѣ осевыхъ шеекъ, выключая зубчатое колесо **G**, вводятъ въ сѣѣпленіе **d** и **E**, предварительно соединивъ колесо **E**, свободно вращающееся на шпиндельномъ валу, со ступенчатымъ шкивомъ **D**. Такимъ образомъ, **G** или **d** передаютъ вращеніе **d** (*фиг. 18*), которое въ свою очередь передаетъ движеніе черезъ зубчатое колесо **L** насаженному на валъ колеса **k**₁. Подача суппортовъ вдоль и перпендикулярно оси полуската производится въ ручную.

Станокъ этотъ 2-хъ суппортный, и обточка внутренней и внѣшней боковой поверхности бандажа ведется тѣми же суппортами, благодаря возможности поворачивать нижнюю каретку на 90°, какъ показано на *фиг. 16* у суппорта лѣвой бабки.

Въ своей книгѣ Hartmann упоминаетъ, что для сильныхъ станковъ дѣлаютъ внутреннее сѣѣпленіе планшайбы съ шестернями, получающими вращеніе отъ вала; къ сожалѣнію онъ не даетъ хотя бы схематическаго чертежа этой конструкціи.

Переходя къ общей оцѣнкѣ этого станка, можно сказать, что почти единственный его недостатокъ—это неподвижный центръ неподвижной бабки **B** и ея же упорный центръ, о которомъ я уже говорилъ. Станина **A** одинаковой ширины какъ между бабками, такъ и у бабокъ, хотя послѣднее является лишь неэкономнымъ расходомъ чугуна. У современныхъ станинъ дѣлается вырѣзь по типу, который былъ уже рассмотрѣнъ (*стр. 23*).

Укрѣпленіе полуската также неконструктивно: водила вставлялись шипами въ соотвѣтствующія гнѣзда планшайбы, а эти гнѣзда разрабатывались при передачи вращенія полускату.

На шпиндельномъ валу неподвижной бабки сдѣланы вырѣзы **e** въ мѣстахъ насадки втулокъ ступенчатого шкива „для уменьшенія тренія“, какъ объясняетъ конструкторъ; но это, конечно, наивное разрѣшеніе вопроса объ уменьшеніи тренія, потому что это влечетъ за собой лишь ослабленіе вала; и поэтому было бы гораздо проще сдѣлать соотвѣтствующую выточку во втулкахъ шкива.

II. Высшую форму въ смыслѣ конструкціи бабокъ, станины и суппортовъ представляетъ станокъ, описанный Hart'омъ въ 1867 г. Станокъ, изображенный на *табл. II*, предназначался для обточки бандажей вагонныхъ и тендерныхъ полускатовъ и производился фабрикой R. Hartmann'a въ Chemnitz'ѣ.

Прежде всего слѣдуетъ обратить вниманіе на центрировку полуската. Здѣсь это дѣлается съ помощью втулокъ **m** (*фиг. 7*), расточенныхъ на конусъ, въ которыя входятъ осевыя шейки полуската съ

надѣтыми на нихъ башмаками (каждый изъ двухъ половинъ), обточенными также на конусъ. Надвиганіемъ правой подвижной бабки b_1 съ помощью винта, приводимаго въ движеніе ручкой S и шестернями t и u (фиг. 2), цапфы полуската съ одѣтыми на нихъ башмаками входятъ во втулки m и зажимаются этими башмаками. Когда цапфы сидятъ во втулкахъ достаточно прочно, то полускаты подпираютъ еще центрами шпиндельнаго вала, чтобы снять часть давленія съ подшипниковъ шпиндельнаго вала и перенести его на упорные центры Z и Z_1 . Конструкція этой бабки важна для насъ въ томъ отношеніи, что она служитъ первымъ воплощеніемъ идеи самоцентрированія полуската, которая у американскихъ инженеровъ впоследствии реализовалась въ разсмотрѣнный уже нами станокъ съ самоцентрирующими люнетами (стр. 17, фиг. 11).

Не менѣе интересна въ этомъ станкѣ и передача движенія планшайбамъ, которую также можно считать за прообразъ американской конструкціи станка IV-й схемы. Здѣсь прежде всего ступенчатый шкивъ вынесенъ и освобождаетъ подшипники шпиндельнаго вала неподвижной бабки отъ нагрузки происходящей отъ потолочной передачи.

На валу d_1 ступенчатаго шкива d , пропущенномъ черезъ станину a насажена шестерня e , отъ которой вращеніе передается шестерней f второму валу f_1 съ шестернями g и g_1 (фиг. 2), передающимъ движеніе зубчатымъ колесамъ h и h_1 (фиг. 2), сидящимъ на валахъ $i-i_1$. Наконецъ шестерни k и k_1 валовъ $i-i_1$ передаютъ вращеніе зубчатымъ колесомъ $l-l_1$ планшайбъ, къ которымъ и притянуты четыре болтами втулки $m-m_1$.

Можно сказать, что валъ f_1 съ зубчатымъ колесомъ f по срединѣ напоминаетъ IV-го схему американскихъ станковъ по передачи вращенія планшайбамъ; понятно, здѣсь передача движенія планшайбамъ $l-l_1$ очень осложнена, такъ какъ тройная передача растянута на два лишнихъ вала; однако такая схема передачи несомнѣнно освобождаетъ и лѣвую бабку, которая обыкновенно неподвижна. Правда и здѣсь лѣвая бабка неподвижна, хотя для удобства центрировка слѣдовало ее конструировать подвижной; но это можно разсматривать какъ недокопченную мысль конструктора.

Правая бабка перемѣщается вдоль станины вмѣстѣ съ валомъ i_1 (фиг. 2), подшипники же шестерень g_1 и h_1 неподвижны; обѣ шестерни остаются на мѣстѣ, причемъ шестерня h_1 , будучи свободно насажена на валъ i_1 , пропускаетъ черезъ свою втулку зашпоновую часть этого вала. Неподвижная лѣвая бабка отличается отъ подвижной лишь тѣмъ, что здѣсь нѣтъ тягового винта и шестерня h насажена на валъ i наглухо.

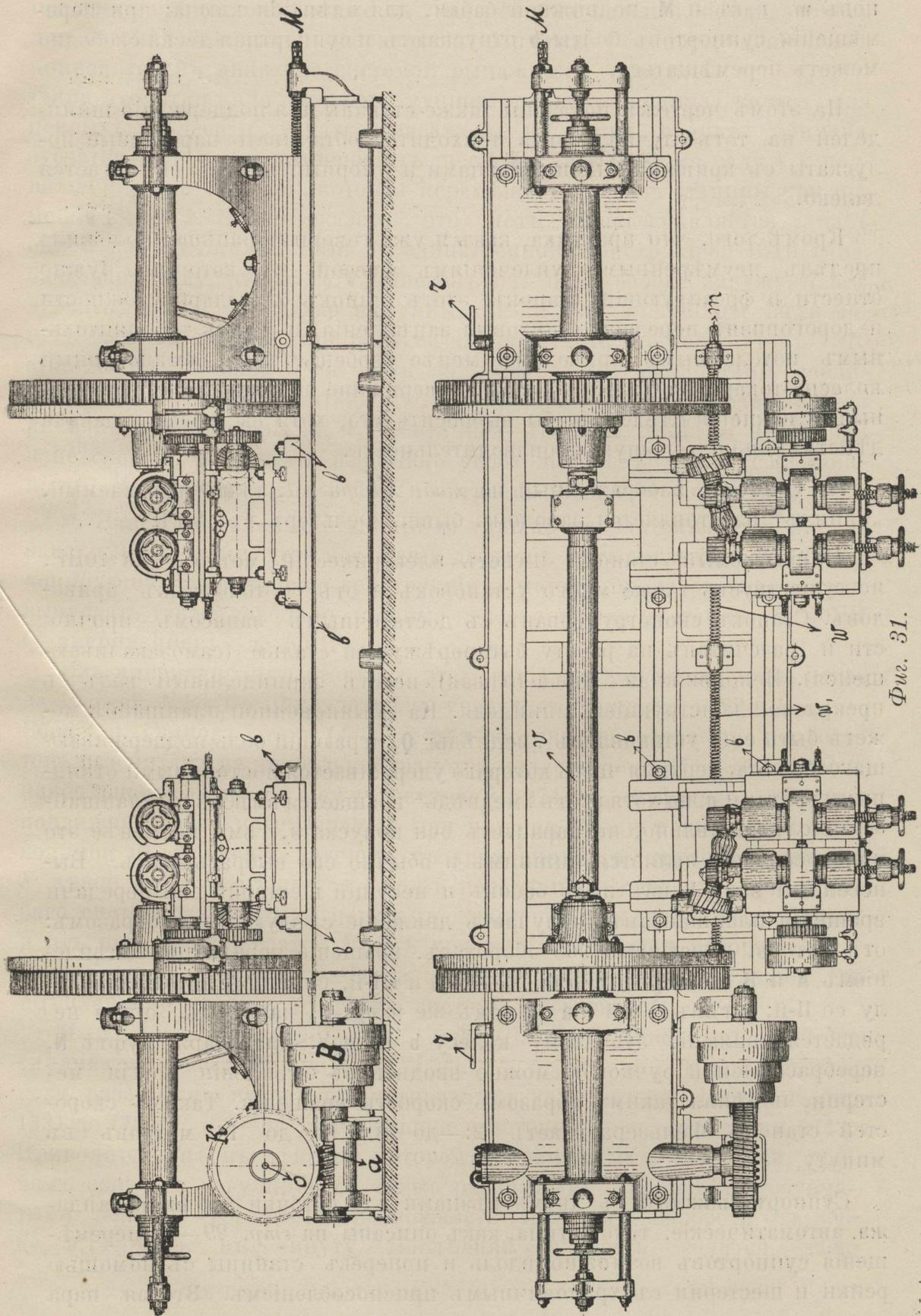
Разсмотримъ теперь приспособленіе для автоматическаго перемѣщенія рѣзца по двумъ взаимно перпендикулярнымъ направлениамъ. Въ предыдущемъ станкѣ каретки суппортовъ, какъ мы видѣли, перемѣщались въ ручную. Здѣсь же съ помощью храповичнаго приспособленія и противовѣса суппортъ даетъ эти перемѣщенія автоматически слѣдующимъ образомъ: къ рычагу противовѣса прикрѣпляется цѣпь, перекинута черезъ два направляющихъ блока вверху надъ станкомъ; вторымъ концомъ цѣпь (*фиг. 1*) соединяется съ кривошипомъ зубчатки *г*, вращающейся отъ *q*, насаженной на шпиндельный валъ; разрѣзъ кривошипной зубчатки показанъ на *фиг. 8*. Такимъ образомъ, при ходѣ станка винты *p* и *p*₁ или *o* и *o*₁ поворачиваемые храповичной системой, подаютъ ту или другую каретку суппорта, смотря по характеру работъ—будетъ ли это обточка профиля катанія или боковыхъ поверхностей бапдажа. Эта система подачи практикуется и теперь даже съ тѣмъ же расположеніемъ шестеренъ *g* и *г*, иногда выносимыхъ на хвостовой конецъ шпиндельнаго вала. Перемѣщеніемъ кривошипа зубчатки *г* и измѣненіемъ величины плеча рычага съ противовѣсомъ можно увеличить или уменьшить величину оборота винта, а слѣдовательно и подачи рѣзца.

Станина этого станка конструктивно ничѣмъ не отличается отъ современной лучшей конструкціи; она цѣльная и укрѣплена поперечными П-образными ребрами. Станины бабокъ пустотѣлая (*фиг. 10* и *11*) съ разъемными подшипниками, причемъ станина правой подвижной бабки (*фиг. 11*) имѣетъ приливъ для установки въ него гайки, соединяемой съ винтомъ, перемѣщающимъ эту бабку.

III. Фрезирующій токарный станокъ, хотя и рѣзко отличается отъ прочихъ типовъ своимъ рабочимъ инструментомъ, но въ томъ видѣ, какъ онъ былъ построенъ Schiess'омъ въ Германіи и Бр. Бромлей у насъ, его можно отнести ко 2-й схемѣ по конструкціи бабокъ и укрѣпленію полуската.

На *фиг. 31* изображенъ фрезирующій токарный станокъ завода Бр. Бромлей въ Москвѣ. Суппорта этого станка уже описаны на *стр. 24—25* поэтому остановимся лишь на самомъ станкѣ.

Прежде всего замѣтимъ, что станокъ приводится въ дѣйствіе ступенчатымъ шкивомъ *B*, получающимъ движеніе отъ потолочнаго привода. Ось шкива *B* связана находящимся на ней червякомъ *a* съ винтовымъ колесомъ *K*; въ свою очередь ось *K*, проходящая черезъ неподвижную бабку несетъ винтовое зацѣпленіе съ основнымъ валомъ *v*, на который насажены шестерни, приводящія въ движеніе планшайбы. При помощи рычаговъ *г* эти шестерни могутъ быть выключаемы изъ сцѣпленія съ планшайбами. Правая подвижная бабка перемѣщается при помощи винта *M*, входящаго въ самоходную гайку станины. Для перемѣщенія суппортовъ служатъ винты *w* и *w*₁ съ заточкой на квадратъ ихъ кон-



Фиг. 31.

цовъ **m**, какъ и **M** подвижной бабки, для одѣванія ключа; при перемѣщеніи суппортовъ болты **b** отпускаютъ и суппортная доска свободно можетъ перемѣщаться.

На этомъ чертежѣ показаны также стаканы для поддержанія шпинделей на тотъ случай, когда приходится обтачивать паровозные полускаты съ кривошипными пальцами и упорный центръ выдвигается далеко.

Кромѣ того, что практика, какъ я уже говорилъ раньше, положила предѣлъ неумѣреннымъ увлеченіямъ фрезой, къ которымъ нужно отнести и фрезирующій станокъ, этотъ станокъ благодаря сложности и дороговизнѣ передачъ (винтовые зацѣпленія) и двумъ дополнительнымъ потолочнымъ приводамъ менѣе удобенъ, чѣмъ обыкновенный колесно-токарный; и только за эти совершенно ненужныя конструктивныя осложненія слѣдовало бы выбросить его, хотя бы фреза и давала дѣйствительно хорошую производительность.

IV. Станокъ, изображенный на *таб. XI фиг. 1*, такъ называемый, „Рapidъ“ изготовляется заводомъ бывш. Фельзеръ въ Ригѣ.

Описываемый станокъ имѣетъ электрической моторъ на 10HP, но существуетъ также много установокъ и отъ потолочныхъ приводовъ. Станокъ сконструированъ съ достаточнымъ запасомъ прочности и рассчитанъ на работу быстрорѣзущей сталью (самокалывающейся). Неподвижная бабка (лѣвая) несетъ шпиндельный валъ съ прекрасной конструкціей шпинделя. На обыкновенной планшайбѣ можетъ быть еще установленъ „медвѣдь“ **Q**, играющій роль поддерживающаго люнета, верхняя часть котораго удерживается постоянными сткидными болтами **q**; но хотя этотъ „медвѣдь“ вращается вмѣстѣ съ планшайбой, слѣдовательно, не царапаетъ оси полуската, тѣмъ не менѣе это приспособленіе является лишнимъ и обычно его выбрасываютъ. Вынесенный валъ **V** изъ подъ бабокъ и несущій шестерни для передачи вращенія планшайбамъ, получаетъ движеніе слѣдующимъ образомъ: отъ мотора, дѣлающаго 965 оборотовъ, вращеніе передается зацѣпленіемъ **A** и **B** шестернѣ **I**, отъ **I**-й—**II**-й и **III**-й, сидящей на одномъ валу со **II**-й; затѣмъ **IV**-ой и **a** на томъ же валу, и, наконецъ, отъ **a** передается движеніе зубчатому колесу **b** вала **V**. Благодаря муфтѣ **N**, перебрасываемой ручкой **r**, можно вводить въ сцѣпленія другія шестерни, измѣняя такимъ образомъ скорости вращенія. Такихъ скоростей станокъ Фельзера даетъ 2:—до 3,5 и до 14 метровъ въ минуту.

Суппорта, каждый съ двумя рѣзцами для обточки профиля бандажя, автоматическіе, такого типа, какъ описаны на *стр. 29—30* перемѣщенія суппортовъ возможно вдоль и поперекъ станины съ помощью рейки и шестерни съ храповичнымъ приспособленіемъ. Вторая пара

простыхъ суппортовъ, также съ 2-мя рѣзцами каждый, предназначена для обточки боковыхъ поверхностей бандажа. Обѣ пары суппортовъ приводятся въ движеніе системой рычажныхъ передачъ отъ кривошипа зубчатки для вторыхъ суппортовъ и кривошипа колеса для первыхъ. Колесо и зубчатка насажены на одинъ валикъ, причемъ зубчатка получаетъ вращеніе отъ шестерни, сидящей на валу V у подвижной бабки (правой), которая перемѣщается вдоль станины при помощи винта S. Нужно сказать, что этотъ станокъ является у насъ одной изъ лучшихъ, если не единственной конструкціей II-го типа, благодаря тому, что валъ V вынесенъ изъ подъ бабокъ наружу, и всѣ зубчатые зацепленія легко доступны, какъ и всѣ движущіяся части могутъ быть наблюдаемы при работѣ. Единственный его недостатокъ—это станина не цѣльная, и ея часть подъ простыми суппортами соединяется съ основной болтами. Этотъ недостатокъ не оправдывается никакими соображеніями, т. к. отливка цѣльной станины не велика и не сложна, а строгать все равно необходимо обѣ части соединенными, такъ что тяжесть здѣсь не играетъ роли при установкѣ.

V. Наиболѣе сильные станки II-го типа производятся всетаки американскими заводами, хотя послѣдній десятокъ лѣтъ англичане*), сильно копирующие американскіе конструкціи и методы производства, начали выпускать также довольно мощные колесно-токарные станки—до 40HP (у американцевъ—до 50HP).

Изъ американскихъ станковъ этого типа отмѣчу конструкцію завода Bement, Niles Co (Филадельфія, участникъ синдиката Niles-Bement-Bond Co). Станокъ этотъ (фиг. 2) для обточки паровозныхъ полускатовъ рассчитанъ на наибольшій діаметръ полуската—2337^{mm}/_m (92 дюйма), наибольшее разстояніе между центрами—2743^{mm}/_m (9 футовъ). Правая подвижная бабка перемѣщается при помощи рейки и шестерни, приводимой въ движеніе ключомъ съ храповичнымъ приспособленіемъ. У лѣвой бабки помѣщается моторъ переменной скорости отъ котораго системой зубчатыхъ передачъ вращеніе передается валу станка и отъ него планшайбамъ. Кромѣ измѣненія скоростей моторомъ, возможно давать еще двѣ скорости съ помощи муфты T, вводящей въ зацепленіе то правую, то лѣвую систему зубчатокъ.

VI. Станокъ завода Niles tool Works (Hamilton, Ohio) изъ того же синдиката, показанный на таб. XI фиг. 3, беретъ до 50HP. Этотъ станокъ рассчитанъ на обточку паровозныхъ полускатовъ діаметромъ отъ 1321 до 1727^{mm}/_m (52—68"); наибольшее разстояніе между центрами 2743. Приводится онъ въ дѣйствіе моторомъ переменныхъ скоростей, причемъ скорости регулируются также различными сцепленіями зубчатыхъ колесъ, что даетъ возможность измѣнять скорости отъ 3,05 до 9,14 метр. въ минуту. Послѣдняя скорость годится даже

*) Заводъ Loudon Brothers, Ltd, Lond n.

для обточки шеекъ. Кромѣ того, электро-магнитная муфта S--S даетъ возможность моментально понижать скорость вращенія до $102^m/m$. Планшайбы съ вырѣзами для помѣщенія въ нихъ пальцевъ кривошиповъ имѣютъ внутреннее зацѣпленіе. Массивная станина цѣльная, суппорта простые, приводимые въ дѣйствіе рычажной системой. Правая подвижная бабка перемѣщается вдоль станины при помощи особаго мотора.

Характерной чертой для американскихъ станковъ, приводимыхъ въ дѣйствіе отъ электромоторовъ, является то, что ихъ скорости вращенія измѣняются непосредственно также отъ моторовъ, т. е. иначе говоря, американцы ставятъ почти исключительно моторы переменныхъ скоростей, значительно уменьшая нагроможденія зубчатыхъ передачъ.

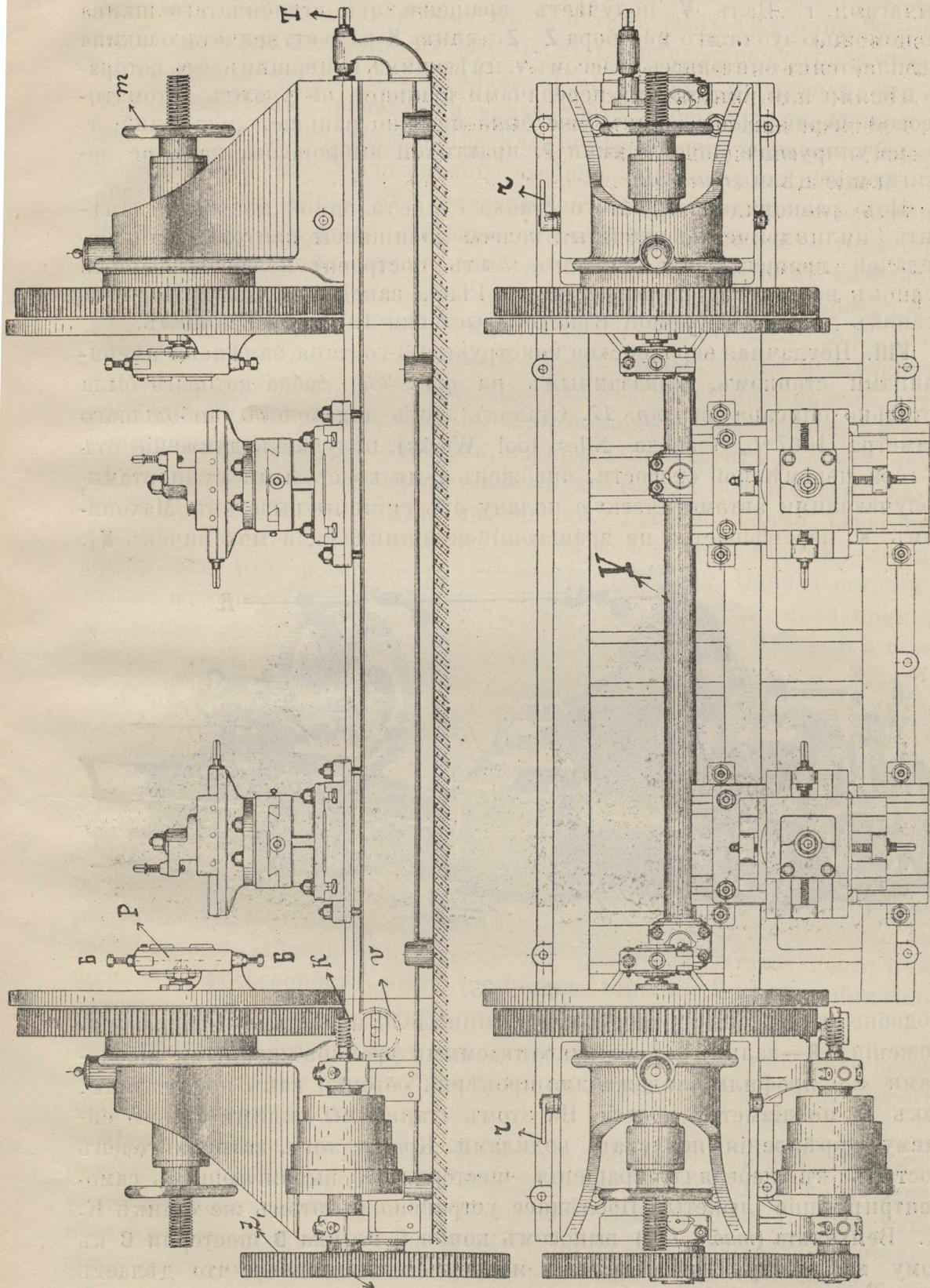
Заканчивая обзоръ станковъ II-го типа, слѣдуетъ отмѣтить еще одно изъ специальныхъ приспособленій къ станкамъ для обточки паровозныхъ полускатовъ—это люнеты, устанавливаемые на станинѣ станка для поддержанія оси полуската. Ихъ ставятъ только русскіе и англійскіе заводы. Практика однако выбрасываетъ люнеты даже и при нашемъ примитивномъ способѣ укрѣпленія полускатовъ; если-же перейти къ американскому способу укрѣпленія, то естественно люнеты окажутся техническимъ алахронизмомъ. Другое приспособленіе, практикуемое почти исключительно американскими заводами, это приборъ для расточки въ колесахъ дыръ для кривошинныхъ пальцевъ. Впрочемъ, это случайное увлеченіе американцевъ универсальностью колесно-токарнаго станка примѣняется рѣдко, и тѣ же заводы, которые конструируютъ станки съ расточнымъ приборомъ, рекомендуютъ для этой цѣли специально расточные станки.

Покончивъ со станками II-го типа, перейдемъ къ конструкціямъ III-го типа.

VII. Примѣрами станковъ III-го типа первой категоріи могутъ служить почти совершенно тождественныя конструкціи станковъ съ „медвѣдями“, изготовляемыя московскими заводами б. К. А. Вайхельтъ и Бр. Бромлей. Станки эти появились, какъ я уже говорилъ, еще въ 1873 г. на Вѣнской всемірной выставкѣ, экспонированные заводомъ R. Hartmann въ Chemnitz'ѣ. На западѣ они давно уже выброшены, но у насъ, благодаря относительной дешевизнѣ, упомянутые заводы еще производятъ ихъ, причѣмъ нисколько не измѣнили почти 40-лѣтней конструкціи, повидимому чтя завѣты древности глубокою.

На *стр. 45* показанъ такой станокъ завода Бр. Бромлей, работающій, между прочимъ, и въ Александровскихъ мастерскихъ Николаевской жел. дор. Станки эти приспособлены исключительно для обточки вагонныхъ и тендерныхъ полускатовъ, поэтому высота центровъ не превышаетъ $610^m/m$. Обѣ планшайбы получаютъ движеніе отъ

вала V, вращаясь на шипах станин бабок, какъ это ясно видно



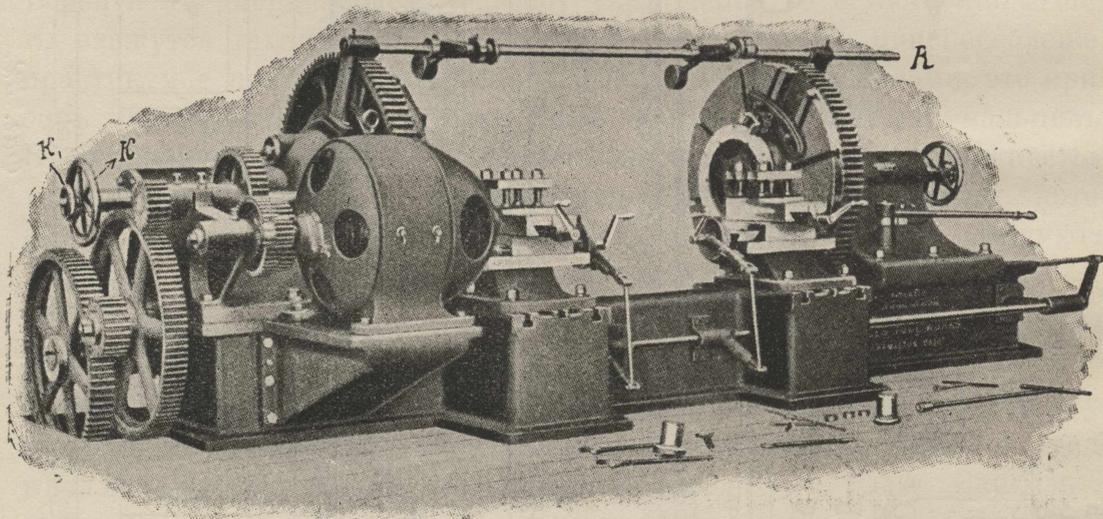
Фиг. 32.

Станокъ съ „медвѣдями“ завода Бр. Бромлей, Москва.

по схемѣ стр. 7 фиг. 3. Шестерни вала V могутъ быть выключаемы рычагами г. Валъ V получаетъ вращеніе отъ ступенчатого шкива съ помощью зубчатого перебора Z—Z₁; винтъ K вала ступенчатого шкива сцепляется съ винтовымъ колесомъ v, имѣющимъ кривошипъ, отъ котораго цѣпями или рычажными передачами суппорта получаютъ автоматическое перемѣщеніе. Какъ уже было сказано раньше, „медвѣди“, т. е. регулирующіе подшипники P, практикой выброшены, какъ не достигающіе цѣли (фиг. 32).

Изъ разновидностей этого станка съ безплодной попыткой замѣнить цилиндрическія зубчатая колеса планшайбы винтовыми съ передачей вращенія отъ винтовъ былъ построенъ колесно токарный станокъ по патенту инженера E. C. Pfaff'a заводомъ Saxonia. Но этотъ станокъ дальше всемірной Вѣнской выставки 1873 г. не пошелъ.

VIII. Неудачная европейская конструкція 3-го типа замѣнена американцами станкомъ, показаннымъ на фиг. 33, бабка котораго была детально описана на стр. 17. Станокъ этотъ для колесъ наибольшаго діаметра 1067^m/_m (завода Niles tool Works) получаетъ движеніе отъ мотора переменнй скорости, снабженъ 2-мя крестовыми суппортами, получающими автоматическую подачу отъ системы рычаговъ. Маховикомъ K перемѣщается не вращающійся шпиндель, а маховичекъ K₁,



Фиг. 33.

подобно контргайкѣ, закрѣпляетъ шпиндель въ установленномъ положеніи. R—валикъ съ устанавливаемыми уравновѣшенными шаблонами по профилю бандажа для провѣрки обточки какъ по профилю, такъ и по діаметру колеса. На этомъ станкѣ мы видимъ старую систему укрѣпленія полуската водилами. Кромѣ того, затруднителенъ доступъ къ передачѣ вращенія шестернямъ, выдвигающимъ самоцентрирующіе люнеты. Последнее устранено въ этомъ же станкѣ K. A. Вейхельта (табл. III) выносомъ конца E валика D шестерни C къ тому же мѣсту, гдѣ находится маховичекъ шпинделя, что дѣлаетъ доступнымъ и удобнымъ перемѣщеніе люнета.

Этимъ собственно и можно закончить обзоръ станковъ всѣхъ существующихъ типовъ, потому что 4-й типъ былъ уже описанъ мною съ достаточной плотнотой на *стр.* 20 и 21. Сравнительная оцѣнка отдѣльныхъ типовъ также была сдѣлана, и мы пришли къ выводу, что 4-й типъ устраняетъ недостатки всѣхъ трехъ предыдущихъ. Однако недостатки эти обоснованы болѣе или менѣе теоретически, или вѣрнѣе оцѣнка ихъ въ значительной степени теоретическая. Если же мы обратимся къ учету ихъ недостатковъ, такъ сказать, во времени и пространствѣ, то можно сказать, что всѣ три послѣднихъ типа станковъ (причемъ 3-й—американскій) вполне равноправны въ колесномъ цехѣ мастерскихъ. Въ самомъ дѣлѣ, если станокъ Sharp, Stewart & Co въ петербургскихъ мастерскихъ Петерб.—Варш. жел. дор. могъ работать 50 лѣтъ, то опредѣлить износъ станка, вводя независимую переменную—время, довольно трудно. Износъ станка, опредѣляется конечно, путемъ наблюдений; но если станокъ стараго завода и старой конструкціи работаетъ 50 лѣтъ, то врядъ ли хватитъ и двухъ человѣческихъ жизней для наблюдений въ предѣлахъ осязаемости и научности результатовъ этихъ наблюдений. Гораздо болѣе серьезный вопросъ, чѣмъ износъ той или другой конструкціи станка,—это вопросъ объ ихъ коэффициентѣ полезнаго дѣйствія. Однако острота и этого вопроса въ значительной степени ослабляется, если принять во вниманіе ничтожный процентъ полезной работы тяжелыхъ станковъ.

Единственное требованіе, которое должно предъявлять къ колесно-токарнымъ станкамъ это требованіе быстроходности и, какъ результатъ ея, высокой производительности. Какъ бы не была вульгарна американская поговорка „time is money“, но она примѣнима и къ оцѣнкѣ конструктивныхъ особенностей машинъ, потому что „time is money“—основа современнаго процесса производства, въ которомъ техника и рабочей играютъ главныя роли. И оставаясь вѣрными этому принципу, американскіе инженеры создали вполне цѣлесообразную конструкцію колесно-токарныхъ станковъ, потому что, гевій изобрѣтательности очищая отъ вульгарности этотъ принципъ, стремился къ экономизаціи человѣческихъ силъ и энергіи, добываемой изъ топлива.

Посмотримъ теперь, какъ относятся къ новому слову техники наши желѣзныя дороги, являющіяся почти единственнымъ потребителемъ колесно-токарныхъ станковъ.

Наши дороги должны быть богаче по сравненію съ американскими, потому что чистая прибыль на версту у насъ 5000 рублей, тогда какъ у американцевъ 4000 руб., т. е. на 20% ниже. Но мы должны быть и бережливѣе и требовательнѣе къ техническому оборудованію, стоившему намъ гораздо дороже, на что указываетъ намъ процентное отношеніе чистой выручки къ стоимости сооруженія жел. дорогъ: у

нась 4,3%, а въ Америкѣ 5%. Однако за 10 лѣтъ (1894 по 1904 г.) наша выручка упала съ 4,5% до 4,3%, тогда какъ у американцевъ возросла съ 3,1% до 5%. Последнія цифры достаточно подчеркиваютъ упадокъ нашего желѣзнодорожнаго хозяйства, но интересно также прослѣдить, какими фактами технической нецѣлесообразности сопровождается потеря нашими дорогами и времени и денегъ.

Устарѣлость оборудованія нашихъ желѣзнодорожныхъ мастерскихъ теперь стала уже притчей во языцѣхъ. Однако нѣтъ надежды и на скорое обновленіе этого оборудованія, потому что прежде всего приходится сталкиваться съ пріемственнымъ невѣжествомъ желѣзнодорожныхъ инженеровъ, которое успѣшно эксплуатируется нашими заводами подъ охраной запретительной пошлины. Насколько характерно стремленіе русскихъ заводовъ учесть это невѣжество, можно судить по нижеслѣдующей выписи конкурсныхъ предложеній на поставку колесно-токарныхъ станковъ по вызову одной изъ лучшихъ дорогъ Петербургскаго узла. Въ объявленіи техническихъ условій дорога эта не потребовала самого главнаго: производительности и количества силъ, потребныхъ для станка. И вотъ какъ отвѣтили заводы:

ЗАВОДЫ:	Фениксъ.	Фельзеръ.	Брансбій.	Бр. Бродлей.	Краматорскій.	Вейхельгъ.	Герляхъ и Пульстъ.	Гейслеръ.	Контора Санъ-Галли.
Цѣна, руб. .	26000	23620	23775	10900	9150	11500	14400	10650	19000
Срокъ изгот. мѣсяцевъ .	5	6	9	5	6 ¹ / ₂	5	6	10	4—5
Вѣсъ, пуд. .	2000	2880	2000	1900	1400	1800	2150	1750	1170
Число HP .	—	10	—	—	—	—	10	15	15

Въ запросѣ отмѣчалась опредѣленная модель станка для обточки паровозныхъ полускатовъ съ высотой центровъ 1100^{мм}/м и наибольшимъ разстояніемъ ихъ 2800^{мм}/м; къ станку требовались автоматическіе суппорта для обточки профиля бандажа и простые суппорта для обточки его боковыхъ поверхностей.

Въ отвѣтѣ заводовъ характерно прежде всего колебаніе вѣса—1170 и 2880 пудовъ. Уже вѣсъ указываетъ на различную мощность станковъ, слѣдовательно и на различную производительность ихъ. Поэтому заводы благоразумно умолчали о количествѣ HP, кромѣ Фельзера Герляха и Пульста, Гейслера и конторы О. Санъ-Галли, которая прислала описаніе станка Niles-Bement-Pond Co, требующаго 35HP, и, очевидно, изъ скромности поставила 15HP. Но какъ иначе можетъ отнестись заводъ или техническая контора къ дорогѣ, которая въ тех-

ническихъ условіяхъ требуетъ, чтобы планшайбы были укрѣплены на „сильныхъ“ шпиндаляхъ. Понятно, что если такой звонкій и пустой терминъ изъ рекламнаго каталога допустимъ въ техническихъ условіяхъ дороги, то также легковѣсно отвѣчаютъ и заводы, предлагая станки цѣною отъ 5,8 до 16 руб. за пудъ, т. е. съ тройной разницей цѣнъ. Изъ всѣхъ заводовъ только бывш. Фельзеръ и К^о въ Ригѣ представилъ вполне обстоятельныя данныя и не рекламное описаніе своего станка „Рапидъ“.

Какъ бы то не было, но новыя и сильныя конструкціи колесно-токарныхъ станковъ проникаютъ и въ археологическій музей нашихъ желѣзнодорожныхъ мастерскихъ. Тѣмъ не менѣе мастеръ колеснаго цеха, обыкновенно инженеръ, заваленный и поглащенный исполненіемъ своихъ бюрократическихъ обязанностей, какъ и во всякомъ другомъ цехѣ, почти никогда не интересуется технической стороной дѣла. Станокъ попадаетъ на попеченіе невѣжественнаго десятника, который начинаетъ уродовать его сообразно со своимъ техническимъ вдохновеніемъ и неумѣніемъ рабочихъ обращаться съ новымъ станкомъ. И въ результатѣ получается такая, на примѣръ, картина:—въ Александровскихъ мастерскихъ Николаевской жел. дор. были выброшены автоматическіе суппорта Герляха и Пульста, потому что рабочіе, десятники и „сами инженеры“ нашли ихъ непригодными. Эти суппорта были замѣнены простыми крестовыми. Но въ Петербургскихъ мастерскихъ Варшавской жел. дор. эти суппорта дали почти вдвое большую производительность, чѣмъ простые И это зависело отъ того, что мастеръ колеснаго цеха умѣлъ научить своихъ рабочихъ обращаться съ этими суппортами*). Еще болѣе разительный примѣръ инженерскаго легкомыслія представляетъ Путиловскій заводъ, гдѣ на колесныхъ станкахъ паравозо-механическаго цеха эти же суппорта Герляха и Пульста были забракованы, а въ колесномъ цехѣ вагонныхъ мастерскихъ ими были очень довольны. Можно допустить, что на заводѣ явленіе это было случайнымъ, хотя по общему ходу нашего заводскаго хозяйства допущеніе это дѣлается съ большой тяжестью; но за то въ желѣзнодорожныхъ мастерскихъ наше техническое невѣжество и неумѣлость—фактъ констатированный. Это и не удивительно, потому что „чинъ“ цеховаго мастера для желѣзнодорожнаго инженера лишь одна изъ низшихъ ступеней іерархической лѣстницы, ведущей къ высшему окладу. При такихъ условіяхъ, конечно, мало будетъ мѣста техникѣ, а „сами инженеры“ въ оцѣнкѣ того или другого станка будутъ всегда руководствоваться рекламой каталога и невѣжественной экспертизой рабочаго или десятника.

*) Пользуюсь здѣсь случаемъ, чтобы принести глубокую благодарность колесному мастеру А. Н. Нюману за помощь, оказанную мнѣ при собираніи практическихъ данныхъ для этой статьи.

Попробую сдѣлать сравнительную оцѣнку нашихъ и американскихъ работъ по обточкѣ полускатовъ съ технической и экономической точки зрѣнія.

Несмотря на то, что въ Соединенныхъ Штатахъ Сѣв. Америки не болѣе 10% вагонныхъ полускатовъ имѣютъ бандажи, а остальные 90% отливаются изъ чугуна съ закалкой поверхности катанія, и, слѣдовательно, не перетачиваются при износѣ, а выбрасываются въ переплавку, — американцы стремятся понизить и это сравнительно съ нашими небольшое количество обточныхъ работъ послѣ прокатки и переточныхъ послѣ износа полускатовъ. У нихъ, напримѣръ, нѣтъ такой совершенно непроизводительной работы, какъ обточка боковыхъ поверхностей бандажа, положительно ничѣмъ не оправдываемой. Но количество работъ по обточкѣ уменьшается еще и осмысленнымъ пользованіемъ воздушнаго тормоза, благодаря чему у нихъ почти нѣтъ тѣхъ явленій скольженіе колеса по рельсу, которыя вызываютъ выбоины, какъ нѣтъ выбоинъ и отъ тормозныхъ колодокъ. Значить, переточка бываетъ только отъ естественнаго износа.

Благодаря раціонально-поставленнымъ испытаніямъ колесно-токарныхъ станковъ, американцы вырабатываютъ типъ наиболѣе высокой производительности, они уничтожаютъ излишнія работы, какъ обточка боковыхъ поверхностей бандажа, и такимъ образомъ, понижаютъ стоимость обточки полуската по крайней мѣрѣ на 100% противъ нашей.

Посмотримъ, каковы условія производства этой работы въ Россіи.

Прежде всего у насъ на желѣзныхъ дорогахъ не только нѣтъ испытаній станковъ на производительность, но нѣтъ даже и рѣчи о требованіи опредѣленной производительности отъ станка той или другой фирмы. Количество работъ по переточкѣ необычайно велико, потому что износъ бандажей на цихъ заводахъ почти вдвое быстрѣе, чѣмъ нѣмецкихъ или американскихъ. Для иллюстраціи послѣдняго можно указать хотя бы на наши составы сибирскихъ скорыхъ поѣздовъ, по наблюденіямъ надъ которыми выяснилось, что полускатъ безъ переточки ходитъ не болѣе 20000 верстъ, т. е. иначе говоря, всего два конца отъ Москвы до Иркутска. Кромѣ того, плохая сборка воздушныхъ тормозовъ, неумѣніе съ ними обращаться и осмотръ ихъ плохо понимающими дѣло осматривающими даетъ громадное количество выбоинъ въ бандажѣ. Въ результатѣ служба нашихъ бандажей колеблется отъ 3 до 8 лѣтъ, если производить обточку по министерскимъ правиламъ, т. е. допускать износъ (выкатъ) не болѣе $5^m/m$ для пассажирскихъ и $7^m/m$ для товарныхъ полускатовъ, тогда какъ Крупповскіе бандажи служатъ вдвое дольше.

Такъ или иначе, но мы перерасходуемъ на этихъ работахъ не менѣе 100% по сравненію съ американцами, не говоря уже о потерѣ времени и первоначальныхъ затратахъ не увеличенную площадь ма-

стерскихъ при установкѣ малопроизводительныхъ станковъ. И это не только на колесно-токарныхъ работахъ, но и на всѣхъ другихъ, еще менѣе изслѣдованныхъ, чѣмъ колесныя.

Заканчивая эту монографію, долженъ замѣтить, что я отнюдь не предполагаю прописывать въ видѣ рецепта тотъ или другой въ смыслѣ патента или завода колесно-токарный станокъ противъ золь нашего колеснаго цеха. Задачей этой работы было научное объективное изслѣдованіе конструкторціи одного изъ самыхъ дорогихъ станковъ въ нашихъ желѣзнодорожныхъ мастерскихъ. И, конечно, не мнѣ судить насколько удалось это изслѣдованіе; но я глубоко убѣжденъ, что работу въ этомъ направленіи продолжать необходимо, потому что рациональное оборудованіе мастерскихъ—очередной вопросъ, для разрѣшенія котораго до сихъ поръ у насъ нѣтъ матеріала.

П. А. Козьминъ.

ЛИТЕРАТУРНЫЕ ИСТОЧНИКИ.

- 1) **Альбомы станковъ** для обработки металловъ. Составлены инж. Васильевымъ. Библиотека СПб. Технологическаго института.
- 2) **Вильмутъ**, пнж. техн. — „Изнашивание гребней паровъзн. колесъ“. Инженеръ“, 1885 г.
- 3) **А. Гатцукъ**, проф. а) Американскіе станки для обработки металловъ. СПб. 1896 г.
б) Литографированный курсъ механич. техн. металловъ, СПб. 1905 г.
- 4) **Гадолинъ**, проф. и академикъ, Механич. технология. Литограф. курсъ. СПб. техн. инст. 1888⁹/₉ г.
- 5) **К. А. Зворыкинъ**, профес. „Работа и усиліе, необходим. для отдѣленія металич. стружекъ. Москва, 1893 г.
- 6) **В. Кнаббе**, проф. а) Современ. оборудованіе машиностроит. завод. и жел.-дор. мастерскихъ. Харьковъ, 1896 г.
б) Машины—орудія для холодной обработки металловъ, СПб. 1902 г.
- 7) **Н. Саввинъ**.—Быстрорѣжущая сталь. „Извѣстія СПб. Политехникума, 1905 г.
- 8) **Отчеты** желѣзныхъ дорогъ за 1905 г.
- 9) „**Свѣдѣнія о желѣзныхъ дорогахъ**“ 1904 г. Изданіе „Отдѣла статистики М. П. С.“
- 10) **Ernst A. v. Hesse**, Maschinen—ingenieur in Wien. „Die Werkzeugmaschinen zur Metall—und Holzbearbeitung nach den Ergebnissen der Wiener Weltausstellung“. Leipzig, 1874.
- 11) „**Engineer**“, 1906 г. 28 декаб.—Испытаніе американскаго токарнаго станка системы Niles-Bement Pond Co.
- 12) **Dr. Carl Hartmann**.—Volständiges Handbuch der Metaldreherei.—Weimar,
- 13) **J. Hart**, profes. der Maschinenbaues an der polytechnischen Schule in Carlsruhe.—„Die Werkzeugmaschinen für den Maschinenbau zur Metall—und Holzbearbeitung.—Heidelberg, 1867 г. и II-е изд. 1874 г.
- 14) **Ledebour A.**, проф. горной академіи въ Фрейбергѣ.—Die Verarbeitung der Metalle auf mechanischen Wege.—Braunschweig, 1877 г.
- 15) **Prof. J. T. Nicolson and Mr. Dempster Smith**.—„Engineer“, 1906 г. 14 д.
- 16) „**Progress Reporter**“.—A remarkable record in the turning.—New York, March, 1906 г.
- 17) **W. Taylor**.—The shape and duty of roughing tools.—American Machinist, March 2—9, 1907 г.

Таблица I.

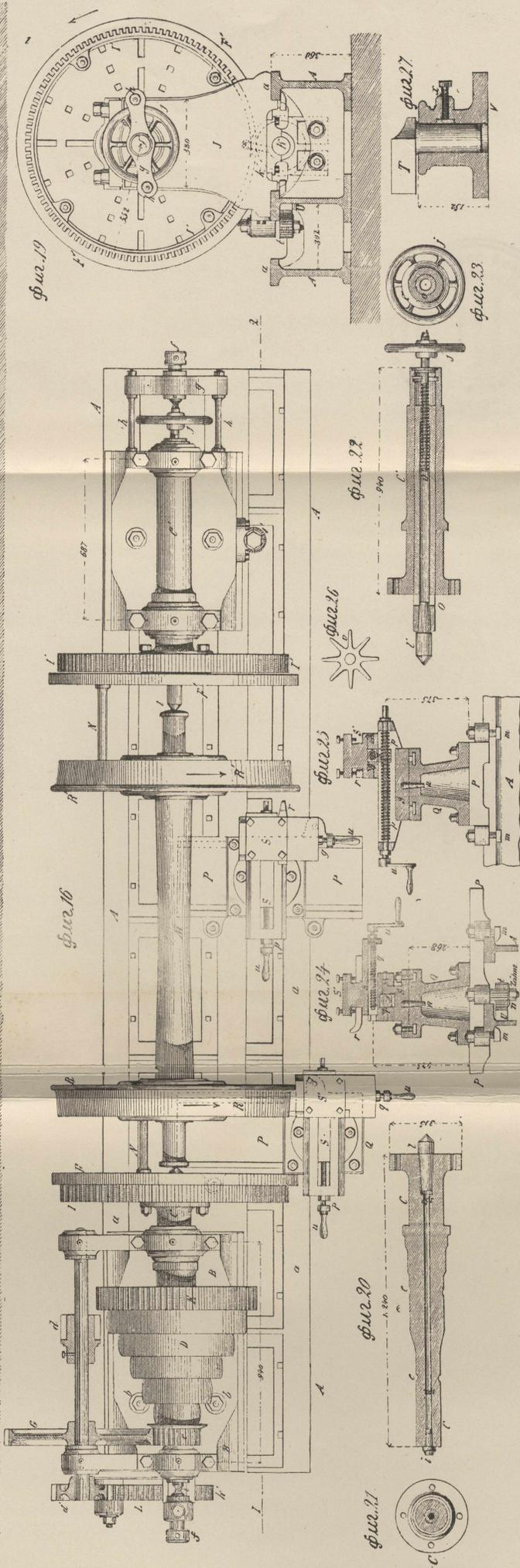
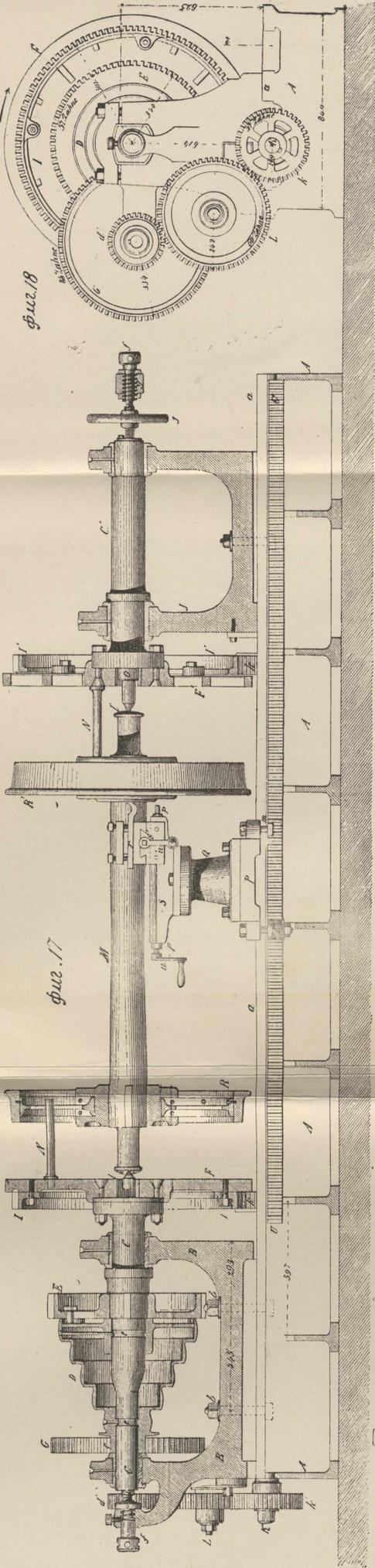
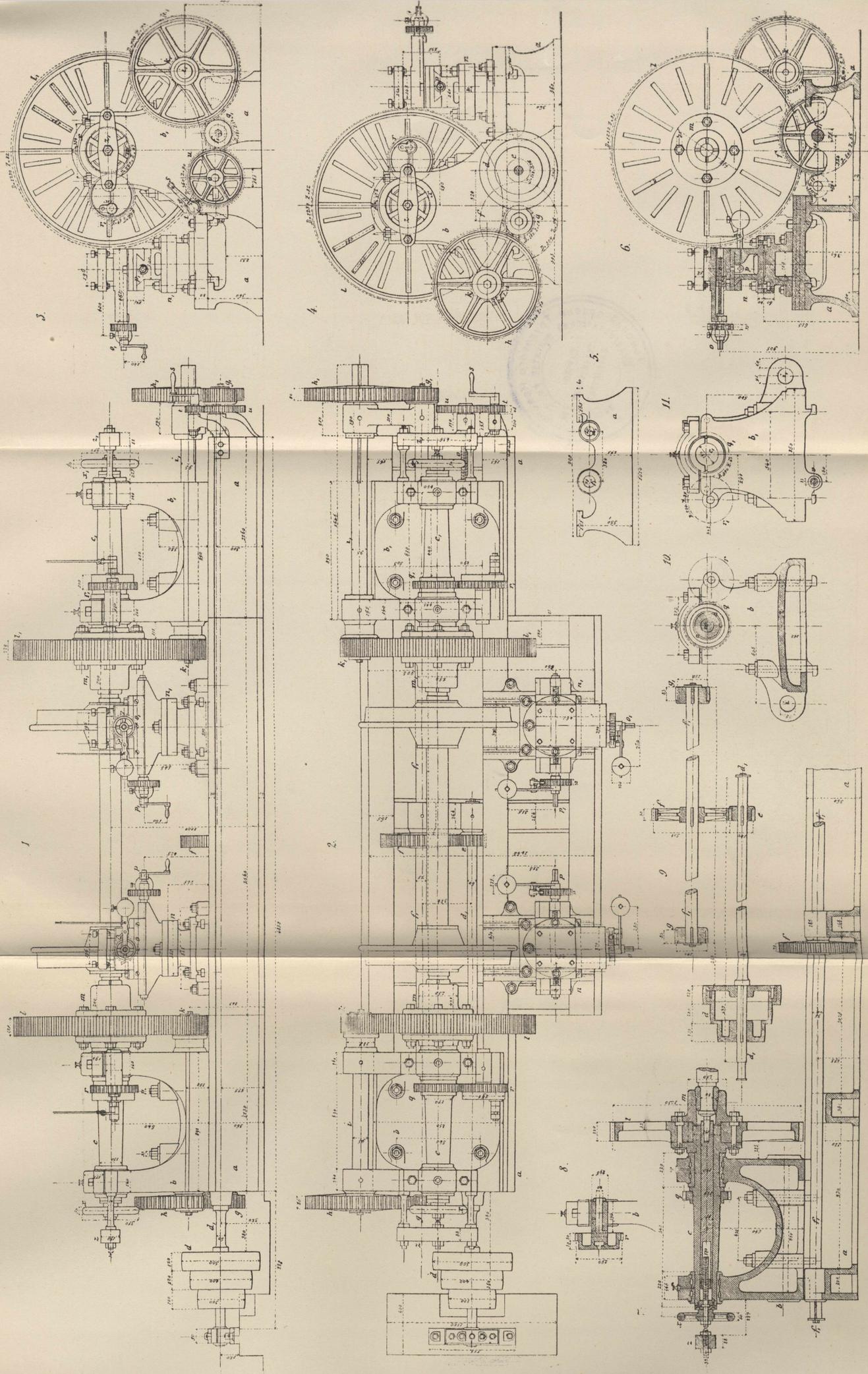
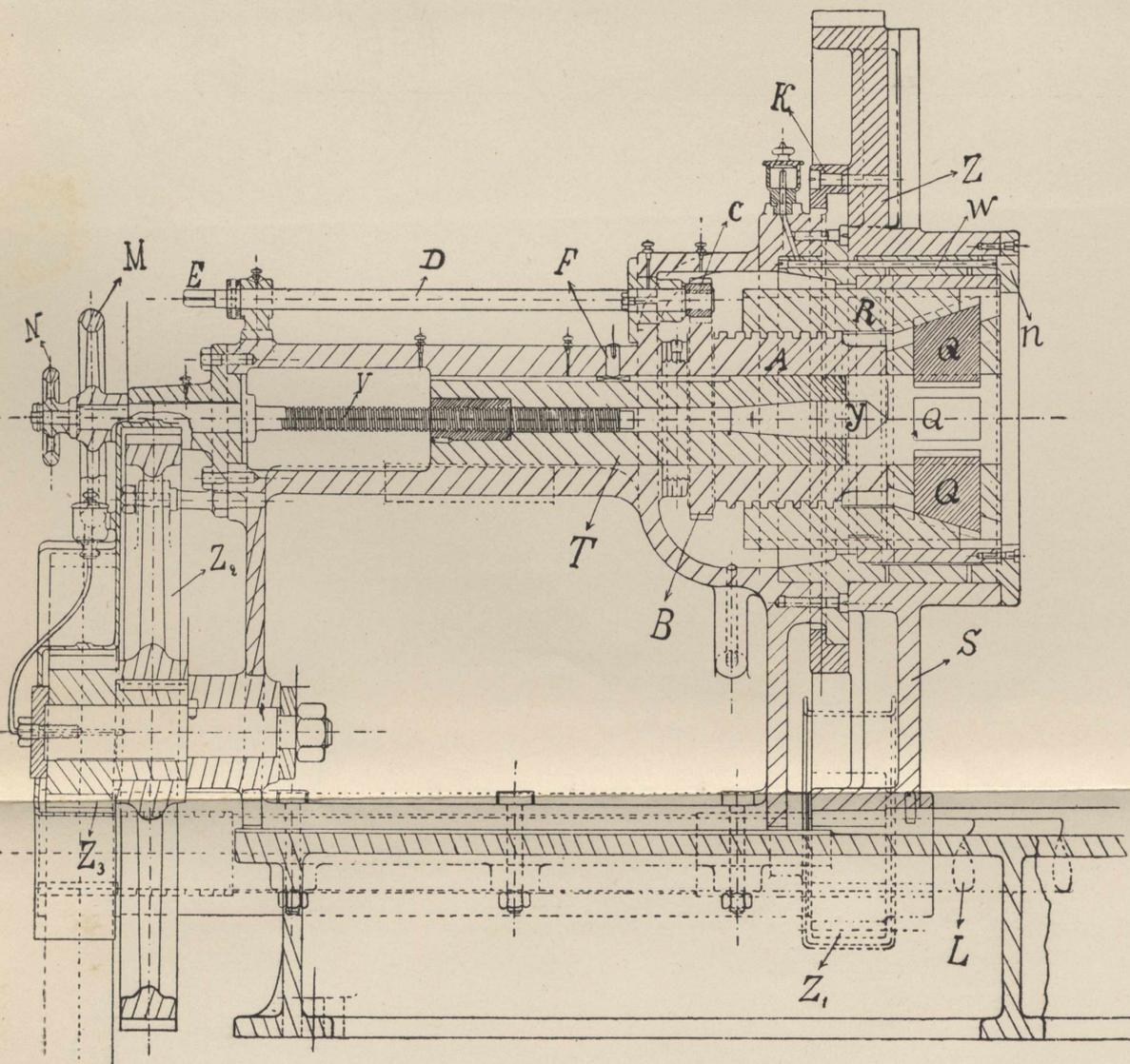
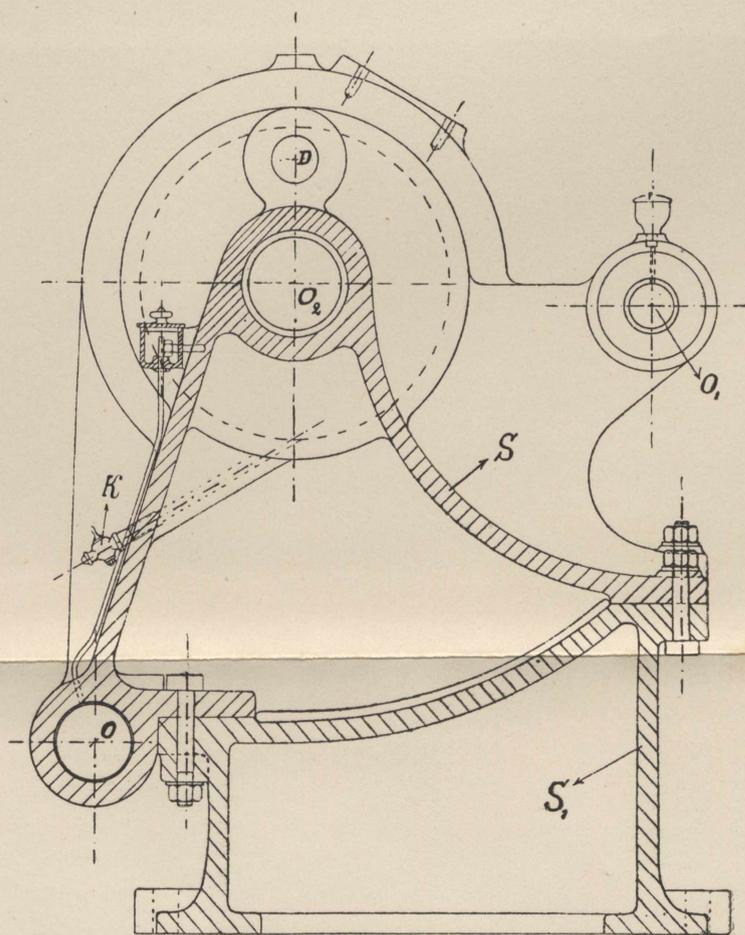


Таблица II.



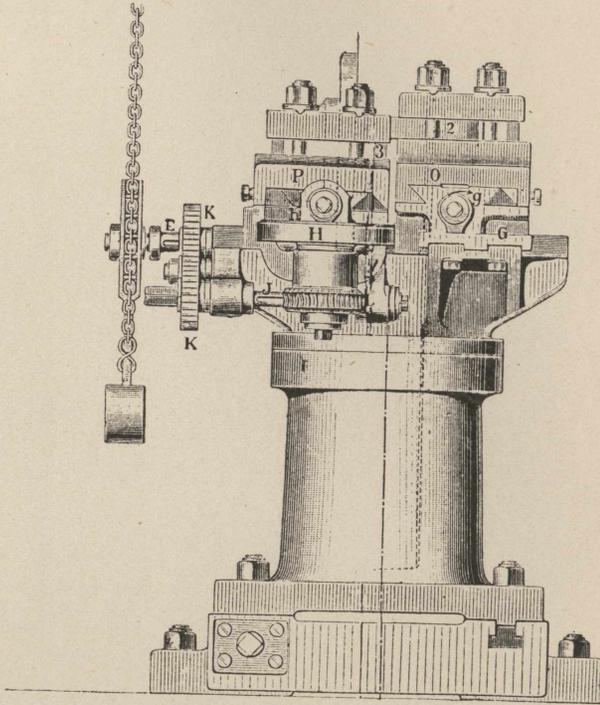


фиг. 1.
Американский станокъ завода К. А. Вейхельдъ, Москва.

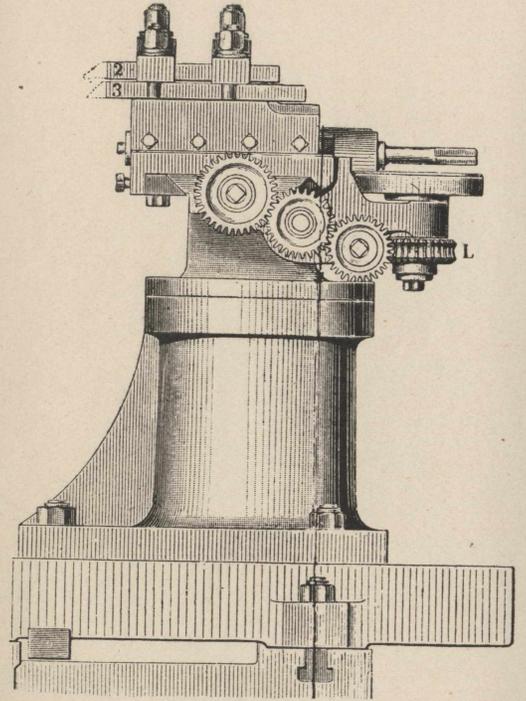


фиг. 2.

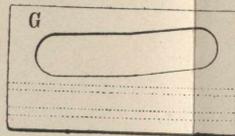
Т а б л и ц а I V .



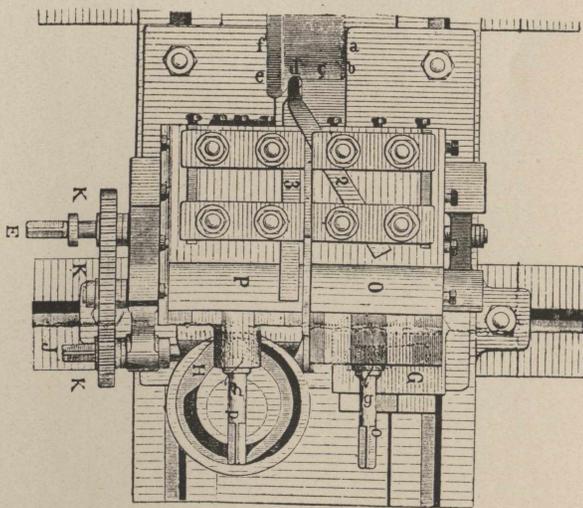
фиг. 1.



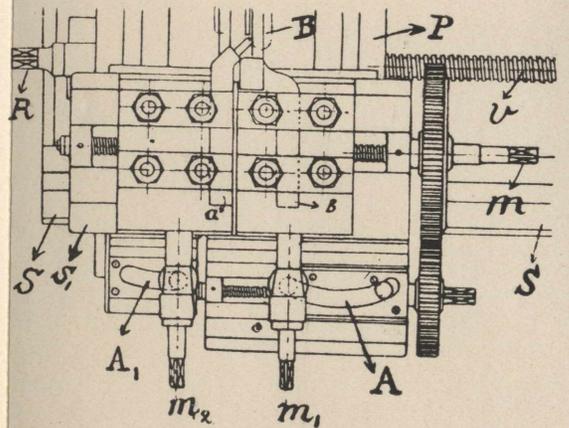
фиг. 2.



фиг. 3.



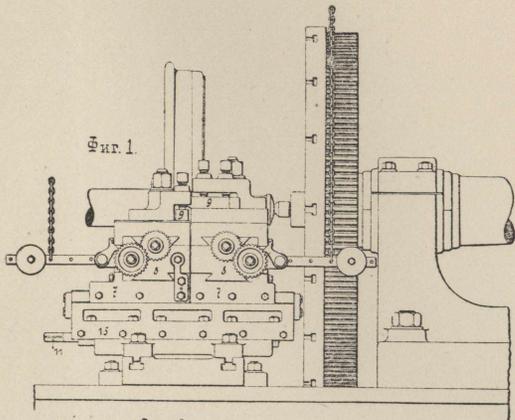
фиг. 4.



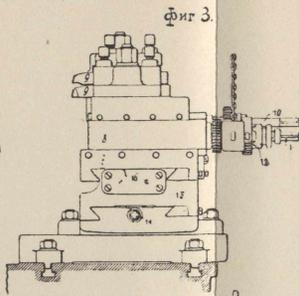
фиг. 5.

Оддѣленіе Трудовъ
Всесоюзнаго
научнаго
Книжн. Центра

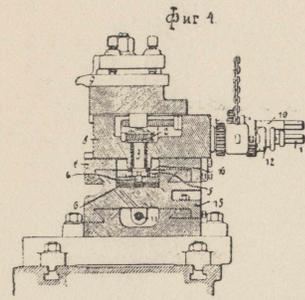
Т а б л и ц а V.



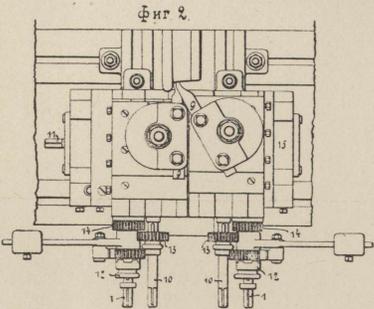
Фиг. 1.



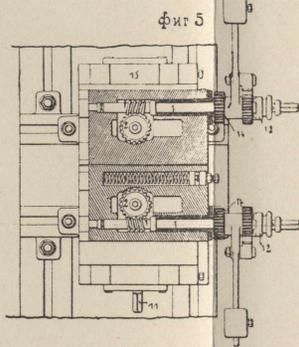
Фиг. 3.



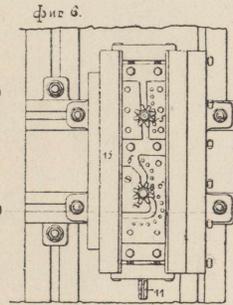
Фиг. 4.



Фиг. 2.



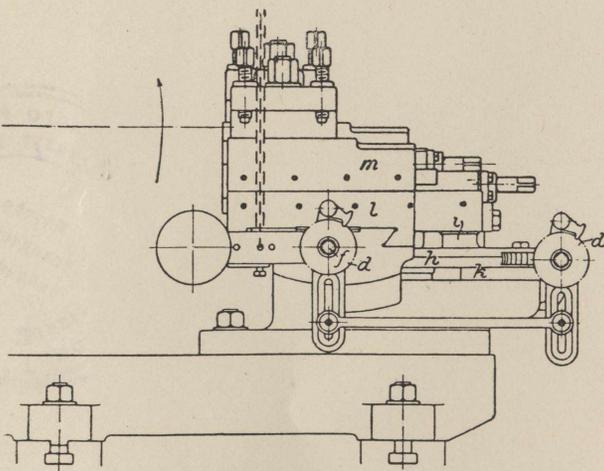
Фиг. 5.



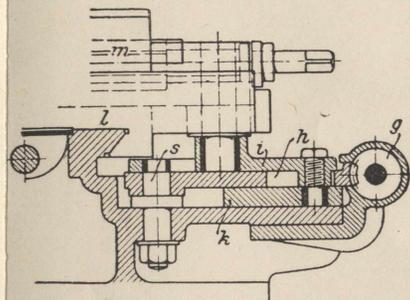
Фиг. 6.

Фиг. 7.

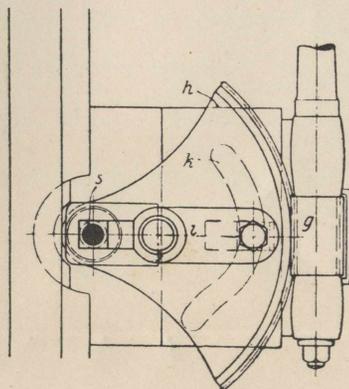
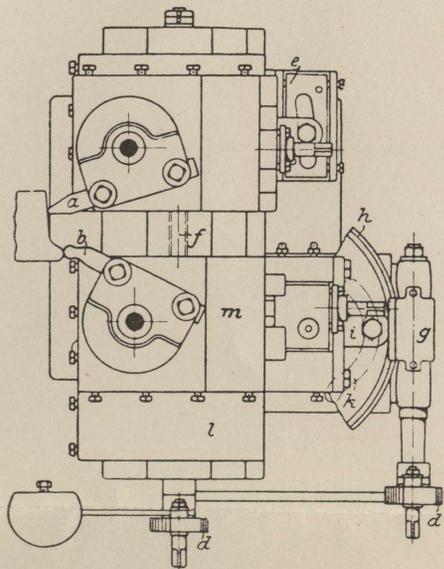
Фиг. 9.



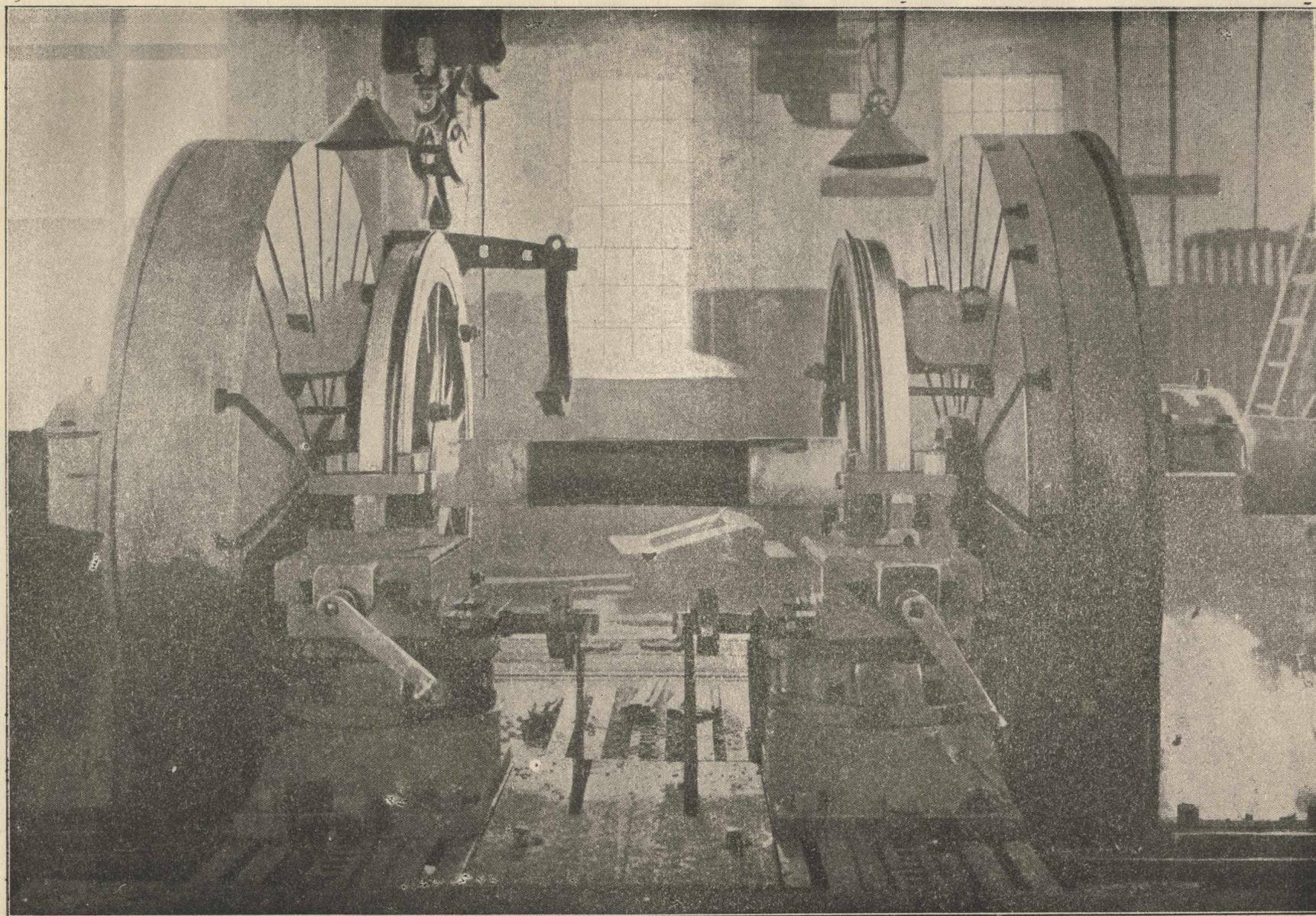
Фиг. 8.



Фиг. 10.

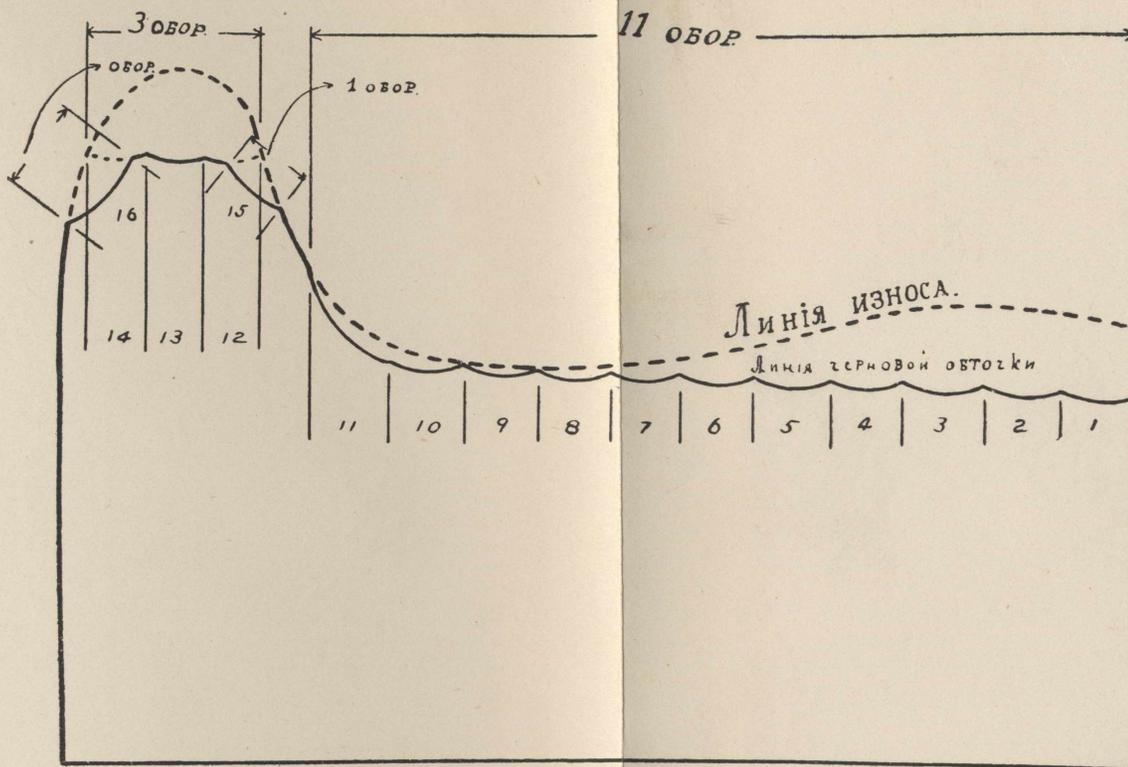


ордена I



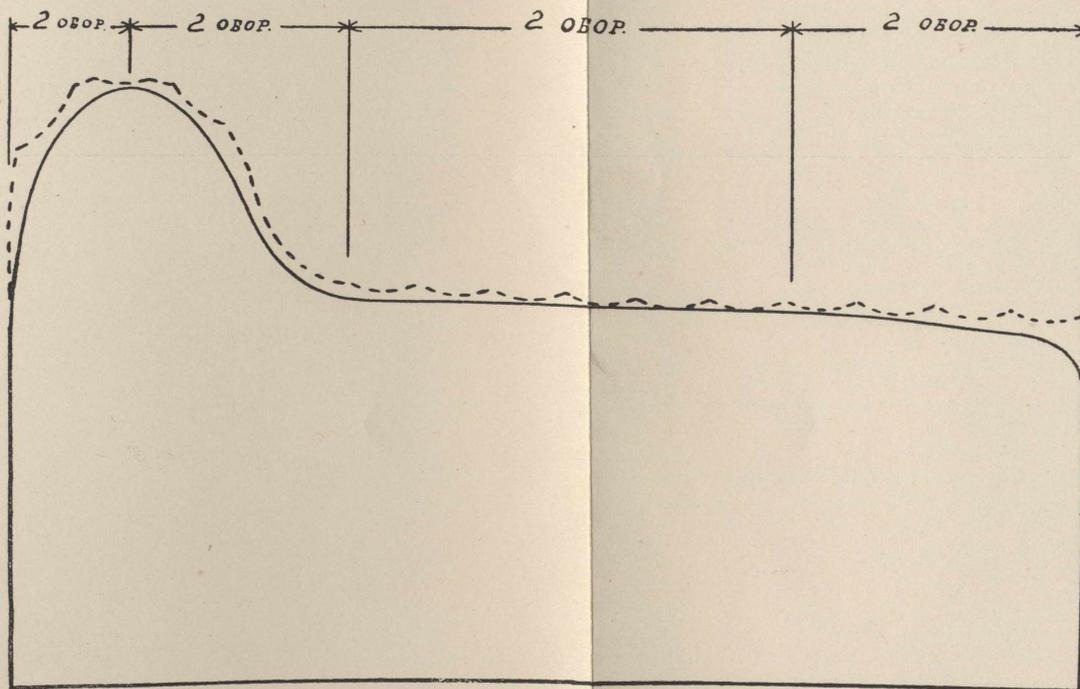
Станокъ завода Niles, Betent & Pond C^o, испытанный 1905 г. 19 декабря въ главныхъ мастерскихъ New York Central Railroab C^o.

Т а б л и ц а VII.



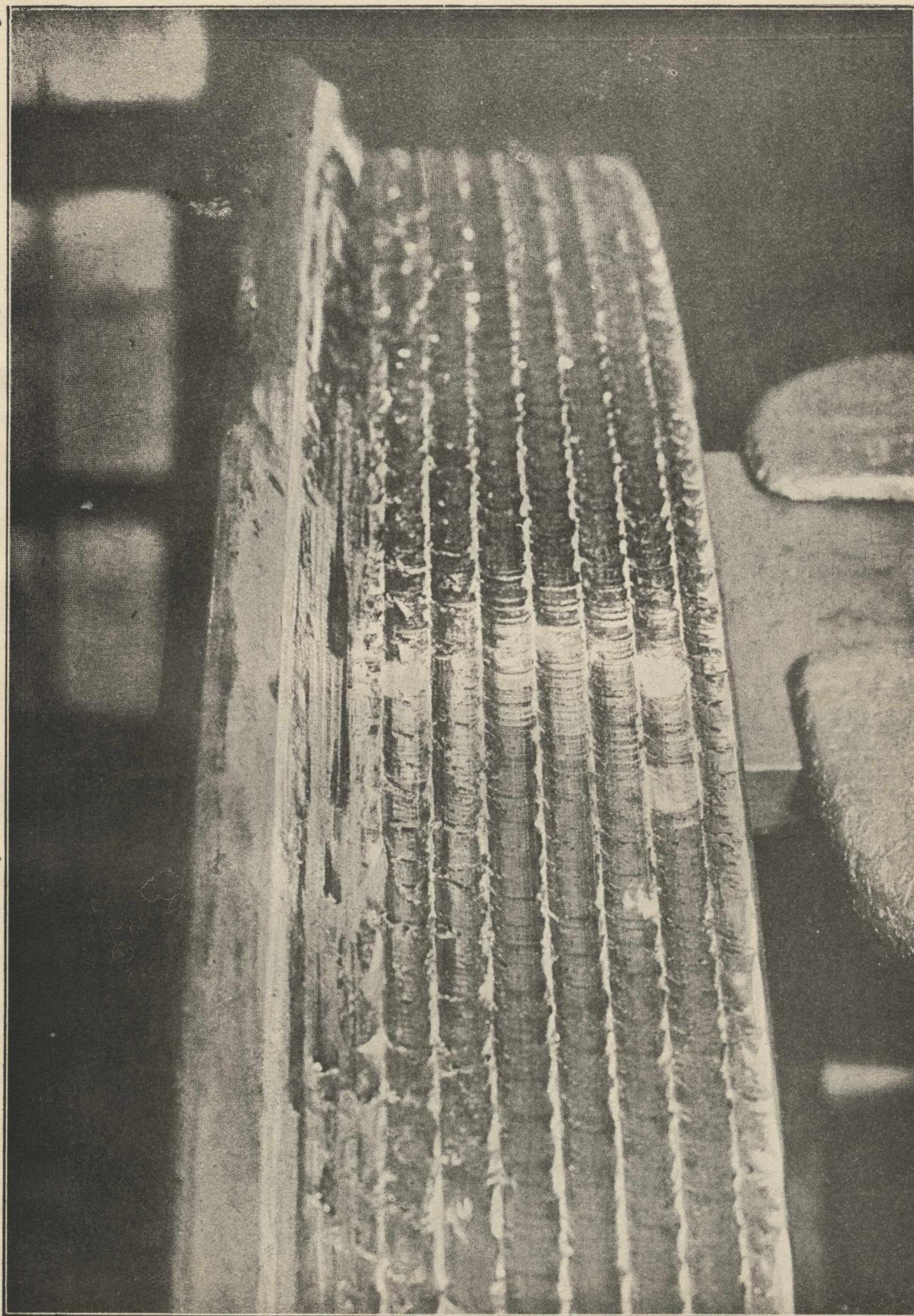
фиг. 1.

Черновой проходъ рѣзца въ 16 оборотовъ.



фиг. 2.

Чистойвой проходъ четырма типами фасонныхъ рѣзцовъ.

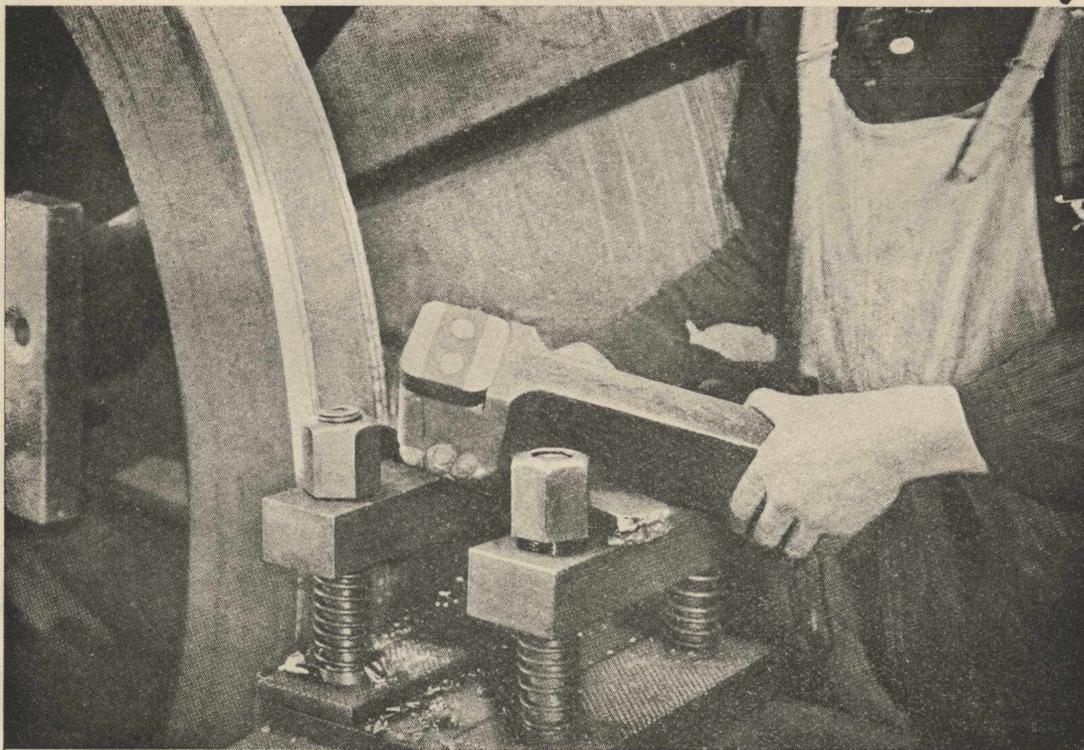


Бандажъ послѣ 11 оборотовъ грубой обточки поверхности катанія.

Т а б л и ц а ІХ.

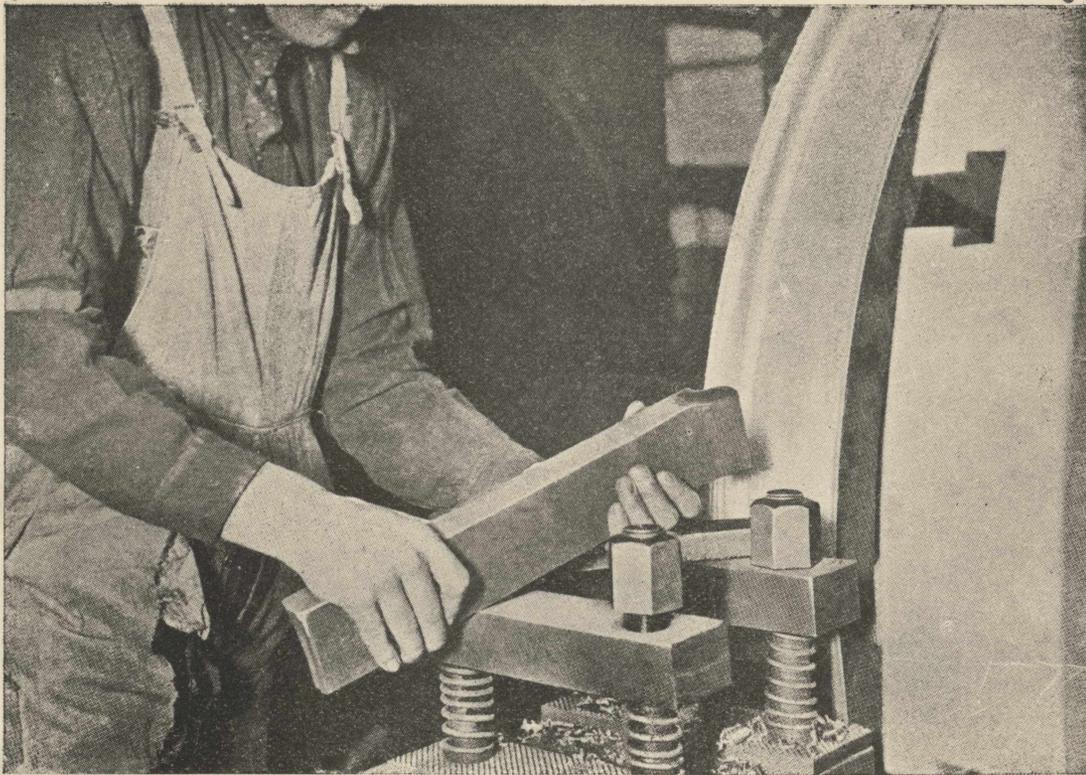


Стружки грубой обточки.

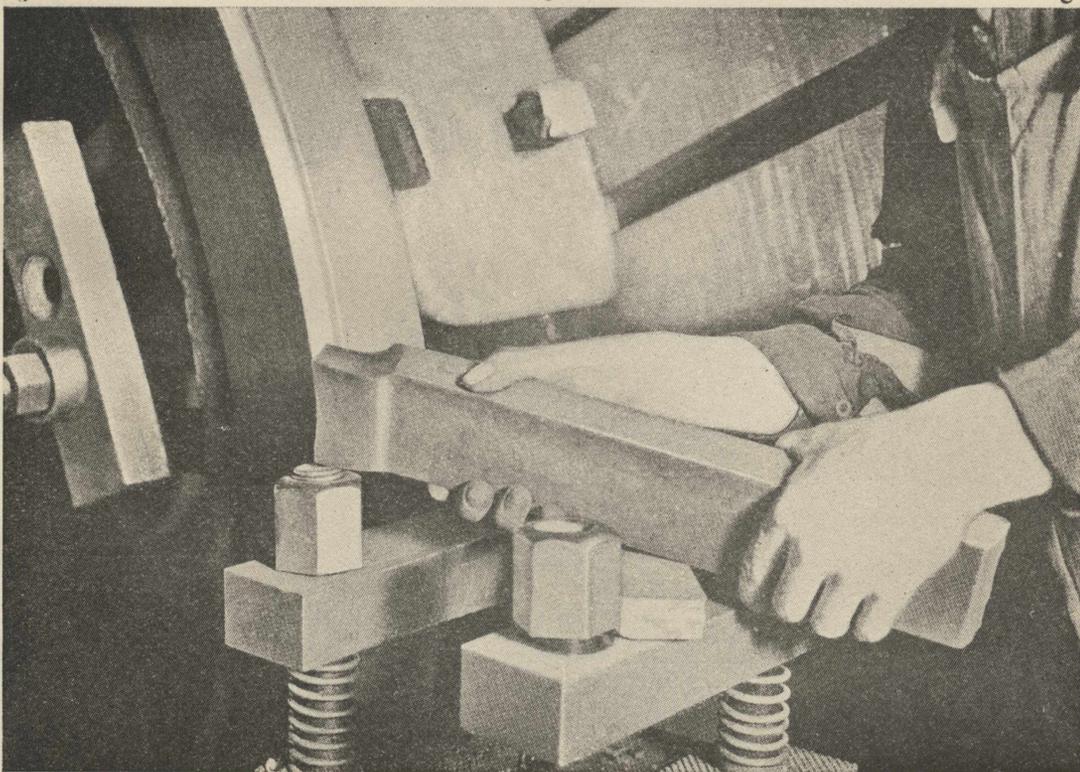


Рѣзец чистовой обточки поверхности катанія.

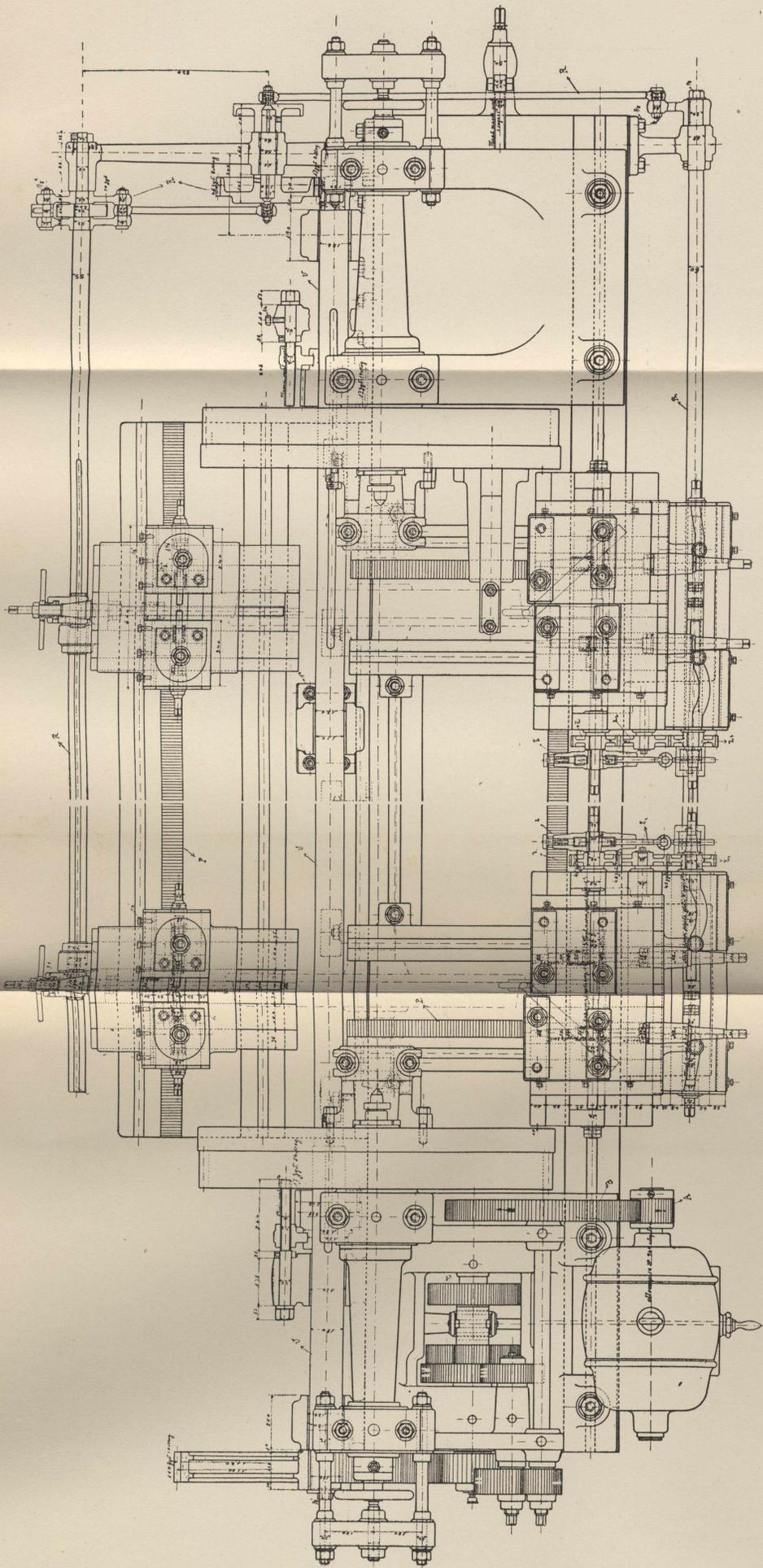
Т а б л и ц а X.



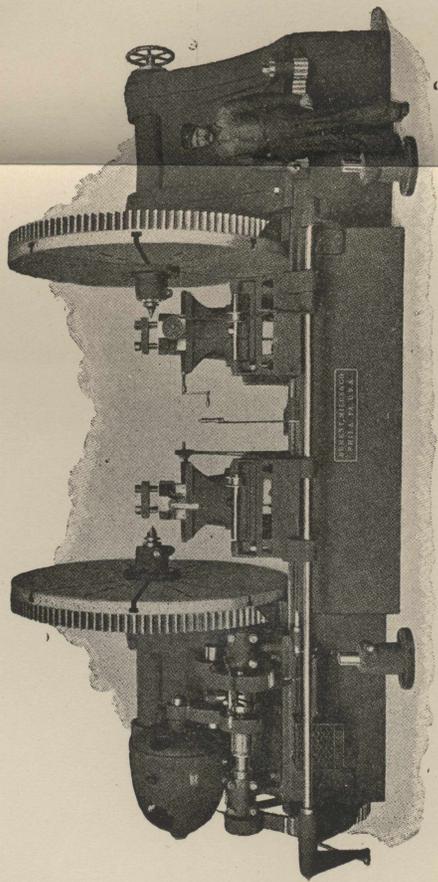
Фасонный рѣзец чистовой обточки внутренней части гребня.



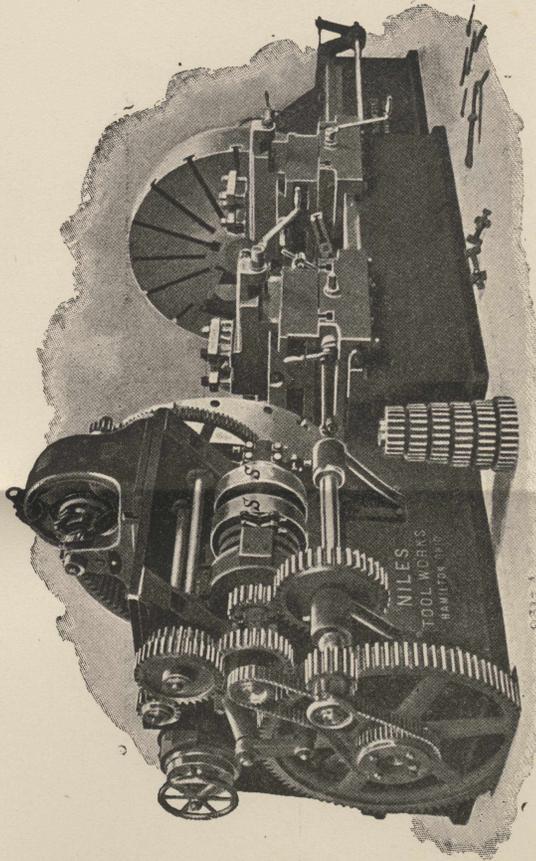
Фасонный рѣзец чистовой обточки внѣшной части гребня.



фиг. 1.



фиг. 2.



фиг. 3.