

To jest mniej więcej wszystko, co program działalności Komisji obejmować powinien. Chciałbym tu jeszcze tylko dodać, że winniśmy na wychowanie uczniów i poza fabryką zwracać uwagę. Dziś chłopcy pozostawieni są przeważnie sami sobie; ponieważ umysły młode wchłaniają zbyt łatwo wszystko, co jest na powierzchni życia, więc tak zwane dobre wychowanie bardzo wiele pozostawia do życzenia, co zaś zrobić mogą nieuczeni i niepowołani nauczyciele z młodzieżą, widzieliśmy zbyt dokładnie w ostatnim smutnym sześciolciu.

Otóż młodzieży tej po wyjściu z fabryki, szczególnie w lecie, gdy kursy wieczorowe są zawieszone, powinniśmy poświęcić baczną uwagę. Koniecznie trzeba stwarzać kółka i organizacje, które między sobą będą rywalizować. Gra

w piłkę, muzyka zbiorowa, przedstawienia amatorskie, w niedziele wycieczki krajoznawcze, zwiedzanie fabryk, szkół i t. p. dostarczą dosyć tematu, aby chłopca zająć. Między urzędnikami, a nawet i oświeconymi robotnikami, znajdują się zawsze jednostki chętne, które zarządom fabryk przyjdą z pomocą i część trudów wezmą na siebie, zarządy jednakże powinny się same o to postarać, aby mieć w fabryce człowieka odpowiednio uzdolnionego, którego obowiązkiem będzie kierownictwo w wychowaniu młodzieży.

Chociaż to zarządom przysporzy nieco kosztów, rezultat dodatni niedługo da na siebie czekać i może dożyjemy czasów, gdy właściciel fabryki i reszta w niej pracująca będą jedną rodziną, pracującą wspólnie dla dobra swej karmicielki.

Franciszek Gertych, inż.

Warsztatowe suwaki rachunkowe.

Podał Henryk Mierzejewski, inż.-mech.

Jedną z charakterystycznych cech współczesnej techniki jest sprawdzanie na drodze doświadczalnej sprawności wszystkich maszyn i ustrojów, przekształcających energię. Daleko jesteśmy, co prawda, od chwili wprowadzenia naukowej gospodarki w zakresie eksploatacji kotłów i silników parowych, spalinowych, turbin, pomp i sprężarek. Niemniej jednak ruch opinii przemysłowo-technicznej zajął w tym kierunku szerokie kręgi, powołując do życia szereg bogato wyposażonych laboratoriów uniwersyteckich, specjalne instytucje nadzoru i bogate piśmiennictwo. Dodać jeszcze należy, że wszystkie szkoły techniczne wdrażają w umysły zasadnicze pojęcia w tej kwestii.

Podobny ruch, ale dotychczas w węższym zakresie, daje się zauważyć w dziedzinie ekonomicznego wyzyskania obrabiarek. Kwestya sama przedstawia się przytem inaczej, niż przy silnikach.

W obrabiarce, mającej na celu skrawanie wiórów metalowych, energia mechaniczna, dostarczana przekładni napędowej za pośrednictwem elektromotoru lub pasa, zostaje zamieniona całkowicie w ciepło¹⁾. Oczywiście nie jest rzeczą obojętną, ile energii mechanicznej pochłania mechanizm napędowy, a ile właściwe skrawanie. Innymi słowy, należy zwracać uwagę na użyteczną sprawność obrabiarki. A więc w nowoczesnych obrabiarce unika się przekładni ślimakowych, o ile jest to możliwe, frezuje się koła zębate, poświęca się dużo pracy na wykończenie powierzchni ciernych i ich dopasowanie wzajemne, obmyśla się staranne smarowanie, stosuje się łożyska kulkowe i t. p. Sprawność obrabiarki nie wyczerpuje jednak kwestyi.

Po uwzględnieniu sprawności pozostaje inna strona, bodaj najważniejsza, kwestyi: jest nią wydajność obrabiarki, czyli możność wykonania w danym czasie jak największej ilości roboty, do jakiej przeznaczona jest maszyna. Tak np. gdy obrabiamy silnik ropyłowy, prasę drukarską, samojazd czy obrabiarke, zawsze mamy do czynienia z zasadą skrajania w najkrótszym czasie największej ilości wiórów. Zauważmy mimochodem, że nie jest to zasada ogólna, dająca możność określenia wydajności obrabiarki. Moc i sprawność użyteczna tokarki i szlifierki mogą być jednakowe, a wydajności tych dwóch obrabiarek w postaci ilości usuniętego metalu będą bardzo różne. Pochodzi to stąd, że szlifierka ma na celu wykończenie ostateczne przedmiotu, a tokarka obróbkę zgrubną.

Tam, gdzie obrabiarke ma na celu przede wszystkim skrawanie wiórów, a więc przy tokarkach, heblarkach i frezarkach, wydajność, określaną przez ilość wiórów, zdzieranych w jednostkę czasu, jest mniej więcej proporcjonalna do mocy użytecznej. Zato tokarka, obliczona i wykonana na normalne wyzyskanie 20 k. m., przy skrawaniu cienkim wiołem z niewielką prędkością może oddać zaledwie 5 k. m. Energii mechanicznej pochłonie ona przytem nieco więcej

niż 5 k. m., ale bez porównania mniej, niż wypada to z przeznaczenia obrabiarki. Mówimy wówczas, że przy biegu napół jałowym, jest ona źle wyzyskana ekonomicznie.

Sprawdzenie wyzyskania obrabiarek posiada tem większą doniosłość przemysłowo-ekonomiczną, że obrabiarki szybkoobrotowe zużytkowują często po kilkanaście i więcej koni mechanicznych. Przerwy w ruchu, bieg jałowy lub napół jałowy kosztownych obrabiarek wyrządza wielkie straty. Sam fakt pozostawiania bez naukowej kontroli ich wydajności nasuwa dużo do myślenia. Prace Fryderyka Winsława Taylora odsłoniły zresztą istotę rzeczy, wykazując te straty w jaskrawej, ale nie przesadnej formie.

Przy tej sposobności należy powiedzieć o trudnościach wyzyskania naukowego obrabiarek, znajdujących się w zależności od znacznej liczby ludzi, niewykształconych technicznie. Oddzielny rodzaj trudności przedstawia bieg przerywany obrabiarek, wywołowany przez konieczność zamiany przedmiotów obrabianych. Wrodzona opieszałość ludzi, obsługujących maszyny, zmusza do stosowania systemów organizacyjnych, opartych na dozorze i różnych metodach wynagradzania. Akordowe i premiowe systemy płacy są wprowadzane głównie ze względu na wyzyskanie obrabiarek. Do tego samego celu zdąża organizacja kalkulacyjna.

Jeżeli weźmiemy pod uwagę, jak trudno jest dobrać i ćwiczyć palaczy kotłowych, to co powiedzieć o setkach robotników, obsługujących obrabiarki.

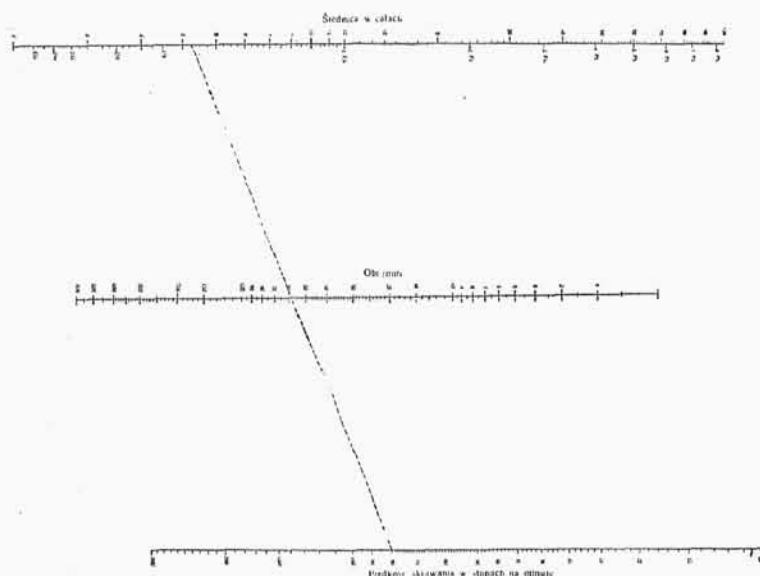
Przytem zawodowcy wyższego typu, technicy i inżynierowie, grzeszą często nieznajomością w zakresie wiedzy o wyzyskaniu obrabiarek. Co powiedzieć o mechaniku, który nie umie w przybliżeniu powiedzieć, jaki jest rozchód pary na 1 k. m. w silniku parowym pewnego typu? Obliczenie bilansu cieplnego silnika parowego wchodzi w zakres wiedzy, dawanej przez wszystkie uczelnie; w tem leży przyczyna spopularyzowania powyższej gałęzi wiedzy technicznej. Jak mało zato inżynierów mechaników umie powiedzieć, jaką ilość wiórów stali lub żelaza rozmaitej twardości skrawa tokarka lub strugarka; wiadomości o tem brak nawet w podręcznikach. A przecież w fabrykach maszyn wyzyskanie ekonomiczne obrabiarek jest kwestyą ważniejszą od racjonalnego prowadzenia kotłowni i silników.

Zagadnienie jest obszerne, pozostawimy więc na uboczu organizację, zmierzającą do systematycznego wyznaczania posuwów i prędkości skrawania w celu usunięcia biegu napół jałowego obrabiarek, i rozpatrzmy jedynie metody ich obliczania. Mamy bowiem do wyboru: korzystanie bezpośrednie z wzorów matematycznych, bądź też posilkiwanie się tablicami, wykresami i suwakami rachunkowymi. Najmniej zalet posiada obliczanie bezpośrednie według wzorów matematycznych. Omyłki przy obliczaniu są częste ze względu na ułamki. Majstrowie, pochodzący najczęściej z wyrobionych zawodowo robotników, niechętnie posilkują się najprostszymi wzorami. Nie może być więc mowy o metodycznym i stałym wyznaczaniu posuwów i prędkości skrawania: należy zdać się na łaskę i niełaskę intuicji zawodowej robotnika.

Wady praktyczne posiadają również tablice, od któ-

¹⁾ Dowiodły tego badania Benjamin Rumforda, streszczone w pracy: *An inquiry concerning the source of the heat*, oraz Hirna *Recherches experimentales sur la valeur de l'équivalent mécanique de la chaleur*.

rych trudno żądać całkowitego rozwiązania zagadnienia. Tak np. tablice toczenia, ułożone przez Taylora, wyznaczają jedynie prędkość na podstawie twardości metalu, głębokości skrawania i posuwu. Dla warsztatu to nie wystarcza. Robotnik ma wiedzieć, jak przerzucić pas na kole stopniowym lub jak przestawić dźwignie, kierujące sprzęgłami głowicy lub skrzynek posuwowych. Tablice, w jakie zaopatrzone są nowoczesne obrabiarki, wskazują ilości obrotów wrzeciona oraz wielkość posuwów przy rozmaitych położeniach



Rys. 1. Wykres Sewarda.

dźwigni zmianowych. Gdyby więc robotnik odszukał nawet w tablicach prędkość skrawania, to i tak byłby zmuszony do dodatkowego obliczenia prędkości obrotowej. To samo dotyczy się i posuwów.

Jednym ze środków pomocniczych mogą być wykresy nomograficzne (abaques). Stosowane są one w innych dziedzinach techniki, np. w termodynamice, i dają możność odśledzenia szybkiego wartości na zasadzie dwóch, trzech i więcej danych zależnych.

Dzięki uprzejmości Herberta L. Sewarda, instruktora mechaniki w Newhawen (Conn., Stan. Zjedn.), możemy przed-

Suwaki rachunkowe zdają się wszakże mieć pierwszeństwo przed innymi metodami. Ich sposób używania jest równie prosty, jak wykresów; są one natomiast poręczniejsze. Odpowiadają one najlepiej przyzwyczajeniom psychologicznym majstrów i robotników. Obliczenia arytmetyczne są łatwe i dogodne wówczas, gdy ma się z nimi stale do czynienia, a pod ręką znajduje się zawsze kawałek papieru i ołówek. Nawet wtedy przywykamy z łatwością do logarytmicznego suwaka rachunkowego, który oszczędza nam wysiłków pamięciowo-mózgowych. Warunki pracy warsztatowej są takie, że wysiłki mózgowe obejmują tam inny zakres myślenia: warsztatowcy przywykają do wyobrażeń rzeczowych, a nie oderwanych. Obliczenie zapomocą suwaka odpowiada ich nawykniom lepiej, niż według prawideł arytmetycznych. Dodać należy, że ścisłość odczytywania wartości na suwakach, przedstawionych poniżej, jest wymagana w daleko słabszym stopniu, niż na znanych powszechnie suwakach. To samo dotyczy i dokładności wykonania suwaków.

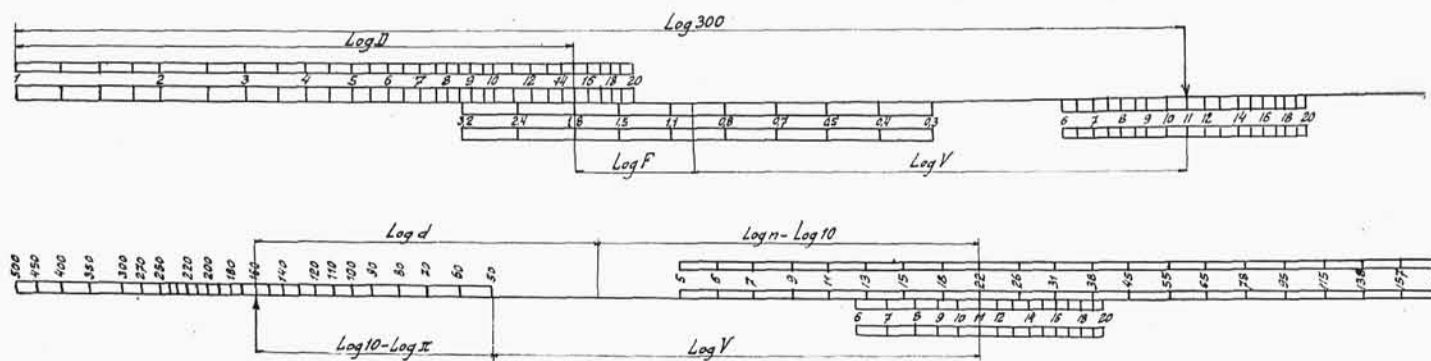
Suwaki logarytmiczne służą do mnożenia i dzielenia. Szczęśliwym zbiegiem okoliczności wzory pomocnicze do obliczania posuwów i prędkości obrotowych składają się z iloczynów lub ilorazów; to samo można powiedzieć o wzorach kalkulacyjnych do obliczania czasu obróbki na różnych obrabiarkach. Dla przykładu podamy wzory praktyczne do obliczania posuwów i prędkości toczenia wraz z interpretacją tych wzorów zapomocą suwaka.

Jak wiadomo, ciężar wiórów skrawanych jest proporcjonalny do mocy użytecznej, a więc tak samo i do napędowej mocy tokarki. Doświadczenie wykazuje¹⁾, że na 1 k. m. mocy napędowej tokarki pociągowej normalnego typu, dobrze zbudowanej i wykonanej, o współczynniku sprawności $\eta = 0,7$ do $0,8$, wypada około 16 kg wiórów żelaza lanego, lub 8 kg stali maszynowej średniej twardości. Oznaczając przez N moc napędową, a przez N moc użyteczną tokarki w k. m., otrzymamy wzór:

$$N = \frac{K \cdot F \cdot D \cdot V}{60 \times 75} \dots \dots \dots (1),$$

w którym K oznacza opór jednostkowy skrawania w kg/mm^2 , F — posuw w mm , D — głębokość skrawania w mm , V — prędkość toczenia w m/min. ; oraz inny

Rys. 2. Sposób wyznaczania górnych podziałek suwaka.



Rys. 3. Sposób wyznaczania dolnych podziałek suwaka.

stawić jeden z wykresów nomograficznych, dotyczących zagadnienia, omawianego przez nas (rys. 1). Wykres interpretuje wzór $V = \pi \cdot d \cdot n$, gdzie V oznacza prędkość skrawania w stopach na minutę, d — średnicę toczenia wału w calach angielskich, a n — ilość obrotów wrzeciona tokarki na minutę. Łącząc zapomocą nitki lub linijki dwie wartości, otrzymujemy, na przecięciu z trzecią prostą podziałkową, szukaną wartość. Tak np. przy prędkości 80 stóp/min. i przy średnicy $5\frac{1}{4}$ c. a., liczba obrotów wrzeciona wynosi około 60 na minutę.

Metoda opisana posiada tę zaletę, że jest ogólna. Wykresy mogą interpretować najrozmaitsze wzory, spotykane w praktyce budowniczego maszyn: do obliczania wytrzymałości kół zębatach, powierzchni figur geometrycznych i t. p. Najwięcej zastosowań mogą posiadać one w praktyce biurowo-warsztatowej i kalkulacyjnej. Wykonanie ich jest łatwe, a stosowanie proste.

$$\eta = \frac{K' \cdot F \cdot D \cdot V}{60 \times 75} \dots \dots \dots (2),$$

w którym K' , w przeciwstawieniu do K , nie jest wartością fizyczną, lecz zwykłym współczynnikiem.

Ciężar wiórów skrawanych w ciągu godziny przedstawia wzór

$$G = \frac{F}{100} \times \frac{D}{100} \times 10V \times 60 \times \gamma = 0,06 \gamma \cdot F \cdot D \cdot V \quad (3),$$

gdzie γ jest ciężarem gatunkowym metalu. Dla żelaza lanego $\gamma = 7,2$; dla stali $\gamma = 7,8$.

Ponieważ na 1 k. m.-godz. wypada 16 kg wiórów z żelaza lanego, więc dzieląc równanie (2) przez (3), otrzymamy:

¹⁾ Doświadczenia F. W. Taylora, *Przegląd Techniczny* r. 1912.

$$\frac{K'}{4500} \times \frac{100}{6 \cdot \gamma} = \frac{1}{16},$$

skąd $K' \approx 120 \text{ kg/mm}^2$.

Przyjmując sprawność tokarki $\eta = \frac{N}{\mathfrak{N}} = 0,75$, otrzymamy $K = \eta \cdot K' = 90 \text{ kg/mm}^2$; wartość ta zgadza się mniej więcej z doświadczeniami Taylora i innych. Wprowadzając do równania (2) wartość znaną K' , otrzymamy wzór prosty do obliczania posuwu i głębokości skrawania:

$$F \cdot D \cdot V = 37,5 \mathfrak{N} \quad (4).$$

Moc napędową \mathfrak{N} w k. m. oblicza się z wymiarów pasa lub według zużycia prądu elektrycznego. Wzór powyższy można stosować w granicach, zakreślonych przez wytrzymałość przekładni zębatach. Dla stali średniej twardości można wyprowadzić wzór analogiczny

$$F \cdot D \cdot V = 17 \mathfrak{N} \quad (5).$$

Dla stali twardej (bandaż kolejowej):

$$F \cdot D \cdot V = 13 \mathfrak{N}$$

Ogólnie dla rozmaitych stopni twardości żelaza i stali otrzymamy wzór

$$F \cdot D \cdot V = C \cdot \mathfrak{N} \quad (6),$$

który można sprawdzić na drodze doświadczalnej.

Dla tokarki o mocy $\mathfrak{N} = 8 \text{ k. m.}$ przy skrawaniu żelaza lanego otrzymamy wzór

$$F \cdot D \cdot V = 300 \quad (7).$$

We wzorze tym jest dana wielkość D , stanowiąca połowę różnicy pomiędzy średnicą materiału surowego a śred-

nią toczoną. Na ruchomej linijce wyznaczamy w podobny sposób podziałkę V na prawo i F na lewo od dowolnie wybranego punktu. Posuw F odpowiadać przytem winny istniejącym w rzeczywistości i określonym przez dobór kół zębatach.

Nastawiając wybraną wartość V naprzeciwko kreski ze strzałką, znajdujemy naprzeciwko danej wartości D szukany posuw F . Tak np. przy $V = 11 \text{ m/min.}$ i $D = 15 \text{ mm.}$ $F = 1,8 \text{ mm.}$ Posuw można przedstawić na suwaku symbolicznie w postaci liter $a b c d \dots$, odpowiadających tabliczce, określającej położenia dźwigni zmianowych.

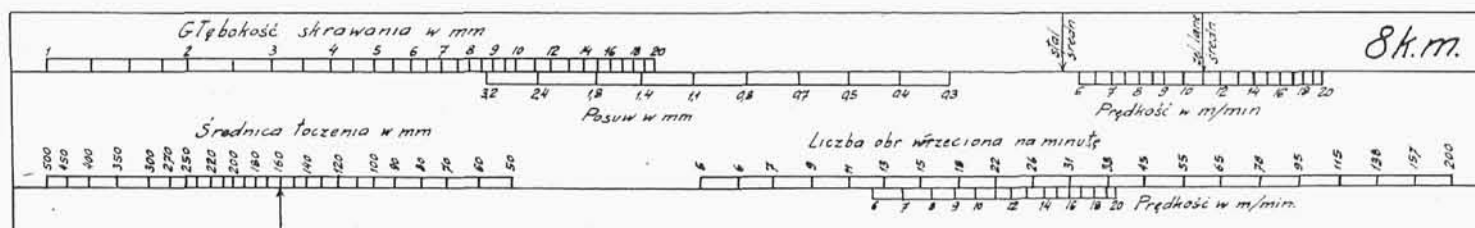
Pozostaje obliczyć liczbę obrotów wrzeciona n w zależności od prędkości V i średnicy toczenia d .

Daje ją wzór

$$\pi \cdot d \cdot n = V \quad (9),$$

w którym d wyrażone jest w metrach, n w obr./min. Ze względów praktycznych d lepiej przedstawić w mm. Dolną podziałkę suwaka przedstawia rys. 3. Punkty, od których odkłada się długości logarytmów, są tak wybrane, aby wyzyskać jak najlepiej długość suwaka. Podziałka n odpowiada istniejącym w rzeczywistości przekładniom głowicy. Wobec tego, że w racjonalnie zbudowanej tokarce prędkości obrotowe wrzeciona rozłożone są w postępie geometrycznym, podziałkę stanowią odcinki równej długości, podobnie jak przy posuwach. Ułatwia to wykonanie suwaka, a przedewszystkiem ruchomej linijki środkowej, która musi odpowiadać poszczególnym tokarce.

Całość suwaka przedstawia rys. 4. Zauważmy, że podziałki nieruchome suwaka stosują się do wszystkich to-



Rys. 4. Suwak do tokarki o mocy 8 k. m.

nicą toczoną. W tej postaci wzór byłby wszakże nieokreślony, jako zawierający dwie wielkości zmienne: posuw F i prędkość V . Dla wiórów o średnim przekroju, odpowiadającym danej tokarce, oraz dla danego gatunku stali narzędziowej łatwo wszakże określić granice, w jakich zmienia się V . W małej tabliczce, naklejonej na odwrotnej stronie suwaka, można je podać wraz ze wskazówkami zasadniczymi. Rozwój pewnej intuicji zawodowej ułatwi wybór odpowiedniej liczby: 10 lub 20 m/min.

Określanie prędkości V w tych warunkach nie będzie tak dokładne, jak przy suwaku Taylora-Bartha¹⁾. Nasze fabryki nie mają tak wielu gatunków żelaza i stali do obróbki, jak w Bethlehem Steel Works, i wprowadzenie skali twardości Taylora byłoby u nas prawdopodobnie nie na miejscu. Dla fabryk średniej wielkości wystarcza najzupełniej skala: stal twarda, średnia i miękka. Przez przyjęcie podobnej skali twardości, tem samem rezygnujemy z możliwości zwiększenia prędkości toczenia do maximum, jak to czynił zawsze Taylor. Innego rozwiązania, zdaje się, nie może być w naszych warunkach przemysłowych.

Przejdźmy obecnie do interpretacji wzoru (6) zapomocą suwaka; logarytmując go, otrzymamy

$$\log F + \log D + \log V = \log 300 \quad (8).$$

Na podziałce górnej suwaka (rys. 2) odkładamy w prawo od dowolnie wybranego punktu długość $\log 300$ w umówionej skali, w której wyznaczamy również podziałkę $\log D$,

¹⁾ Doświadczenia F. W. Taylora, *Przegl. Techn.* № 14 i nast. r. 1912.

karek o tej samej mocy napędowej zbliżonego typu. Widzimy również, że nie ma potrzeby wykonywania suwaka z taką dokładnością, jaka cechuje znane suwaki rachunkowe. Robotnik wybiera jedną z dwóch wartości sąsiednich, jakie znajdują się najbliższe danych D i V . Suwak warsztatowy nie wymaga nabycia wprawy w dokładnem odczytywaniu wartości, co stanowi główną umiejętność przy posilkowaniu się suwakiem precyzyjnym. Sfera ludzi, mogących korzystać z suwaka, zwiększa się przez to znacznie. Wykonanie suwaka ze względu na mniejszą dokładność jest bez porównania łatwiejsze i może być powierzane np. zwykłemu grawerowi; zamiast linijek celuloidowych, można stosować trwalsze trawionki mosiężne, oksydowane na czarno.

Łatwo pojąć, że według tej samej metody można wykonać wszystkie suwaki, jakich wymaga praktyka warsztatowa i kalkulacyjna. Należy tylko sporządzić przedtem schematy napędu obrabiarek warsztatowych, co stanowi zresztą rzecz godną zalecenia bez względu na wprowadzenie suwaków.

Dodamy, że w pracy niniejszej na pierwszym planie postawiliśmy porównanie metod obliczania przy zagadnieniach opisanych; staraliśmy się wykazać wyższość stosowania suwaków nad innymi metodami. Być może, że w poszczególnych razach tablice mogą być praktyczniejsze od suwaków. Zależy to nie tylko od charakteru samych zagadnień, ale i od systemu ich rozwiązywania: przez samych robotników i majstrów, czy w specjalnych biurach instrukcyjnych, w myśl założeń organizacji Taylora. Najważniejszym będzie zawsze cel: dążenie do naukowego wyzyskania obrabiarek i zwiększenia wytwórczości fabryki.