

PRZEGLĄD TECHNICZNY

TYGODNIK POŚWIĘCONY SPRAWOM TECHNIKI I PRZEMYSŁU.

Tom LIV.

Warszawa, dnia 8 marca 1916.

№ 9 i 10.

TREŚĆ: Technika w gospodarce miejskiej.—*Mościcki I.* Nowe urządzenia absorbcyjne dla dużych ilości gazu [c. d.].—*Mierzejewski H.* Postępy w dziedzinie obróbki kół zębatach [c. d.].—Z towarzystw technicznych.—Kronika bieżąca.—Rozstrzygnięcie konkursu im. Jakóba Heilperna. **Elektrotechnika.** *Tarczyński W. K.* Zasady obliczania taryf prądu przez elektrownie miejskie.—*Mech K.* Kapitał renowacyjny w przedsiębiorstwach tramwajowych [dok.].—Drobne wiadomości.

Z 28-ma rysunkami w tekście.

TECHNIKA W GOSPODARCE MIEJSKIEJ.

Odczyt I, wypowiedziany na posiedzeniu Stowarzyszenia Techników w d. 10 grudnia r. b.

Cel, zadania i sposoby umocnienia powierzchni ulic i placów podmiejskich.

Przez **Zdzisława Sznuka**, inż.

Historia bruku w Polsce.

Cechy charakteru narodu polskiego, ceniącego nade wszystko wolność i swobodę, uczyniły z niego przywiązane do ziemi rodzinnej rolnika, niechętnie żyjącego w środowisku skupionem, t. j. mieście.

Z tych cech podstawowych narodu wynika sposób tworzenia, układu i zabudowywania się osad gęstszych, z których rozwinęły się dzisiejsze miasta.

Pierwotny układ środowisk skupionych u nas był wzorowany na wsi. Były to pojedyncze dwory ludzi bogatych, rozmieszczone we względnie niedalekiej od siebie odległości, w następstwie pałacami zwane. Z tych każdy stanowił odrębną całość i oddzielne gospodarstwo prowadził.

Stąd sposób zabudowywania w czworoboki z dużymi podwórzami, na których postoje dla rycerstwa, koni i towarów były urządzone.

Każdy też z właścicieli dbał o swoje wygody wewnętrzne, mało troszcząc się o drogi zewnętrzne, łączące pojedyncze posesye, na których drzewo opałowe i inne szpetne, a niepotrzebne rzeczy składano.

Kwestya zabrukowania poczęła się więc w podwórzach pałacowych, a na zewnątrz wyszła dość późno, gdyż, jak wspomina J. Kołaczkowski (w *Wiadomościach*, dotyczących się przemysłu i sztuki w dawnej Polsce z r. 1888), w Krakowie kładziono bruki w r. 1362 za Kazimierza Wielkiego. Szujski wspomina mistrza brukarzy z tych czasów Wacława, który bruki w r. 1397, za panowania Ludwika Węgierskiego, układał.

Jak powiedziałem, kwestya bruków była kwestyą osobistej wygody pojedynczych właścicieli posesyi, a staje się kwestyą ogólną, aż dopiero w r. 1557, kiedy Zygmunt August wydał przywilęj, mocą którego zobowiązał mieszkańców miasta do płacenia na reparacye bruków po groszu od osoby i wozu furmańskiego.

W tym stanie kwestya bruków przetrwała aż do r. 1685, w którym to czasie (według danych, zamieszczonych w „*Warszawie*“ S. Dziewulskiego), przez marszałka wielkiego koronnego Stanisława ks. Lubomirskiego, naznaczona została komisya brukowa, do której weszli marszałkowie, biskup poznański i starosta warszawski. Komisya ta delegowała budowniczego Tyllmana do przemierzenia ulic i bruków przed posesyami. W r. 1693 przemierzono 28 ulic i 343 posesyi i postanowiono przed każdą z posesyi ułożyć bruk po cenie 16 złp. za pręt kw. = 25 łokci kw.

W r. 1741 za Augusta III (jak wspomina Giedroyc w „*Warunkach higienicznych Warszawy w wieku XVIII*“) postanowiono nie naprawiać, lecz przystąpić do gruntownego przerobienia bruków.

Za panowania Stanisława Augusta Poniatowskiego w r. 1770 wybrano znów komisję brukową. Na mocy jej relacji w r. 1784 został wydany rozkaz przez Mniszcha, którego mocą odjęto pojedynczym właścicielom posesyi prawo samowolnego przebrukowywania ulic, zmiany rynsztoków, podwyższania, lub obniżania terenów, zakopywania słupów

do rusztowań i włożono na obywateli obowiązek doprowadzania ulicy, rozkopanej na słupy, do porządku.

W r. 1795, upamiętnionym trzecim rozbiorem Polski i abdykacją Stanisława Augusta, deputacya brukowa ustanawia pierwszą posadę dozorey brukowego z pensją 1000 złp. rocznie, mieszkanie, powóz i konie.

Rzeczą było naturalną, że skoro bruki na ulicach, tylko jako ostateczna konieczność, były traktowane, nad ulepszeniem ich nie myślano, i jako materiał panował wszechwładnie kamień polny.

Ażeby uniknąć zgiełku ulicznego i uchronić się od natręctwa zagląających w okna przechodniów, pas gruntu, przylegający bezpośrednio do posesyi, oddzielano baryerą, i w ten sposób, z biegiem czasu, z tych pasów powstały chodniki, które w następstwie wygodniej urządzać zaczęto, o czym wspomina Magier, mówiąc, „iż dopiero w r. 1784 nastaly chodniki“.

W tym czasie według danych deputacyi brukowej Warszawa miała 197 ulic, z których 10 było porządnie zabrukowanych, 50 znośnie, częściowo zabrukowanych, a reszta zupełnie złych.

Dopiero za rządów pruskich w r. 1805 zaczęto zaprowadzać porządki i niektóre ulice przebrukowywać ze zmianą poziomów. Do takich należała ul. Królewska.

Większe roboty brukarskie wykonano za czasów kongresowych, kiedy od r. 1816 do 1822 zabrukowano nowym brukiem 38 531 sążni kw., przebrukowano 87 527 sążni kw., razem 126 058 sążni kw. = 377 527 m².

W tym czasie, bo w r. 1821 zaczęto również układać pierwsze chodniki z płyt granitowych, których resztki jeszcze dziś spotykamy.

Warszawa liczyła wówczas 213 ulic i 126 483 mieszkańców.

W miarę rozwoju miasta zaczęto pojmować, jak bardzo ważnym czynnikiem jest dobra lokomocya i że bruk z kamienia polnego nie jest odpowiednim do brukowania ulic większego miasta.

Ciekawa w tej mierze jest polemika starszego inżyniera miasta, E. Klopmana z Kolbergiem, zamieszczona w *Bibliotece Warszawskiej* z r. 1845.

Z artykułów tych panów widać, jak wówczas już dokuczaly Warszawie bruki zwyczajne z kamienia polnego i że w tym czasie odczuwano tę samą potrzebę zamienienia ich brukami ulepszonymi.

Wbrew zdaniu Kolberga, który twierdzi, iż z kamienia polnego przez obrobienie powierzchni można otrzymać bruk, który rozwiąże kwestyę materiału brukarskiego dla Warszawy, Klopman jest zdania, że z kamienia polnego bruku dobrego nigdy być nie może.

W jednym z artykułów wyraża inż. Klopman poglądy swoje na sprawę zabrukowania większych miast za granicą, cytując jako przykłady Wiedeń, w którym zastosowano bruk z kostek granitowych na fundamentcie żwirowym, i Paryż, gdzie wprowadzono kostkę z piaskowca twardego na podstawie żwirowej lub brukowej. Fundamenty układano z kamienia polnego na zaprawę wapienną, lub też, po zabrukowaniu na piasku, zalewano bruk zaprawą wapienną. W obu tych miastach bliskość kamieniolomów była impulsem do zastosowania takiego typu bruku.

Prócz tego wspomina artykuł o próbie bruków drewnianych, wykonanych w Paryżu w r. 1841. Ułożono tam bruk trzema sposobami. Drzewo sosnowe na cemencie, na piasku i drzewo twarde na cemencie. Wszystkie próby wykonano na podstawie betonowej, a drzewo układano z kostek rżniętych, z bali, lub klocków rżniętych wprost z pni, przyciem luźne rogi klinowane były przycinanymi na miejscu kawałkami. Sposób ten rzekomo tańszy okazał się wkrótce niepraktycznym i drogim, gdyż większe klocki przy wilgoci tak silnie pęczniały, że musiano bruk przerabiać, a przeróbki wskutek nieregularnej formy klocków okazały się bardzo drogiemi. Spoiny zalewano we wszystkich próbach zaprawą cementową.

Zastanawiając się nad tym typem bruków ulepszonych dla Warszawy, inż. Klopman przychodzi do wniosku, iż kostka granitowa, z powodu odległości kamieniołomów, jest za droga i należy spróbować wyrabiać kostkę z twardych kwarcytów z pod Kazimierza.

Co do chodników, które kładziono od r. 1829 z płyt granitowych, a w r. 1834 zrobiono próbę na ul. Miodowej z płyt marmurowych, to uważa, że i jedne i drugie okazały się za ślizkie i musiano uciec się do asfaltu sztucznego.

Wspomina też o obywatelu z Sandomierskiego Dowborze, który zaczął wyrabiać kamień sztuczny z gliny, kwalifikujący się na chodniki, a nawet może i na środek ulicy.

Są to próby klinkieru, który widocznie nie okazał się dość dobrym, skoro śladów po nim, ani wzmianki nie zostało.

Jak widzimy, „Wszystko to już było” i ze smutkiem przyznać trzeba, że po 74 latach stoimy w kwestyi bruków na tym samym punkcie. Lepsze warunki komunikacyjne o tyle sprawę posunęły, że z rozwojem kolei, kostkę granitową stosować możemy; ta jednak nie rozwiązuje kwestyi wyboru typu bruków ulepszonych dla Warszawy. Drzewa, wprowadzone u nas w r. 1889, przy starszym inżynierze K. Mościckim, przez przedsiębiorcę francuskiego Devars, nie możemy uważać za trafnie zastosowany typ; przeciwnie, bruk ten z ulic pierwszorzędnych musi być usunięty, gdyż jest za miękki i za drogi. Stoimy więc znów w martwym punkcie sprawy brukowej, a dla czegoż, okaże się z dalszej treści niniejszej pracy.

Dla stwierdzenia rozrostu miasta Warszawy i porównania zadania, jakie nas obecnie w kwestyi bruków czeka, zamieszczam dane statystyczne doby obecnej.

Warszawa posiada dziś posesyi 6985, ulic 388, z czego Przedmieście Praga—posesyi 2148, ulic 82.

Mieszkańców razem jest 850 000.

Zabrukowanej powierzchni mamy 3 566 000 m², w czem bruków ulepszonych zaledwie 35%.

Rzecz każda, nad której istotą głębiej się nie zastanawiamy, obok której przechodzimy obojętnie, wydaje nam się prosta, a kiedy odczuwamy niejednokrotnie skutki jej stron ujemnych, dziwimy się, dla czegoż im nie zaradzono. Nie znając czegóż gruntownie, zasadnicze słabe strony samej rzeczy przypisujemy złemu jej wykonaniu, niedbałości, a częstokroć nawet złej woli wykonawców.

Do takich zagadnień, pozornie prostych, a jednak bardzo trudnych do dobrego rozwiązania, należy kwestya umocnienia powierzchni ulic miejskich, czyli zabrukowanie miasta. Bruki stanowią w technice miejskiej najniezdzięczniejsze pole pracy. Jest to bowiem dział gospodarki, pochłaniający znaczne sumy, a nie dający żadnych natychmiastowych i widocznych zysków. Sumy, wykładane na bruki, nie przynoszą zysków w zwyczajnem rozumieniu tego słowa, bo odsetki od tych wkładów wyrażają się w korzyściach, nie dla każdego odrazu uchwytnych, jak: w oszczędności czasu, w mniejszem niszczeniu sprzężaju i pojazdów, w higienie ogólnej miasta i t. p. Słowem, bruki nie dają kasie miejskiej dochodu, natomiast dają pole obywatelom miasta do stałej krytyki, bo stale się psują, lub są psute i bezustannej wymagają pieczy i pracy, aby chociaż w znośnym stanie mogły być utrzymane.

Zanim przystąpimy do omówienia poszczególnych gatunków bruków i sposobów zabrukowania ulic, zastanowimy się, jaki jest cel zabrukowania powierzchni—czego od bruków wymagamy—i wreszcie jakim warunkom zasadniczym bruk dobry odpowiadać powinien.

Celem zabrukowania powierzchni jest:

- 1) takie wzmocnienie powierzchni, aby na niej największe ciężary utrzymać się mogły;
- 2) jak największe zmniejszenie oporu podstawy, służącej do przewożenia ciężarów — i
- 3) higiena powierzchni ulic.

Jeżeli zabrukowana powierzchnia te trzy zadania zasadnicze wypełnia, to jakim warunkom bruk dobry odpowiadać powinien?

Bruk dobry powinien być:

- 1) Tani, a wykonanie jego łatwe, utrzymanie i naprawa łatwe i tanie.
- 2) Zużywanie powierzchni musi być względnie małe.
- 3) Powierzchnia bruku ma być gładka, a nie ślizga.
- 4) Bruk powinien być nieprzepuszczalny i niewiąkliwy.
- 5) Jazda na nim winna być cicha.
- 6) Ruch nawet przy zmianach temperatury możliwy i pewny.
- 7) Bruk nie powinien posiadać właściwości wytwarzania kurzu.

Wniknąwszy głębiej w wymagania postawione powierzchni bruku, musimy przyjść do przekonania, że stoimy wobec kwestyi dotąd nie rozwiązanej, gdyż materiału, odpowiadającego wszystkim postawionym warunkom, dotąd nie posiadamy. Nie mamy też, z tych przyczyn, bruków idealnych, a dążyć musimy w kwestyi wyboru systemu i materiału do najtrafniejszego rozwiązania sprawy i najlepszego dostosowania materiału do warunków miejscowych, nie tylko danego miasta, ale i danej ulicy.

Nie mogąc wypełnić idealnych warunków bruku, przed zaprojektowaniem jakiegoś materiału dla zabrukowania danej ulicy, musimy dokładnie rozważyć, którym z wymienionych warunków w pierwszym rzędzie bruk na danej ulicy odpowiadać powinien, a które z nich, jako mniej ważne, pominąć można. Błędem byłoby zatem zabrukowanie ulicy, wiążącej do dworca towarowego asfaltem dlatego, że się po nim ciszej jedzie. Tu należy zastosować materiał trwalszy i dający więcej oporu dla sprzężaju, a więc kostkę granitową, której spoiny stanowią punkty zaczepienia dla koni, dźwigających ciężary. Słowem, wybór materiału wymaga bardzo dokładnego rozważenia własności wszelkich materiałów możliwych do posiadania w danej miejscowości i zastosowania z nich najodpowiedniejszego, bez względu częstokroć na jego chwilowo wyższą cenę, o ile naturalnie względy taniości, czyli finansowe, nie są z góry decydującymi.

Nie należy jednak sądzić, że wytrzymałość bruków jest bezwzględnie zależna tylko od wytrzymałości materiału, czyli powierzchni bruku. W znacznej części zależna jest ona od stałości podłoża i podstawy bruku. Podłoże musi być przede wszystkim bezwzględnie suche, a podstawa zdolna przenosić, t. j. rozkładać, na znaczniejszą przestrzeń, ciężar oddany przez pojedyncze kamienie. Z tych względów uważam wykonanie bruków bez podstawy za zupełnie wadliwe, a w wyniku za kosztowne i kłopotliwe do utrzymania.

Do budowy fundamentów służyć muszą te materiały, które w danej miejscowości, względnie tanio, osiąść możemy, a więc:

- 1) piasek gruboziarnisty, mało gliniasty, grubości warstwy 30 cm;
- 2) żwir polowy lub rzeczny grubości 20 cm, na nim piasek 10 cm;
- 3) kamień polowy rąbany, stawiany sztorcem wysok. 12 cm, zasypany szabrem 10 cm grubości, po ugnieceniu, na to 8 cm piasku;
- 4) szosa walcowana z tłuczni, gruzu ceglanego, klinkieru, żużlu 15 cm grubości, po uwalcowaniu, na to 5—10 cm piasku;
- 5) beton z cementu, piasku i żwiru, lub szabru w stosunku: 1 : 3 : 6, 1 : 4 : 8, lub beton smolowy.

Warunkiem niezbędnym każdej podstawy bruku jest suchość podłoża, a jako normę w tym względzie przyjętą należy, iż korona ulicy musi leżeć minimalnie 0,60—0,75 m nad najwyższym stanem wód gruntowych w danym miejscu. Niezbędną suchość podłoża zapewniamy zapomocą powierzchniowego i podziemnego odwodnienia. Pierwszą przez zaprojektowanie dobrych spadków podłużnych i poprzecznych

drugą przy pomocy drenażu, kanałów, urządzenia przepustów i t. p. odwodnień.

Mając podstawę bruku przygotowaną, musimy zdecydować się na *wybór materiału* do zabrukowania. Jak wyżej wskazałem, materiału idealnego niema, należy więc rozważyć, w jakich warunkach w danym mieście i na danej ulicy bruk pracować będzie. Do jakiej kategorii ruchu na danej ulicy zaliczyć należy, jakie są topograficzne warunki spadków danej ulicy, jakie krajowe, lub od najbliższych sąsiadów zagranicznych, materiały mieć można i na koniec który z wymienionych poprzednio warunków bruku dobrego materiał dla danej ulicy mieć musi, a które pominać będziemy zmuszeni.

Ponieważ celem zebrania niniejszych wskazówek jest danie możliwości orientowania się technikom miejskim w kwestyi zabrukowania miast i osad polskich, bądź nowo powstających, bądź zrujnowanych obecną wojną, na miejscu będzie wspomnieć, w jakich warunkach geologicznych znajdują się ziemie polskie i jakie wskutek tego materiały do bruków posiadają.

Jak wiemy, pod względem formy powierzchni, obszary polskie przedstawiają płytkie zagłębienie nieckowate, pochyłone ku północy.

Geologicznie wzięwszy, brzegi tego zagłębienia stanowią: od północy—plyta granitowa finlandzka, od południo-wschodu—cypel płyty granitowej wołyńsko-ukraińskiej, od zachodu—wyniosłości czeskie, od południa—łańcuchy Karpat i Tatr.

Archaiczne podłoże naszego wgłębienia stanowi wspomniana płyta granitowa, miejscami przez siły wulkaniczne wypaczona, na której w przeciągu setek wieków gromadziły się osady różnych mórz aż do ostatniego sarmackiego, a którą siły wulkaniczne zaledwie w kilku miejscach przerwać zdołały. I tak przez płytę wołyńską, w epoce I archaicznej przebieła się lava, dając nam skały wulkaniczne porfirowe i skały diorytowe. W II-iej erze paleozoicznej, przy tworzeniu się wyniosłości kielecko-lubelskiej, nastąpiły wylewy lawy w Kieleckiem, Krakowskiem, Czechach i na Śląsku, z tych czasów mamy porfiry czeskie, krakowskie. Wreszcie z IV-go okresu kenozoicznego, kiedy powstały najmłodsze nasze góry Karpaty i Tatry, mamy wylew trachytów koło Szczawnicy.

Z przeważnego kształtowania się osadowego naszej skory ziemnej wynika, że ziemie polskie, jako ubogie w góry, ubogie są i w materiał brukowy pochodzenia wulkanicznego, natomiast obfitują w kamienie osadowe, jak piaskowce i wapienie, które ze wszystkich epok posiadają. Niestety, ten rodzaj materiału przydatny być może tylko do budowy chodników, względnie do obrzeży chodnikowych. Takimi są starsze (era I i II) kwarcyty i marmury dewońskie, piaskowce (era III) tryasowe i liasowe (Kielce i Szydłowice) i t. p.

Kiedy powierzchnia naszych ziem, po ustąpieniu ostatniego morza Sarmackiego, stała się stałym lądem, nadszedł peryod lodowcowy, dyluwialny. Ocean lodu ze wschodu północnego, od Finlandyi, spłynął na cały obszar ziem naszych, sięgając końcami, językami lodowca, aż do Karpat. Jedną tylko wyżyną kielecko-lubelską sterczała wówczas z niego jako wyspa.

Po ustąpieniu i stopieniu tych lodów pozostały osady gliniaste i piaszczyste, oraz moreny naniesione, które rozłożyły się prawie na całej przestrzeni i dzisiejsze podglebie nasze utworzyły. Lodowce te przyniosły nam nowy materiał brukowy, odłamki i okruchy skal granitowych. Kamienie te, otoczone podczas długiej podróży, są to te glazy i kamienie, które u nas na polach, w lasach i rzekach znajdujemy, a które, jako najtańsze, główny, choć najpierwotniejszy materiał brukarski i szosowy stanowią.

Reasumując wyżej powiedziane, widzimy, że osady dyluwialne warstwą grubą pokryły naszą ziemię, przykrywając uwarstwienia dawnych okresów i równając tym sposobem wygląd powierzchni naszego zagłębienia, z nielicznym, wskazanym już wyjątkiem wyniosłości kielecko-lubelskiej, gdzie spotykamy zamiast naniesionych glazów wapienie osadowe.

Z tych przyczyn zatem jako *materiały do bruków posiadamy*:

1) Kamień polowy, t. j. granit dyluwialny, często zwietrzały, lub spalony słońcem.

2) Ze skal krystalicznych złożonych mamy: Granit wołyński, śląski (archaiczny). Dioryt wołyński, śląski, saksoński, u sąsiadów granit finlandzki, szwedzki, czeski.

3) Kamienie krystaliczne pojedyncze: Wapienie krystaliczne, marmur kielecki.

4) Kamienie wulkaniczne: Porfir — Wołyń, Krakowskie, Śląsk (sąsiedzki), Saksonia. Bazalt — Wołyń, Śląsk (sąsiedzki), Saksonia. Trachyt — Szczawnica.

5) Zlepnie: Kwarcyty — świętokrzyskie kieleckie. Piaskowce — radomskie. Piaskowiec węglowy — Śląsk, Czechy.

Wapieni bitumicznych ziemie nasze nie posiadają. W Tatrach odnajdują się cienkie osady tych wapieni z czasów ery kenozoicznej okresu górnego eocenu, ale te, jako źródło materiału do robót asfaltowych służyć nie mogą. Najbliższem dla nas źródłem byłyby Niemcy—Hanower, wieś Limer; materiał ten jednak wskutek cła wwozowego był bardzo drogi i z tego względu szerszego zastosowania do bruków u nas dotąd nie miał. Może wojna obecna położenie zmieni i bruki asfaltowe w większych miastach stosować będziemy w możności.

Skończywszy przegląd materiałów naturalnych, należy wspomnieć jeszcze o materiale sztucznym, który w miastach średniej wielkości, z ilością mieszkańców od 20 000 do 100 000, może znaleźć wielkie zastosowanie. Jest nim kamień sztuczny, tak zwany klinkier. Kamień formowany z gliny mielonej, bardzo silnie prasowanej i w wysokiej temperaturze wypalanej. Jest to pomysł węgierski, zastosowany w Budapeszcie, do nas był sprowadzony i na wzór jego w Wierzbniku wyrabiany. Jestto materiał bardzo twardy, jednolity, równo zużywający się, względnie mało ślizki, a pył z niego jako glina dla organizmu nie szkodliwy. Dla okolic, nie posiadających źródeł kamieni naturalnych, a obfitujących w glinę niemarglową, może stanowić bardzo dobry materiał brukowy.

O bruku żelaznym, swego czasu w Warszawie używanym, nie wspominać, gdyż on, prócz stron ujemnych, żadnych zalet nie posiada.

Na tem kończę przegląd materiałów, jakie do brukowania posiąść możemy; dodać tu muszę jedną wskazówkę ogólną, tyczącą się wszystkich materiałów do bruków używanych, mianowicie: iż błędem byłoby mniemanie, iż najlepszym materiałem brukowym będzie materiał najtwardszy. Okazuje się w praktyce, iż za twardego materiału, równie jak za miękkiego jest wadliwym. Za twardego w użyciu bywa zbyt gładki, więc niebezpieczny, a brzegi kamieni pod uderzeniem kół i podków odpryskują, kamienie po pewnym czasie zaokrągla się, i bruk staje się niemożliwym do jazdy. Za miękkiego zużywa się za prędko, wszystkie części żelazne, spotykane na jezdni, pozostają w górze, i powierzchnia ulicy staje się dla jazdy niewygodną, a zmiana powierzchni—za kosztowną. Materiały dobre do bruków możemy podzielić względnie do ich twardości na kamienie: twarde z wytrzymałością na ciśnienie od 1200 do 1800 kg na cm^2 i średnio-twarde od 600 do 1200 kg na cm^2 .

Kamienie o mniejszej wytrzymałości niż 600 kg są dla bruków za miękkie.

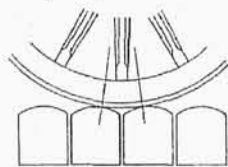
Najtrwalszym okazuje się bruk z kamienia średnio twardego, zużywającego się równomiernie na całej powierzchni, zaś twarde stosować należy na wyjątkowych ulicach o silnym ruchu ciężarowym.

Kształt i wielkość kamieni nie jest też obojętną na odporność i trwałość bruku. Według kształtu rozdzielamy kamienie na: 1) naturalne polne; 2) kamienie czołowe płytowane, o jednej przynajmniej równej stronie i 3) kamienie rzędowe, których wszystkie strony są mniej lub więcej obrobione, kończąc aż na sześciennym prawidłowym.

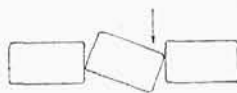
Dokładność obrobienia podnosi znacznie koszt materiału, pozwala jednak na przelożenie go, czyli użycie powtórne, co wynagradza poniesiony wydatek.

Wielkość kamienia nie jest też dowolną, a szczególnie jego szerokość. Wprawdzie im kamień większy, tem pewniej stoi, a im jest cięższy, tem większy ma moment statyczny przy uderzeniu kół, ma to jednak i wady swoje, a mianowicie: za duży kamień jest za ciężki, nieporęczny przy ro-

bocie, za szerokie kamienie przy zeszlifowaniu powierzchni wskutek jazdy stają się śliskimi, a bruk, mając mniej spoin, daje koniom mało punktów zaczepienia, na koniec, ponieważ kamienie twardsze zaokrągla się coraz więcej, więc przy szerokich kamieniach punkty styczności koła z dwoma sąsiednimi kamieniami są dalej od siebie oddalone (rys. 1), wskutek czego ruch falowy pojazdu jest większy, daje się więcej odczuwać. Z tych wszystkich uwag wynika, że celem jest robić kamienie węższe, a za to wyższe i dłuższe, o tyle jednak, aby ciężar ich nie utrudniał roboty brukarskiej.



Rys. 1.



Rys. 2.

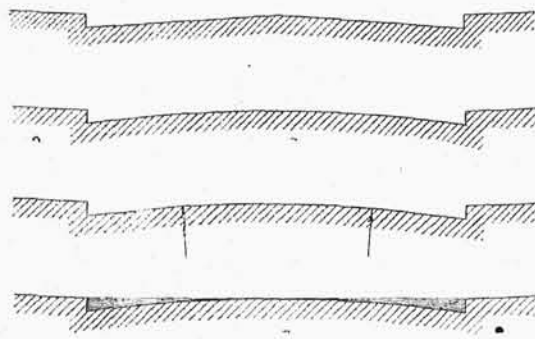
Wymiary kamieni twardej według prof. Loevego powinny wynosić: szerokość 10 cm, wysokość 16 cm, długość od 16 do 24 cm. Szerokość kamieni średniej twardości można zwiększyć do 15 cm.

Dłuższe kamienie nad 24 cm okazały się niepraktycznymi, gdyż przy uderzeniu koła w jeden koniec kamienia, łatwo drugim końcem wyskakują (rys. 2).

W Paryżu używają kamienie o stosunku stron: $s : d : w = 10 : 16 : 16$, w Londynie od $7 : 9 : 15$ do $15 : 38 : 23$.

Drobna kostka w sześciątach od 13 do 9 cm długości strony. Drobna kostka dla chodników, wierzch i podstawa 10—12—14 cm długości boku, wysokość od 7 do 11 cm.

Na tem zamykam przegląd materiałów tak co do ich jakości, jak i kształtu, a zanim przystąpię do zabrukowania powierzchni ulic, zastanowimy się nad ukształtowaniem poprzecznego przecięcia ulicy, czyli jej *profilem poprzecznym*. Ruch miejski składa się z ruchu konnego, maszynowego i pieszego. Z istoty rzeczy wynika, że dla bezpieczeństwa osobistego należy oddzielić ruch motorowy od pieszego, przeznaczając stosownie urządzone miejsca dla każdego z nich. Stąd wynika podział ulicy na jezdnie i chodniki, które dla uchronienia przechodni od najeżdżania wyniesione bywają wyżej i oddzielone od jezdni obrzeżem kamiennym, zwanem bortnicą.



Rys. 3.

Kształt jezdni, dla utrzymania jej w czystości i suchości, szczególnie podczas pory deszczowej, jest formowany dachowato, w formie sklepienia, lub też kombinacja obydwu sposobów, to jest środek w postaci łuku, boki pochyłe prostolinijne (rys. 3). Każdy sposób ma swoje za i przeciw. Kształt łukowy ulicy ma tę wadę, że spadek wody ku rynsztokowi nie jest jednakowy, że rynsztok może pomieścić mniejszą ilość wody, ma jednak tę dużą zaletę, że powierzchnia bruku zużywa się równomierniej i mniej zużycie jej jest widoczne, niż przy bokach prostolinijnych, gdzie małe nawet zużycie poniżej linii prostej sprawia wrażenie głębokiego wklęsnięcia. Z tej przyczyny przeważnie daje się ulicy profil łukowy z rzadkimi wyjątkami przy brukach asfaltowych.

Chodniki, jak wyżej wspomniano, są wyniesione z dwóch przyczyn: Dla pewniejszego oddzielenia ruchu pieszego od konnego i dla uchronienia przechodniów od zalewów podczas silnych deszczów. W tym też celu płaszczyzny chodników są pochylone ze znacznym spadkiem, od $1\frac{1}{2}$ do 3%, ku bortnicy.

Odwodnienie tak jezdni, jak i chodników odbywa się zapomocą *rynsztoków*. Aby obie części ulicy zabezpieczyć od zalewów, muszą rynsztoki być tak głębokie, by przy zdarzającym się czasem opadzie gwałtownym mogły pomieścić wodę z całej powierzchni ulicy. Ważniejszym jednak i głównym czynnikiem oznaczenia głębokości rynsztoków są spadki poprzeczne jezdni, które znów są zależne od rodzaju materiału brukowego na danej ulicy.

Pomijam tu szosy i bruki z kamienia polnego, przy których szorstkość powierzchni pozwala na danie większego spadku poprzecznego, jak na szosach, 4%—2,5%, na brukach od 3—2%, a wskutek tego dają możliwość uzyskania głębszych rynsztoków. Omówię tylko bruki o powierzchni gładziej, przy których bortnice winny być stosowane.

Aby bruki gładkie nie były zbyt śliskie, muszą być układane z mniejszymi spadkami poprzecznymi.

Granice tych spadków dla naszego klimatu są: klinkier od 3% do 2%, drzewo, granit, bazalt, porfir $2\frac{1}{2}\%$ — $1\frac{1}{2}\%$, asfalt $1\frac{1}{2}$ —0,5%.

Obliczmy teraz dla przykładu głębokość rynsztoków dla ulicy o charakterze budowlanym, o normalnej szerokości jezdni 10 m. Otrzymamy wysokość światła bortnicy, zatem głębokość rynsztoka 10 cm. Dla ulicy komunikacyjnej, z jezdnią 15 m szeroką, otrzymamy głębokość światła 15 cm.

Przy szerszych ulicach otrzymujemy głębokość do 20 cm.

Z praktyki wiadomo, że dziesięciocentymetrowe światło bortnic jest w naszym klimacie niedogodne, bo przy małym nawet śniegu rynsztoki się wypełniają i dorożki wjeżdżają na chodniki. Głębokość 20 cm jest, jak i przy schodach, za duża i bardzo przykra przy przechodzeniu, szczególnie na rogach ulic.

Najpraktyczniejszą zatem okazuje się głębokość 15 do 17 cm, i taką miasto Warszawa obecnie, jako normę, przyjęło.

Wobec przyjęcia tej normy, jaki musi być stosunek wysokości bortnic do osi ulicy.

Ponieważ głównym celem rynsztoków jest prędkie odwodnienie tak jezdni, jak i chodników, więc jako zasadę przyjęto, że na ulicach szerszych bortnice muszą być na jednej wysokości z osią ulicy. Na ulicach węższych, gdzie ze spadku wypadłaby głębokość rynsztoka mniejsza niż 15 do 17 cm, stosuje się normę wysokości, a opuszcza o różnicę wysokości osi ulicy.

Zobaczymy teraz, jak się ma ta głębokość rynsztoków do ilości opadów, jakie u nas się spotykają.

Wzjęm tu za przykład letnie, jednorazowe, gwałtowne opady, bo te najłatwiej zalew ulicy spowodować mogą.

Dane z 9-letniej obserwacji wykazały, że z notowanych 89 deszczy:

7 dało opad 50,4 do 60 mm przez godzinę

5 deszczy 60 do 66 mm

Czas trwania tych deszczy był od 3 do 36, średnio 10 minut, zatem ilość opadu była 1 mm na minutę, a były to najintensywniejsze ulewy, jakie w tych latach obserwowano.

Weźmy teraz średnią ulicę o szerokości 17 m. Przy głębokości rynsztoków 17 cm i szerokości jezdni 10 m, gdyby woda wypełniła cały profil przyplwy aż do wierzchu bortnicy, to otrzymalibyśmy $(0,17 \times 10) \frac{2}{3} = 1,13$ m profil przepływu wody.

Ta ilość wody, rozłożona na całą szerokość ulicy 17-metrowej, da wysokość słupa wody 66 mm. Ponieważ największe ulewy dały słup wody 1,1 mm, zatem profil rynsztoków pomieściłby wodę całogodzinnej największej ulewy, nie zalewając chodników. Intensywne deszcze trwają jednak krótko, obserwowane trwały od 3 do 36 minut. Przy tej szerokości ulicy otrzymujemy więc jeszcze duży zapas i zalania przechodni obawiać się nie potrzebujemy. Należy jednak unikać popelnianych często błędów podnoszenia osi jezdni ponad linię bortnic. Jest to zasadniczy błąd tak ze względów estetycznych, jak i praktycznych, gdyż stosunkowo małe podniesienie środka, przy profilu łukowym, zmniejsza niepomniernie profil rynsztoków i może doprowadzić do przewlekania się wody deszczowej na chodniki.

Spadki podłużne stosują się przeważnie do topograficznego położenia ulic i mogą w nich tylko małe modyfika-

eye następować, w zależności od rodzaju materiału, jaki dla danych warunków ruchu na ulicy zastosować należy. Granice spadków podłużnych dla bruków o powierzchni szorstkiej są od 1 : 30 do 1 : 300; bruki o powierzchni gładkiej, ze spoinami, od 1 : 67 do 1 : 500, wreszcie bruki gładkie bez spoin, jak asfalt, od 1 : 300 do 1 : 800. Naturalnie przy małym spadku podłużnym spadki w rynsztokach muszą być sztucznie między wpustami kanalizacyjnymi wyrobione, czyli podniesione.

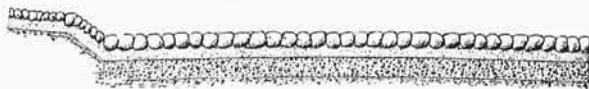
Mając dokładne dane topograficzne ulicy i znając dokładnie cel umocowania jej powierzchni, musimy zdecydować *wyбір najodpowiedniejszego materiału brukarskiego*, a głównymi punktami wytycznymi w tym względzie są: 1) rodzaj i wielkość ruchu na danej ulicy i 2) spadek podłużny ulicy. Pobocznym zaś warunkiem jest 3) położenie ulicy w ogólnej sieci ulic.

Zadecydowawszy wybór materiału, kształtujemy wedle jego wymagań poprzeczny profil ulicy i na uprzednio przygotowanej podstawie, przystępujemy do zabrukowania powierzchni.

Sposób ustawienia pojedynczych kamieni, wielkość kamieni i kierunek ustawienia ich względem osi podłużnej odgrywają dużą rolę w przyszłej wytrzymałości powierzchni bruku. Naturalnie dotyczy się to bruku z kamieni rzędowych.

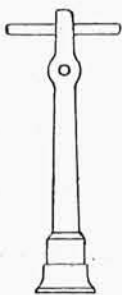
Bruk z kamienia polnego.

Jakkolwiek bruk surowy z kamienia polnego (rys. 4) uważam za bardzo pierwotne prowizoryum, jednakże w niejednym, a nawet prawie w każdym mieście, ze względów chwilowej oszczędności, stosować go będziemy zmuszeni i dlatego zwrócę uwagę na sposób brukowania tym materiałem.



Rys. 4.

Kiedy podstawa bruku należycie do profilu jest wyformowana, należy materiał brukarski, przed użyciem go, dokładnie co do wielkości kamieni rozsegregować. Najgrubsze kamienie użyć na rynsztoki i w bezpośrednim ich sąsiedztwie, a jezdnię zabrukować kamieniem, nie zagrubym, od 17—22 cm, aby wstrząśnienia przy jeździe były równomierne. Pożądany jest naturalnie kamień równej wielkości, aby miejsca pozostające między kamieniami były możliwie małe i jednakowe, aby ciężar kół nie wgniał mniejszych kamieni, powodując tym sposobem tworzenie się wyboi. Pojedyncze kamienie muszą być stawiane szorstcem i ściśle powiązane tak, aby jeden kamień przytrzymał drugi. Kamienie muszą być ściśnięte tak, żeby nawet przed ubiciem bruku, kamienia ręką wyjąć nie można było. Spoiny muszą być dokładnie zaszlamowane piaskiem i bruk ubity babą ręczną (rys. 5), ważącą do 30 kg. Ubijanie musi następować stopniowo najmniej dwa a lepiej trzy razy; przy stopniowym polewaniu bruku wodą. U nas weszło w zwyczaj zasypywanie spoin, przed ubiciem bruku, żwirem, lub drobnym tłuczniem granitowym, w celu jakoby zaklinowania bruku. Jestto zwyczaj spowodowany tylko złą robotą i złym doborem kamieni. Przy dobrym zabrukowaniu jednostajnym i średnio grubym kamieniem, spoiny powinny być tak małe, że miejsca na tłuczeń być nie powinno, jeżeli zaś spoiny są nierówne i duże, to żwir przelatuje przez nie i przepada w podstawie, kamienia to nie przytrzyma, a duża ilość materiału dość drogiego ginie bezcelowo. Lepiej i taniej zatem jest większą uwagę zwrócić na sortowanie i dobór kamienia, na dobre ubijanie i zaszlamowanie szczelin, a nawet na częściowe przycinanie kamieni nieforemnych.



Rys. 5.

Cięte kamienie polne, przystosowane do siebie formą, dają mniejsze spoiny i równiejszą powierzchnię. Bruk z takich kamieni, nazwanych czolowymi, jest gładszy, mało jednak bywa używany, gdyż dając niewielką wygodę w jeździe, jest o wiele droższy, a bardzo niewygodny i kłopotliwy do naprawy. Wogóle oba te rodzaje bruku, przy względ-

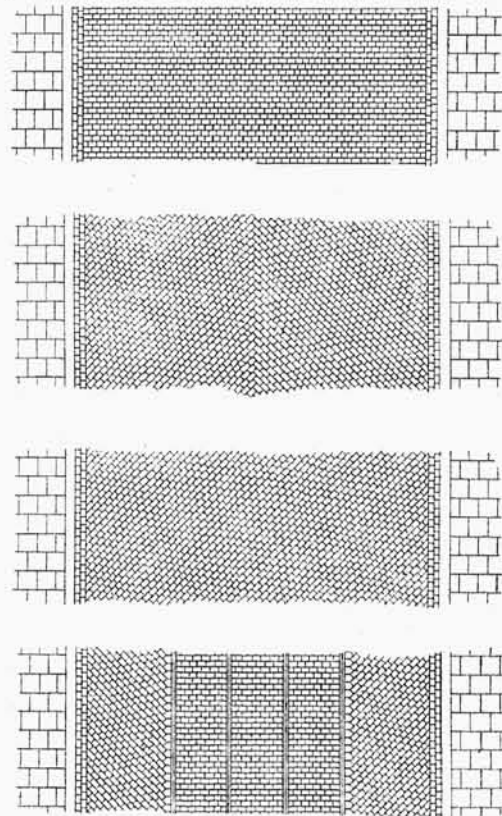
nej niby taniości, są drogie, bo wymagają stałej i dość drogiej naprawy, a w użyciu są zawsze niewygodne.

Koszt jednorazowego urządzenia tego bruku, przy cenie kamienia rb. 5,50 m³, wynosi rb. 2,25 m². Przebrukowanie całej powierzchni, które, chcąc mieć bruk dobry, należy co 5 lat uskutecznić, z dodatkiem 15% kamienia, kosztuje rb. 1.10. Koszt metra kw. corocznie potrzebnej drobnej naprawy wynosi rb. 0,35 lub licząc w stosunku do ogólnej powierzchni tego bruku koszt naprawy trzeba liczyć 7—10 kop. na metr kw. powierzchni zabrukowanej. Ujemne strony tego bruku są następujące: kamienie pod ciężarem wozów ładownych osiadają nierównomiernie, wskutek czego tworzą się prędko wyboje, nieprzyjemnie odbijające się w jeździe; we wgłębieniach między kamieniami zbiera się błoto i woda, która przesiąkając, zanieczyszcza podstawę bruku. Podczas suszy daje dużo kurzu. Słowem, jest to bruk niehygieniczny, niewygodny i względnie drogi.

Bruk z kostek granitowych.

Dużym postępem w brukowaniu jest zastosowanie kamieni rzędowych, czyli obrobionych. Tu rozróżniamy bruki z kamieni dużych i z kostki drobnej.

Bruki z kamieni obrobionych, bez względu na to, na jakiej są zbudowane podstawie, można już zaliczyć do bruków ulepszonych.



Rys. 6.

Stopień wartości ich zależy od stopnia dokładności obrobienia kamieni.

Stąd wynika, że najwyższym co do gatunku będzie bruk z sześcianów regularnych; praktyka jednak wykazała, że pomimo jednakowego obrobienia wszystkich stron, kamień taki więcej jak dwa razy, bez powtórnego obrobienia zużytych stron, stosowanym być nie może, czyli, że robota i materiał zużyte na uformowanie sześcianu są stracone. Wskutek tego kamienie sześciennie z twardego materiału są zadrogie, i w ostatnich czasach zwrócono się do kostek o czole i podstawie prostokątu. Według stosunku ich wielkości i dokładności obrobienia ścian, dzielimy te kamienie na różne klasy, od których cena materiału zależy. Kostka pierwszej klasy ma prawie jednakowy kształt wierzchu i podstawy, może być zatem po zużyciu jednej strony odwrócona. Cena jej jednak jest większa, wynosi bowiem rb. 8,80 za metr kwadr.

Drugi gatunek ma podstawę wiele mniejszą od czola, kostka przez to jest kliniasta, nie daje się odwracać, a metr kwadratowy jej kosztuje rb. 7,35.

Najprymitywniejszym brukiem ulepszonym będzie zatem bruk z kostki drugiego gatunku na podstawie z piasku lub żwiru. Jest to właściwie pierwszy bruk, jaki powinien być stosowany w większych miastach.

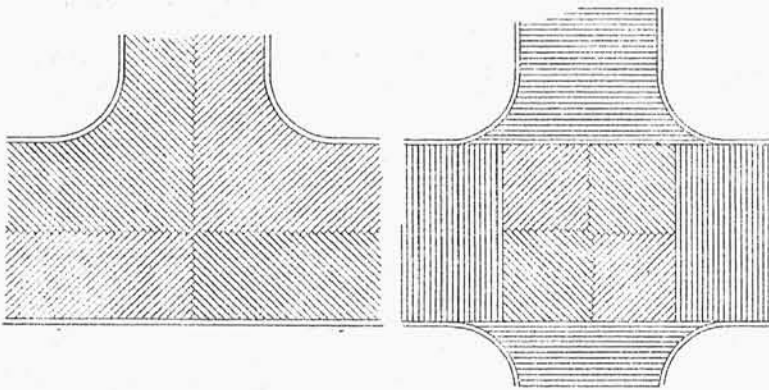
1 m² pierwszego urządzenia tego bruku wynosi rb. 8,6 m².

Koszt przełożenia metra kwadr. rb. 0,9. Koszt drobnych napraw, w stosunku do całej powierzchni bruków z kostek, na piasku, jest rb. 0,32 m².

Przy brukowaniu kamieniami rzędownymi wielką rolę odgrywa kierunek rzędown.

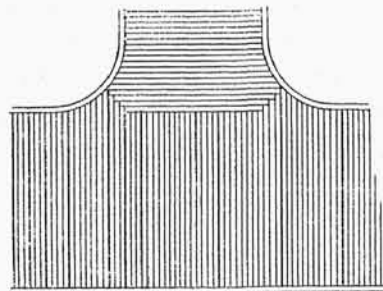
Trzy są zasadnicze sposoby ustawienia kamieni, mianowicie: rzędy prostopadłe do podłużnej osi ulicy. Rzędy ukośne, pod kątem 45° od osi ulicy w obie strony, czyli rzędy odpowiadające sobie tworzą kąt prosty. Wreszcie pod kątem 45° do obrzeża, przez całą szerokość ulicy. Trzy te rodzaje mogą być również ze sobą kombinowane (rys. 6).

Dodatnią stroną rzędown ukośnych stanowi to, że brzegi kostek mniej są przez koła atakowane, mniej się kruszą, wskutek czego kamienie się wolniej zaokrągla.



Rys. 7.

Ujemną stroną ich jest niezbędne ukośne przycinanie kamieni przy obrzeżach, co przy materiale twardym jest trudne, niedokładne i kosztowne, dużo bowiem przytem materiału ulega zniszczeniu. Wobec tej niedogodności, najbardziej używane jest brukowanie oszczędniejsze, rzędami prostopadłymi do osi.



Rys. 8.

Specjalnie trzeba zwrócić uwagę na kierunek rzędown przy brukowaniu ulic krzywych i przy krzyżowaniu się ulic. Kierować się należy w tych wypadkach zasadą ogólną, stawiania rzędown prostopadłe do ruchu w danym punkcie i unikania ciętych klinów.

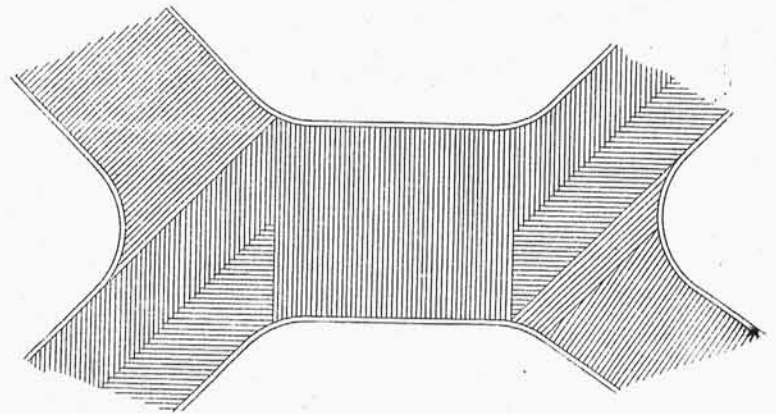
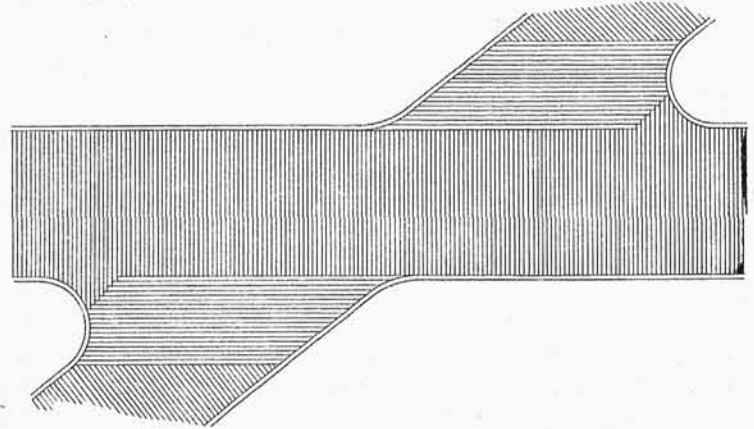
Krzyżowanie się ulic pod kątem prostym (rys. 7 i 8) jest łatwe do rozwiązania, gdyż kostki ustawione pod kątem 45° do krzyżujących się osi, czyli prostopadłe do przekątnej w kwadracie krzyżujących się ulic, dają najdogodniejszy kierunek dla rzędown. Ulice spotykające się głucho (rys. 8), brukuje się każdą oddzielnie, rzędami prostopadłymi do ich osi aż do linii obrzeży ulicy głównej.

Trudniejsze rozwiązanie dają ulice, krzyżujące się ukośnie.

Tu przy brukowaniu rzędami prostymi przeprowadza się najpierw ulicę główną, a boczne spotykają ją (rys. 9) ukośm.

jest trudne do rozwiązania i musi być, w myśl ogólnej zasady, specjalnie opracowane.

Sam fakt brukowania zaczyna się od układania ryzostoków, w których ustawia się po 2 kostki rzędami podłużnymi przy obrzeżu. Między tak urządzonymi ryzostokami



Rys. 9.

mi brukuje się jezdnię, nadając jej szablonami odpowiedni kształt. Pożądaniem jest, aby spoiny kostek były jak najmniejsze, gdyż przez nie woda dostaje się do spodu, dlatego należy dużo uwagi zwrócić na dobór szerokości kostek w każdym poszczególnym rzędzie.

Dla utrzymania profilu powierzchni, praktyczniej jest zaciągnąć parę sznurów w kierunku osi podłużnej, umocowawszy je na odpowiedniej wysokości według szablonu. Wykonany między sznurami bruk sprawdzać należy krótkim szablonem, w kierunku poprzecznym. Wsadzanie rzędown według szablonów poprzecznych, a sprawdzanie bruku między nimi prostą linią, daje wyniki dużo gorsze. Bruk urządzany na piaszczystym, lub żwirowym pokładzie musi być ułożony wyżej od właściwej wysokości o 3—5 cm i następnie ubity. Ubijanie bruku jest bardzo ważną czynnością, powinno być bardzo starannie i wolno dokonywane.



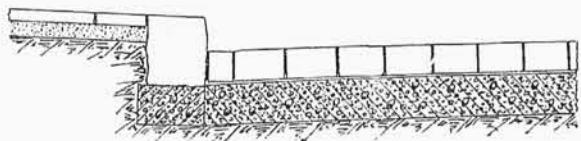
Rys. 10.

Ubijanie prowadzi się stopniowo od obrzeża ku środkowi przy stałym polewaniu wodą. Bruk ubijać należy stopniowo 3 do 4 razy, zostawiając z każdej fazy kamień środkowy na miarę (rys. 10). Przed ubijaniem spoiny zasypuje się cienkim żwirkiem i piaskiem, aby przy ubijaniu kamienie się nie pochyliły.

Ubity bruk posypuje się cienką warstwą piasku, aby materiał w spoinach utrzęsiony jazdą było czem natychmiast dopełnić. Pochyłe powierzchnie należy brukować z dołu, albowiem brukarz, stawiając kamień pionowo, nachyla go bezwiednie przeciw spadkowi ulicy, czyli stawia go w kierunku działania pionowej składowej ruchu, jak być powinno.

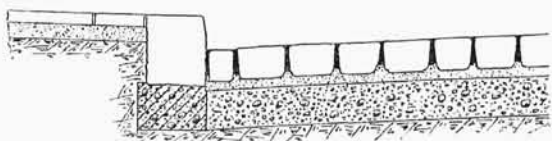
Poświęciłem więcej czasu opisowi przebiegu brukowania kostką, bo jest to rodzaj bruku u nas najczęściej stoso-

wany, a stopień jego w rzędzie bruków ulepszonych zależy tylko od jakości podstawy i dokładności obróbki, czyli klasy kostek. Przy dostatecznej szerokości ulic w danym mieście, w miejscach, gdzie o zbytnej cichość jazdy nie chodzi, jest to bruk najtrwalszy, który najlepiej wytrzyma ciężki ruch, spoiny jego dają dobre zaczepienie podkowom sprzężaju i najdłużej służy. Służbę jego bez renowacji powierzchni można przyjąć na 10 do 16 lat.



Rys. 11.

Kostkę granitową układa się zwykle na podstawie betonowej, o grubości 20—25 cm, ustawiając kamienie na 2 do 3-centymetrowej warstwie zaprawy cementowej, o stosunku 1 : 3. Spoiny zalewa się tą samą zaprawą. Bruk wykonany w ten sposób, przy posiadaniu dobrego cementu



Rys. 12.

utworzy monolit, który ma w użyciu duże zalety, ale i spore wady. Zaletą jest to, że ciężar wozu rozkłada się tu na większą powierzchnię, a więc kamień pracuje lżej, wolniej się zużywa i zaokrągla; powierzchnia staje się nieprzepuszczalną, a więc higieniczną, i woda nie niszczy podstawy. Jednak pozioma składowa ciśnienia sięga obrzeży, a nawet przez płytę chodnikową przenosi się na fundamenta domów. Stąd silne drżenie ścian, odczuwane w mieszkaniach. Jazda na takim bruku jest twarda, chłaśliwa, a rozlamywanie w celu naprawy, lub w celu przeprowadzenia połączeń instalacyjnych jest bardzo ciężkie i kosztowne.

Koszt urządzenia 1 m² tego bruku, z podstawą betonową o 20 cm grubości (rys. 11), przy cenie kostki I klasy rb. 8,80, wynosi rb. 13,0 m². Z kostki II klasy rb. 11,5. Przełożenie kostki I klasy, z dodatkiem zniszczonego przy rozłamaniu materiału, wynosi rb. 1,18 m². Drobne naprawy liczone w stosunku do całej posiadanej powierzchni tego bruku wynoszą rb. 0,35 na metr powierzchni. Dla uniknięcia silnych wstrząśnień sąsiednich domów i otrzymania cichszej, miększej jazdy można ustawiać kostkę na 2—3-centymetrowej warstwie piasku, zamiast na zaprawie, zaś spoiny zapelniać do połowy wysokości kostki bardzo drobnym żwirkiem i po jednorazowym ich ubiciu, zalać je zaprawą cementową w stosunku 1 : 3 lub gorącym gudronem.

Zalewanie gudronem jest bardzo praktyczne z tych względów, że bruk bezpośrednio po ukończeniu może być oddany do użytku, podczas gdy przy robocie cementowej ukończona ulica musi stać zamknięta przez 9—14 dni, aż do zupełnego związania cementu. Następnie bruk staje się elastyczniejszym, cichszym i łatwiejszym do rozłamania i naprawy.

Ujemną stroną roboty jest, że nie przy każdej pogodzie może być wykonywana i niezbędne przy niej jest ciepło i susza. Koszt zalewania przy cenie masy zalewnej 8 kop. kg wynosi rb. 1,0 m². Bruki rzędowe z grubej kostki porfirowej i bazaltowej nie są do zalecenia z następujących przyczyn. Kamienie te, jako twarde o strukturze zlewnej, bardzo prędko się szlifują, i powierzchnia staje się niemożliwie ślizka, brzegi kamieni łatwo się kruszą i kostka prędko się zaokrągla. Robota kosztuje to samo, co przy kostce granitowej, a służba bruku z wyżej wymienionych powodów jest dużo krótsza i mniej wygodna.

O ile jednak kamienie wulkaniczne okazały się niepraktyczne w dużej postaci, o tyle w malej, w kształcie kubiczków w wielkości ścian 10—13 cm stanowią doskonały materiał dla ulic o lepszym charakterze ruchu. Przyczyną tego jest duża liczba spoin, która gładkość powierzchni czyni mniej szkodliwą, i względna taniość materiału.

(D. n.)

Nowe urządzenia absorbcyjne dla dużych ilości gazu.

Napisał prof. Ignacy Mościcki.

(Ciąg dalszy do str. 36 w № 5 i 6 r. b.)

Urządzenia absorbcyjne fryburskiej fabryczki próbnej miały przerabiać na kwas azotowy 100 m³ na godzinę rozcieńczonych tlenków azotu. Gdyby się miało tylko ten warunek, bez brania pod uwagę budującej się dużej fabryki, to, na podstawie doświadczeń z urządzeniem absorbcyjnym, opisanem w poprzednim rozdziale, wystarczyłoby tylko zwiększyć średnicę wież do 60 cm i wykonać całość trochę więcej technicznie, nie wprowadzając żadnych zmian zasadniczych. Ale inaczej sprawa wyglądała z zastosowaniem tego modelu do urządzeń absorbcyjnych dla godzinnego przepływu 2500 m³ gazu, a tem bardziej wobec projektowanego późniejszego znaczenia zwiększenia fabryki. Dla przepływu 2500 m³ gazu na godzinę trzeba by budować wieżę o średnicy 480 cm, albo stosować cały szereg wież o mniejszej średnicy, działających równolegle. Największe wymiary wież kamionkowych, które można było wówczas budować, wynosiły w średnicy 150 cm. Otóż przyjmując ten wymiar, trzeba by było postawić 10 takich wież, pracujących równolegle. Ponieważ produkcja w danym wypadku wymagała postawienia siedmiu takich grup w szereg, potrzeba byłoby w sumie 70 wież absorbcyjnych. Oprócz tego, ta duża liczba wież wymagałaby tyleż oddzielnych urządzeń do zraszania wypełnienia absorbcyjnego.

Z powyższych względów, przystosowując konstrukcję urządzeń absorbcyjnych fabryki w Chippis do jej rozmiarów, trzeba było i model fryburski, który miał być zmniejszoną kopią dużej fabryki, do niej przystosować.

Rys. 4 daje dokładne pojęcie o konstrukcji i działaniu

zbudowanych we Fryburgu kamionkowych wież absorbcyjnych. Każda wieża składa się z dwóch części, z których tylko dolna jest właściwym urządzeniem absorbcyjnym. Górną część stanowi pusty zbiornik, przeznaczony do utleniania tlenków azotu.

Właściwa wieża absorbcyjna składa się z dwóch konaksyalnych rur *A* i *B*, wstawionych w zewnętrzne naczynie *C*. Przestrzeń pomiędzy środkową rurą *A* i rurą *B* wypełniona jest w przeważnej swej części ziarnkami kwarcytu o ciężarze 0,3 do 0,4 g. Dolna część wypełnienia, pozostająca stale pod poziomem cieczy, składa się z kawałków kwarcytu znacznie większych. Obie rury wewnętrzne *A* i *B* posiadają, do wysokości uwidocznionej na rysunku, skośne otworki o średnicy 1 cm, bardzo gęsto rozsiane na całej powierzchni obydwóch cylindrów. Zewnętrzne naczynie posiada boczny otwór *D* do odprowadzania gazów z wieży, dwa otworki z szybkami wewnątrz szlifowanymi *E* i *F* do przepływu cieczy z jednej wieży do drugiej, a na samym dole — jeszcze dwa otwory: w jednym tkwi w szlifowany kurek do wypuszczenia cieczy w razie potrzeby na wewnątrz, a drugi służy do przepływu kwasu do pompy powietrznej, podnoszącej ustawicznie ciecz do góry, z przeznaczeniem do zraszania wypełnienia. Wierzch naczynia zewnętrznego jest przykryty i uszczelniony zbiornikiem *G*, kształtu pierścieniowego, w którym zbiera się każdorazowo kwas, przeznaczony do peryodycznego wylewania raptownego na wypełnienie wieży. Zbiornik *G* przykryty jest i uszczelniony pokrywą *H*, specjalnego kształtu, uwidocznionego na rysunku. Na wierz-

chu pokrywy znajdują się dwa otwory ze stożkowymi kryzami. Przez otwór *I* wpływa do zbiornika ciecz, podnoszona do góry zapomocą pompy powietrznej, zaś otwór *K* połączony jest z przewodem, doprowadzającym sprężone powietrze, przeznaczone do peryodycznego, raptownego wyciskania zraszającej cieczy przez pierścieniową szczelinę *L*, którą tworzą pionowe ścianki zbiornika *G* z pokrywą.

Działanie aparatu odbywa się w sposób następujący: gazy wchodzą do górnej części wieży, w której odbywa się dalsze utlenianie tlenków azotu; stamtąd idą na dół do środkowej rury *A*, skąd, przechodząc przez gęsto usiane otwory w ściance rury, idą w kierunku poziomym przez warstwę zraszanego cieczą absorbeyjną wypełnienia kwarcytowego, a dalej—przez otworki rury *B* dostają się do przestrzeni, zawartej między cylindrem *B* i zewnętrzną ścianką wieży; w końcu, przez otwór *D*, gazy opuszczają wieżę.

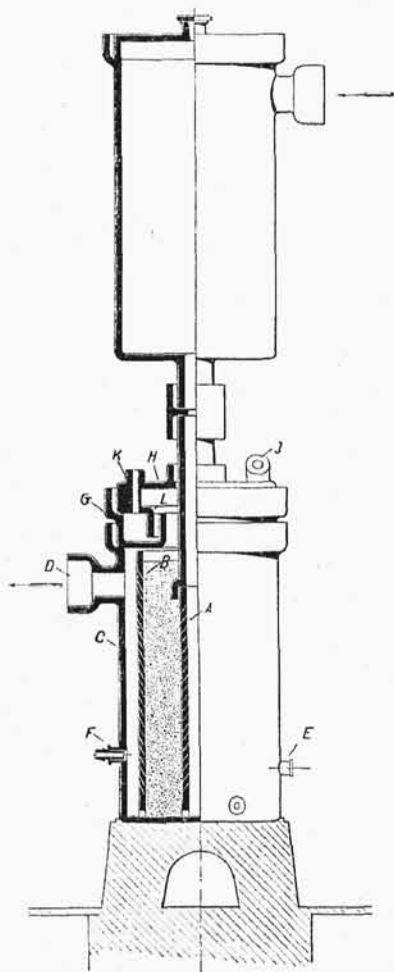
O działaniu urządzenia zraszającego wspomniałem po-

wypełnienia kwarcytowego, pozwalającą na prawie dwukrotnie mniejszą prędkość przepływu gazów w stosunku do tej jaką można jeszcze stosować bez narażania się na powstawanie mgły.

Wysokość czynna warstwy wypełnienia liczy się od poziomu cieczy, osiagającego często wysokość bocznego otworka *E* naczynia zewnętrznego, do poziomu najwyższych otworków skośnych w środkowej rurze *A*. W naszym przypadku wysokość ta dochodzi do 60 cm.

Ilość cieczy, wylewana peryodycznie i raptownie na wypełnienie, wynosi, odpowiednio do wielkości poziomego przekroju wypełnienia, około 10 litrów.

Warto w tem miejscu zauważyć, że ciecz zraszająca, opuszczając się z góry na dół zwartą masą, prawie wcale nie przeszkadza jednostajnemu przepływowi gazów, gdyż przy każdorazowym zraszaniu wypełnienia tylko mała część jego wysokości jest jednocześnie zatopiona.

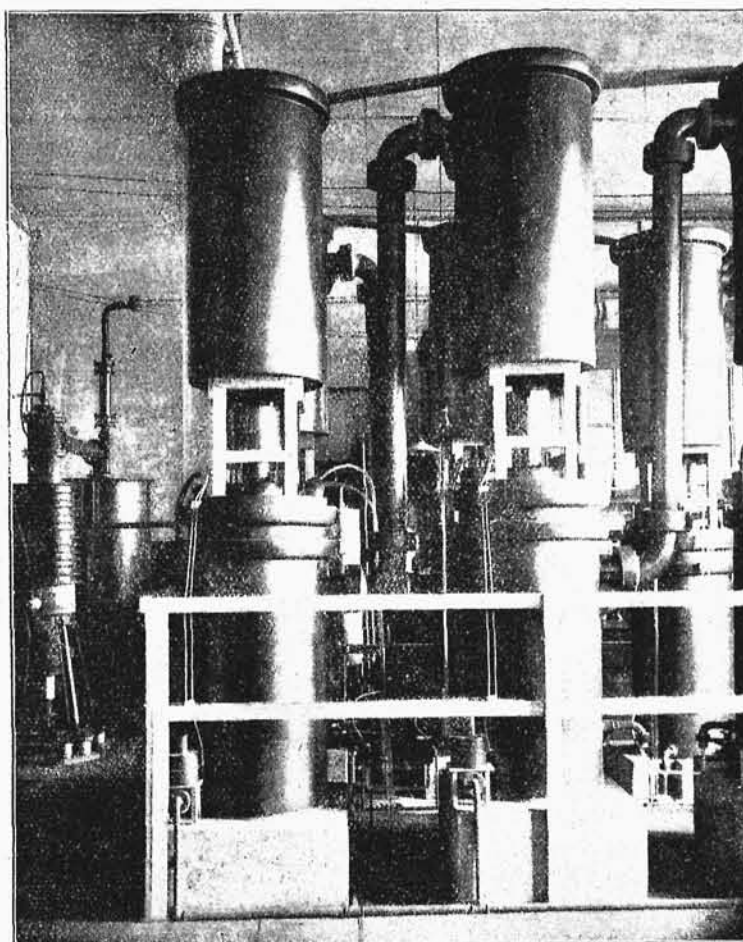


Rys. 4.

wyżej. Ciecz wyciśnięta raptownie, w odpowiedniej ilości, ze zbiornika *G* dostaje się na wypełnienie pierścieniowe wieży i zwartą masą, w miarę opuszczania się na dół, zatapia po kolei wszystkie części wypełnienia. Dzięki temu, że otworki w ściankach wewnętrznych cylindrów mają odpowiedni kierunek skośny, warstwa cieczy, opuszczająca się na dół, nie jest w stanie wydostać się z pierścienia wypełnienia na zewnątrz. Doświadczenia wykazały, że warstwa cieczy o grubości nawet kilkudziesięciu centymetrów nie wydostaje się przez skośne otworki boczne. Wobec tego, że ciecz nie pozostaje w spoczynku, prawa ciśnienia hydrostatycznego nie mają tu zastosowania.

Ważniejsze wymiary omawianej wieży są następujące: średnica wewnętrzna zewnętrznego płaszcza *C* wynosi 60 cm, cylindra *B* — 44 cm, rury środkowej *A* — 10 cm. Grubość warstwy wypełnienia w kierunku promienia, a zatem i w kierunku przepływu gazów, wynosi 15 cm.

Grubość warstwy wypełnienia, zastosowana w tym wypadku, jest dwa razy mniejsza od przyjętej poprzednio na podstawie doświadczenia. To zmniejszenie grubości warstwy wypełnienia miało na celu jedynie zmniejszenie średnicy wieży, a w zamian za to przyjęto podwójną wysokość



Rys. 5.

W ten sposób system, który nadaje się specjalnie do przerabiania większych ilości gazów, został lepiej przystosowany do fabryczki w małej skali.

Rys. 5 daje ogólne wyobrażenie o całym fryburskim modelu fabryki kwasu azotowego. Po lewej stronie rysunku, w głębi sali, stoi piec elektryczny¹⁾ z wirującym płomieniem. Obok niego stoi chłodnica dla wychodzących z pieca gazów, która jest jednocześnie podgrzewaczem dla powietrza wchodzącego do pieca. Na przodzie sali widoczne są dwa rzędy wież absorbeyjnych, połączone w jeden szereg przewodami gazowymi. Z ogólnej liczby siedmiu wież, trzy stoją na przodzie, a cztery, z których jedna zupełnie na rysunku niewidoczna, tworzą rząd tylny. Gazy, idące z chłodnicy rurą glinową, wchodzą do górnej części wieży nie uwidocznionej na rysunku, a stamtąd, drogą już nam znaną, przechodzą w analogiczny sposób przez wszystkie wieże po kolei. Z ostatniej wieży gazy, uwolnione od tlenków azotu, wychodzą na zewnątrz budynku. Przepływ gazów przez aparaty uskutecznia dmuchawa, wciągająca powietrze przez ga-

¹⁾ Sprawozdanie z opracowania konstrukcji pieców elektrycznych tego systemu będzie stanowiło oddzielną publikację, jako dalszy ciąg poprzedniej, wydanej w r. 1907 w *Chemiku Polskim*.

zomierz i tłocząca je dalej. Pomiedzy dmuchawą i gazomierzem powietrze przechodzi przez oddzielnie stojącą ósmą wieżę, tej samej konstrukcji, co omawiane, tylko bez części górnej. Cieczą, zraszającą wypełnienie tej wieży, jest stężony kwas siarkowy, którego zadanie polega na pozabawianiu powietrza wilgoci.

Oprócz połączenia wszystkich siedmiu wież przewodami gazowymi, posiadają one na dole połączenia dla przepływu cieczy z jednej wieży do drugiej, następnej. Środkowe części tych przewodów stanowią rurki szklane w kształcie litery U, tworzące zamknięcie hydrauliczne, nie pozwalające na przechodzenie tą drogą gazów. Kierunek przepływu cieczy z wieży do wieży jest odwrotny, aniżeli kierunek wejścia gazów, co stanowi tak zwany przeciwpływ dla gazu i cieczy absorbcyjnej.

Na rys. 4 widzimy, że otwór *E* dla wypływu cieczy leży o kilka centymetrów niżej od otworu dopływu *F*, co ma na celu zapewnienie przepływu kwasu przez wieże tylko w jednym kierunku. Z tej więc racji podmurowania wież tworzą kaskadę w kierunku przepływu kwasu, otrzymując otwór wypływu każdej wieży na jednym poziomie z otworem dopływu wieży następnej.

Przepływ cieczy przez cały szereg wież uskutecznia się w ten sposób, że do ostatniej wieży, z której gazy wychodzą na zewnątrz budynku, wlewa się woda do lejka połączonego z otworem dopływu, poczem dalsze przepływanie cieczy z wieży do wieży odbywa się automatycznie. W miarę dopływu wody do ostatniej wieży, wypływa z pierwszej kwas, jako ostateczny produkt procesu absorbcyjnego. Koncentrację kwasu warunkuje do pewnej granicy stosunek ilości dopływającej wody do ilości tlenków azotu, wychodzących z pieca elektrycznego. O ile do pieca doprowadza się powietrze suche, koncentracja uzyskanego w ten sposób kwasu może dochodzić do 60%. Kwas 50-procentowy nie jest już w stanie dalej podnosić swego stężenia pod wpływem przechodzenia przez wieżę rozcieńczonych tlenków azotu. To też dalszą koncentrację, aż do 60% można osiągnąć już tylko przez doprowadzenie suchych gazów, które nasycają się w tych warunkach parami cieczy w pierwszej wieży, więcej zabierają z niej wody, niż kwasu. W razie nie suszenia powietrza, koncentracja kwasu zależna jest od stopnia nasycenia samego powietrza parą wodną. W takim razie otrzymuje się kwas mniej więcej 40-procentowy.

I w tem urządzeniu aparatami, podnoszącymi ciecz z dołu do góry, są pompki powietrzne, wykonane z rurek szklanych. Dla lepszego działania są one wpuszczone na metr głęboko pod poziom podłogi sali. Działania tych pomp

powietrznych nie opisuję, gdyż są one często stosowane do podnoszenia wody w bardzo dużych ilościach z głębokich studziń. W Europie mają one nazwę pomp „manutoowych“¹⁾.

Powietrze sprężone, wyciskające peryodycznie ciecz na wypełnienie wież, przechodzi przez zawory, uruchomiane automatycznie w odpowiednich odstępach czasu działaniem elektromagnetycznym. Zawory te są uwidocznione na rys. 5. Stoją one na poziomach wież.

Po pierwszym puszczeniu w ruch tej fabryczki okazało się, że jej urządzenia absorbcyjne nie dają wyników oczekiwanych. Gazy, opuszczające ostatnią wieżę, zawierały jeszcze dosyć dużo tlenków azotu. Prędko jednak odkryto przyczynę tego niepowodzenia. Ciecz zraszająca była wylewana, tak jak zamierzano, co trzy minuty. Otóż stwierdzono, że pompki powietrzne, których wielkość trudno było z góry obliczyć z powodu małych ilości cieczy w grę wchodzących, nie były w stanie podnieść do góry przepisanej ilości cieczy w przeciągu owych 3-ech minut. Pomiar wykazały, że dopiero po upływie 9-ciu minut każda pompka podnosi 10 litrów cieczy, potrzebnych do każdorazowego zraszania wypełnienia absorbcyjnego. I kiedy częstość zraszania trzykrotnie zmniejszono, a pompki nadażyły w międzyczasie podnieść owe 10 l cieczy, działanie wież okazało się doskonałe. Wychodzące gazy zawierały już tylko 0,02-procentowe tlenki azotu. To doświadczenie jest doskonałym dowodem, jak doniosłe znaczenie ma ten nowy sposób zraszania wypełnienia, jedynie pozwalający na dokładne utrzymywanie w stanie czynnym całkowitej powierzchni wypełnienia wieży absorbcyjnej.

Cheąc dać całkowity obraz działania omawianej fabryczki modelowej, muszę jeszcze zauważyć, że na puszczenie jej w ruch potrzeba było kilku minut czasu, poczem cała produkcja 50-procentowego kwasu azotowego odbywała się zupełnie automatycznie. Dozorujący nie miał prawie nic do czynienia. Jedynie potrzebne materiały wyjściowe—powietrze i woda, znajdowały się stale na miejscu i były dostarczane do fabrykacji automatycznie.

Fabryczka ta spełniła w zupełności swe zadanie, niestety tylko trzeba ją było po krótkim stosunkowo przeciągu czasu rozebrać, tak jak cały szereg innych poprzednich urządzeń, aby uczynić miejsce w laboratorium fryburskiem dla prac nowych. (D. n.)

¹⁾ „Rationelle Konstruktion und Wirkungsweise des Druckluft-Wasserhebers für Tiefbrunnen“ von Alexander Perényi. Wiesbaden, C. W. Kreidel's Verlag. 1908.

Postępy w dziedzinie obróbki kół zębatach.

Podał **Henryk Mierzejewski**, inż. mech.

(Ciąg dalszy do str. 26 w № 3 i 4 r. b.)

Obróbka walcowych kół zębatach.

Na wykonanie kół zębatach składają się następujące czynności: kreślenie narzędzi, wykonanie narzędzi, wreszcie właściwa obróbka. Każda z tych czynności kryje źródła różnych błędów i niedokładności, odbijających się niekorzystnie na ostatecznym wyniku. Zbadanie wpływu poszczególnych błędów oraz sposobów ich zmniejszenia nastrocza wiele trudności. Zjawiają się zagadnienia sporne, posiadające materiał faktyczny w postaci licznych rozpraw i artykułów.

Bardzo wiele wątpliwości nasuwa wybór odpowiedniego profilu zęba. Zagadnienie powyższe jest związane pośrednio z obróbką kół zębatach, wobec czego uwzględnimy go o tyle tylko, o ile tego wymagać będzie konieczna potrzeba, odsyłając czytelników do bogatej literatury przedmiotu¹⁾.

¹⁾ Willh. Hartmann. Maschinengetriebe. Pierwszy tom. 1913. Stuttgart i Berlin. Deutsche Verlagsanstalt.
Mac. Cord. Kinematics 1908. Nowy Jork. Wydanie czwarte. Wyd. John Wiley.
Grant. A treatise on gearing. 1907. Boston. Wydanie dziesiąte.
Garnier. Notes sur la theorie des engrenages. Revue Mecanique. 1908 i 1909.

Jak powszechnie wiadomo, profil ewolwentowy wyrugował prawie zupełnie w zastosowaniach przemysłowych profile cykliczne dzięki swym kilku poważnym zaletom, a mianowicie że:

1) przy niewielkiej zmianie odległości pomiędzy środkami kół ząbienie nie przestaje być prawidłowe;

2) profil określa jedna krzywa, a nie dwie, przyczem profil zęba na jednym kole jest niezależny od wielkości drugiego koła;

3) kierunek parcia jest stały, tak samo jak i jego wielkość.

4) profile zęba zębataki są liniami prostymi. Własność powyższa ułatwia znakomicie sporządzanie narzędzi, stosowanych przy metodzie profilowania obwiedniowego, co, jak zobaczymy następnie, jest szeroko wyzyskane w praktyce.

Profil ewolwentowy posiada jednak i poważne wady, a mianowicie opiera się wycieraniu daleko gorzej od cykli-

Schiebel. Zahnräder. Berlin. Wyd. Jul. Springer. Część pierwsza 1912, część druga 1913.

Logue. American Machinist Gear book. 1911. Nowy Jork. Wyd. Mc Graw Hill Comp.

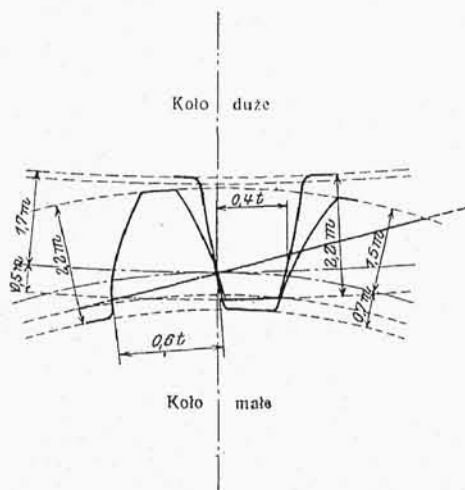
Brown-Sharpe. A practical treatise on gearing. Providence.

cznych, oraz wymaga stosowania kół o większej liczbie zębów, a to wskutek większej, niż przy profilach cyklicznych, interferencji profilów we chwycie, czyli t. zw. podrzynania zęba przez ząb, występującego zwłaszcza przy kojarzeniu koła o małej liczbie zębów z kołem dużym.

Interferencya profilów we chwycie jest zagadnieniem, posiadającym już swą własną historję. Od chwili wprowadzenia napędu elektrycznego, wynalezienie sposobów zmniejszenia lub usunięcia interferencyi profilów stało się sprawą bardzo żywotną, i nie dziwnego, że wielkie towarzystwa elektryczne zorganizowały doświadczenia, mające na celu stworzenie cichodziałających i trwałych przekładni zębatych. Tak znane doświadczenia Laschego i Stribecka zapoczątkowało Powszechne Towarzystwo Elektryczne. Podobna inicjatywa wyszła w Ameryce od General Electric Comp., Westinghousea i innych.

Środki zaradcze w celu zmniejszenia interferencyi sprowadzają się do następujących sposobów:

1) Odpowiedniego ustosunkowania wysokości wierzchołka i pnia zęba, przyczem, jak w sposobie Laschego, kosztem cennego warunku kojarzenia doboru kół zębatych o różnej liczbie zębów. Rys. 12 przedstawia parę kół zębatych, których zęby są ukształtowane w myśl propozycyi Laschego. Wysokość wierzchołka zęba dużego koła wyno-



Rys. 12. Ustosunkowanie zębów przy dużej przekładni według sposobu Laschego, przyjętego przez Powszechne Towarzystwo Elektryczne.

si 0,5 modułu, czyli połowę normalnej, małego zaś koła znacznie więcej bo 1,5 modułu. Odwrotnie pień zęba koła większego posiada wysokość 1,7 mod., małego koła 0,7 mod. Wobec tego, że pień większego koła wypada gruby przy podstawie, grubości zębów obu kół, mierzone na obwodach podziałowych, są niejednakowe i wynoszą odpowiednio 0,4 t i 0,6 t. Przy powyższem ustosunkowaniu wymiarów, można stosować przekładnię 1:4 przy dogodnych warunkach ze względu na sprawność i małe wycieranie się zębów.

2) Zmiany pochylenia linii prostej przyporu (przy profilu ewolwentowym).

3) Zmiany samego profilu na drodze t. zw. poprawki empirycznej:

Zwykle używane nachylenie prostej przyporu do osi środków wynosi 75° . Prosta przyporu tworzy wówczas ze styczną do obwodów podziałowych kąt dopełniający 15° , który w praktyce stanowi ogólnie przyjętą charakterystykę profilu ewolwentowego. Kąt 15° przyjęty jest przez fabryki europejskie, gdy w Ameryce rozpowszechnił się z jednej strony t. zw. *standard* Tow. Brown i Sharpea z ewolwentą $14^\circ 29'$ -stopniową ($\sin 14^\circ 29' = 0,25010$), oraz Sellersa i Fellowa z ewolwentą o kącie 20° . Współzawodnictwo wytwórców pobudziło Amerykańskie Stowarzyszenie Inżynierów Mechaników do stworzenia specjalnej komisji do ujednostajnienia profilu ewolwentowego, której większość w osobie Wilfreda Lewisa, Gaetana Lanza i Hugona Bilgrama poszła jeszcze dalej, niż Sellers i Fellow i zaproponowała przyjęcie kąta pochylenia linii przyporu $22\frac{1}{2}^\circ$, jak również ograniczenie wierzchołka zęba do 0,75 modułu. Uchwała po-

wyższa spotkała się z energiczną opozycją Tow. Brown i Sharpe, które doprowadziło wyrób kół zębatych do doskonałości, dzięki wyjątkowo dobrze wyszkolonemu personelowi technicznemu i robotniczemu, a które stosuje poprawkę empiryczną profilu ewolwentowego o kącie $14^\circ 29'$. Profil tych kół zbliża się do ewolwentowego przy obwodzie podziałowym i do cyklicznego w pobliżu wierzchołków i pniów.

Zwolennicy zwiększenia kąta pochylenia linii przyporu do 20° i $22\frac{1}{2}^\circ$ wysuwają na pierwszy plan konieczność usunięcia interferencyi profilów we chwycie. Odwrotnie, przeciwnicy zmiany profilu zarzucają, że przy kącie 20° i $22\frac{1}{2}^\circ$ zwiększa się nadmiernie odpychanie się wzajemne kół, wywołując dodatkowe tarcia w łożyskach, zmniejsza się łuk obwodniowy i pogarsza się warunki zużycia powierzchni profilowych. Te spory zwracają uwagę na znaczenie badań naukowych nad profilem kół zębatych. Rzeczywiście, o ile wybrany i ustalony profil nie spełnia warunków prawidłowego kojarzenia się doboru kół zębatych, w biegu ich dają się zauważyć chwilowe przyspieszenia w ciągu obrotu na jedną podziałkę. Jeżeli zwrócimy uwagę na fakt, że koło o 60-ciu zębach przy 400 obr./min. przejdzie przez $60 \times 400 = 24000$ wahnięć prędkości obrotowej na minutę, czyli 400 na sekundę, to stanie się rzeczą zrozumiałą, jaki wpływ na hałaśliwość biegu posiada błąd profilu.

W praktyce zastępuje się dość często profile cykliczne i ewolwentowe kół zębatych łukami kół stycznych. Jest rzeczą ciekawą zbadanie, z jakimi niedokładnościami profilu jest to związane.

Prostą metodę obliczenia tych niedokładności dał W. Hartmann, przyrównując mechanizm złożony z dwóch skojarzonych kół zębatych z zębami profilowanymi zapomocą łuków kół do prostowodu Watta pierwszego rodzaju ¹⁾. Z obliczeń tych wynika, że nawet przy dużych zębach niedokładności powyższe można pominąć wobec błędów wynikających z obróbki. Znaczenie ich jest jednak duże ze względu na przyspieszenia. Rozpatrując typowy przykład koła $z=20$, $m=10$ o średnicy 200 mm, obrążającego się z prędkością obwodową 2 m/sek., co odpowiada 101 obr./min. Hartmann znalazł, zastępując ewolwentę przez łuki kół według jednej z reguł praktycznych, że przyspieszenie dodatnie wynosi przytem 2,4 m/sek.², zaś ujemne aż 8,8 m/sek.² Zastępowanie przez łuki kół profilu ewolwentowego połączone jest z mniejszymi błędami, niż profilów cyklicznych.

Poza profilem ewolwentowym i cyklicznym, uznanych od dawna za najpraktyczniejsze ze względu na prostotę linii przyporu (prosta i obwód koła) oraz kształt profilu zęba zębatki (prosta i cykloida), cynematyka narzuca nam szereg innych. Odrzucamy je głównie ze względu na trudności obróbki.

Metoda profilowania kształtowego. Przy obróbce zwykłych kół czołowych najodpowiedniejszą metodą wydaje się być struganie lub dłutowanie wrębów zapomocą noża kształtowego: za powyższą metodą przemawia łatwość wykonania narzędzi i prostota obróbki. Prędkie i niejednostajne zużycie krawędzi tnącej stanowi wielką, nieprzewidywalną przeszkodę w zastosowaniach praktycznych tak, że sposób ten nie posiada znaczenia przemysłowego.

Wielkie rozpowszechnienie znalazła natomiast metoda profilowania kół czołowych zapomocą frezów. Frez posiada nie jedną, lecz wiele krawędzi tnących, wskutek czego zużycie zjawia się o wiele powolniej, niż przy nożu strugarskim. Prócz tego istnieje, jak to wyjaśnimy poniżej, dogodny sposób przywrócenia dokładności profilu przez operację szlifowania.

Gdy zjawia się potrzeba bardzo starannego wykonania koła zębatego, frez wykonywa się ściśle według profilu nakreślonego z możliwą dokładnością. Wobec tego, że profil zmienia się w zależności nie tylko od modułu, lecz i od liczby zębów, zastosowanie powszechne tej zasady wymagałoby posiadania wyjątkowo licznego, a więc i kosztownego doboru frezów. W praktyce warsztatowej stosuje się komplety 8-mio lub 15-frezowe dla każdego modułu, przyjęte przez większość fabryk europejskich i amerykańskich.

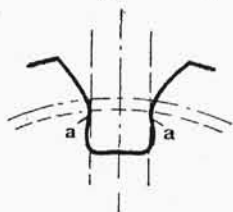
¹⁾ W. Hartmann, Maschinengetriebe, str. 385.

skich. Są one podane w załączonych tablicach, przyczem pierwsza liczba każdej pozycji oznacza liczbę zębów koła, którego profil posłużył do dokładnego wykonania profilu, a druga, ujęta w nawiasy, liczbę zębów koła, które można jeszcze narzynać zapomocą danego freza z dopuszczalnym błędem.

Profil ewolwentowy.

Dobór 8-frezowy	Dobór 15-frezowy
12 — (13)	12
14 — (16)	13
17 — (20)	14
21 — (25)	15 — (16)
26 — (34)	17 — (18)
35 — (54)	19 — (20)
55 — (134)	21 — (22)
135 — (∞)	23 — (25)
	26 — (29)
	30 — (34)
	35 — (41)
	42 — (54)
	55 — (79)
	80 — (134)
	135 — (∞)

Dobory powyższe są tak wykonane, że największe odchylenia dla każdej grupy kół zębatach od profilu teoretycznego są mniej lub więcej jednakowe, co łatwo sprawdzić na drodze wykreślnej lub rachunkowej.



Rys. 13. Wręb rozszerzony u dołu wskutek podcięcia, wymagający przy frezowaniu zapomocą freza kształtowego stosowania prostoliniowego profilu pnia.

Zauważymy mimochodem, że frezy wykonywa się dla kół z małą liczbą zębów według profilu poprawionego z usunięciem podcięcia, co jest rzeczą konieczną ze względu na obróbkę.

Wykonanie freza wymaga kilku operacji przygotowawczych: sporządzenia rysunku, szablonu i noża tokarskiego. Samo wykonanie zaś rozkłada się na następujące czynności: obtoczenie krążka, narznięcie rowków poprzecznych, właściwe profilowanie wraz z zataczaniem grzbietów, hartowanie i szlifowanie.

Wszystkie wymienione operacje są trudne. Największe znaczenie posiada wykonanie prawidłowego szablonu, według którego sporządzane są noże tokarskie i frezy w miarę ich zużycia.

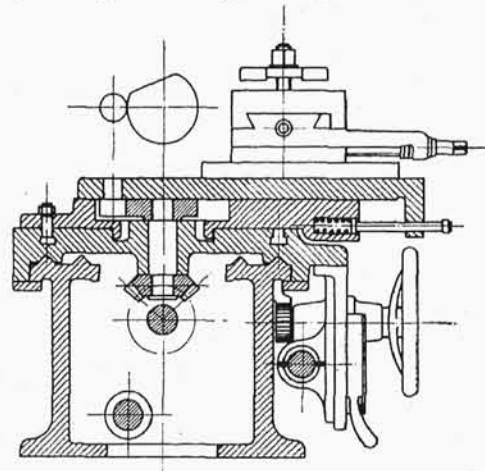
Kreślenie ewolwenty punkt za punktem nie przedstawia żadnych trudności: należy uważać jedynie by kreślenie odbywało się z jak największą dokładnością. Wiele zakładów poprzestaje na zastępowaniu ewolwenty przez łuki kół; tam jednak, gdzie zjawia się konieczność wykonywania kół zębatach w wielkich ilościach, stosowane są precyzyjne metody kreślenia, uzupełniane niekiedy przez sprawdzanie na drodze obliczenia. Przy kreśleniu trudno uniknąć błędów, wynoszących około 0,1 mm. Aby zmniejszyć ten błąd, wielkie zakłady przemysłowe wprowadziły zwyczaj kreślenia profilów w powiększeniu 5-cio lub 10-ciofoldnym i zmniejszenia ich następnie zapomocą fotografii lub pantografu. Profil, przeniesiony w wielkości naturalnej na płytę stalową, wycina się ręcznie zapomocą pilnika lub mechanicznie zapomocą małego freza o średnicy 5-ciomilimetrowej, w jaki zaopatrzony jest pantograf.

Sposób fotograficznego przenoszenia profilu stosowało do niedawna Powszechne Towarzystwo Elektryczne. Metoda powyższa nie okazała się jednak ani dokładną, ani praktyczną: nastawienie aparatu fotograficznego, kurczenie się żelatyny, a co najważniejsza ręczne wypilowanie szablonu, są źródłem licznych niedokładności. Od błędów nie jest wolny jednak i sposób zmniejszania profilu zapomocą pantografu.

Jak wiadomo, promieniem krzywizny ewolwenty (rozwijającej koła) w danym punkcie jest długość odwiniętego z obwodu łuku. W początkowym punkcie ewolwenty promień krzywizny jest oczywiście zerem, wskutek czego frez pantografu nawet o średnicy wynoszącej zaledwie 5 mm podcina profil. Błąd ten jest wszakże tak mały, że można

go pominąć przy większych profilach. W podobny sposób jak i szablon, można wykonać i nóż tokarski ręcznie lub mechanicznie zapomocą pantografu. Po sporządzeniu noża przystępuje się do ważnej operacji zataczania grzbietów na wykonanym poprzednio krążku z rowkami poprzecznymi.

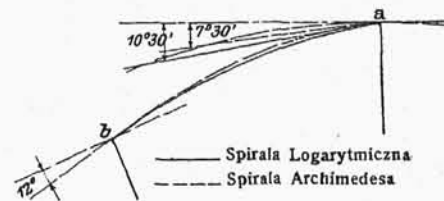
Tokarka do zataczania grzbietów, której wynalezienie jest ściśle związane z historią obróbki kół zębatach, dała możliwość wykonywania frezów, które wskutek szlifowania, czyli ostrzenia krawędzi tnących, nie tracą prawidłowości profilu. Suport tej tokarki (rys. 14) jest zaopatrzony w tarcz-



Rys. 14. Przekrój poprzeczny przez łożo i suport tokarki do zataczania.

kę szablonową, która nadaje ruch poprzeczny suwakowi wraz z nożem. Tarczka jest obracana zapomocą przekładni kół stożkowych, napędzanych przez walek, umieszczony w środku łoża pomiędzy prowadnicami. W czasie pełnego obrotu freza obrabianego, nóż otrzymuje tyle skoków tam i z powrotem, ile jest zębów, a więc i rowków na frezie.

Krawędzie tnące frezów leżą w płaszczyznach, przechodzących przez oś freza. W tej samej płaszczyźnie znajduje się i nóż tokarski podczas zataczania grzbietów, dając jednakowe profile w przekrojach, przechodzących przez oś. Przy zataczaniu zjawia się dodatkowy warunek utrzymania jednakowego kąta skrawania zęba freza. W tym celu należałoby zataczać grzbiety według spirali logarytmicznej, która posiada tę własność geometryczną, że styczna do niej tworzy stały kąt z promieniem wodzącym (np. 10°30' jak na rys. 15). Ponieważ wykonanie tarcz szablonowych przy zastosowaniu spirali logarytmicznej nastęrcza pewne trudności praktyczne, przeto zamienia się ją przez spiralę Archimedesową. Kąt odsadzenia grzbietu zęba freza od stycznej do koła nie jest wówczas stały i zmienia się w granicach od 7,5 do 12°, które to wartości są wzięte z praktyki, przyjmując, że obie spirale przechodzą przez punkty (a i b). Z punktu widzenia

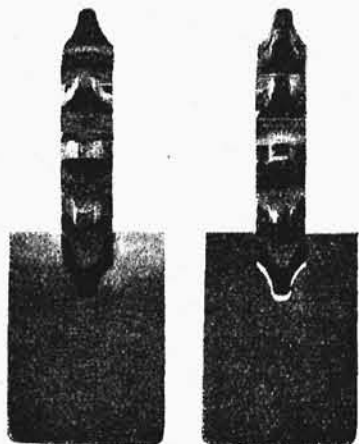


Rys. 15. Zataczenie grzbietów frezowych.

praw skrawania metali zmiana kąta odsadzenia w powyższych granicach jest rzeczą najzupełniej dopuszczalną. Kąty odsadzenia bocznych krawędzi tnących otrzymuje się ubocznie przez zataczanie grzbietów wskutek zbliżania do osi freza zewężającego się profilu noża, a ponieważ powyższe zewężanie się profilu ewolwentowego nie jest jednakowe, więc i kąty odsadzenia bocznych ścianek freza względem obrabianych następnie zębów koła nie są jednakowe. Na obwodzie zasadniczym kąty odsadzenia są nawet równe zeru, z czego wynika tarcie w tem miejscu freza przy obróbce kół zębatach. Z powyższą niedogodnością należy się jednak pogodzić, gdyż zataczanie boków zębów uniemożliwiliby utrzymanie cennej właściwości frezów, pole-

gającej na niezmienności profilów po wielokrotnem nawet zeszlifowaniu czola zębów frezowych.

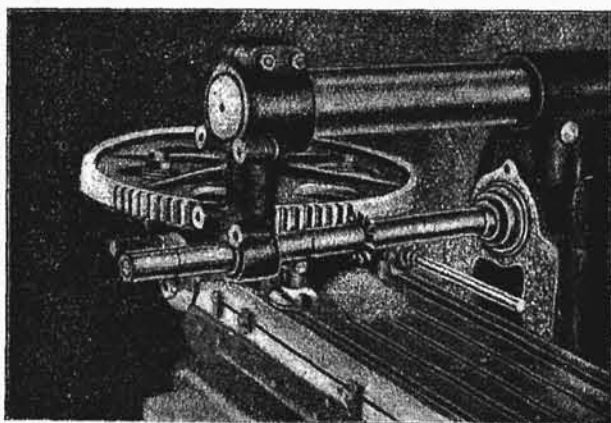
Operacja zataczania jest trudna i wymaga wielkiej dokładności. Jeżeli krawędź noża nie leży ściśle w płaszczyźnie, przechodzącej przez oś freza, następuje zwichrowanie profilu. Tak wykonany frez wyrzyna wręby niesymetryczne, o czym można się przekonać, wkładając (rys. 16) obrócony frez w wyrzynięty przezeń poprzednio wręb. Podobne zwichrowanie zjawia się również często, jako wynik



Rys. 16. Frez we wrębie przez siebie wyrzyniętym. Tenże frez po odwróceniu nie przylega ściśle do ścianek wrębu.

procesu hartowania, zależnego od biegłości hartownika i od gatunku stali narzędziowej, użytej do wyrobu freza. Szlifowanie krawędzi tnących po hartowaniu może być źródłem nowych błędów. Należy zwłaszcza uważać, by płaszczyzna szlifowania przechodziła ściśle przez oś freza. Warunek ten nie jest spełniany dość często w praktyce z dostateczną dokładnością; zaradzić temu może stosowanie obok specjalnych szlifierek, jeszcze i odpowiednich przymiarów, o których dane można znaleźć w katalogach przemysłowych.

Według metody profilowania kształtowego pracuje cały szereg obrabiarek. Bardzo dużo mniejszych i średnich kół czołowych jest wykonywane wprost na zwykłych frezarkach uniwersalnych z przyrządem podziałkowym. Nie jest to rzecz godna zalecenia ze względu na małe rozmiary



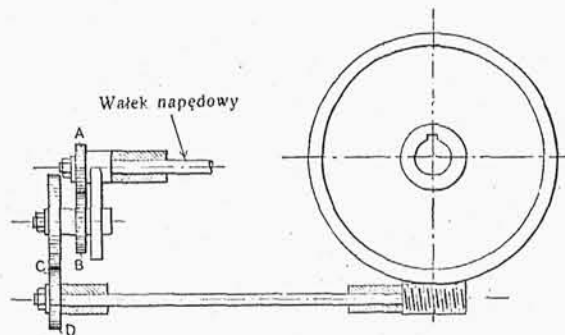
Rys. 17. Przyrząd podziałkowy do frezowania kół czołowych na frezarce uniwersalnej.

wrzeciona i koła ślimakowe w tym przyrządzie, wskutek czego obróbka, zwłaszcza większych kół, nie może być dokładna. Wytwórcy frezarek uniwersalnych obmyśliли specjalne przyrządy do narzyniania większych kół, z których jeden jest przedstawiony na rys. 17. Przyrządy te pod względem dokładności wykonania, oraz wydajności ustępują znacznie specjalnym frezarkom do kół zębatach, których istnieje wiele odmian. Należy zauważyć przytem, że istnieją frezarki, dające możliwość obrabiania nie tylko według metody profilowania kształtowego, lecz i obwiedniowego, zarówno kół czołowych, jak i śrubowych i ślimakowych. Obrabiarki te typu mieszanego omówimy poniżej.

Frezarki do obróbki kół zębatach zapomocą freza

kształtowego buduje kilkadziesiąt fabryk, co daje pojęcie o ich znaczeniu przemysłowym. Przy wyborze należy zwracać uwagę na dokładność mechanizmu podziałowego, na wytrzymałość i trwałość mechanizmu napędzającego wrzeciono frezowe, jak również posuwowego, na sztywność ogólnej budowy obrabiarki, na dogodną obsługę i wreszcie na zakres zastosowań. Na dokładność mechanizmu podziałowego należy zwracać specjalną uwagę przy wyrobie kół szybkobieżnych.

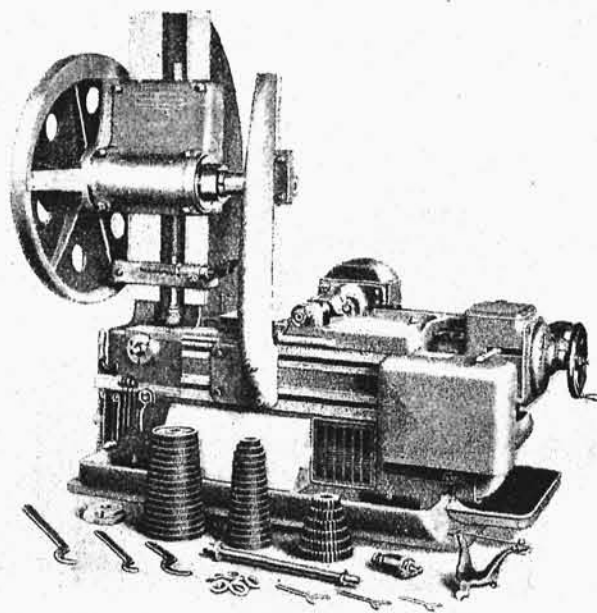
Zasada budowy mechanizmu podziałowego jest prawie ta sama we wszystkich obrabiarkach omawianego typu. Na wrzecionie roboczym, na które zakłada się obrabiany krążek, jest zaklinowane podziałowe koło ślimakowe. Przekładnia ślimakowa jest połączona zapomocą kół zmianowych A, B, C, D (rys. 18) z wałkiem napędowym, który



Rys. 18. Schemat mechanizmu podziałowego.

obraca się zwykle o jeden pełny obrót, gdy nadchodzi chwila zmiany podziałki. W niektórych maszynach istnieje urządzenie do podwołania liczby obrotów wałka napędowego przy narzynaniu małej liczby zębów. Tak czy owak jest rzeczą ważną, by omawiany wałek napędowy zatrzymywał się zawsze w ściśle określonym miejscu.

Bardzo ważnym czynnikiem dokładności mechanizmu podziałowego jest precyzyjne wykonanie koła ślimakowego. Tylko fabryki, rozporządzające bogatym doświadczeniem i odpowiednio wyrobionym personelem technicznym i ro-

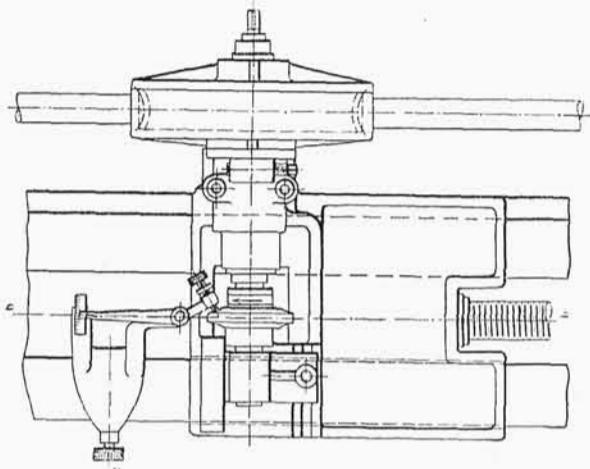


Rys. 19. Frezarka do czołowych kół zębatach.

botniczynie, mogą sprostać temu zadaniu. Niekiedy w celu usuwania zużycia wieniec koła ślimakowego jest wykonywany z dwóch części pierścieniowych, które można zbliżyć do siebie, usuwając luz pomiędzy zwojami ślimaka a zębami koła ślimakowego. Niemniej ważną rzeczą jest umiejętne osadzanie wrzeciona w łożyskach, które nie powinny posiadać luzu nadmiernego, przy zachowaniu równego, bez szarpań, ruchu obrotowego.

Jedną z tych frezarek w wykonaniu Towarz. Brown i Sharpe w Providence przedstawia rys. 19. Całość budowy różni się wybitnie od zwykłych typów frezarek. Wzdłuż mocno zbudowanego łoża obrabiarki przesuwa się sanie z wrzecionem frezowym, otrzymującym napęd za pośred-

dnictwem przekładni ślimakowej, dającej wyjątkowo równy bieg. Na stojaku, umieszczonym po lewej stronie łoża, znajduje się suport roboczy z wrzecionem do zamocowywania obrabianego krążka. Suport powyższy można nastawiać na odpowiednią wysokość zapomocą śruby, posilkując się odpowiednią skalą. Trzpień z krążkiem obrabianym jest podtrzymywany z drugiej strony przez okular, przymocowany do łoża. Na tylnym końcu wrzeciona roboczego osa-



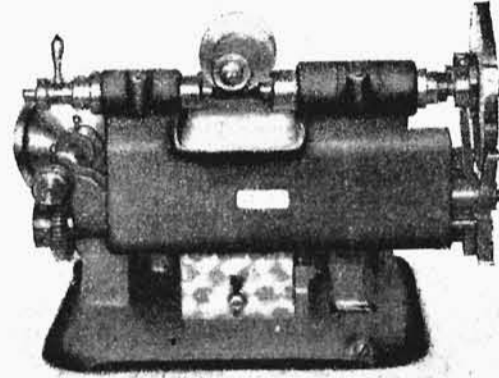
Rys. 21. Indykator czułości (czujnik) do sprawdzania ustawienia freza.

zione jest ślimakowe koło podziałowe, wykonane na obrabiarce z wzorowym mechanizmem podziałowym o nieposzlakowanej dokładności, będącej wynikiem zastosowania precyzyjnych metod mierniczych.

Działanie obrabiarki jest w znacznym stopniu samoczynne. Tak po dokonaniu narżnięcia wrębu następuje samoczynny powrót sań, odryglowanie, obrót i ponowne zaryglowanie mechanizmu podziałowego, przyczem czynności powyższe odbywają się bardzo prędko. Liczby posuwów i obrotów wrzeciona frezowego oraz zakres zmienności obrotowej jest znaczny i odpowiada dużej wydajności. Ważną rzeczą przy obróbce kół zębatych są ułatwienia przy precyzyjnym nastawianiu freza względem obrabianego krążka. W obrabiarce Ludwika Loewego istnieje np. urządzenie do sprawdzania, czy środek freza kształtowego leży ściśle w płaszczyźnie osi wrzeciona roboczego. Urządzenie powyższe polega na zastosowaniu indykatora czułości (czujnika) ze skalą, wskazującą, czy boczne powierzchnie freza kształtowego są symetryczne względem osi geometrycznej wrzeciona (rys. 20).

Podawanie różnic, istniejących pomiędzy obrabiarkami tego samego typu, wychodzi poza ramy niniejszej pra-

cy i jest zgoła zbyteczne wobec istnienia wyczerpujących katalogów przemysłowych, podkreślających te różnice. Zaznaczymy jedynie, że do obróbki małych kółek zębatych, obmyślono cały szereg obrabiarek specjalnych, odbiegających znacznie od typu normalnego. Kółka zębate stosowane w t. zw. wytwórczości precyzyjnej, obejmującej wyrób mechanizmów zegarowych, maszyn do pisania, liczenia i t. p. mogą być obrabiane ze względu na swą wielkość w inny sposób, niż koła stosowane w maszynach większych. Wobec masowej wytwórczości tych kółek istnieje dążność do tworzenia obrabiarek automatów. Jedną z takich obrabiarek przedstawia rys. 21¹⁾.



Rys. 21. Automat Slean and Chace do obróbki małych kółek zębatych.

W obrabiarce powyższej, wobec niewielkich sił działających, znalazły zastosowania tarcze podziałowe zamiast przekładni ślimakowych w mechanizmie podziałowym, oraz tarcze szablonowe zamiast śrub pociągowych w mechanizmie posuwowym. Charakterystyczną cechą tej obrabiarki jest osadzenie trzech frezów kształtowych na wrzecionie frezowym, z których pierwszy służy do zdzierania, drugi do właściwego frezowania, a trzeci do wykończania, przyczem każda operacja odbywa się jedna po drugiej, co umożliwia wysuwanie się wrzeciona frezowego, umiejscowianego zapomocą odpowiednich zderzaków w trzech kolejnych położeniach. Mała ta obrabiarka posiada bardzo pomysłowe urządzenia do nastawiania na głębokość skrawania przy każdej z trzech operacji. Niektóre obrabiarki tego typu posiadają magazyny na krążki i samoczynne mechanizmy uchwytowe, stanowiąc tym sposobem automaty o wysokiej doskonałości (automat Walthama). (C. d. n.)

¹⁾ Ralph E. Flanders. Gear-Cutting Machinery. 1909. New-York. John Wiley Sons.

Z TOWARZYSTW TECHNICZNYCH.

Stowarzyszenie Techników w Warszawie. Sprawozdanie z posiedzenia technicznego w dniu 18 lutego r. b.

Przewodniczył inż. Ignacy Radziszewski. Protokółu z powodu niewyjścia w świat *Przeglądu Technicznego* nie rozważano. W skrzynce zapytań nie znaleziono. Ze spraw bieżących przewodniczący zakomunikował, iż w przyszły piątek 25 b. m. na zebraniu technicznym zostanie dane przez Komisję robót publicznych sprawozdanie z prac Sekcji Pracy od początku wojny do ostatnich chwil. Z kolei zabrał głos inż. Alfons Kühn, wygłaszając V-ty odczyt z seryi „Technika w gospodarce miejskiej“ na temat:

„Uwagi w sprawie budowy i eksploatacji elektrowni miejskich i oświetlenia miast“.

Odczyt ten zostanie podany in extenso w *Przeglądzie Technicznym*. Ponieważ prelegent w zakończeniu proponował,

aby przy Stowarzyszeniu Techników mogła znaleźć początek organizacya, mająca na celu zbieranie danych statystycznych i zorientowanie się w potrzebach miast naszych, przewodniczący po dyskusyi, w której zabierali głos pp.: Samborski, Wójcicki, Radziszewski, Gnoiński, Kossuth, poddał pod głosowanie wniosek, aby prezydium posiedzeń technicznych zwróciło się do kół fachowych Stow. Techników, w celu wybrania delegacji do odpowiedniej Komisji, oraz do obudzenia w tychże kołach dyskusyi nad „odbudową“ miast polskich, co też zebrani przez aklamacyę przyjęli. W sprawie odczytu zabrał głos jeszcze p. Dembiński w związku z elektryfikacją wodociągów, poczem z braku wniosków członków przewodniczący zamknął posiedzenie.

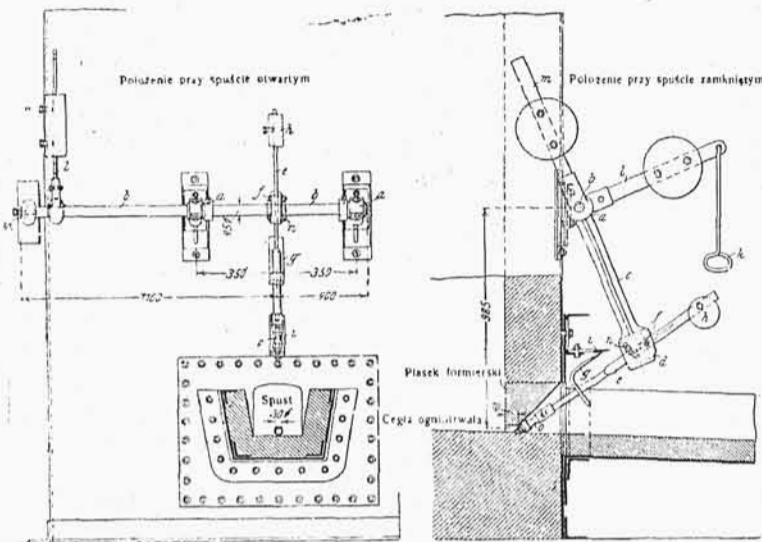
Wł. Wr.

KRONIKA BIEŻĄCA.

Przyrząd do otwierania i zamykania spustu kupolaka. Otwieranie spustu kupolaka przy pomocy zwykłego drążka ręcznego nie nastęca żadnych trudności, lecz zamykanie go w ten sposób nie zawsze jest bezpieczne. W razie bowiem zeskokczenia korka glinianego, osadzonego na drążku, nastąpić może strata znacznej ilości żelaza, o ile piec nie był jeszcze opróżniony. Następnie niedokładne wpro-

wadzenie korka pociąga za sobą wytrysk roztopionego metalu, w pewnych zaś wypadkach nastąpić może nawet przebicie piersi pieca przez zbyt śpieszne wtlaczanie drążka. Przy zamykaniu spustu obsługujący przewyżczyć musi ciśnienie odporne strumienia metalu wytryskującego, zależne od średnicy spustu, oraz ilości zawartego w kupolaku metalu. Zamykanie spustu jest więc bardziej utrudnione przy

większej jego średnicy. Stąd wynika, że powinien on mieć średnicę możliwie małą, mianowicie około 25 mm. Przez samo nawet otwieranie i zamykanie spustu, zwłaszcza gdy metal spuszcza się zostaje dość często, otwór powiększa się już znacznie; nie więc dziwnego, iż szczelne zamknięcie spustu jest wówczas niemożliwe. Wszelka nie szczelność zamknięcia lub przypadkowe zeskokczenie korka z drążka



Rys. 1 i 2.

pociąga za sobą wytrysk metalu, wywołujący często nieszczęśliwe wypadki z ludźmi, oraz straty metalu, szkody w urządzeniach fabrycznych.

Wszystkie przyczyny powyższe skłoniły do obmyślenia przyrządu, który zezwalałby na zamykanie spustu w sposób łatwy, pewny i bezpieczny. Rys. 1 i 2 przedstawiają właśnie przyrząd tego rodzaju, którego opis czerpiemy z czasopisma *Stahl und Eisen*, zeszyt 22 z r. 1914.



Rys. 3.

W umocowanych powyżej spustu dwóch łożyskach a spoczywa wałek b, na którym zaklinowany jest drążek wahadłowy c, skierowany ku dołowi. W głowicy tego drążka d obsadzony jest drugi drążek e, przeznaczony do zatykania spustu. Drążek ten chodzi w przewodniku g, koniec zaś jego zaopatrzony jest w korek zamykający. Przyrząd porusza się przy pomocy ramienia l, obsadzonego na przedłużonym końcu wałka b i zaopatrzonego w pociągacz k. Po podniesieniu przyrządu pod wpływem ciężaru własnego opuszcza się samoczynnie. Przy pomocy ciężaru przestawialnego przyrząd można tak wyważyć, że daje się on utrzymać w położeniu dowolnym. Szczelina ze sztyftem n w głowicy drążka c przeznaczona jest do unieruchomienia drążka e. Korek gliniany obsadza się na specjalnej, wymiennej nasadce o, umocowanej w ogon jaskółczy na drążku e.

Przypadkowe wysadzenie korka jest przy takim urządzeniu wykluczone, również wykluczone są wypadki poparzeń z ludźmi, gdyż obsługujący nie potrzebuje zbliżyć się do spustu.

Wymienne nasadki o (rys. 3) zaopatrzone są w wysoki, na których trzyma się bardzo mocno korek uformowany w foremce żelaznej lanej. Do przygotowania korków używa się masy specjalnej, która pod wpływem gorąca wysycha i przypieka się jeszcze bardziej do nasadki, zeskokczenie korka jest zatem wykluczone.

Przyrząd powyższy rozpatrywany był na zebraniu fachowców-odlewników w Düsseldorfie w d. 2 maja r. 1914, na którym inż. R. Ficht-

ner odczytał szczegółowe sprawozdanie w tej sprawie. Członkowie zebrania jednogłośnie uznali wielką doniosłość zastosowania tego przyrządu.

Wspomnienie pośmiertne. Adolf Kipman, inżynier, właściciel biura technicznego, zmarł w d. 25 stycznia r. b. w Warszawie w 53-m roku życia. Zmarły był wychowawcą politechniki w Rydze, członkiem-założycielem korporacji Welecy, członkiem-protektorem Stowarzyszenia Techników w Warszawie od początku jego istnienia. Po ukończeniu gimnazjum II-go w Warszawie w r. 1882 wstąpił na wydział mechaniczny politechniki ryskiej, w której podówczas wszystkie wykłady odbywały się w języku niemieckim, pod kierunkiem profesorów o europejskiej, częstokroć, sławie, jak Ritter, Ostwald, Arnold i inni. Jeszcze na ławie akademickiej poświęcił się specjalnie nauce o elektryczności, która wtedy rozpoczynała dopiero swój pochód tryumfalny. Jako młodziutki student przetłumaczył dziełko Artura Wilkego p. t. „*Ekonomiczne znaczenie elektryczności i elektromonopol*“, wydane w r. 1884 w Warszawie. Studia specjalne odbywał pod kierunkiem Engelberta Arnolda, podówczas docenta elektrotechniki w Rydze, a późniejszego dyrektora Instytutu elektrotechnicznego w Karlsruhe. Po ukończeniu politechniki ze stopniem inżyniera-mechanika w r. 1887 i po odbyciu praktyki fabrycznej w zakładach Tow. Akc. Lilpop, Rau i Löwenstein w Warszawie, Kipman oddał się całkowicie umiłowanej elektrotechnice, której świetny rozwój przewidywał swym jasnym, krytycznym umysłem. Ponieważ w kraju w owym czasie o jakiegokolwiek praktyce elektrotechnicznej nie mogło być mowy, wyjechał więc w poszukiwaniu jej za granicę i osiadł na jakiś czas w Berlinie, gdzie pracował w „*Powszechnym Towarzystwie Elektrycznym*“ (w słynnej obecnie A. E. G.). Po powrocie do miasta rodzinnego, został jednym z pionierów elektrotechniki w kraju i był jednym z pierwszych instalatorów w Warszawie. Krzątał się żywo około spopularyzowania wiedzy elektrotechnicznej pomiędzy technikami polskimi i wśród szerszego ogółu i w tym celu wygłaszał często odczyty z dziedziny elektryczności w sekcjach technicznej i cukrowniczej Towarzystwa Popierania Przemysłu i Handlu. („*O przenoszeniu energii na znaczne odległości*“, „*O akumulatorach*“, „*Porównawcze zestawienie kosztów oświetlenia w fabrykach cukru*“ i t. p.). Jako zdolny i sumienny fachowiec, był kilkakrotnie wybierany do komisji specjalnych T-wa Pop. Przem. i Handl., np. w r. 1895 do rozpatrzenia warunków oświetlenia elektrycznego w Warszawie, w r. 1898 do szczegółowego rozpatrzenia projektu Lindleya oświetlenia m. Warszawy; w tej ostatniej komisji referował sprawę oświetlenia ulicznego. W sprawie oświetlenia gmachu Stowarzyszenia Techników był—razem z inż. Z. Straszewiczem—przeciwnikiem budowy własnej stacji elektrycznej, lecz zwolennikiem przyłączenia się do sieci miejskiej. Czas dowiódł, że oni właśnie mieli słusność. Zmarły był długi czas przedstawicielem słynnej na cały świat fabryki lokomobil R. Wolfa w Buckau pod Magdeburgiem, zaś w r. 1914, przed wojną, został mianowany dyrektorem oddziału tej firmy na Królestwo i Litwę. Utworzone kilka lat temu z kapitałów krajowych T-wa akc. „*Carbo-Lumen*“, którego zmarły był czas jakiś członkiem zarządu, powierzyło mu kierownictwo techniczne budowy fabryki węgla do lamp łukowych w Lublinie. Nurtująca go, ciężka choroba nie pozwoliła mu rozwinąć szerszej działalności społecznej, którą uważał za obowiązek każdego Polaka. Kolega korporacyjny i osobisty przyjaciel zasłużonych technice polskiej i, jak on, zgasył przedwcześnie ś. p. Stanisława Lisieckiego i Władysława Maciejewskiego, odznaczał się wielką prawością i niezależnością charakteru. Te cechy, tak cenione szczególnie przez młodzież, przy wybitnych zdolnościach, jednaly mu wielki szacunek i uznanie kolegów korporacyjnych, którzy dawali im wyraz, wybierając go przez kilka semestrów z rzędu na prezesa Welecy. Jeszcze jeden rys zmarłego Adolfa Kipmana należy podkreślić: ten wychowawiec rusyfikacyjnej szkoły apuchtynowskiej kochał mowę ojezystą i czcił jak świętość: władał też nią znakomicie i gorliwie przestrzegał czystości jej wśród kolegów.

M. Ch.

¹⁾ P. „*Przegląd Techniczny*“ r. 1891 str. 89, r. 1892 str. 95 i 193, r. 1894 str. 19.

Rozstrzygnięcie konkursu im. Jakóba Heilperna

za najlepsze prace wydrukowane w Przeglądzie Technicznym w r. 1914 i 1915.

Komitet konkursowy, wybrany przez Radę Stowarzyszenia Techników, złożony z pp.: M. Chorzewskiego, H. Czopowskiego, M. Grotowskiego, Wł. Jabłońskiego, A. Kühna, H. Mierzejewskiego, W. Paszkowskiego, I. Radziszewskiego, C. Skotnickiego, E. Sokala i W. Wróbla, na dwóch posiedzeniach, odbytych w d. 10 lutego i 2 marca r. b. postanowił fundusz konkursowy w sumie rb. 300, podzielić na trzy równe części po 100 rb. i przeznaczyć je na nagrody za następujące prace:

Prof. St. Patschkego p. t. „*Termodynamika zjawisk chemicznych w świetle hipotezy Nernsta*“ (1914).

Prof. M. Thulliego p. t. „*Obliczanie słupów żelazno-betonowych owijanych*“ (1914).

Prof. Cz. Witoszyńskiego p. t. „*Teoria strzydeł latawca*“ (1915).

ELEKTROTECHNIKA.

Zasady obliczania taryf prądu przez elektrownie miejskie.¹⁾

Podał W. K. Tarczyński, inż.

Finansowe wyniki eksploatacji zakładu elektrycznego są zależne od odpowiedniego rozwiązania wielu kwestii technicznych przy projektowaniu i budowie elektrowni, oraz od należytego jej prowadzenia. Stosownie do zapotrzebowania energii obrona moc elektrowni, odpowiedniej wielkości jednostki maszynowe, właściwy rodzaj silników napędowych i paliwa, tudzież dostosowany do warunków pracy danego zakładu system prądu i napięcie są to czynniki natury technicznej, które wpływają na wielkość kapitału zakładowego elektrowni i zdolność jej do rozwoju, które mogą umożliwić lub utrudniać wyzyskanie urządzeń i oddziaływają pośrednio na wysokość kosztów własnych wytwarzania energii. W okresie eksploatacji elektrowni punkt ciężkości i odpowiedzialności za wyniki przenosi się na administracyjne zadania kierownictwa, z których najważniejszym jest rozwinięcie należytej działalności celem pozyskania większej liczby korzystnych dla zakładu odbiorców, aby istniejące urządzenia mogły być w pełni użytkowane i pracowały w najbardziej sprzyjających warunkach.

Do pozyskania zaś odbiorców, prócz zalet technicznych, przemawiających za stosowaniem energii elektrycznej jako źródła siły i światła, najczęściej mogą się przyczynić względy na korzyści finansowe. Niski koszt napędu czy oświetlenia elektrycznego może głównie zwalczać współzawodnictwo innych rodzajów napędu i siły i jest w stanie przewyciężyć takie przeszkody stojące na drodze do zaprowadzenia wszelkich ulepszeń, jak rutyna i nieufność do nowości. Dlatego *polityka taryfowa* zakładu elektrycznego, t. j. odpowiednie normowanie sprzedażnych cen prądu ma poważne znaczenie i wpływ na wyniki gospodarze prowadzenia elektrowni, jak również może sprzyjać rozpowszechnieniu stosowania elektryczności, a więc umożliwić zakładowi spełnienie jego misji kulturalnej i gospodarczej.

Przy ustanawianiu cen sprzedaży prądu należy mieć przede wszystkim na uwadze koszt własny produkcji energii, gdyż w wyjątkowych tylko wypadkach i w specjalnych okolicznościach może elektrownia oddawać prąd poniżej kosztu własnego. W zasadzie jednak, bez względu na to, czy będzie własnością gminy miejskiej, czy też koncesjonariusza prywatnego, musi być traktowana, jak każde przedsiębiorstwo przemysłowe, t. j. winna dawać zyski, co najmniej dla pokrycia kosztów własnych prowadzenia.

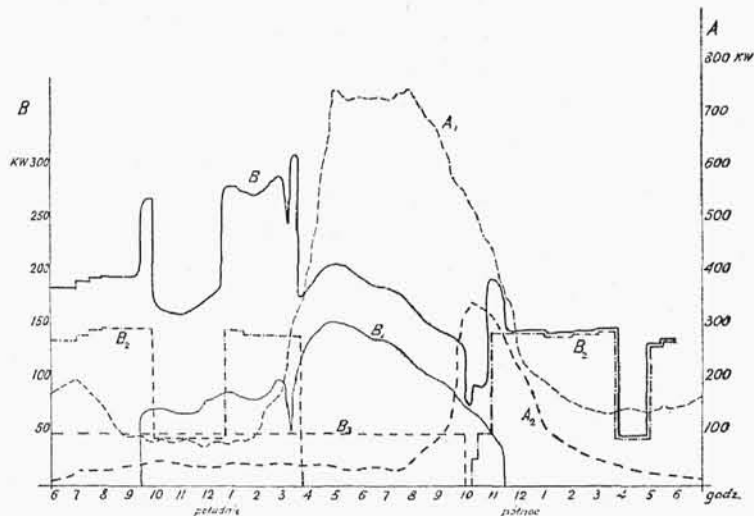
Aby wyjaśnić, jak powinny być normowane ceny prądu, zbadamy, od jakich czynników są te koszty zależne, z jakich elementów się one składają i w jaki sposób można wpływać na ich wysokość. Sprawy te rozpatrzmy na podstawie wyników, do jakich doszły dwie nasze elektrownie miejskie, mianowicie na mocy liczb, zaczerpniętych ze sprawozdań z ich działalności, w ten sposób do wyciągnięcia wniosków będziemy mieli zupełnie realny podkład.

Wspomniane elektrownie obsługują miasta, różniące się znacznie pod względem wielkości (A—z górą 200 tys., B—38 tys. ludności²⁾) i posiadają urządzenia różne co do mocy (A—850 kW w prądnicach i 150 kW w baterii, B—390 kW prądnic i 108 kW baterii), pomimo to porównanie wyników, do jakich doszły te zakłady, jest możliwe i pouczające, gdyż posiadają one odmiennych odbiorców; na wynikach zatem osiągniętych przez nie można zbadać wpływ różnego rodzaju odbiorców.

Tab. I przedstawia zestawienie interesujących nas liczb dla elektrowni A za I, V, VIII i X rok, dla B—za II rok eksploatacji. Jak widać z poz. I-ej, elektrownia A dostarcza prąd odbiorcom typowym dla średniej elektrowni miejskiej, mianowicie odbiorcom prywatnym dla światła

i siły, tudzież do oświetlenia ulicznego. Przewagę znaczną mają tu odbiorcy światła: stosunek światła do siły, wynoszący w I-m roku eksploatacji 93,4 : 6,6, poprawia się stopniowo na korzyść siły i w X-m roku wynosi już 78 : 22 (poz. II-ga).

Elektrownia B—choć mniejsza—w przeciwstawieniu do A, może być uważana pod względem posiadanych przez nią odbiorców (nie systemu urządzeń) za zakład nowoczesny. Zaspakają ona bowiem wielorakie potrzeby miasta i jego mieszkańców, gdyż, prócz zasilania prądem odbiorców prywatnych na światło i siłę i lamp oświetlenia ulicznego, dostarcza energię do uruchomienia urządzeń miejskich, stacji pomp wodociagowych i tramwajów elektrycznych. Przeważnym spożywcą energii jest tutaj samo miasto i ilość kilowatów zainstalowanych na potrzeby miasta wynosi 64,6%. A że instytucje miejskie czerpią prąd głównie dla siły, więc ogólny stosunek odbiorników światła do siły wynosi 26,5 : 73,5, czyli jest wręcz przeciwny niż w A. Podobny stosunek, jak wskazują pozycje 3-cia i 4-ta, przedstawia spożycie energii dla potrzeb światła i siły.



Wykresy elektrowni A: A₁—zimowy, A₂—letni; B: B₁—sieć, B₂—wodociągi, B₃—tramwaje, B—ogólny.

Liczb powyższe wystarczają, aby wnioskować, że elektrownia B daje pod względem technicznym lepsze wyniki, niż w A. Potwierdza to porównanie liczb, charakteryzujących ruch i stopień wyzyskania tych elektrowni (podane w poz. 6-ej). A więc *współczynnik wyzyskania urządzeń*, t. j. stosunek ilości wytworzonej w ciągu roku energii do tej ilości energii, jaką maszyny byłyby w stanie wyprodukować, gdyby pracowały 8760 godz. w roku przy pełnym obciążeniu—dla elektrowni A przy stałym wzroście odbiorców na siłę—zwiększa się od 7,6% w I roku do 25,8% w roku X-tym eksploatacji. W B zaś, dzięki przewadze odbiorców na siłę, od razu w drugim roku istnienia elektrowni dochodzi do wysokiej liczby 40,9%.

Również *współczynnik obciążenia elektrowni*, t. j. stosunek maximum obciążenia do największej mocy elektrowni, czyli liczba decydująca o wielkości potrzebnych urządzeń maszynowych zakładu, wskazuje, że elektrownia B ma swe urządzenia obciążone zaledwie do 58,3%, gdy A, pomimo słabszego ich wyzyskania, pod względem ilości wytworzonej energii, doszła w X roku do 91,1% obciążenia maksymalnego, czyli w chwilach największego zapotrzebowania pracowała bez rezerwy (zniewoliło to do dostawienia w następnym roku nowego zespołu maszynowego, mianowicie turbogeneratorsa à 850 k. m.).

Z innych liczb charakterystycznych dla elektrowni mamy w tablicy zestawione: *idealny czas trwania użytkowania urządzeń elektrowni* (poz. 6 c), t. j. tę liczbę godzin, w ciągu

¹⁾ Referat wygłoszony w d. 3 stycznia r. 1916 na zebraniu Koła Elektrotechników przy Stowarzyszeniu Techników w Warszawie.

²⁾ A—miasto Wilno, B—Tarnów.

Tabl. I

Elektrownia Moc elektrowni Rok eksploatacyi	A moc maszyn 850 kW, moc baterii akumulatorów 150 kW								B moc maszyn 390 kW „ baterii 108 kW	
	I		V		VIII		X		II	
	kW	%	kW	%	kW	%	kW	%	kW	%
1. Przyłączenia:										
Odbiory prywatni: światło	921	85,0	1049	77,4	1500	77,0	1995	73,5	328,0	24,2
„ „ siła	72	6,6	218	16,0	346	17,8	600	22,0	170,4	11,2
										35,4
Potrzeby miasta:										
oświetlenie uliczne	90	8,4	90	6,6	100	5,2	110	4,5	31,4	2,3
stacja pomp wodociagowych	—	—	—	—	—	—	—	—	343,0	25,4
tramwaje	—	—	—	—	—	—	—	—	464,0	34,2
różne	—	—	—	—	—	—	—	—	38,5	2,7
										64,6
2. Ogółem: światło										
„ „ siła	93,4%	6,6%	84%	16%	82,2%	17,8%	78%	22%	26,5%	73,5%
	kW-godz.	%	kW-godz.	%	kW-godz.	%	kW-godz.	%	kW-godz.	%
3. Spożycie energii:										
Odbiory prywatni: światło	200 000	47,5	554 000	68,5	836 000	73	1 185 800	76,5	110 041	10,6
„ „ siła										
Potrzeby miasta:										
oświetlenie uliczne	185 700	44,0	216 000	26,5	241 000	21	245 000	16,0	85 920	8,3
stacja pomp wodociagowych	—	—	—	—	—	—	—	—	542 492	52,5
tramwaje	—	—	—	—	—	—	—	—	215 435	20,5
różne	36 400	8,5	38 800	5,0	68 500	6	116 000	7,5	23 561	2,5
4. Ogółem: światło										
„ „ siła	—	—	—	—	—	—	74,6%	—	18,9%	—
	—	—	—	—	—	—	—	25,4%	—	81,1%
5. Produkcja roczna kW-godz.										
	568 000		1 054 000		1 465 000		1 914 000		1 396 418	
6. Wyzyskanie urządzeń:										
a) współczynnik wyzyskania: kW-godz. wytworz. × 100 kW max. prądnic × 8760 godz.	7,6%		14,3%		19,7%		25,8%		40,9%	
b) współczynnik obciążenia: kW max. obciążenia elektr. Moc max. elektrowni kW.	36,2%		53%		74,6%		91,1%		58,3%	
c) idealny czas trwania użytkowania urządzeń elektrowni: kW-godz. wytworz. Moc max. elektrowni kW.	568 godz.		1054 godz.		1465 godz.		1914 godz.		2810 godz.	
d) idealny czas trwania użytkowania przyłączeń: kW-godz. sprzedane Max. mocy przyłączeń kW.	455 godz.		595 godz.		590 godz.		570 godz.		746 godz.	

której elektrownia mogłaby dostarczyć wytworzoną w ciągu roku ilość energii, gdyby jej urządzenia pracowały przy pełnym obciążeniu. Czas ten wynosi dla zakładu B godz. 2810, gdy w A, w ciągu 10 lat ruchu stopniowo wzrastając, podnosi się od 568 do 1914 godzin. Oczywiście wysoka liczba w elektr. B świadczy, że maszyny jej pracują w lepszych warunkach pod względem stopnia obciążenia, czyli z lepszą sprawnością.

W poz. 6 d mamy *idealny czas trwania użytkowania przyłączeń*, czyli tę liczbę godzin, w ciągu której odbiorca mógłby spożyć odebraną z sieci ilość energii, gdyby jego instalacja była w pełni wyzyskana. Liczba ta charakteryzuje stopień użyteczności danego odbiornika dla zakładu elektrycznego i w naszym wypadku pozwoli nam ocenić, która z rozpatrywanych elektrowni posiada korzystniejszych odbiorców. B przy 746 godzinach średniego używania zainstalowanego u odbiorców kilowata będzie miała równomierniejsze obciążenie niż A, w której liczba godzin użytkowania wynosi zaledwie 455 do 595.

Jeżeli przejdziemy teraz do poszczególnych rodzajów odbiorników prądu, to znajdujemy (tab. II, poz. a), że kilowat zainstalowany dla światła u konsumentów prywatnych obciąża elektrownię B średnio 336 godzin w ciągu roku, przy silnikach—341 godz., w tramwajach—465 lub 620 godz., jeśli nie uwzględniać rezerw i w stacji pomp wodociagowych 1580 lub 3140 godz., bez rezerw, które wynoszą blisko połowę mocy urządzeń tej stacji i jako istotna rezerwa nie uciecnie w ruchu i mogą być niebrane w rachubę.

Stosunek maksymalny obciążenia do maximum mocy przyłączeń danego rodzaju odbiorców, czyli współczynnik obciążenia przyłączeń wynosi według poz. b: dla sieci 34,6%, dla stacji pomp wodociagowych 46,7 lub bez rezerw 92,6% i dla tramwajów 15,1 i bez uwzględnienia rezerw 34,6%.

W liczbach tych dwóch pozycji kryje się tajemnica lepszych wyników, osiągniętych przez elektrownię B pod względem użytkowania posiadanych przez nią urządzeń. Wyższy współczynnik wyzyskania urządzeń zawdzięcza ten zakład posiadaniu odbiorców, korzystających *czas dłuższy ze swych urządzeń*, przy jednoczesnym *dobrem ich wyzyskaniu*.

Wpływ innego czynnika wykaże nam porównanie wykresów obciążenia rozpatrywanych zakładów dla dnia zimowego o największym zapotrzebowaniu prądu.

Wykres A typowy dla elektrowni o przewodzie odbiorców na energię dla światła, a zatem o zapotrzebowaniu prądu głównie w porze wieczornej, odznacza się dużymi różnicami w stopniu obciążenia elektrowni w ciągu jednej doby. Stosunek maks. obciążenia zimowego do mocy elektrowni wynosi według wykresu 75%, gdy minimum 9%, w letnim zaś wykresie maximum 38%, minimum 3%. Elektrownia ta skutkiem posiadania odbiorców, korzystających z prądu, głównie w jednej porze, doszła prędko do wyczerpania rozporządzałnej mocy, choć jej urządzenia w ciągu znacznego okresu ruchu są słabo obciążone i w stopniu niedostatecznym wyzyskane.

Wykres elektrowni B wskazuje przeciwnie równomier-

Tab. II. Wyzyskanie przyłączeń w B.

Wyszczególnienie	Odbiory prywatni.		Potrzeby miasta.			Ogółem.
	światło	siła	ośw. uliczne	stacja pomp wodociągowych	tramwaje	
a) Idealny czas trwania użytkowania przyłączeń: kW-godz. sprzedane	336 godz.	341 godz.	2740 godz.	1580 godz. (3140 godz.)	465 godz. (620 godz.)	746 godz.
max. mocy przyłączeń kW. (bez uwzględnienia rezerw)	—	—	—	—	—	—
b) Współczynnik obciążenia przyłączeń: max. obciążenia	sieć — 34,6%		—	46,7%	15,1%	21,4%
max. mocy przyłączeń (bez uwzględnienia rezerw)	—	—	—	(92,6%)	34,6%	—
c) produkcja energii na 1 mieszkańca kW-godz.	3,57	2,87	3,05	19,6	7,4	36,79

niejszy rozkład obciążenia na 24 godziny. Tramwaje czerpią prąd w ciągu 16 godzin na dobę, stacja pomp wodociągowych podczas nocy i przedpołudnia, czyli ma swe godziny ruchu tak przystosowane do pory korzystania z energii przez innych odbiorców, że wpływa na przesunięcie szczytu krzywej obciążenia poza zwykle godziny największego spożywania energii. Widzimy zatem, że elektrownia B, dzięki posiadaniu odbiorców, korzystających z energii, nie *jednocześnie*, lecz *w różnych porach* doby, osiągnęła wysoki stopień wyzyskania urządzeń przy niskim współczynniku obciążenia, ma więc w porze wieczornej znaczną część urządzeń do dyspozycji dla odbiorców na energię dla światła.

Dla elektrowni nie jest więc obojętnym, jak odbiorca korzysta z prądu, czy czerpie go z sieci czas dłuższy i obciąża ją równomiernie, czy też przeciwnie; czy wyzyskuje swe urządzenia w pełni, czy też, posiadając dużą instalację, zużytkowuje ją w małym stopniu; czy wreszcie korzysta z energii w porze największego zapotrzebowania na nią i oddziałuje na powiększenie maximum obciążenia elektrowni, czy też będzie pobierał prąd w porach małej konsumpcji i przyczyniał się do lepszego obciążenia maszyn, ekonomiczniejszej ich pracy i należytego wyzyskania personelu obsługującego.

Mamy więc następujące sprawdziany do decydowania o tem, czy dany odbiorca prądu będzie mniej lub więcej korzystnie wpływał na działalność zakładu elektrycznego: *ilość spotrzebowanej przez odbiorcę energii, stopień wyzyskania przyłączeń, długość czasu użytkowania prądu i wreszcie porę użytkowania energii.*

Przejdziemy teraz do *ceny sprzedażnej* prądu. Będzie ona, jak wspomniano, zależała od wysokości kosztów własnych produkcji. Koszta te przyjęto dzielić stosownie do ich charakteru i zależności od różnych czynników na dwie kategorie: bezpośrednio związane z prowadzeniem ruchu i pośrednie, lub też na stałe i zmienne, czyli bieżące.

Do naszych celów bardziej odpowiednim jest drugi rodzaj podziału, jako pozwalający lepiej zbadać zależność kosztów od stopnia korzystania przez odbiorcę z energii.

Do kosztów stałych zaliczamy wszelkie wydatki, zależne od wielkości elektrowni, rodzaju i sposobu jej urządzenia, a więc będące w znacznym stopniu zależnymi od wielkości kapitału zainwestowanego, jako to: oprocentowanie i umorzenie kapitału oraz odpisy wartości urządzeń, następnie podatki i ubezpieczenia, kierownictwo, administracja, dozór i obsługa. Bieżącymi zaś są wydatki, będące bezpośrednio zależnymi od wielkości ruchu, ilości energii wyprodukowanej, stosunku produkcji do czasu, a więc wydatki właściwe ruchu: na paliwo, smary, czyściwo, wodę, kwas do baterii i wreszcie na konserwację urządzeń. (Ścisłe biorąc, koszta obsługi winny być zaliczone również do ostatniej kategorii, gdyż będą wzrastały w miarę przybywania odbiorców i wzrostu produkcji energii, a skutkiem tego potrzeby uruchomienia maszyn rezerwowych i przedłużenia czasu trwania ruchu. W pewnych jednak granicach można je uważać dla danego okresu działania elektrowni za stałe).

Z tab. III i IV widoczna jest przewaga znaczna kosztów stałych nad bieżącymi: dla B mamy stosunek ich 63,7

Tabl. III. Koszta roczne prowadzenia elektrowni B.

Wyszczególnienie.	Koron	%
<i>Koszta stałe:</i>		
a) oprocentowanie i umorzenie kapitału	43 666	22,6
b) odpisy wartości urządzeń	26 446	13,7
c) podatki, ubezpieczenia	5 015	2,6
d) kierownictwo, administracja	19 367	9,9
e) obsługa i dozór urządzeń	20 976	10,8
f) oświetlenie uliczne różne	7 970	4,1
	120 131 kr.	63,7%
<i>Koszta bieżące:</i>		
a) materiały ruchu:		
paliwo	35368	
smary	5712	
czyściwo	416	
woda chłodząca	8605	
kwas, woda destyl.	734	
	50 835	26,2
b) konserwacja urządzeń	19 626	10,1
	70 461 kr.	36,3%
	193 902 kr.	

Tabl. IV.

Elektrownia	A				B
	I	V	VIII	X	II
Koszta stałe prowadzenia	78,9%	71,2%	72,1%	67,2%	63,7%
» bieżące »	21,1%	28,8%	27,9%	32,8%	36,3%
Koszta 1 kW-godz. wytworzonej:					
stałe	15,2	8,5	8,2	6,9	8,6
bieżące	4,3	3,4	3,2	3,35	5,29
Ogólne	19,5 k.	11,9 k.	11,4 k.	10,25 k.	13,89 hal.

do 36,3; w elektr. A w miarę wzrostu produkcji, a zatem i kosztów bieżących, wzajemne ustosunkowanie tych kosztów zmienia się na korzyść stałych, w każdym razie w X roku eksploatacji przewyższają one jeszcze dwukrotnie koszta bieżące.

Wśród kosztów stałych przewagę mają znów wydatki, będące w prostym związku z wielkością kapitału zakładowego, a więc na oprocentowanie i umorzenie tego kapitału, oraz odpisy urządzeń; wynoszą one dla B 36,3% ogółu wydatków. Tak wysoka liczba tych ostatnich wydatków ciąży dotkliwie na kosztach własnych produkcji, szczególnie w początkach istnienia elektrowni, gdy rozkładają się one na małą ilość wytworzonej energii: dla elektrowni A np. w I roku eksploatacji koszt własny 1 kW/godz. wytworzonej energii wynosił 19,5 kop. i składał się w wysokości 15,2 kop. z kosztów stałych i 4,3 kop. z bieżących. W X roku już mamy niższy koszt ogólny, bo 10,25 kop.

Z uwagi więc na pożądane obniżenie kosztów produkcji należy dążyć do możliwego zmniejszenia kosztów stałych, a więc wpływającej na nie w znacznym stopniu wielkości kapitału zakładowego, to zaś osiągnąć można przez posiada-

nie odbiorców, nie wywołujących znacznego maximum w krzywej obciążenia¹⁾.

¹⁾ Do zmniejszenia kapitału zakładowego elektrowni dążyć należy również ze względu na prowizoryczny charakter tych zakładów w małych miastach, które z biegiem czasu muszą ulegać prawom zarzysowującej się ewolucji i przestać istnieć, skutkiem przyłączenia do elektrowni okręgowych. Mniejszy kapitał prędzej się zamortyzuje i umożliwi to przyłączenie w krótszym czasie. To zmniejszenie kapitału zakładowego nie powinno się odbywać oczywiście kosztem technicznej wartości urządzeń.

Cena sprzedażna prądu musi więc pokryć wszystkie wydatki elektrowni—koszta stałe i bieżące. W jaki jednak sposób wydatkami tymi obciążyć poszczególnych odbiorców? Oczywiście w tej mierze, jak się przyczyniają do ich wysokości. Uwzględnić więc tu należy zaznaczone wyżej czynniki, będące sprawdzianem do decydowania, o ile dany odbiorca korzystnie wpływa na działalność i stopień wyzyskania urządzeń elektrowni.

(D. n.)

Kapitał renowacyjny w przedsiębiorstwach tramwajowych.

(Dokończenie do str. 48 w № 5 i 6 r. b.)

II. Sieć. Całkowity koszt sieci nie przekracza $12 \div 15\%$ kosztów całej instalacji tramwajowej i wobec tego obliczenie kwot pieniężnych, jakie corocznie odkładać należy na kapitał renowacyjny sieci nie wymaga zbytnej dokładności.

Możemy rozważać koszt urządzenia sieci, jako sumę kosztów: a) słupów, podtrzymujących sieć; b) drutu roboczego; c) materiału izolacyjnego, oraz wiążącego drut roboczy ze słupami; wreszcie d) montażu.

a) W większych miastach używane są słupy rurowe stalowe, lub żelazne ażurowe. Na kolejach zamiejskich niemal wyłącznie słupy ażurowe żelazne, wreszcie, w miastach mniejszych używane są słupy drewniane, żelazne zaś tylko na lukach i skrzyżowaniach. Duże oszczędności powstać mogą, jeżeli sieć jest zawieszona na rozetach na murach domów.

Rozróżnić dalej musimy linie jedno- i dwutorowe. Drugie stosowane są niemal wyłącznie w miastach większych, gdy pierwsze — w miastach mniejszych i średnich.

W tych ostatnich budowane są niejednokrotnie linie jedno- i dwutorowe.

Wobec takiej różnorodności w budowie sieci rachunek, jaki będzie poniżej przeprowadzony, nie może doprowadzić do wyniku w każdym wypadku słusznego. Różnice jednak, jakie stąd powstać mogą, nie posiadają dużego znaczenia wobec niewielkich kosztów sieci w stosunku do kosztu całej instalacji tramwajowej.

Trwałość słupów *żelaznych* jest bardzo duża i liczyć można w każdym wypadku, że przetrzymają one całą koncesję. Ze względów formalnych, a także z uwagi na możliwy wypadek nieszczęśliwy przyjmujemy trwałość słupa = 100 lat. Autor przyjmuje wartość starego, zużytego słupa = 50% wartości nowego. Jeżeli wartość słupa łącznie z osadzeniem go, przyjmujemy = 100%, a koszt ustawienia słupa—20%, to wartość starego słupa wyniesie $\frac{1}{2}$ ($100\% - 20\%$) = 40% wartości nowego (włączając ustawienie). W powyższym rachunku przyjęto, że słupy żelazne utrzymywane są starannie, t. j. co pewien czas malowane. Koszt malowania autor oznacza na 40 mk. na 1 km. Na 1 km pojedynczego toru liczyć należy około 30 słupów (słupy po bokach ulicy). Koszt

słupów (łącznie z ustawieniem) w stosunku do ogólnego kosztu sieci przyjąć można = 56% dla linii dwutorowych i około 50% dla jednotorowych; w pierwszym wypadku słupy rurowe i ażurowe (tramwaje w miastach wielkich), w drugim zaś — żelazne, ażurowe (kolej zamiejska). Średnio przyjmujemy koszt słupów = 53% w stosunku do ogólnego kosztu sieci.

Trwałość słupów *drewnianych* nasyconych autor ocenia na lat 12, wartość zaś starego, niezdatnego do użytku słupa — na 8% wartości nowego słupa (łącznie z ustawieniem) i po uwzględnieniu kosztów ponownego ustawienia. Koszt słupów drewnianych nasyconych w stosunku do kosztu całego sieci wynosi około 32%. Jeżeli przyjąć, że koszt 1 km sieci na słupach żelaznych wynosi około 10 000 mk., a na słupach drewnianych ok. 7 000 mk., to na podstawie powyższych danych możemy dojść do ważnych, szczególnie dla małych miast, wniosków o celowości zawieszenia sieci na słupach drewnianych (p. tabl. II).

b) Wartość starego drutu roboczego, zależną zresztą od ceny miedzi w danej chwili, przyjąć można = $\frac{1}{2}$ wartości nowego drutu. Trwałość — 20 ÷ 30 lat w miastach mniejszych i na kolejach zamiejskich, i 10 ÷ 20 lat w miastach większych. Wobec tego, że wartość drutu roboczego w miastach większych wynosi około 13% kosztów sieci, nie popełnimy dużego błędu, przyjmując średnio trwałość drutu roboczego na lat 20.

c) Wartość starego materiału izolacyjnego i służącego wogóle do zawieszenia drutu roboczego na słupach można przyjąć $\cong 15\%$ od wartości nowego. Trwałość oznaczyć można na lat 20.

d) Montaż należy ponawiać przy każdorazowej wymianie drutu roboczego, wobec czego koszt montażu pokryć należy zapomocą corocznych odpisywań w ciągu lat 20.

Na podstawie wyżej wskazanych danych dla wartości i trwałości poszczególnych elementów sieci zestawione są tablice: I i II (tabl. II, specjalnie dla porównania kosztów urządzenia i utrzymania sieci zawieszanej na słupach drewnianych, z żelaznymi).

Tabl. I. a) Słupy żelazne, b) Słupy drewniane.

Części składowe urządzenia sieci tramwajowej	W stosunku do wartości nowych urządzeń				Trwałość danego urządzenia lat		Roczne potrącenia na kapitał renowacyjny				W stosunku do całkowitego kosztu sieci			
	wartość zużytych części		należy potrącić na kapitał renowacyjny		a	b	w stosunku do wielkości tegoż kapitału		w stosunku do pełnej wartości urządzeń		koszt danej części instalacji		wysokość rocznych potrąceń w %	
	a	b	a	b			a	b	a	b	a	b	a	b
Słupy	0,4	0,08	0,60	0,92	100	12	0,01	0,083	0,006	0,076	0,53	0,32	0,32	2,42
Drut roboczy	0,5	0,50	0,50	0,50	20	20	0,05	0,05	0,025	0,025	0,13	0,20	0,32	0,50
Zawieszenie sieci	0,15	0,15	0,85	0,85	20	20	0,05	0,05	0,042	0,042	0,25	0,34	1,05	1,40
Montaż sieci	0,00	0,00	1,00	1,00	20	20	0,05	0,05	0,050	0,050	0,09	0,14	0,45	0,70
													2,14%	5,02%

Tabl. II.

Wyszczególnienie	% od wyłożonego na budowę tramwajów kapitału	Potrącenia roczne w % od kosztu budowy sieci	R A Z E M	Koszt urządzenia 1 km sieci	Koszt roczny malowania 1 km słupów 7 el. sieci	Koszt roczny razem w markach
Sieć na słupach żelaznych	5	2,14	7,14	10000 mar.	40 mar	714+40
" " " drewnianych	5	5,02	10,02	7000 mar	—	702

III. Tabor. A) *Wagony motorowe.* Przy określaniu trwałości wagonów liczyć się należy nie tylko z ich faktyczną trwałością, ale i z wymaganiami publiczności oraz wymaganiami nowoczesnej techniki. Uwzględniając to, liczyć można trwałość wagonów motorowych dla miast dużych na lat 18, dla mniejszych zaś—na lat 25. Po upływie tego czasu wartość urządzeń mechanicznych podwozia i pudła ocenić można na 10%, urządzeń zaś elektrycznych — na 30% pierwotnej wartości. Wartość urządzeń elektrycznych nowego wagonu motorowego stanowi około 50% wartości całego wagonu. Wagon motorowy zatem, w chwili, kiedy przestaje być zdającym do użytku, przedstawia wartość $= 0,5 \cdot 0,1 + 0,5 \cdot 0,3 \cong 0,20$ wartości nowego wagonu. A zatem w ciągu 18—25 lat należy zgromadzić na kapitał renowacyjny dla wagonów motorowych $(1,0 - 0,2) = 0,8$ wartości nowych wagonów. Średnio, przebieg roczny wagonu motorowego w większych miastach zagranicznych wynosi około 40 000 km, w mniejszych zaś około 32 000 km, skąd przebieg wagonu przez cały czas jego służby ocenić można na 720 000—800 000, średnio około 750 000 km. Wynika stąd, że na każdy 1 km zrobiony przez wagon motorowy należy odliczyć na kapitał renowacyjny

$$0,8 \cdot \text{koszt nowego wagonu} \cong 0,000001 K_w \text{ (kosztu wagonu),}$$

750 000
rocznie zatem odpisać należy: $0,000001 \cdot 40\ 000 = 0,04 K_w$, czyli 4% wartości wagonu.

B) *Wagony przyczepne.* Trwałość wagonów przyczepnych ocenia autor na 33 lat, gdyż i wymagania publiczności w stosunku do wagonów przyczepnych są mniejsze i postępy techniki w mniejszym stopniu wpływają na starzenie się wagonu przyczepnego, wreszcie i praca tych wagonów jest mniej intensywna. Wartość niezdatnego do użytku wagonu przyczepnego ocenia autor na 10%. Na kapitał renowacyjny odpisać należy (rocznie) $0,9 \cdot 0,03 = 0,027$ wartości nowego wagonu przyczepnego, t. j. 2,7%.

C) *Wagony robocze, plugi elektryczne i t. p.* Wykosć rocznych potrąceń na kapitał renowacyjny oceniać można w myśl tego, co było powiedziane w punktach A i B.

IV. Warsztaty. Potrącenia roczne na kapitał renowacyjny dla maszyn pomocniczych wynoszą zwykle 10%. Miarodajnym tu jest nie tyle zużycie tych maszyn, ile ta okoliczność, że wobec postępów techniki maszyna nowej konstrukcji daje możliwość produkowania taniej niż maszyna stara, a zatem stosowanie tej ostatniej utrudnia albo wprost uniemożliwia konkurencję. W zastosowaniu do tramwajów, powyższe względy nie odgrywają wielkiej roli. Na urządzenia warsztatowe w przedsiębiorstwach tramwajowych wystarcza odpisywanie 5% rocznie od wartości tychże urządzeń. Co się tyczy narzędzi, to według autora koszt ich wymiany pokrywać należy na rachunek eksploatacji.

V. Przewody zasilające i powrotne. Rozróżnić należy dwa sposoby ułożenia tych przewodów: na tych samych słupach, na jakich zawieszona jest sieć i ułożenie pod ziemią w postaci kabli obołowionych i opancerzonych.

W pierwszym wypadku, ponieważ tylko nieszczęśliwy

zbieg okoliczności może być przyczyną uszkodzeń przewodów prowadzonych na słupach, trwałość ich ocenić można na lat 40. Wobec tego, że przewody te nie ulegają zużyciu, jak to ma miejsce z drutem roboczym, wartość starego materiału przyjąć można = 0,6 wartości nowych przewodów.

$$\text{Roczne odpisywania zatem wyniosą } (1,0 - 0,6) \cdot \frac{1}{40} = \frac{1}{100},$$

czyli 1% od wartości przewodów.

W drugim wypadku liczyć się należy z uszkodzeniami, jakie powstają pod wpływem prądów błądzących (elektroliza) z biegiem czasu, jak również z uszkodzeniami natury mechanicznej. Trwałość kabla podziemnego dla tramwajów ocenia autor na lat 40. Wartość starego materiału (tylko miedź i ołów) autor ocenia na 50% wartości kabla (bez kosztów ułożenia). Koszt ułożenia kabla wynosi około 20% wartości kabla (z ułożeniem). Wartość zatem starego materiału będzie: $(100 - 20)\% \cdot 0,5 = 40\%$ kosztu kabla (ułożonego). Na

$$\text{kapitał renowacyjny odliczać należy rocznie } (1 - 0,4) \cdot \frac{1}{40} = \frac{6}{400},$$

co stanowi 1,5% od wartości nowego ułożonego w ziemi kabla.

VI. Budynki. Na gruntowny remont (dach, schody i t. p.) autor proponuje odpisywać rocznie 1% od wartości budynków.

Reasumując wszystko, co było wyżej powiedziane, ułożyć można tabliczkę wielkości potrąceń na kapitał renowacyjny dla poszczególnych urządzeń przedsiębiorstw tramwajowych:

- I. Linia — $R_l = \left(0,015 K + \frac{WK}{7500\ 000}\right) 100\%$.
- II. Sieć (słupy żelazne) 2,14% } = R_s .
- " (słupy drewn.) 5,02% }
- III. Tabor:
- a) wagony motorowe $10^{-6} \cdot \frac{\text{wagony-kilometry}}{\text{rocznie}} \cdot 100\% = R_{w.m}$
- b) " przyczepne 2,7% = $R_{w.p.}$
- IV. Urządzenia warsztatowe 5% = $R_{ur.z.w.}$
- V. Przewody zasilaj. i powrotne (na słupach) 1% } = $R_{p.zas.}$
- " (w ziemi) 1,5% }
- VI. Budynki 1% = R_b .

Dla wykazania różnicy, jaka zachodzi w poszczególnych przedsiębiorstwach tramwajowych w wielkości potrąceń na kapitał renowacyjny istotnie stosowanych, a obliczonych na zasadach ustalonych przez p. Haasa, ten ostatni przytacza tablicę zestawioną dla kilku przedsiębiorstw tramwajowych szwajcarskich (tablica III). W rubrykach „a” wykazana jest stopa procentowa potrąceń na kapitał renowacyjny stosowana przez dane przedsiębiorstwo, w rubrykach „b” podano stopę procentową obliczoną zgodnie z rozumowaniem autora. Widzimy naogół, że stopa procentowa w rubryce „a” jest mniejsza nieco, niż wykazana w rubryce „b”, co autor objaśnia tem, że przedsiębiorstwa tramwajowe w Szwajcaryi są naogół słabe pod względem finansowym.

Tabl. III.

Miejscowość	Długość linii km	Według km rachunkowych	Wielkość rocznych potrąceń w % na:									
			tory		sieć		wagony motorowe		wagony przyczepne		urz. warsztat.	
			a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
Zürich	36,0	7 959 000	3,5 ¹⁾	3,0	1,9	2,1	3,8	4,5	2,7	2,7	2,5	5,0
Zürich—Örlikon—Seebach	9,7	853 000	1,85	2,3	1,15	2,1	2,7	3,3	1,9	2,7	2,5	5,0
Bern	12,9	2 390 000	2,95	2,9	1,75	2,1	3,8	4,3	1,9	2,7	2,5	5,0
Biel	5,0	451 000	2,55	2,4	1,85	2,1	3,15	3,7	1,9	2,7	2,5	5,0
Limmatthal	12,0	280 000	1,45	1,9	2,3	2,1	2,7	2,8	1,9	2,7	2,5	5,0
Altdorf—Flüheli	3,1	61 000	2,35	1,8	3,55	5,0	2,35	2,6	1,9	2,7	2,5	5,0

Jeżeli, opierając się na założeniach d-ra Haasa, obliczyć stopy % potrąceń na kapitał renowacyjny w tramwajach warszawskich, to otrzymamy inne nieco wyniki niż powyżej przytoczone. Wpływają na to inne wartości materiałów zużytych i inne ceny nowych urządzeń, sprowadzanych z zagranicy, a zatem podlegających opłacie cła. Weźmiemy za podstawę rozumowań naszych rok 1912.

Liczba wagono-kilometrów motorowych wynosiła wtedy 11 612 105, przyczepnych zaś 2 712 946, zatem ogółem liczba wagono-kilometrów rachunkowych

$$11\ 612\ 105 + \frac{2\ 712\ 946}{2} \cong 13,10^6 \text{ wag.-kilom.}$$

Długość linii była około 40 km (podwójny tor), czyli 80 km (pojedynczy tor).

Co się tyczy wartości starego materiału, to specjalnie dla materiału zużytego na tory należy oprzeć się na innych

¹⁾ Ulepszone bruki.

danych niż to czyni dr. Haas. Uwzględniając to, jak również ulepszone bruki, wśród których przeważnie ułożone są tory tramwajowe, przyjęć można wartość starego materiału na $\frac{1}{5}$ wartości toru nowoułożonego. W związku z tem równania wystawione przez autora, dla tramwajów warszawskich, przyjmują postać:

$$\frac{1}{5} K = 30 (a + 30\,000 b) = 8 (a + 500\,000 b). \text{ Stąd } a \cong 0,022$$

$$\text{ i } b \cong \frac{K}{6,4 \cdot 10^6}, \text{ skąd } R_t = (0,022 K + \frac{W \cdot K}{6,4 \cdot 10^6}) \cdot 100^6. \text{ Liczba}$$

$$\text{ przejazdów rocznie nad każdym miejscem toru wypadnie}$$

$$\text{ średnio: } \frac{13 \cdot 10^6 \text{ wg. km}}{80 \text{ km}} \cong 165\,000 = W,$$

zatem $R_t \cong 2,2\% + 2,6\% = 4,8\%$ od kapitału renow. linii.

Ze względu na liczne łuki wprowadzamy dla nich (str. 48) $b_2 = \frac{K}{4 \cdot 10^6} + \frac{K}{2 \cdot 10^6}$ i przyjmujemy średnio, $b_2 = 3 \cdot 10^6$ (dla łuków). Ponieważ te ostatnie stanowią około 25% całej linii, otrzymamy $b = \frac{3}{4} b_1 + \frac{1}{4} b_2$ (b_1 — dla linii prostej; b_2 — dla łuków). $Wb_1 = \frac{2,6 K}{100}$; $Wb_2 = \frac{5,5}{100} K$; $Wb = \frac{1}{100} (1,95 + 1,37)$; $K = \frac{3,32}{100} K$; $R_t = (2,2 + 3,4)\% = 5,6\%$ od wartości torów.

Dla obliczenia kapitału renowacyjnego sieci należy w tabelicy I wprowadzić zmiany w rubryce wartości poszczególnych urządzeń sieci w stosunku do kosztu sieci w ogóle. Opierając się, z tem zastrzeżeniem, na danych tabl. I, możemy określić:

Wartość słupów w stosunku do wartości sieci wyniosła około	Wysokość potrąceń rocznych w %
drutu rob.	0,6 . 0,62 = 0,37,2%
mat. do zaw. sieci.	18% . 2,5 . 0,18 = 0,45
montażu	10% . 4,25 . 0,1 = 0,425
	10% . 5,0 . 0,1 = 0,50
	1,75%

$R_s = 1,75\%$ od kosztu urządzenia sieci.

R_{wp} przyjmujemy zgodnie z autorem = 2,7% kosztu wag. przyczepnych.

R_{wrs} (wagony robocze) przyjmujemy = 5% ich kosztu.

$R_{urz. w.}$ przyjmujemy zgodnie z autorem 5% kosztu urządzeń warsztatowych.

$R_{p. zas.}$ przyjmujemy zgodnie z autorem 1,5 kosztu przewodów zasilających i powrotnych.

R_b przyjmujemy zgodnie z autorem 1% kosztu budynków.

Co do taboru zauważyć należy, że średni przebieg wagonu motorowego w tramwajach warszawskich w r. 1912 wynosił około 60 000 km i na zasadzie dotychczasowej praktyki można śmiało podnieść liczbę kilometrów, jakie wa-

gon motorowy może przebiec, aż do chwili kiedy staje się niezdatnym do użytku, z 800 000 do 1 000 000 km.

Na każdy zatem 1 km przejechany przez wagon mot. należy odliczyć na kapitał renowacyjny $\frac{0,8 K}{10^6}$, a więc rocznie — $\frac{6 \cdot 10^6}{1,25 \cdot 10^6} \% = 4,8\%$ wartości wagonu.

$R_{w. m.} = 4,8\%$ kosztu wagonów motorowych (t. zw. I budowa).

Na podstawie tych danych, oraz danych co do kosztów poszczególnych urządzeń tramwajów warszawskich, pierwszej budowy, po uwzględnieniu kosztów kierownictwa robót, ułożona jest tablica IV (bez elektrowni).

Tabl. IV.

Wyszczególnienie	Koszt urządzenia	Potrącenie na kapitał renowacyjny w r. 1912		Potrącenia na kapitał renowacyjny w r. 1915	
		w %	rubli	w %	rubli
Linia (i łączniki)	1 583 400	5,6	89 000	4,0	63 500
Sieć	575 600	1,75	10 000	1,75	10 000
Wagony mot.	1 643 800	4,8	79 000	3,0	50 000
„ przycz.	28 500 ¹⁾	2,7	770	2,7	770
„ robocze	32 500	5,0	1 600	5,0	1 600
Kable	581 500	1,5	8 750	1,5	8 700
Urządzenia warszt. łącz- nie z ośw. i ogrzew.	156 200	5,0	7 800	5,0	7 800
Budynki	426 000	1,0	4 160	1,0	4 160
Razem	5 027 500	4%	201 080	3,0%	146 530

A zatem należałoby odpisywać na kapitał renowacyjny 4% w r. 1912 i 3% w r. 1915 od kapitału budowlanego. Jak wiadomo, w myśl umowy z miastem, obecny zarząd obowiązany jest potrącać na kapitał renowacyjny 4% rocznie od kapitału budowlanego. Widzimy zatem, że stopa procentowa określona była zgodnie z wynikami jakie otrzymaliśmy dla normalnej pracy tramwajów warszawskich (r. 1912), opierając się na danych d-ra Haasa. Przy mniej intensywnym ruchu i mniejszej pracy wagonów, na jakie właściwie liczone przy projektowaniu tramwajów warszawskich, należałoby przyjęć stopę procentową niższą. Widzimy to na przykładzie r. 1915. Liczba wagono-kilometrów rachunkowych zmniejszyła się do 9,10⁶ wg.-km, zmalała zatem liczba przejazdów nad każdym miejscem toru, zmniejszyła się również praca wagonów i to tem bardziej, że liczba wozów motorowych wynosiła w r. 1915—236 zamiast 199 w r. 1912. Stąd też, potrącenia na kapitał renowacyjny torów spadły (tabl. III) z 5,6% na 4%; wagonów motorowych z 4,8% na 3%, całego przedsiębiorstwa wreszcie (bez elektrowni)—na 3% od kapitału budowlanego. *K. Mech.*

¹⁾ Właściwie, przeróbka dawnych wagonów konnych.

DROBNE WIADOMOŚCI.

Koło Elektrotechników. Sprawozdanie z posiedzenia odbytego w d. 31 stycznia r. b., na którym inż. J. Tymowski wygłosił referat na temat:

„Elektryczność w rolnictwie“.

Po wskazaniu przyczyn coraz większego stosowania maszyn w rolnictwie, prelegent rozpatrzył w szeregu tablic, jakiego rodzaju maszyny są używane i w jakim stopniu wpływają na zwiększenie wydajności pracy. Następnie omówił stosowanie napędu elektrycznego do pługów, młocarni i innych maszyn rolniczych, oraz zalety tego napędu: łatwość obsługi i transportu silnika elektrycznego z miejsca na miejsce, gotowość do uruchomienia w każdym czasie, szczególnie ważną i cenną w rolnictwie, gdzie zmiany pogody zmuszają na doraźne zaniechanie jednej, a przystąpienie do innej roboty, tudzież równomierność biegu silnika, pozwalającą osiągnąć lepszą wydajność przy młocce. Wreszcie przeszedł prelegent do najnowszej dziedziny stosowania elektryczności — do przyspieszania wzrostu roślin, t. zw. elektrokultury; wyniki, jak dotąd, są jeszcze dosyć niepewne, naogół jednak dodatnie, co pozwala przypuszczać, że szczególnie w ogrodnictwie może elektrokultura znaleźć zastosowanie. Bogato ilustrowany tablicami i przezroczami odczyt zakończył prelegent rozpatrzeniem warunków, umożliwiających powstawanie i rozwój w kraju naszym elektrowni okręgowych dla potrzeb rolnictwa i przemysłu.

Referat wywołał ożywioną dyskusję, którą zagał przewodniczący kol. Gnoiński, zaznaczając, że, pomimo braku u nas elektrowni okręgowych, elektryczność może znaleźć większe zastosowanie w rolnictwie, jeśli wyższa się siły wodne rozrzucone po kraju. Mniejsze jednak elektrownie uniemożliwiają użycie pługów elektrycznych, wymagających znacznej rezerwy w maszynach stacji elektrycznej, natomiast młocka elektryczna może być z korzyścią stosowana. Co do elektrokultury dotychczasowe badania, zdaniem mówcy, miały zakres raczej laboratoryjny i nie pozwalają jeszcze wyrokować o przyszłości jej zastosowań.

Kol. St. Śliwiński zwraca uwagę, że obróbka mechaniczna nie zmniejsza liczby potrzebnych sił roboczych w rolnictwie, natomiast zwiększa wydajność i pozwala wykonać roboty we właściwym czasie, daje zatem korzyści nie bezpośrednie, lecz pośrednie. Z wybieżki w Poznańskie i zwiedzenia tamtejszych postępowych gospodarstw rolnych mówca odniósł wrażenie, że elektryczność w przyszłości znajdzie duże zastosowanie w rolnictwie.

Kol. Wysocki opisuje urządzenia elektryczne w dwóch majątkach ziemskich i przestrzega przed błędami tam uczynionymi, jak np. zbyt liczne rozprawianie przewodów o wysokim napięciu po polach, dla dokonywania młocki w polu, gdy przy niedużym obszarze majątku zupełnie możliwym jest dowiezienie plonów na podwórze folwarczne, w celu ich wymłócenia.

Kol. Rzewnicki przytacza przykład innych urządzeń elektrycznych, z których jedno szczególnie dało jak najlepsze wyniki, dzięki racjonalnemu rozwiązaniu i zastosowaniu napędu elektrycznego do celów rolniczych i przemysłowych.

Kol. Zucker zwraca uwagę na różnorodność wyników, jakie można osiągać przy stosowaniu tych samych maszyn w różnych warunkach. Gdy w jednym z majątków ziemskich w Poznańskim pług elektryczny, zasilany z własnej małej elektrowni, musiał być zastąpiony przez spalinowy, w innym, przyłączonym do elektrowni okręgowej, pług elektryczny pracował ku największemu zadowoleniu właściciela.

Inż. Suchorzewski przypomina o pracach na polu elektrokultury d-ra Jodko-Narkiewicza, który w majątku swym prowadził przez lat 14 doświadczenia na większych obszarach. Szczególnie dobre wyniki osiągał przy konopiach i chmielu.

Zabierali głos nadto kol. Jaworski, Dembiński i inni.

Wydawca Feliks Kucharzewski. Redaktor odp. Stanisław Manduk.

Druk Rubieszewskiego i Wrotnowskiego, Włodzimierska № 3 (Gmach Stowarzyszenia Techników).

Za pozwoleniem cenzury wojennej.