

TREŚĆ: Przemówienie inauguracyjne J. M. Rektora Politechniki Lwowskiej Dr. Ottona Nadolskiego. — Inż. Dr. K. Wóycicki: Budowa Zakładu wodnego Klingnau na rzece Aarze. (Ciąg dalszy). — Inż. Dr. W. Aulich: Podstawy syntetycznej metody wstępnej kalkulacji. — Inż. Cz. Kanafojski: Przyczynki do laboratoryjnych badań odkształceń i oporów gleby, wywołanych działaniem ostróg ciągowki. — Wiadomości z literatury technicznej. — Bibliografja. — Różne sprawy. — Zebrania i odczyty w Towarzystwie.

Przemówienie inauguracyjne

J. M. Rektora Politechniki Lwowskiej Dr. Ottona Nadolskiego z 9. października 1933 r.

Dostojne Zebranie!

Przystępując do otwarcia nowego roku akademickiego w naszej Uczelni, poczuwam się przede wszystkim do miłego obowiązku gospodarza złożenia serdecznego podziękowania wszystkim Dostojnym Gościom, którzy swoją obecnością uświetnili naszą tradycyjną doroczną uroczystość szkolną.

Witam więc serdecznie Przedstawicieli naszego Rządu, Dostojników Kościoła, Armji, Miasta, Zastępców Państw Zaprzyjaźnionych, pokrewnych Uczelni, Instytucyj i Towarzystw, którzy obecnością swoją raczyli okazać sympatję naszej prastarej polskiej Uczelni politechnicznej.

Szpeciólniej zaś niech mi wolno będzie złożyć gorące podziękowanie J. E. Księdzu Arcybiskupowi Dr. Twardowskiemu za to, że raczył osobiście odprawić dzisiejszą uroczystą Mszę św. na intencję nowego roku szkolnego i naszej Politechniki.

Powtarzająca się corocznie uroczystość inauguracyjna ma w życiu Szkoły akademickiej szczególnie doniosłe znaczenie. Pozwala ona bowiem przedstawić społeczeństwu, reprezentowanemu tu przez najwybitniejszych swych przedstawicieli — wyniki działalności szkoły uzyskane w ciągu ubiegłego roku, przedstawić swe troski i trudności, w których pokonaniu pomoc społeczeństwa może być bardzo skuteczna. Z drugiej zaś strony umożliwia pierwsze zetknięcie się z młodzieżą, która po wypożyczynku wakacyjnym rojnie od kilku dni zapełnia te mury.

Rozpoczynający się dziś nowy rok akademicki jest pierwszym po wprowadzeniu w życie nowej ustawy o szkołach akademickich. Wyrażam pełną nadzieję i przekonanie, że w tych nowych ramach nauka polska rozwijać się będzie nadal na pożytek i chwałę Ojczyźnie; że życie szkolne popłynie spokojnie w granicach należytej rozumianej swobody akademickiej na pożytek studjującej młodzieży; że Politechnika nasza wydawać będzie nadal rzesze młodych inżynierów, zaprawionych i dobrze przygotowanych do pracy zawodowej, którzy jak dotychczas szeroko po całym Państwie roznosząc będą zdobytą tu wiedzę techniczną na pożytek obywateli i Państwa. Ze strony Grona profesorskiego zapewnić mogę, że tym celom poświęcimy nasze siły i starania.

Ciężkie następstwa długotrwałej wojny, które za ciężyły w ostatnich latach nad całą Europą, a nawet nad całym kontynentem ziemskim, nie ominęły niestety i naszego Państwa. Wprawdzie w ostatnich dniach byliśmy świadkami i współautorami wielkiego i świetnego w rezultacie wysiłku całego Narodu w kierunku zabezpieczenia podstaw finansowych naszego Państwa (pożyczka narodowa), niemniej jednak twarda konieczność zmusza do trwałego czuwania nad wydatkami państwowymi. — W rezultacie przyniosły te warunki naszej Uczelni zarządzenie, znoszące Wydział ogólny, otwarty w naszej Politechnice w roku 1921/22, oraz trzy katedry na Wydziale Inżynierji i jednej na Wydziale chemicznym. — Przyznajemy z żalem, że są to zarządzenia dla nas bar-

dzo bolesne, z dwóch powodów. Musimy bowiem pożegnać czterech Kolegów jako profesorów naszej Szkoły. Nie żegnamy ich jednak jako wybitnych pracowników naukowych, wierząc że pracy naukowej poświęcą nadal wszystkie swoje siły. Życzymy im serdecznie, aby jak najrychlej znaleźli nowe warstwy pracy w naszych Uczelniach akademickich. Poza tem zniesienie Wydziału ogólnego, który kształcił nauczycieli przedmiotów matematyczno-fizycznych, oraz rysunków dla szkół średnich ogólnokształcących i zawodowych, stworzyło dla nas troskę o umożliwienie studentom dwóch najwyższych lat zniesionego Wydziału normalnego ukończenia swych zaawansowanych studjów. Mamy nadzieję, że wnioski Senatu akademickiego naszej Politechniki, przedstawione w tym przedmiocie Ministerstwu Oświecenia — znajdą przychylnie uwzględnienie.

Co zaś do zniesionych katedr na innych Wydziałach, to zarówno fizyka i geologja dla przyszłych inżynierów lądowych i wodnych, oraz podstawowe wiadomości z rolnictwa i gleboznawstwa dla przyszłych inżynierów meljoracyjnych, podobnie jak botanika i towaroznawstwo dla przyszłych inżynierów-chemików — są podstawowymi gałęziami wiedzy, bez których studenci tych działów bezwzględnie obejść się nie mogą. Wyrażam przeto pełne przekonanie, że w zrozumieniu tych konieczności przedstawione wnioski Rad wydziałowych i Senatu, zmierzające do utrzymania w dotychczasowych rozmiarach przynajmniej wykładów i ćwiczeń z wymienionych przedmiotów — będą również przychylnie rozpatrzone i w całej rozciągłości zatwierdzone.

Na Oddziale lasowym Wydziału rolniczo-lasowego wstrzymało Ministerstwo przyjmowanie nowych kandydatów na I rok studjów, co nasuwa obawy o los tego Oddziału w przyszłości.

Tymczasem właśnie Lwów, jak żadne inne miasto, jest predystynowany swoim położeniem geograficznym na siedzibę studjum lasowego. Lwów leży bowiem w okolicy naturalnych zasięgów wszystkich drzew, występujących w lasach polskich, a w szczególności odrębnych typów lasów bukowo-dębowo-sosnowych opola, podolskich lasów liściastych, nizinnych lasów w widłach Wisły i Sannu, wołyńskich lasów sosnowo-dębowych, a wreszcie największych kompleksów lasów karpaccich, jedynych lasów wysokogórskich w Polsce. Gdy uwzględnimy Wołyń i południową część Lubelskiego, ciągnące do Lwowa, to okaże się, że Lwów jest centrem dla około 3 milionów hektarów zwartych lasów, czyli około 30% wszystkich lasów całej Polski. W tym też obszarze zgromadzone są najwybitniejsze urzędzenia i zakłady gospodarki leśnej i przemysłu drzewnego, co stanowi bardzo poważny atut w kształceniu adeptów leśnictwa na praktycznych przykładach, osiągalnych nawet w jednodniowych wycieczkach szkolnych. Tak korzystnych warunków nie posiada żadna inna siedziba szkół akademickich.

Wszystkie te momenty były od dawna przyczyną licznych starań kraju o utworzenie we Lwowie akademickiego studjum lasowego. Już dekret z roku 1844, na mocy którego utworzono we Lwowie Akademię techniczną, zapowiadał utworzenie wydziału gospodarstwa

wiejskiego, obejmującego rolnictwo i leśnictwo. W skutek licznych rezolucyj sejmu galicyjskiego, istniał w Szkole Politechnicznej we Lwowie już od roku 1872/3 skrócony kurs leśnictwa, który za czasów zaborecznych nie doszedł jednak do pełnego wydziału. Wobec trudności w utworzeniu takiego wydziału, za staraniem galic. Towarzystwa leśnego, utworzył Wydział Krajowy w r. 1874 we Lwowie średnią Szkołę lasową, utrzymywaną przez cały czas jej istnienia na poziomie znacznie wyższym od średniego. Stało się to dlatego, że do stworzenia akademickiej Szkoły lasowej nie posiadał Wydział Krajowy statutowych upoważnień. Po myśli rozporządzenia Rady Ministrów z 8-go listopada 1919 utworzono w łonie Politechniki Lwowskiej z tej właśnie krajowej Szkoły lasowej i z Krajowej Akademii rolnej w Dublinach — osobny Wydział rolniczo-lasowy.

Przytoczone tu daty wskazują, że południowe ziemie Polski od dawna rozumiały konieczność posiadania akademickiego studjum lasowego, które tu we Lwowie ma za sobą 60-letnią tradycję istnienia i rozwoju i że w tym okresie wydały długi szereg wybitnych pracowników na niwie leśnictwa polskiego. I dziś najwybitniejsi nasi leśnicy tak w służbie państwowej, jak i w prywatnej, są wychowankami Lwowskich studjów lasowych

Jeżeliby zalem miało być dziś może niesłusznie uznane, że ilość istniejących teraz w Polsce Wydziałów lasowych (3) jest za wielka, to i w tym wypadku tak geograficzne położenie Lwowa, jak i jego tradycja i zasługi na polu wykształcenia pokoleń pracowników lasowych, przemawiają wymownie za utrzymaniem właśnie we Lwowie Wydziału rolniczo-lasowego.

Niech mi będzie wolno wyrazić nadzieję, że ten dominujący postulat ziem południowych Polski znajdzie również przychylną decyzję w najwyższych naszych Władzach.

To byłyby problemy naszej Uczelni, powstałe w ostatnim miesiącu. Inne nasze potrzeby, które poruszane były już dawniej i sprawozdanie z działalności Szkoły w roku ubiegłym — przedstawi osobno ustępujący Pan Rektor Prof. Zipser.

Z kolei zwracam się do naszej Młodzieży, a zwłaszcza do Was, którzy po raz pierwszy wstąpiliście w nasze mury.

Uważam za swój obowiązek zwrócić Wam uwagę już teraz u wstępu, że studja politechniczne, któreście wybrali, należą do najtrudniejszych i że poza specjalnymi kwalifikacjami i zdolnościami osobistymi, wymagają

złudnej, wytrwałej, a ściślej i długiej pracy. Aby uniknąć w przyszłości przykrych i bolesnych nieporozumień i ciężkich nieraz z waszej strony zawodów, muszę Was jak najpoważniej przestrzec i wezwać, aby każdy sumiennie zbadał swoje siły i ocenił czy starczy mu postanowienia i koniecznej wytrwałości w tej pracy. Kto takiego prawdziwie męskiego postanowienia i bezwzględnej wytrwałości nie czuje, niech raczej wcześniej się usunie i zrobi miejsce innym, gdyż nad takim ciężary zawsze groza losu dożywoźnego malkontenta i wykołajenia życiowego. W obecnym zaś okresie kryzysu światowego, praca młodego pokolenia musi być jeszcze bardziej sumienna i wytrwała, gdyż w światowej konkurencji dzisiejszej tylko prawdziwie wielkim wysiłkiem myśli i nauki można się będzie utrzymać na powierzchni życia gospodarczego, a za niem i politycznego.

Okres, który spędzicie w tej Szkole będzie niewątpliwie najważniejszym okresem w waszym życiu. Macie bowiem w tym okresie zdobyć nie tylko naukę i wiedzę techniczną oraz patent inżynierski, który ma Wam zapewnić przyszłość i stanowisko w społeczeństwie; ale równocześnie na ten okres życia waszego przypada kryształizacja waszych charakterów, wasze wyrobienie obywatelskie, potrzebne niezbędnie do objęcia w naturalnej kolei rzeczy w niedalekiej przyszłości w wasze ręce steru spraw społecznych i państwowych. Pamiętajcie przeto zawsze, że za należyte wyzyskanie tego właśnie okresu waszego życia pobytu w Szkole akademickiej będziecie kiedyś odpowiedzialni przed następnymi pokoleniami za losy całego Narodu.

Pamiętajcie młodzi Przyjaciele, że jeżeli w tych murach potraficie w sobie wzbudzić silne postanowienie wytrwania i pokonania ogromu trudności i pracy, koniecznej do uzyskania patentu, a równocześnie pamiętać będziecie zawsze o najważniejszym obowiązku każdego patrioty i obywatela Państwa o przestrzeganiu jego praw, to spełnicie dobrze zadania i obowiązki wobec Ojczyzny, Państwa i społeczeństwa, które na Was ciąży. Dla siebie zaś zdobędziecie w tej prastarej polskiej Uczelni politechnicznej prawdziwą naukę i wiedzę techniczną, która zapewni Wam los i stanowisko w społeczeństwie.

Na początku nowego roku szkolnego, życzę Wam wszystkim tego z całego serca.

Ogłaszam nowy rok akademicki 1933/34 za otwarty. Zapraszam Pana Rektora Zipsera do przedstawienia sprawozdania za roku ubiegły, a następnie Pana Prof. Łukasiewicza do wygłoszenia wykładu inauguracyjnego.

Inż. Dr. Kazimierz Wóycicki.

Budowa Zakładu wodnego Klingnau na rzece Aarze.

(Ciąg dalszy).

W drugim okresie budowy jazu, ze względu na pewne spiętrzenie, wywołane wybudowaniem już obiektami, oraz przechodzenie głównego prądu wody pod lewym brzegiem, wykonanie zamknięcia rzeki, na przestrzeni od środkowego filara do lewego brzegu, było znacznie trudniejsze. Obawiano się by, wskutek stopniowego zważania szerokości głównego nurtu, nie nastąpiło zbyt gwałtowne i duże wymycie żwirowego dna. Aby rozstrzygnąć sprawę sposobu budowy zamknięcia i w tym wypadku ucieczono się do badań modelowych w laboratorium.

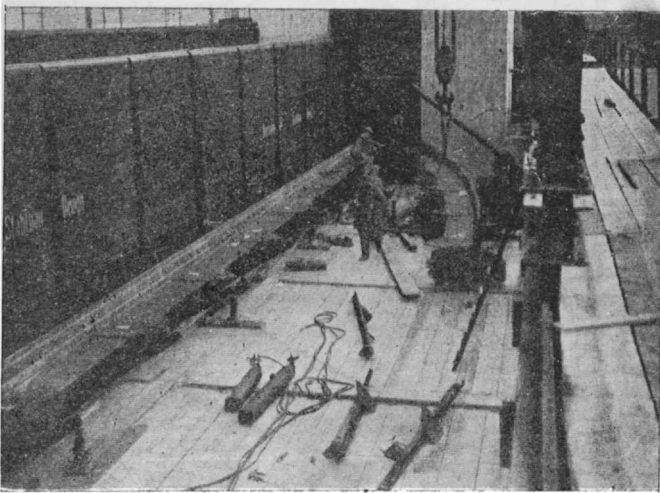
Grodzę rozpocząć miano od filara środkowego w stronę brzegu. Wypróbowano więc na modelu, jak dużą przestrzeń rzeki można zamknąć bez obawy silniejszego wymycia podłoża. Stosownie do wyników badań, wybudowano część grodzy, resztę przestrzeni zamknęto tamą, przez narzucenie z pontonu bloków betonowych 0,8, 0,8, 1,0 m. Uсыpano ją w miejscu przyszłego wykopu. Zam-

knął w ten sposób tę część rzeki i zmniejszwszy napór wody, zabito ściankę grodzy od dolnej wody, przy czem końcowej partji między czołami ścianki, prowadzonej z obu stron, od brzegu i filaru, nie udawało się, ze względu na bardzo rwącą wodę, zabici. Zrobiono więc taflę z bali, nieco szerszą od pozostałego otworu, opuszczono ją w wodę i doprowadzono do otworu. Napór wody docisnął taflę do ścian. Zamknąłszy całkowicie, na tej przestrzeni rzeki, przepływ, zabito od strony górnej wody ściankę szczelną do końca. Po wykonaniu grodzy i spompowaniu, z przestrzeni przez nią objętej, wody, bloki betonowe usunięto.

W miarę wykańczania filarów rozpoczęto montaż rusztowań roboczych dla budowy obu mostów na jazie i montażu zasuw. Do podnoszenia części montowanych służą dwa dźwigi mechaniczne (20-tonowe) i jeden ręczny (20 ton).

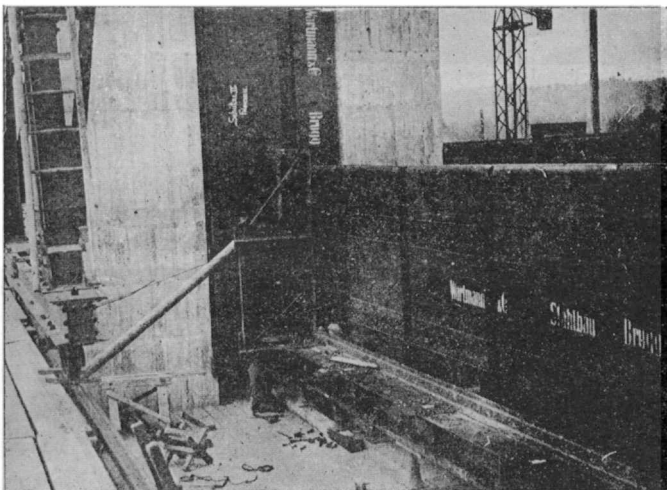
Na filarach umieszczone są dwa mosty żelazne. Dol-

ny w poziomie 320,0, z jazdą dołem, wykonaną w formie płyty żelbetowej, przykrytej 5 cm warstwą asfaltu. Na jego dźwigarach zamocowano szyny, po których jeździ wzdłuż całego jazu, dźwig (30 ton nośności), służący do opuszczania i wyciągania ścianek, zakładanych we wnękę od strony wody. Górny, na wierzchu filarów, jest mostem służbowym i na nim mieszczą się mechanizmy wyciągowe dla zasów. Podobnie na szynach umieszczony jest kran portalowy, o udźwigu 55 ton, dla opuszczania ścianek zakładanych we wnękę od górnej wody, oraz montażu i demontażu urządzeń wyciągowych zasów.



Ryc. 14 a).
Budowa zasów

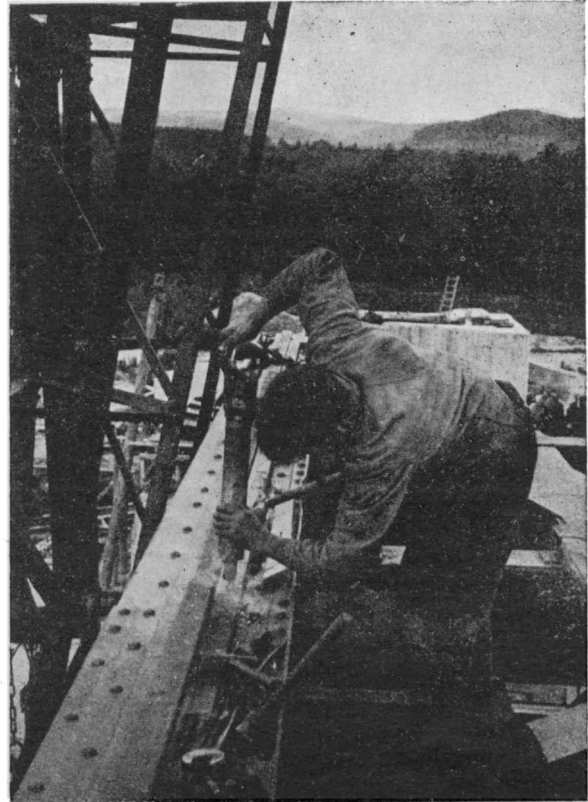
Budowa zasów (ryc. 14 a i b) odbywa się w ten sposób, że z fabryki przychodzą poszczególne części już znitowane, na miejscu przy pomocy śrub z mocuje się wszystko w całość, następnie stopniowo wymienia się śruby nitami. Nitowanie odbywa się przy pomocy młotów pneumatycznych (ryc. 15), grzanie zaś nitów maszyną elektryczną (ryc. 16). Dla uruchomienia młotów służy mały przewoźny kompresor, poruszany motorem spalinowym, dostarczający około 2 m³/minutę.



Ryc. 14 b).
Budowa zasów.

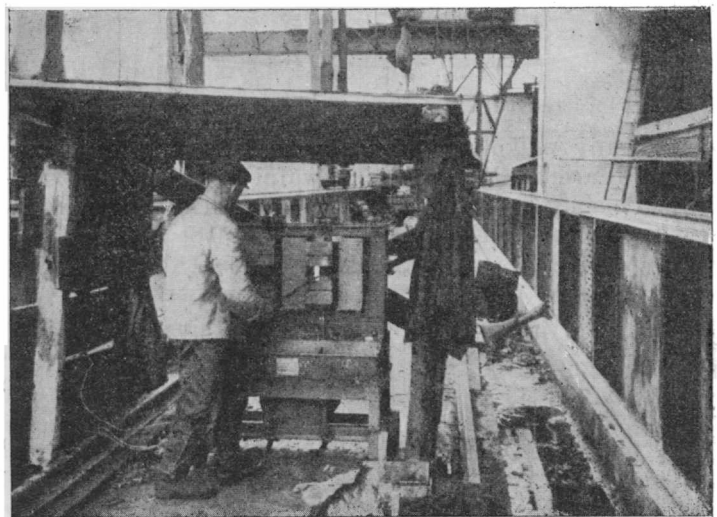
Zasuwa dolna ma swą konstrukcję nośną od strony górnej wody, górna w stronę przeciwną (rys. 17, 17 a). Usztywnień poprzecznych, prócz pasów dźwigara, zasowy nie posiadają. W rzucie mają kształt paraboliczny. Przy montażu, ze względu na ugięcie zasów pod wpływem ciśnienia wody, nadaje się w profilu poziomym małe odgięcie w kierunku górnej wody. Górna zasowa, dla ułatwienia przepływu ponad nią, pokryta jest z wierzchu

blachą. Na końcach zasów umieszczono konstrukcję żelazną, w postaci skrzynki, do niej przymocowane są z każdej strony po 4-y kółka. W górnej zasowie są one umieszczone wprost w skrzynce, w dolnej na wózku połączonym z zasuwą przegubowo. Wszystkie mają łożyska kulowe. Skrzynki, wyprowadzone na wysokość 3,50 do 3,75 m od szczytu zasów, posiadają u góry solidne ucho do utwierdzenia krążka z zębami dla łańcucha Gall'a.



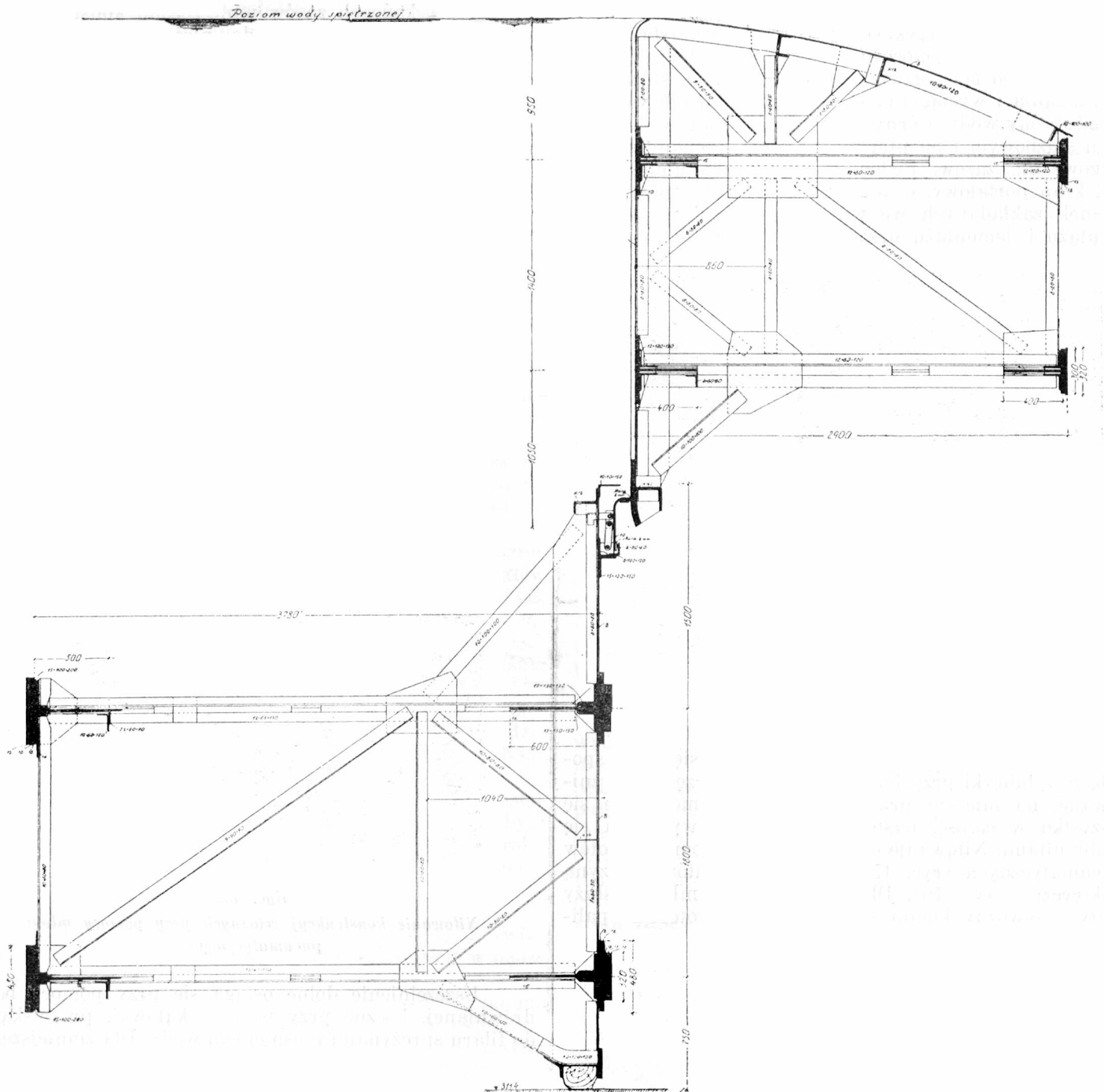
Ryc. 15.
Nitowanie konstrukcji żelaznych przy pomocy młota pneumatycznego.

Uszczelnienie dolne osiąga się przy pomocy belki drewnianej, boczne przy pomocy kątowniki, przyciskanej do filaru sprężynami i ciśnieniem wody. Dla zmniejszenia



Ryc. 16.
Elektryczne grzanie nitów.

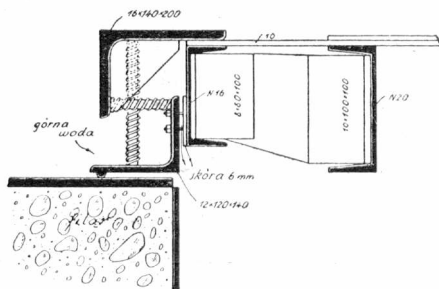
tarcia kątownik nie opiera się, o blachę zabetonowaną w filarze, całym ramieniem, lecz ma na jego końcu przy-



Rys. 17.

Przekrój poprzeczny w osi zasów

szwajcowany półkolisty pręt, stwarzający szczelność zasuw z filarem. Pomiedzy zasuwami uszczelnienie zrobiono z blachy ze skóra, dociskana parciem wody. Konstrukcję uszczelnień wyjaśnia rys. 17 i 18.



Rys. 18.

Uszczelnienie boczne zasuw dolnej.



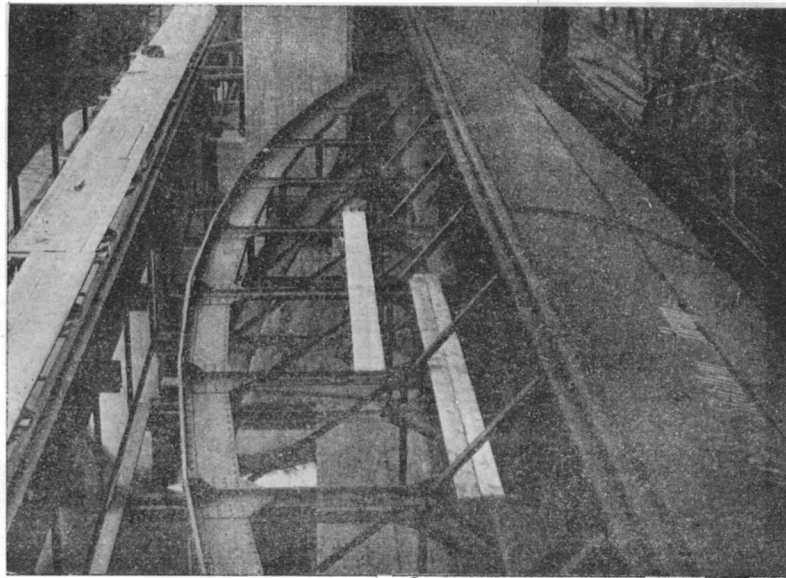
Ryc. 19.

Obcinanie ścianek Larsen'a płomieniem.

Dźwigary mostu górnego i dolnego, skrócone na długość jednego przęsła, przeciąga się, przy pomocy liny

z windą, na kółkach, zamocowanych odpowiednio na filarach i ustawionych pomiędzy przesłami na koźle drewnianym.

Żelazne ścianki Larsen'a, stanowiące części konstrukcyjne, po definitywnym zabiciu, obcina się do odpowiedniego poziomu płomieniem autogenu (ryc. 19). — Z dwóch butli żelaznych dochodzi z dużym ciśnieniem acetylen i tlen, wentyl przy wylocie z butli redukuje ciśnienie na 1,5 i 5 atm., przewody łączą się dalej w miedzianej rurze, posiadającej przy końcu otwór oraz kurki do regulacji płomienia). Przecięcie bala żelaznego następuje b. szybko. W przeciągu 10 godzin przecina jeden robotnik średnio 40 par bali t. j. 32 *mb* profilu Nr. III, maksymalnie 60 par bali t. j. 48 *mb* profilu Nr. III, przy użyciu na 10 *mb* ścianki 6 *m*³ materiału palnego (1 butla tlenu + 1/4 butli acetyleny). Podobnie obcina się również ścianki żelazne pod wodą, tylko wówczas jeszcze, dla ochrony płomienia przed zgaśnięciem, otacza się go płaszczem tlenu. Obcinać musi oczywiście nurek. Wydajność zależy bardzo znacznie od przezroczystości wody, w nieprzezroczystej wodzie średnio liczyć można 2 *mb* w ciągu 10 godzin, w przezroczystej 9—10 *mb*. Na budowie osiągnięto normę 3,5 *mb*/10 godz.



Ryc. 17 a).
Zasowy.

Po ukończeniu budowy ścianki grodzy zostają usunięte. Do wyciągania, zabitych głęboko w żwir bali, używa się kafaru pływającego ze specjalnym młotem Demag-Union (rys. 20), bijącym w stronę odwrotną. Kolba bije nie z góry na dół, lecz z dołu w górę. Bal chwyta się uchem przymocowanym do młota, który zawieszony jest na linie z krążkiem i uruchamiany parą, lub sprężonym powietrzem. Lina musi być silnie naciągnięta, gdyż inaczej uderzenia nie przenoszą się na bal. Z tego też względu lepiej używać młota z rusztowania na pontonie, po naciągnięciu liny wypór statku powoduje stałe jej napięcie, zluźnienie zaraz się zauważa i podciąga (rys. 21). Do pracy ze względu na zwiększone ciągnięcia użyto kafaru podstemplowanego. Młot D. U. waży 1000 *kg*, działa parą przy ciśnieniu 7—8 atm, lub sprężonym powietrzem 5—6 atm. Dla uruchomienia scieżnionem powietrzem trzeba mieć kompresor o wydajności 4,5 *m*³/minutę przy 5-ciu atm, lub 5,5 *m*³/min przy 6-ciu atm. ciśnienia. Stosowano również na budowie młot do zabijania, przekraczając go spodem do góry i dając odpowiednie umocowanie.

Część ścianki grodzy od dolnej wody wyciągnięta została kafarem, ustawionym na moście tymczasowym.

Usuwanie ścianki od strony górnej wody połączone było początkowo z trudnościami, wywołanymi gwałtownym wtargnięciem wody i zerwaniem części ścianki.

Grupa robocza składała się średnio przy kafarze: na rusztowaniu (moście tymczasowym) z 7—8 ludzi

majster,
maszynista,
szwejser,
4—5 robotników,

na pontonie 9-ciu ludzi:

majster,
2 maszynistów,
szwejser,
5 robotników.

Zużywano na wyciąganie ścianki grodzy:

pierwszego okresu budowy:

z rusztowania, bez odtransportowania wyciągniętych bali na miejsce złożenia na tonnę 7,1 godz. robot.

<i>mb</i> ścianki	9,5	"	"
sztukę . .	3,8	"	"

jedna zmiana 11-to godzinna wyciągała 20,7 szt.

drugiego okresu budowy:

z rusztowania, bez odtransportowania wyciągniętych bali na *mb* ścianki 9,1 godz. robotnika

sztukę . .	3,65	"	"
------------	------	---	---

jedna zmiana 11-to godzinna wyciągała 21,7 szt.

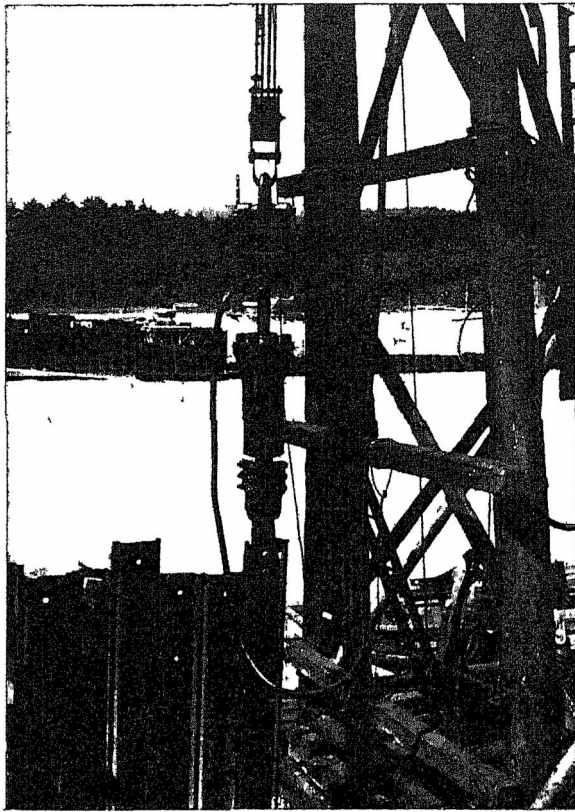
z pontonu, z odtransportowaniem po 20 bali na ład

na <i>mb</i> ścianki	19,8	godz. robotnika
sztukę . .	8,0	" "

jedna zmiana wyciągała 12 szt. bali.

W prawym przyczółku wykonano przepławkę dla ryb (rys. 22). Z lewej zaś strony jazu przewidziane jest miejsce na szluzę komorową. Na razie buduje się pochyły wyciąg dla łodzi. Składa się on z pochylni 1:10 szerokości 4,5 *m*, na niej umieszczono na płycie betonowej, 0,3 *m* grubości, szyny, po których będą przewożone łodzie na wózkach. Dolna część pochylni wykonana jest pomiędzy dwoma szeregami ścianek Larsen'a, na fundamencie z bloków betonowych (użyto tu bloki służące dawniej do zbudowania tamy, zamykającej przepływ w drugim okresie budowy). W obu końcach wyciągu urządzona jest mała przystań, utworzona ze ścianek Larsen'a.

Kanał ulgi dla wielkiej wody zamknięty będzie tamą z bloków betonu, narzuconą z rusztowania. Po zamknięciu przepływu nastąpi złączenie lewobrzeżnego wału ochronnego z przyczółkiem jazu. Na przestrzeni od przyczółka do kanału, przez kanał, nie projektuje się żadnej ścianki szczelnej.



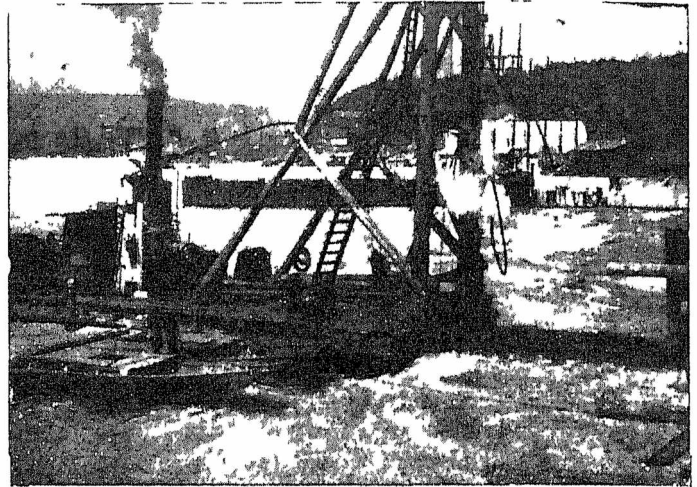
Ryc. 20

Młot (Demag-Union) do wyciągania pali Larsen'a.

Równocześnie z budową jazu przystąpiono do robót przy budynku maszyn.

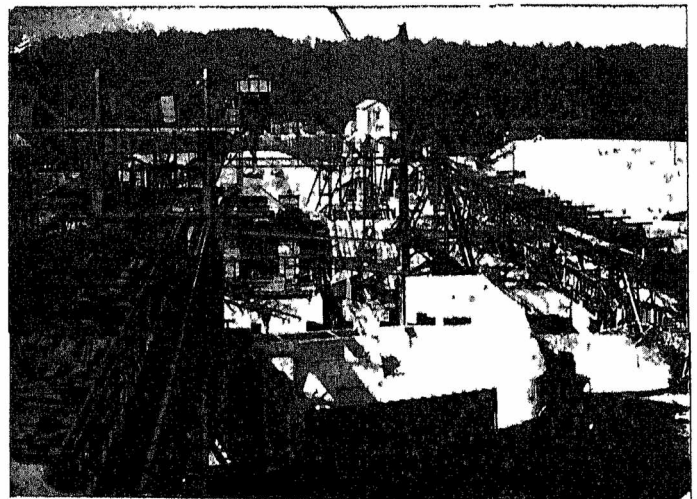
W centrali (rys. 23), o wymiarach szer. 18 m, dług. 90 m, wys. 20 m, zaprojektowano umieszczenie 3-ch jednostek. (Turbiny Kaplana o średnicy wirnika 7,0 m, ilości obrotów 75 na minutę). Dla montażu maszyn budynek zaopatrzone będzie w dwa dźwigi, każdy o nośności 100 ton.

budowie ścianki poprzeczne miały być obcięte i stanowić konstrukcję fundamentu. Wykop fundamentowy ograniczony został z trzech stron podwójnym szeregiem ścianek, od strony lądu pojedynczym. Całkowita waga konstrukcji żelaznej grodzy wynosi 2000 ton.



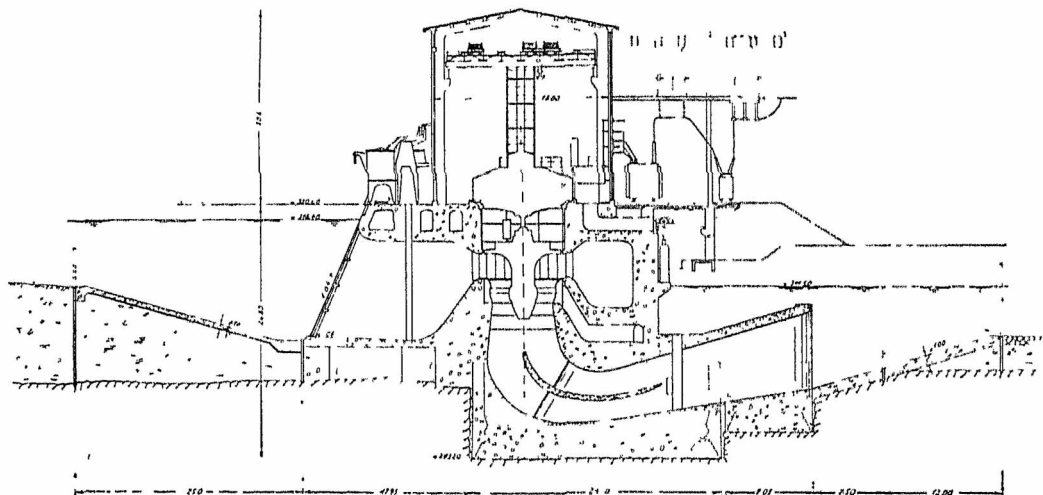
Ryc. 21.

Wyciąganie ścianki grodzy.



Ryc. 22

Widok na prawobrzeżny przyczółek z młotem do przeplawki dla ryb. (W głębi widać wykop fundamentowy budynku maszyn).



Rys. 23.

Przekrój poprzeczny przez budynek turbin zakładu wodnego Klingnau.

Budowę rozpoczęto przez zabicie grodzy ze ścianek Larsen'a Nr. III i IV długości ≈ 16 m. Po skończonej

Zakład staje w miejscu dawnego koryta, skała zapada tu głębiej i jakoś jej jest dużo gorsza, niż na po-

całego kesonu chodnik rewizyjny. Ściankę stężającą, dzielącą przestrzeń między płaszczami na połowy, wycina się i pod ochroną płaszcza wykonuje się cały przewód ssący na sucho.

Ze względu na specjalne warunki pracy kesonu, w wykopie, z którego spompowuje się wodę, około 8 m poniżej niskiego stanu wody w rzece, a około 13 m poniżej wysokiego stanu, w obawie zalania wykupu przez wielką wodę, a z nim i komory roboczej, szluzu dla załogi założone są bardzo wysoko, ponad poziom w. wody i wielkość ich tak obliczona, by mogła się w nich zmieścić cała załoga, pracująca na dole w liczbie 50 osób. Szluzu materiałowe, w liczbie 6, umieszczone są znacznie niżej (rys. 24).

Budowa wykonywana jest przedwzrostkiem przez zmontowanie ostrza 12 cm szer., (rys. 25, 26), uzbrojenia żelaznego ścian bocznych i środkowej stężającej. Robi się to jednocześnie z oszalowywaniem. Ściany zewnętrzne płaszcza mają grubość 1,20 m, środkowa stężająca 1,40 m, wysokość komory roboczej 2,10 m. Dozowanie betonu wy-

nosi: w ostrzu 400 kg cementu na m^3 , w płaszczu i płycie nad komorą 300 kg/m^3 , przyczem używa się specjalnie drobniej mielonego cementu („granit“, „diament“), dzięki czemu beton osiąga szybciej przepisaną wytrzymałość.

Po ułożeniu zbrojenia i oszalowaniu następuje stopniowe betonowanie ścian. Wykonany keson, bez przykrywającej komorę płyty, spoczywa na kozłach (rys. 27) drewnianych, a ostrze oparte jest na podkładach, umieszczonych w odstępach 0,5 m (co drugi podkład kozioł). Podkłady wydobywa się stopniowo z pod ostrza, początkowo co czwarty i ostrze podbetonowuje. Po usunięciu wszystkich podkładów i kozłów, keson spoczywa całym ostrzem na podbetonowaniu. W pierwszej fazie zapuszcza się keson z tem podbetonowaniem. Przykrycie komory roboczej płytą żelbetową 1,40 m grubości wykonuje się po wyciągnięciu wszystkich kozłów. Budowa trwa około dwóch miesięcy (rys. 28).

(Dok. nast.).

Inż. Dr. Witold Aułich.

Podstawy syntetycznej metody wstępnej kalkulacji.

W miarę jak w fabryce maszyn postępuje praca nad wykonaniem zamówionej maszyny, biuro kalkulacyjne otrzymuje regularnie sprawozdania z warsztatu, zawiadamiające o wydatkowaniu materiałów i robocizny na odnośne zamówienie. Sumując te wydatki bezpośrednio i uwzględniając odpowiednie stawki t. zw. kosztów wspólnych fabryki, biuro to jest w możności oznaczenia kosztu własnego wykonania maszyny. Ta czynność nazwana kalkulacją końcową opiera się na sumowaniu wydatków rzeczywiście ponoszonych przez fabrykę, i — jeżeli sposób przydzielania kosztów wspólnych jest umiejętnie dostosowany do danych miejscowych warunków — daje dobre podstawy do zorientowania się, czy zamówienia przynoszą zyski, czy straty.

Obok kalkulacji końcowej, której celem jest kontrola zyskowności produkcji oraz wyznaczanie dat statystycznych, istnieje również t. zw. kalkulacja wstępna, której celem jest przybliżone określenie przewidywanego kosztu wykonania maszyn, których nie tylko dotąd nie budowano, ale często jeszcze nawet szczegółowo nie skonstruowano. Kalkulacja wstępna ma dawać podstawę do wygotowania ofert.

Z dwóch dotychczas znanych metod kalkulacji wstępnej więcej używana jest ta, która polega na mnożeniu obliczonego ciężaru maszyny przez koszt jednostki wagi, którego wysokość, zależną od rodzaju i wielkości maszyny, określa się na podstawie przeszłych doświadczeń firmy; druga, polegająca na składaniu kosztu wykonania maszyny z prostych, łatwych do pieniężnego ocenienia kosztów elementarnych, jako bardziej zrudna mniej jest w użyciu. Ponieważ podstawą tych metod kalkulacji wstępnej jest szczegółowa analiza już to kształtów, już to procesu wykonania maszyny, nazwiemy je przeto metodami analitycznymi kalkulacji wstępnej. Warunkiem ich stosowalności jest istnienie co najmniej dobrych szkiców konstrukcyjnych maszyny. Jeśli firma ma dać wiążącą ofertę na maszynę dotychczas niebudowaną, w czasie krótkim, nie wystarczającym na wykonanie choćby jako-tako dokładnych szkiców konstrukcyjnych, biuro kalkulacyjne jest bezsilne, a ofertę trzeba opierać na niepewnych domysłach.

Istnieje jednak możność stworzenia metody kalkulacji wstępnej, która mogła służyć w wielu wypadkach, w których wymienione metody analityczne zawiodą, mianowicie o ile chodzi o określenie kosztu maszyny jeszcze nie skonstruowanej, ale fizycznie podobnej do maszyn od niej większych lub mniejszych, których koszt

wykonania jest znany. Możliwość takiej metody rozważałem w sposób ogólny w moich dawniejszych pracach, do których pragnę skierować (czytelnika, chcącego głębiej wniknąć w poniższe rozważania¹⁾). Tu, celem nawiązania do wymienionych prac, podam treściwie dotychczas osiągnięte rezultaty.

W pracy p. t. „O zależności kształtu maszyny od jej wielkości“ wyjaśnione zostały przyczyny, dla których podobne fizycznie maszyny różnej wielkości nie mogą być utworami doskonale podobnymi geometrycznie. Badanie tego zjawiska wykazało: 1) że powodem jego jest dążenie konstruktorów do osiągnięcia możliwie największej oszczędności; 2) że materiał zawarty w maszynie składa się z dwóch części, jednej koniecznej, nieusuwalnej, którą nazwano czynną, oraz drugiej, biernej, dla działania i wytrzymałości maszyny obojętnej; w końcu 3) że biorąc za pierwowzór typu maszynę skonstruowaną doskonale oszczędnie, możemy, budując maszyny od niej mniejsze, osiągnąć korzyść przez obfitsze szafowanie materiałem biernym, dające oszczędności na wytworzeniu powierzchni; na odwrót, maszyny większe od niej wypadną taniej, jeśli będziemy się starali oszczędzać na materiale biernym, mimo, iż pociąga to za sobą pewne zwiększenie powierzchni.

W poszukiwaniu ilościowego ujęcia tej zależności między kształtem maszyny i jej wielkością udało się, przez wprowadzenie do rozważań t. zw. współczynników kształtowności, oraz przy założeniu, że koszt materiału biernego w jednostce nominalnej objętości maszyny, jako funkcja wymiaru nominalnego W , wyraża się równaniem²⁾:

$$p = m \cdot e^{-\mu W} \quad \dots \quad (6)$$

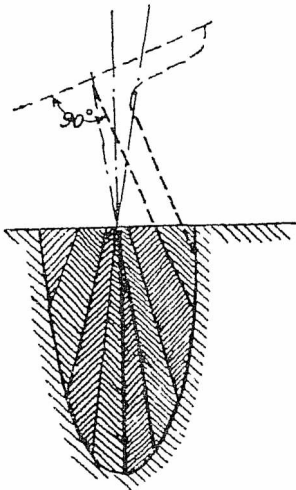
dojść do wzoru:

$$k = c + \frac{b}{W} + \frac{m}{\mu W} (1 - e^{-\mu W}), \quad \dots \quad (8)$$

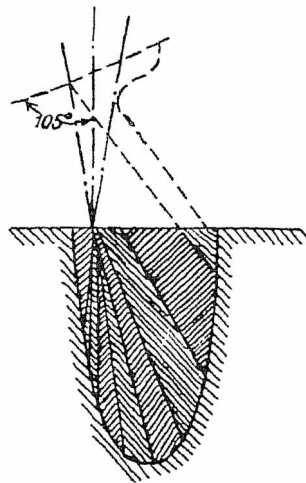
w którym k oznacza koszt jednostki nominalnej objętości maszyny ($k = \frac{K}{W^3}$), stała c przedstawia wartość kalkula-

¹⁾ Ob. „Syntetyczne metody kalkulacji wstępnej w budowie maszyn i ich zależność od czynników konstrukcyjnych“, *Przegląd Techniczny* 1920, oraz „O zależności kształtu maszyny od jej wielkości“, *Czasopismo Techniczne* 1932.

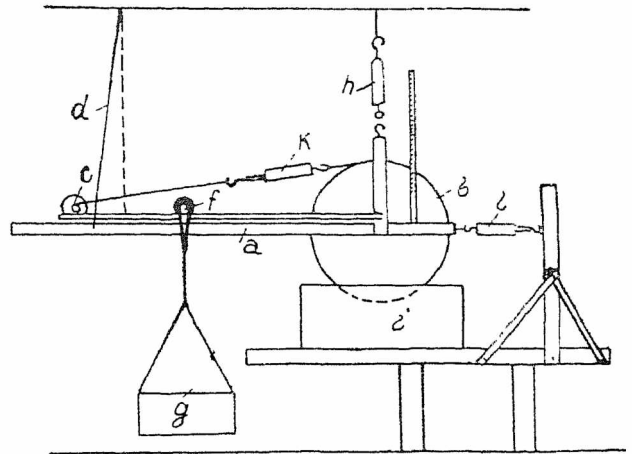
²⁾ Ze względu na ścisłą łączność niniejszego artykułu z wymienioną powyżej pracą p. t. „O zależności kształtu maszyny od jej wielkości“, zachowano tu bieżącą numerację równań.



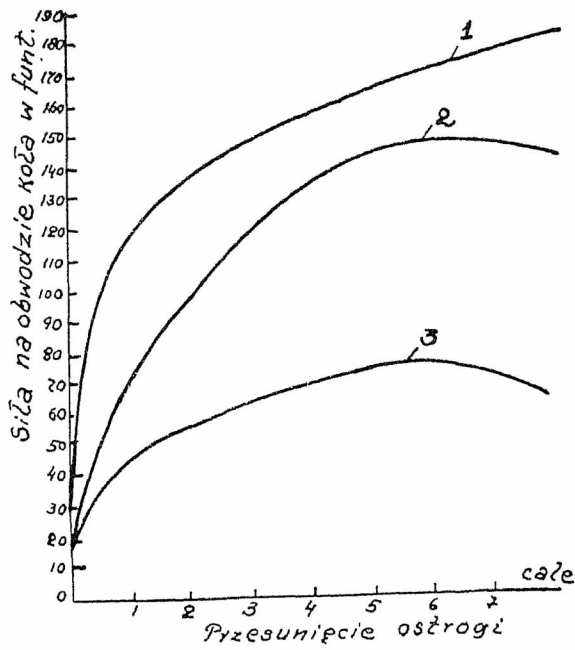
Rys. 1



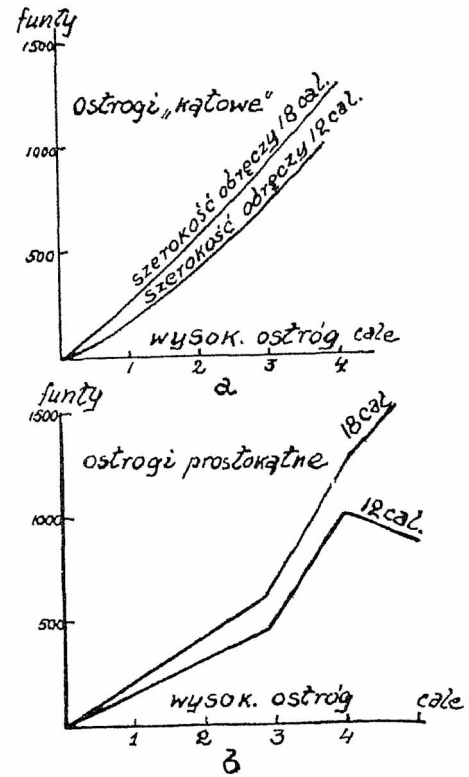
Rys. 2



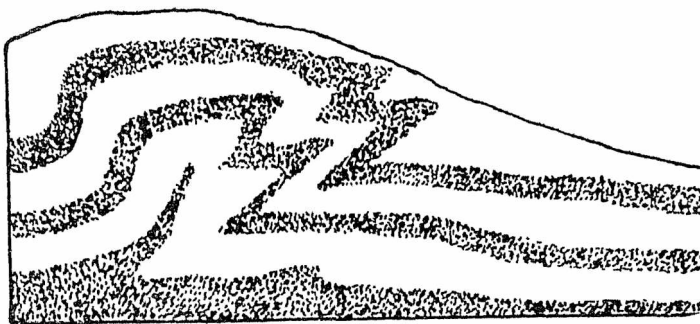
Rys. 3



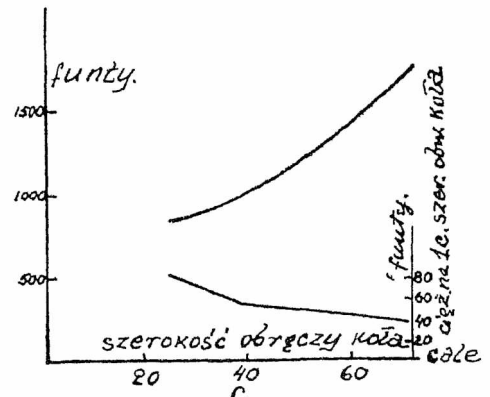
Rys. 4

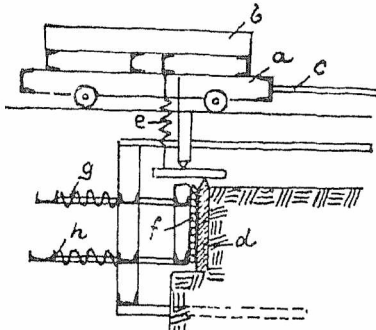


Rys. 5

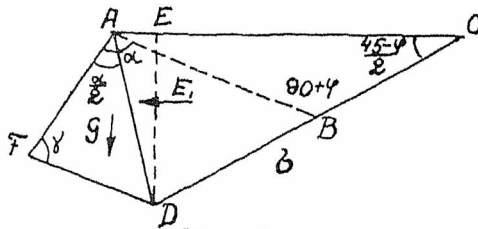
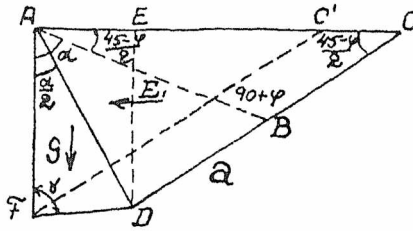


Rys. 6

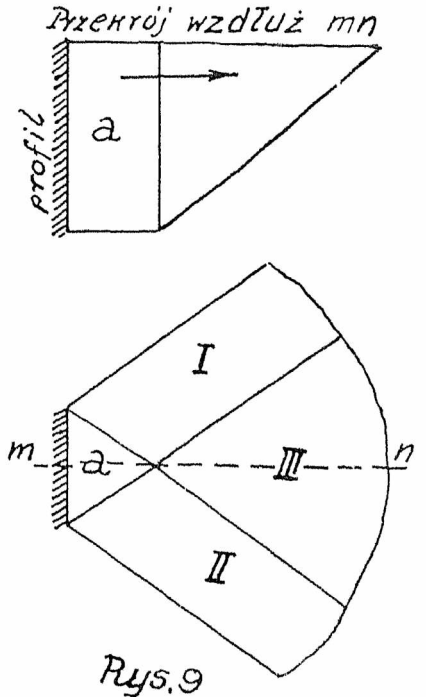




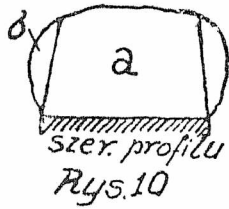
Rys. 7.



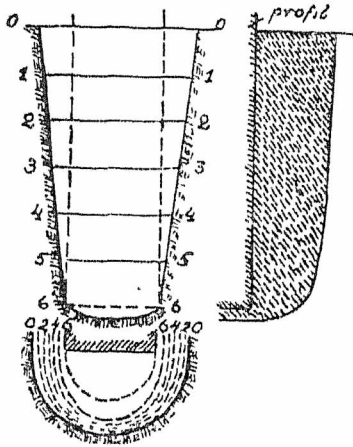
Rys. 8.



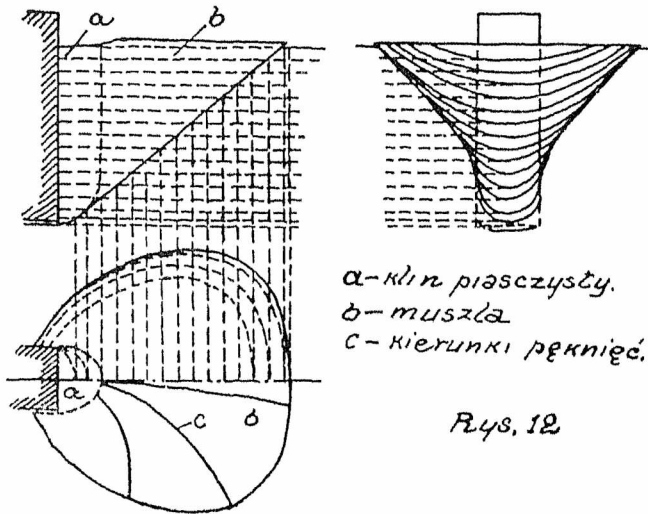
Rys. 9.



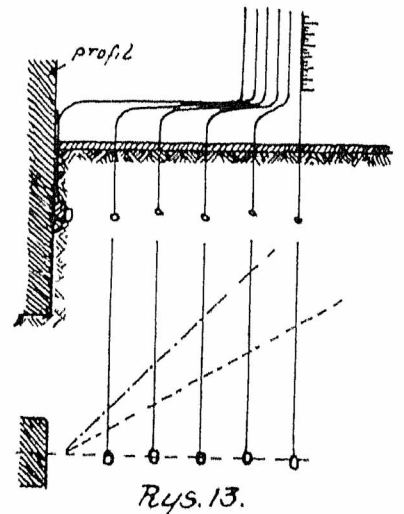
Rys. 10.



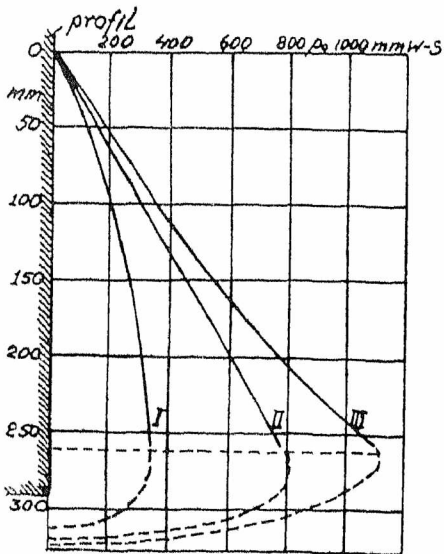
Rys. 11.



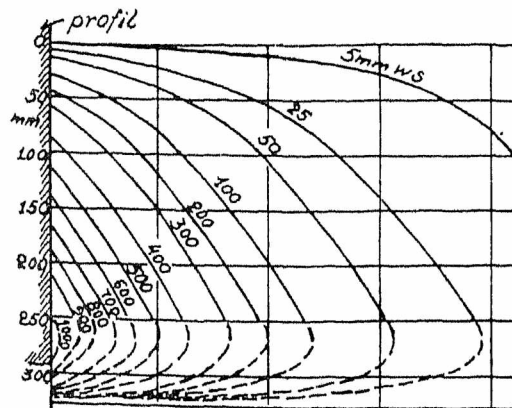
Rys. 12.



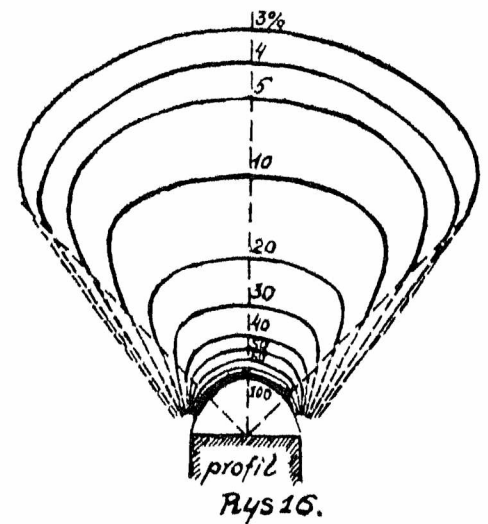
Rys. 13.



Rys. 14.



Rys. 15.



Rys. 16.

cyjnego współczynnika kształtowości objętościowego (ob. poniżej) dla $W = \infty$, zaś b_0 wartość takiegoż współczynnika powierzchniowego dla $W=0$ ³⁾. Wzór ten nazwiemy „równaniem kosztu jednostkowego“.

Właśnie to równanie, którego poszczególne wielkości i współczynniki zostaną poniżej omówione, otwiera nam możliwość przewidywania kosztów wykonania maszyn jeszcze nieskonstruowanych w wypadkach, gdy posiadamy dane, wystarczające do określenia wartości jego stałych, pod warunkiem, że założenia poczynione przy jego wprowadzeniu są spełnione z wystarczającym przybliżeniem. Tej metodzie kalkulacji wstępnej możemy — w odróżnieniu od poprzednio opisanych — nadać nazwę metody syntetycznej.

Zanim przystąpimy do poznania sposobów, jakich opracowanie okazało się potrzebnym ze względu na praktyczną stosowalność tej metody kalkulacji, wskazaniem jest rozważyć w pierw pojęcia, których używać nam przyjdzie.

Głównym warunkiem stosowalności syntetycznej metody wstępnej kalkulacji jest obecność fizykalnego podobieństwa między maszyną, której koszt wykonania ma się wyznaczyć i maszynami różniąciami się od niej wielkością, których koszt wykonania jest znany. Ta sprawa fizykalnego podobieństwa przedewszystkiem wymaga omówienia.

Do pojęcia fizykalnego podobieństwa dochodzi się drogą następującą: Wziąwszy pod uwagę dowolną, poprawnie obliczoną i skonstruowaną maszynę stawiamy pytanie, czy możliwe są takie układy warunków, dla których maszyny tego samego rodzaju, jednak innych wielkości, obliczone wedle tych samych wzorów i przy zachowaniu tych samych wartości stałych fizykalnych i współczynników oraz pozostawionych do dowolnego wyboru proporcji, jakie przyjęliśmy dla tej maszyny, byłyby do niej geometrycznie podobne? Innymi słowy, zapytajmy, czy budowanie maszyn geometrycznie podobnych do wziętej pod uwagę, jest — z punktu widzenia fizyki — celowe? Jeśli odpowiedź na to pytanie wypadnie twierdząco, w takim razie zachodzi wypadek podobieństwa fizykalnego⁴⁾. Patrząc ze strony matematycznej, zagadnienie nasze sprowadza się do pytania, czy obliczone wymiary maszyny zachowają — przy różnych jej wielkościach — te same wzajemne proporcje, na co odpowiedź brzmi, że, jeżeli fizykalne równania służące do obliczeń wymiarów maszyn pewnego rodzaju można, w przypadku dwóch maszyn różnej wielkości, sprowadzić do tożsamości przez pomnożenie równań odnoszących się do jednej z tych maszyn przez jeden jedyny współczynnik w takiej potęgce, w jakiej w każdym poszczególnym równaniu występuje wymiar liniowy maszyny, to w zakresie prawidłowości objętych temi równaniami maszyny są fizykalnie podobne.

Już to ostatnie zastrzeżenie wskazuje, że w rozważaniach podobieństwa fizykalnego nie wymaga się, aby to podobieństwo obejmowało wszystkie, najdrobniejsze nawet szczegóły. Jakoż istotnie, takie absolutne podobieństwo fizykalne dwóch maszyn nie jest wogóle do urzeczywistnienia; znany natomiast bardzo wiele rodzajów maszyn, których fizykalne podobieństwo jest tak znaczne, że umożliwia podobieństwo geometryczne w ob-

szernym zakresie wymiarów⁵⁾. W praktyce, dla celów kalkulacji, wystarczy, aby podobieństwo geometryczne obejmowało ten zespół wymiarów, który głównie stanowi o wadze i o podstawowych proporcjach maszyny. W odróżnieniu od podobieństwa geometrycznego doskonałego, obejmującego wszystkie, nawet najdrobniejsze szczegóły, nazwiemy takie ograniczone podobieństwo kształtów dwóch maszyn podobieństwem typowym. Typowe podobieństwo maszyny z inną maszyną, mniejszą lub większą od niej, obraną za pierwowzór, stanowi istotę typu maszyny; z jego zanikiem ginie i przynależność do typu.

Przechodząc do równania jednostkowego kosztu (8), które ma być podstawą syntetycznej kalkulacji, spotykamy w nim — jako zmienną niezależną — nominalną wielkość maszyny W . Jak to już sama nazwa poznać daje, wielkość nominalna ma n a n u j e rozmaicie wielkie maszyny podobne, służąc do rozróżniania poszczególnych wielkości jednego typu. Nasuwa się tu pytanie, który z pomiędzy licznych wymiarów maszyny za nominalny uważać należy? Gdyby maszyny jednego typu mogły być, bez względu na wielkość, utworami doskonałe geometrycznie podobnymi, moglibyśmy z zupełną dowolnością którykolwiek ich wymiar obrać jako nominalny; ponieważ jednak doskonałe podobieństwo geometryczne nie ma zastosowania w budowie maszyn, jesteśmy ograniczeni w wyborze do wymiarów objętych podobieństwem typowym. W zespole wymiarów objętych podobieństwem mogą znajdować się również wymiary pomyślane, nie posiadające w konstrukcji konkretnego znaczenia; funkcję bowiem wymiaru nominalnego mogą pełnić liczby, wynikające z pomnożenia jednego z konkretnych wymiarów przedmiotu przez dowolny stały czynnik⁶⁾. Jakoż istotnie, o ile wymiar nominalny ma służyć jedynie do odróżniania rozmaicie wielkich maszyn jednego typu, to bezwzględne wartości jego są nam obojętne, byleby tylko były one proporcjonalne do wymiarów objętych podobieństwem typowym. Wybór wymiaru nominalnego maszyny przestaje być jednak rzeczą obojętną, jeśli się bierze pod rozwagę sprawę t. zw. kształtowości, jak się to okaże poniżej.

Niech W będzie liniowym wymiarem nominalnym dowolnej bryły; nazwijmy kwadrat tego wymiaru nominalną powierzchnią, zaś jego trzecią potęgę nominalną objętością tej bryły. Oznaczmy literami F i V rzeczywistą powierzchnię i rzeczywistą objętość materiału bryły, to wyrażenia

$$\frac{F}{W^2} = b'; \quad \frac{V}{W^3} = a',$$

są jej współczynnikami kształtowości, pierwszy — powierzchniowym, drugi — objętościowym. Stosunek współczynników kształtowości, powierzchniowego do objętościowego, nazwiemy stopniem kształtowości bryły,

$$\frac{b'}{a'} = \Phi'.$$

Rzecz nie ulegnie istotnej zmianie, gdy zamiast współczynników kształtowości geometrycznych a' i b' wprowadzimy współczynniki kształtowości „kalkulacyjne“ a i b ,

⁵⁾ W wielu wypadkach podobieństwo geometryczne obejmuje większy zespół wymiarów przedmiotu, niżby to wynikało z zakresu podobieństwa fizykalnego. Ma to miejsce wówczas, gdy zaniedbujemy pewne, dla konstrukcji mniej ważne prawidłowości, nieobjęte fizykalnym podobieństwem i w nadawaniu wymiarów kierujemy się wymogami praktycznymi, np. technologicznymi, które żądają proporcjonalnego lub w przybliżeniu proporcjonalnego zmieniania odnośnych wymiarów.

⁶⁾ Praktyka fabryczna zna ten sposób i stosuje go tak często, że w Stanach Zjednoczonych Ameryki termin „wymiar nominalny“ stał się synonimem wymiaru nierzeczywistego.

³⁾ Wskaznikiem o umieszczonym z prawej strony u dołu, będziemy wogóle oznaczać wartości, odnoszące się do (pomyślnych) maszyn o wielkości $W=0$.

⁴⁾ Ponieważ duże znaczenie praktyczne rozważań nad podobieństwem fizykalnym leży w spożytkowaniu rezultatów doświadczeń robionych na urządzeniach próbnych, wykonanych w pomniejszonej skali, czyli na modelach urządzeń rzeczywistych, utarło się w praktyce wyrażenie podobieństwo modelowe jako synonim podobieństwa fizykalnego.

które otrzymuje się, mnożąc a' i b' przez odpowiednie ceny jednostkowe ξ_1 wzgl. ξ_2 , odniesione do rzeczywistych objętości wzgl. powierzchni:

$$a = a' \cdot \xi_1; \quad b = b' \cdot \xi_2.$$

Stosunek $\frac{b}{a} = \bar{\mu}$ możemy odpowiednio nazwać kalkulacyjnym stopniem kształtności. W równaniu (8) występują właśnie te kalkulacyjne współczynniki kształtności, przyczem pierwszy z nich został rozdzielony na dwie części:

$$a = c + p; \quad (9)$$

z tych jedna — c — posiada wartość stałą i przedstawia koszt materiału czynnego, podczas gdy druga — p — przedstawiająca koszt materiału biernego, zmienia swą wartość w zależności od W (por. równ. 6).

Wybór nominalnego wymiaru wpływa na liczbowe wartości współczynników kształtności, a przeto, przy zupełnej dowolności w tej mierze, wartości współczynników kształtności, i — co ze względu na kalkulację wstępną jest ważniejsze — kosztu jednostkowego k dla maszyn różnych typów i rodzajów nie są porównywalne. Taką porównywalność mogłyby zapewnić stosownie obmyślane, jednolite zasady obierania wymiaru nominalnego; ponieważ rzecz ta nie należy do ściślejszego tematu niniejszej pracy, nie będziemy jej tu rozważali.

Z kolei należy omówić znaczenie stałych równania jednostkowego kosztu maszyny; trzeba się mianowicie dowiedzieć, od czego zależy ich taka lub inna wartość liczbowa. Przyjrzywszy się równaniu (8) widzimy, że wybór innego wymiaru nominalnego, powodujący zmianę liczbowych wartości zmiennej niezależnej W , pociąga za sobą zmianę cen jednostkowych k , które stoją w stosunku odwrotnym proporcjonalności do trzeciej potęgi liczbowej wartości wymiaru W . W ten sam sposób muszą się zmieniać wszystkie wyrazy po prawej stronie równania (8), skąd wynika, że, gdy przy niezmiennych wielkości maszyny obiera się kolejno różne jej wymiary jako nominalne, wartość liczbowa stałej c równania musi się zmieniać odwrotnie proporcjonalnie do trzeciej potęgi, wartość zaś stałej b_0 odwrotnie proporc. do drugiej potęgi wykładnika stosunku między nowym, a dawnym wymiarem nominalnym.

Stała m weszła do równania (8) ze związku (6):

$$p = m e^{-\mu W}$$

w którym współczynnik ten przedstawia wartość zmiennej p dla $W=0$, co stwierdzamy pisząc tożsamość:

$$m = p_0.$$

Wchodząc w skład współczynnika a_0 ⁷⁾, stała p_0 — podobnie jak stała c — ma wymiar ceny, a liczbowa jej wartość jest związana z wyborem wymiaru nominalnego w ten sam sposób, jak wartość stałej c .

Posiadając wymiar ceny, wielkości k , c , b_0 i m zależą pod względem swej wartości liczbowej również od jednostki monetarnej, w jakiej wyrażony jest koszt maszyny. Są one mianowicie odwrotnie proporcjonalne do ilości materiału stanowiącego podstawę waluty, jaką reprezentuje jednostka monetarna.

Co się tyczy współczynnika μ to z góry można stwierdzić, że ze względu na zgodność wymiarową czyli t. zw. izoteczność równania (8) musi on mieć wymiar [L⁻¹]. Wartość jego zależy w prostej proporcji od długości odcinka przyjętego za jednostkę długości; pozatem, gdy dla danej maszyny obieramy inny wymiar nominalny, wartość liczbowa μ musi się zmieniać odwrotnie proporcjonalnie do wykładnika stosunku między nowym a starym wymiarem nominalnym; wnosimy o tem stąd, że dla danej maszyny wartość wyrażenia $\frac{1}{\mu W} (1 - e^{-\mu W})$

a zatem i wartość iloczynu μW muszą być stałe, bez względu na obrany wymiar nominalny i jednostkę długości.

Równanie jednostkowego kosztu zawiera cztery stałe, a mianowicie: c , b_0 , m i μ . Znajomość czterech par odpowiadających sobie wartości kosztu jednostkowego k i wielkości W dla czterech rozmaicie wielkich wykonani maszyn, których konstrukcja spełnia poczynione założenia, powinna — ogólnie rzecz biorąc — umożliwić wyznaczenie wartości owych czterech stałych, poczem już dla każdej innej przyjętej wartości W równanie (8) wskazywałoby odpowiednią wartość k . Wykazanie, względnie stwierdzenie, że pewne zadanie jest rozwiązalne, nie stanowi jednak rekojmi, iż droga prowadząca do rozwiązania da się wskazać. W niniejszym wypadku rzecz wygląda dość trudno. Pozatem, gdyby się nawet udało znaleźć sposób rozwiązania, to wartość syntetycznej metody kalkulacji wstępnej byłaby umniejszona przez to, że celem umożliwienia jej stosowania potrzebna jest znajomość danych dotyczących aż czterech różnie wielkich maszyn jednego typu.

Podany poniżej sposób stanowi wyjście z trudności, pozwalając wyznaczyć wartości czterech stałych równania (8), jeśli znane są dane odnoszące się do trzech tylko różnie wielkich maszyn jednego typu, obejmujące jednak — obok kosztu i wielkości — również i ciężar każdej z nich; wynika stąd potrzeba wprowadzenia równania pomocniczego, którym będzie związek między wymiarem nominalnym a ciężarem maszyny. Tok rozumowania i postępowania jest następujący:

Ciężar G maszyny nie jest proporcjonalny do trzeciej potęgi jej nominalnego wymiaru, gdyż ze zmianą wielkości maszyny zmienia się jej stopień kształtności; możemy jednak pomyśleć sobie idealny ciężar G' maszyny podobnej fizycznie do wziętej pod uwagę i jednaki z nią nominalnej wielkości, ale skonstruowanej — z pominięciem względów ekonomicznych — tak, że stopień jej kształtności jest ten sam, co maszyny o wielkości $W=0$. Ciężary takich pomyślnych maszyn byłyby proporcjonalne do W^3 , wedle wzoru:

$$G' = W^3 \cdot a'_0 \cdot \gamma, \quad (10)$$

natomiast ciężar maszyny rzeczywistej wynosi:

$$G = W^3 \cdot a' \cdot \gamma = W^3 \cdot \gamma (c' + p'), \quad (11)$$

stąd różnica między ciężarem maszyny pomyślanej i rzeczywistej jest równa

$$\mathcal{G} = G' - G = W^3 \cdot \gamma [a'_0 - (c' + p')]. \quad (12)$$

Wprowadziwszy do tego związku równość

$$a'_0 = c' + p'_0 = c' + m' \quad (13)$$

otrzymamy:

$$\mathcal{G} = G' - G = W^3 \cdot \gamma [(c' + m') - (c' + p')] = W^3 \cdot \gamma (m' - p'). \quad (14)$$

Równanie (14) podaje wartość uzupełnienia \mathcal{G} , o jakie trzeba powiększyć ciężar G maszyny rzeczywistej, aby uzyskać wagę G' odpowiadającą podobnej fizycznie maszynie pomyślanej, o niezmiennych, minimalnych wartości stopnia kształtności. Uczyniwszy to otrzymujemy:

$$W^3 \cdot a'_0 \cdot \gamma = G + W^3 \cdot \gamma (m' - p'). \quad (15)$$

Dzieląc to równanie przez $W^3 \cdot \gamma$ i uwzględniając, że — w myśl równania (6)

$$p' = m' e^{-\mu W},$$

oraz, że:

$$a'_0 = c' + m'$$

dochodzimy do związku między ciężarem G i wymiarem W maszyny, o postaci:

$$c' = \frac{G}{\gamma W^3} - m' e^{-\mu W}, \quad (16)$$

który zawiera trzy niewiadome współczynniki. Przez wstawienie do tego równania kolejno konkretnych wartości

⁷⁾ Por. równanie (9).

G_1 i W_1 , G_2 i W_2 , G_3 i W_3 , otrzymamy trzy spójczesne równania; wyrugowanie z tychże niewiadomych c' i m' daje w wyniku równanie:

$$\begin{aligned} & \left(\frac{G_1}{W_1^3} - \frac{G_2}{W_2^3} \right) (e^{-\mu W_1} - e^{-\mu W_2}) = \\ & = \left(\frac{G_1}{W_1^3} - \frac{G_3}{W_3^3} \right) (e^{-\mu W_1} - e^{-\mu W_3}), \quad \dots \quad (17) \end{aligned}$$

które po wykonaniu zaznaczonych działań przechodzi w postać:

$$A \cdot e^{-\mu W_1} + B \cdot e^{-\mu W_2} + C \cdot e^{-\mu W_3} = 0, \quad \dots \quad (18)$$

gdzie

$$A = \frac{G_3}{W_3^3} - \frac{G_2}{W_2^3}; \quad B = \frac{G_1}{W_1^3} - \frac{G_3}{W_3^3}; \quad C = \frac{G_2}{W_2^3} - \frac{G_1}{W_1^3}.$$

Podstawmy

$$e^{-\mu} = x, \quad \dots \quad (19)$$

a podzielenie wszystkich wyrazów równania (18) przez x^{W_1} nada mu kształt:

$$A + B \cdot x^{(W_2 - W_1)} + C \cdot x^{(W_3 - W_1)} = 0. \quad \dots \quad (20)$$

Jeżeli W_1 , W_2 , W_3 tworzą postęp arytmetyczny, co w każdym praktycznym wypadku da się łatwo osiągnąć przez wykreślną interpolację danych, równanie (20) staje się równaniem drugiego stopnia

$$A + B y + C y^2 = 0, \quad \dots \quad (21)$$

w którym:

$$y = x^{(W_2 - W_1)}. \quad \dots \quad (22)$$

Równanie (21) ma dwa pierwiastki. Z budowy wyrażeń A , B i C wynika, że równanie to musi się sprawdzać dla $y=1$, dzięki czemu jeden z pierwiastków równania jest już z góry znany. Stąd, w ostatecznym rozwiązaniu, posługując się równaniami (22) i (19), otrzymamy również i dla μ dwie wartości, z których jedna, w każdym wypadku równa zero, jest dla badanego zagadnienia bez znaczenia⁸⁾. Dla znanej wartości μ równanie (8) staje się równaniem pierwszego stopnia o trzech niewiadomych, c , b_0 i m , których wartości można wyliczyć, tworząc

układ trzech równań spójczesnych, w których za W i k wstawia się znane wartości W_1 i k_1 , W_2 i k_2 , W_3 i k_3 .

Podaną tu metodą możemy się posłużyć w celu zbadania, do jakiego stopnia dane z praktyki przemysłowej zgadzają się z rezultatami teoretycznych rozważań. Pracę w tym kierunku hamuje w wysokim stopniu okoliczność, że firmy przemysłowe niechętnie odsłaniają tajniki swojej kalkulacji. Względnie łatwiej dostępne bywają cenniki. Jednak, pominiawszy nawet zniekształcenia cen, spowodowane przez sumaryczne metody dostosowywania cen maszyn do zmian, jakim ulegają ceny surowca i robocizny, już sam wpływ polityki handlowej na kształtowanie się cen powoduje w wielu wypadkach zanik proporcjonalności między kosztami wytwarzania a cenami, tak iż te ostatnie — jako materiał badań — niepewną posiadają wartość i muszą być traktowane z największą ostrożnością. Zbadanie większej ilości wiarygodnych dat z praktyki może dopiero odsłonić, czy t. zw. materialne ograniczenia, na których istnienie i rolę już w poprzedniej pracy wskazano⁹⁾, wpływają widocznie na koszt maszyn, i czy zachodzi potrzeba uwzględnienia wpływu tych ograniczeń w równaniu kosztu jednostkowego.

⁸⁾ Wyrażenie $\frac{1}{\mu W} (1 - e^{-\mu W})$, po podstawieniu $\mu=0$ przechodzi w symbol nieoznaczony $\frac{0}{0}$. Badając, do jakiej wartości

zdąża to wyrażenie przy nieograniczeniu malejącem μ , znajdziemy, że $\lim_{\mu \rightarrow 0} \frac{(1 - e^{-\mu W})}{\mu W} = 1$. Wobec tego, równanie (8) dla $\mu=0$ sprowadza się do postaci:

$$k = c + \frac{b_0}{W} + m = a_0 + \frac{b_0}{W},$$

która odpowiada idealnemu przypadkowi maszyny o niezmiennym stopniu kształtowości.

⁹⁾ Por. „O zależności kształtu maszyny i t. d“, ustęp 3, Wpływy czynników drugorzędnych.

Inż. Czesław Kanafojski.

Przyczynek do laboratoryjnych badań odkształceń i oporów gleby, wywołanych działaniem ostróg ciągowki.

I. WSTĘP.

Siła pociągowa, moc pociągowa, a zarazem wydajność pracy ciągowek zależą między innymi w znacznym stopniu od wielkości poślizgu kół napędnych lub taśm czołgowych, uzbrojonych w t. zw. ostrogi.

Poślizg ten występuje w większym lub mniejszym stopniu we wszystkich warunkach pracy pociągowej traktorów. Ze zjawiskiem poślizgu musimy się pogodzić, a nawet do pewnego stopnia jest on pożądany, ponieważ wielkości oporów, występujących przy toczeniu się koła uzbrojonego w ostrogi, zmieniają się w odwrotnym stosunku do wielkości poślizgu.

Częstokroć jednak wartość poślizgu na tyle wzrasta, że ogromnie obniża się i moc pociagową oraz wydajność pracy ciągowki, a niekiedy całkiem nawet uniemożliwia wykonanie użytecznej pracy.

Nadmierny szkodliwy wzrost poślizgu uzbrojonych kół lub taśm ciągowki może być spowodowany nie tylko wpływem nieodpowiedniego osiowego obciążenia koła lub wielkości jego średnicy, lecz i nieodpowiednim dostosowaniem w danym wypadku kształtu i wymiarów ostróg do rodzaju gleby. Ażeby jednak móc zastosować racjonalny kształt, wymiary i rozstawienie ostróg na obwodzie koła z uwzględnieniem danych warunków glebowych, należy przedewszystkiem bliżej zapoznać się z deformacyjnym działaniem ostróg i ze związanymi z tem

oporami, jakie stawiają rozmaite typy gleb w rozmaitych swych stanach.

Dotychczasowy dorobek naukowy, dotyczący tego działu maszynoznawstwa rolniczego, przedstawia się bardzo skromnie. Ten fakt można chyba tem tłumaczyć, że warunki badań polowych nad pracą rozmaitych ostróg w rozmaitych typach gleb są na tyle zmienne i skomplikowane, że trudno jest wyciągnąć jakiegokolwiek wnioski na podstawie zaobserwowanych zjawisk lub uzyskanych pomiarów.

Przeprowadzając deformacyjne i wytrzymałościowe badania w warunkach naturalnych, polowych, od razu natrafiamy na szereg nieuchwytnych, nadzwyczaj komplikujących badane procesy czynników, jakimi są: ogromna różnorodność struktury gleby, korzenie roślin, zmiany wilgotności i t. p. Poza tem ciągłość badań jest uniemożliwiona przez opady atmosferyczne, które w krótkim czasie w znacznym stopniu zmieniają fizyczne właściwości badanych gleb.

Niniejsza praca, mająca na celu wyświetlić przebieg działania kilku rodzajów ostróg w glebie, oparta jest na badaniach, przeprowadzonych w warunkach laboratoryjnych, ponieważ w takich tylko warunkach można niezależnie się od wyżej wymienionych niepożądanych dla celów badawczych czynników. Zanim jednak przystąpimy do szczegółowego opisu metodyki i wyników naszych badań, należy wpierw omówić dotychczas opublikowane prace naukowe i spostrzeżenia, które bezpo-

średnio lub pośrednio związane są z tematem niniejszej pracy.

Niemieccy badacze narzędzi i maszyn rolniczych jedynie na podstawie sporadycznych doświadczeń polowych z ciągowkami, wypowiadają ogólnikowo swoje poglądy, dotyczące działania danego typu ostróg w glebie, częstokroć nie podając nawet ani składu mechanicznego gleby, ani też jej stanu wilgotności.

Tak np. Prof. B e n n o M a r t i n y (1)¹⁾, opisując ogólnikowo działanie kilku typów ostróg przy próbach ciągowek na zwęższej gliniastej glebie, (bez bliższych o niej danych) przychodzi do wniosku, że ostrogi, ustawione po linii śrubowej na obwodzie koła, natrafiają na mniej pewne oparcie w glebie w porównaniu z ostrogami, ustawionymi równolegle względem osi obrotu kół, lecz tworzących ze styczną do obwodu koła kąt większy od 90°. Czyli innymi słowy zagłębianie się ostróg pierwszego typu jest łatwiejsze, aniżeli ostróg typu drugiego.

Dr. W. S c h l a b a c h (2) wskazuje, że przy większych średnicach kół, ostrogi mogą być niższe, a co zatem idzie i praca przy zagłębianiu się tych ostróg — mniejsza. Różnica między kątami, pod którym dana ostroga zaczyna zagłębiać się w glebę, a pod którym z niej wychodzi i związana z tem praca będzie tem mniejsza, im niższe ostrogi i im większa średnica koła.

Znaczne różnice między kątami zagłębiania i wychodzenia ostrogi z gleby powodują zazwyczaj silne kruszenie i odrzucanie ku tyłowi oderwanej masy gleby, na którą ostroga podczas swej pracy naciska. Ostrogi, ustawione podczas pracy prostopadle, tak jak to zachodzi na taśmie czołgowej lub systemie umocowania Guerinniego, nie wywołując, zdaniem Schlabacha, żadnych przesunięć wewnątrz gleby, mogą być niższe w porównaniu z ostrogami, umocowanymi na obwodzie koła. Takie uzasadnienie nie wydaje się nam jednak być słuszne, ponieważ na podstawie choćby tylko obserwacji pracy czołgów, można łatwo zauważyć przesunięcia ostróg w glebie. Szczególnie wyraźnie da się to zauważyć przy pracy ostróg, umocowanych na taśmie czołgowej, idącej po powierzchni pola tuż przy ścianie brzoźnej.

Prof. G e o r g K ü h n e (3), omawiając działanie dwu typów ostróg, ustawionych równolegle do osi obrotu kół, lecz pod różnymi kątami względem obwodu tych kół, przedstawia podłużne przekroje śladów przejścia ostrogi w glebie jako rzuty na płaszczyznę rysunku tnącej krawędzi ostrogi w rozmaitych jej przejściowych położeniach począwszy od początkowego, aż do chwili wyjścia ostrogi z gleby. Rys. 1 i 2 przedstawiają zmiany położenia ostróg, których dolne krawędzie opisują tory w kształcie wydłużonych cykloid.

Ostroga, ustawiona ukośnie względem stycznej do obwodu koła (rys. 2) wywiera na dłuższej drodze ugniatające działanie w glebie w porównaniu z ostrogą ustawioną promieniowo (rys. 1), natomiast wypychanie ku górze w pierwszym wypadku odbywa się na krótszej drodze.

Poza tem szereg badaczy, a między innymi i Kühne, podaje wyniki pomiarów poślizgu kół napędnych podczas polowej pracy ciągowek. Materiał ten, uzyskany częstokroć w przygodnych warunkach pracy bez wytkniętego planu i założenia, nie może jednak wyświetlić interesującego nas zagadnienia.

Jedynym, o ile wiadomo, dotychczasowym badaczem nad działaniem rozmaitych ostróg w glebie, jest amerykańnik J o h n W. R a n d o l p h. Badacz ten nie ograniczył się li tylko do obserwacji pracy ostróg w polu lub do czysto teoretycznych rozważań nad warunkami tej pracy, lecz pierwszy zapoczątkował badania laboratoryjne, których wyniki ogłosił w fachowej literaturze.

¹⁾ Liczby w nawiasach odnoszą się do wykazu literatury, który podany zostanie na końcu.

J o h n W. R a n d o l p h (4) przeprowadzał badania z czystym białym kwarcowym piaskiem o rozmaitych stopniach wilgotności, począwszy od powietrznie suchego, aż prawie do stanu płynnego. Poza tem brał on pod uwagę dwa stany zbitości piasku: stan luźny i stan, otrzymany po ugnieceniu drewnianą prasą z siłą 20 funtów na 1 cal² powierzchni.

Zamiast ciągowki użył on specjalnie zbudowanego przyrządu, przedstawionego schematycznie na rys. 3. Przyrząd ten składa się z poziomo ustawionego rusztowania „a”, do którego na jednym końcu umocowano koło „b” o średnicy 650 mm, a na drugim końcu elektromotor „c”. Rusztowanie zawieszono na wieszakach „d” i „e”, przyczem wieszak „d” mógł w razie potrzeby odchylić się nieco od swego pionowego położenia. Na belce rusztowania spoczywa rolka „f”, do której przymocowano ciężar „g”. Przez przesuwanie ciężaru bliżej lub dalej od koła zmienia się jego osiowe obciążenie. Obciążenia koła mierzone siłomierzem „h”. Pod kołem ustawiono skrzynię „i”, którą napełniano piaskiem.

Elektromotor przy pomocy linki, przymocowanej bezpośrednio do obwodu koła, obracał to koło, a siłomierz „h” wskazywał siłę obwodową na kole, natomiast siłomierz „i” siłę pociągową. Ponieważ wymiary koła odpowiadały w pewnej skali wymiarom rzeczywistego koła ciągowki, więc i stosowane ostrogi również były wykonane jako modele w tej samej skali. Randolph badał przeważnie ostrogi wykonane z kątowników prostokątnych, ustawione promieniowo na obwodzie koła. Jak wynika z jego pracy badania były przeprowadzane każdorazowo z jedną ostrogą przymocowaną do obwodu koła. Na rys. 4 uwidocznił jeden z wykresów podanych przez Randolpha, przedstawiający zmiany wielkości sił stycznych na obwodzie koła (krzywa „1”), zmiany wielkości siły pociągowej (krzywa „2”), oraz zmiany wzajemnego stosunku tych dwóch sił (krzywa „3”).

Krzywa „1” przedstawia zmiany wielkości tych zewnętrznych sił, które muszą pokonać zmienne ogólne opory, jakie napotyka koło z przymocowaną ostrogą, obracając się w piasku. Oś tego koła w czasie obrotu nie pozostaje stała w tem samym położeniu przestrzennym, lecz może nieco przesunąć się ku przodowi o tyle, o ile na to pozwoli rozciągnięta sprężyna siłomierza. Zależnie zatem od tej siły oś koła może przesunąć się więcej lub mniej ku przodowi.

Opory, przeciwdziałające sile obwodowej na kole składają się, ogólnie biorąc, z oporów, wywołanych tarcie, zachodzącym między powierzchnią obwodu koła (tarcie potoczyste), a piaskiem, oporów, jakie przeciwdziałają siły reakcji piasku, działające na powierzchni ostrogi, oraz całego szeregu innych oporów. (Pomija się opory tarcia, zachodzącego między czopem a piastą koła). Jeżeli jednak uświadomimy sobie, że wyżej wymienione ogólne opory składają się z całego szeregu innych oporów, jak np. tarcia piasku o powierzchnię ostrogi, tarcia międzycząsteczkowego i t. d., oraz, że występują one jednocześnie, lecz zmiany ich mogą być różne, że kierunki działań rozmaitych oporów jako też ich punkty zaczepienia nie mogą być określone, to widzimy, jakie skomplikowane przebiegi zjawisk przedstawia krzywa „1”.

Część siły obwodowej oddziałującej na siłomierz „i”, czyli innymi słowy wywołuje powstawanie siły pociągowej. Druga część siły obwodowej zużywa się na pokonanie oporów toczenia się samego koła uzbrojonego w ostrogę oraz na wywołanie odkształcenia piasku. Im większą wartość posiada siła pociągowa, tem oczywiście większe opory może pokonać ciągowka, jednak, jak wiadomo, równocześnie ze wzrostem siły pociągowej wzrastają opory toczenia się koła. Natomiast im łatwiejsza deformacja materiału, po którym toczy się koło, uzbrojone w ostrogi, tem opory toczenia są wprawdzie mniej-

sze, lecz równocześnie wzrasta poślizg, a tem samem maleje wartość siły pociągowej.

Tak więc sama wielkość siły pociągowej nie może stanowić o ekonomicznem wyzyskaniu mocy ciągowki i dlatego słuszne i racjonalne wydaje się podanie przez Randolpha trzeciej krzywej przedstawiającej, jak już wspomniano, zmianę stosunku wielkości siły obwodowej do siły pociągowej.

Najważniejsze wyniki otrzymane przy badaniach Randolpha są następujące:

1. Siła pociągowa była wprost proporcjonalna do wysokości ostróg w granicach przeprowadzonych doświadczeń.

2. Wysokie (stosunkowo) ostrogi wykazały znaczne różnice siły pociągowej przy zmiennem obciążeniu koła.

3. Niskie ostrogi wykazały małe różnice sił pociągowych przy zmiennem obciążeniu koła.

4. Szerokość ostrogi nie wywiera naogół dużego wpływu na siłę pociągową, o ile szerokość tych ostróg nie przekracza szerokości obwodu koła.

5. Stosunki sił pociągowych do sił działających na obwodzie koła, posiadały rozmaite wartości, przyczem dla ostrogi o wysokości ok. 63 mm wartość ta była maksymalna.

6. Ostrogi kształtu śrubowego łatwiej wchodzą w glebę, oraz powodują mniejsze wstrząsy przy pracy na glebach stwardniałych, ponieważ zanim jedna z ostróg skończy swe działanie, równocześnie zaczyna działać następna ostroga. Poza tem ostrogi tego kształtu łatwiej samoczynnie oczyszczają się.

7. Celem sprawdzenia zgodności wyników, otrzymanych w warunkach laboratoryjnych ze zjawiskami, zachodzącymi w warunkach naturalnych polowych, przeprowadził Randolph (5) polowe badania z dwiema ciągowkami fabryk M-c (ornicka i Forda).

Badania przeprowadzono na piasku Norfolkskim, bardzo zbliżonym do materiału, użytego przy badaniach laboratoryjnych. Celem stworzenia jednakowych niekorzystnych warunków pracy, przeorywano pole przed każdym doświadczeniem na głębokość 6—7 cali.

Do badań użyto kilka rodzajów ostróg, a mianowicie: ostróg, ustawionych po linii śrubowej na obwodzie koła, nazwanych w pracy Randolpha ostrogami kątowymi („Angle-lug“), następnie ostróg stożkowych („Cone-lug“) i ostróg prostokątnych, ustawionych promieniowo na obwodzie koła („Spade-lug“). Poza tem przeprowadzono doświadczenia z czterema rozmaitemi osiowymi obciążeniami kół.

Na rys. 5 są podane wykresy wyników badań Randolpha. Na osi rzędnych oznaczono wielkość siły pociągowej („a“), lub też siły obwodowej („b“ i „c“).

Naogół biorąc Randolph otrzymał zbliżone wyniki badań w warunkach polowych z poprzednio uzyskanymi wynikami w warunkach laboratoryjnych. Między innymi zauważył, że przy pracy ostróg prostokątnych o wysokości 3 cali, a szerokości 4 cali, umieszczonych na obręczy szerokiej na 12 cali, ścięta masa gleby wychodziła dopiero aż po przeciwnej stronie obwodu koła. Największą siłę pociągową uzyskano przy zygzakowatym umieszczeniu ostróg prostokątnych. Przy zbyt gęstem rozstawieniu tych ostróg ugniatające działanie gleby występowało tak silnie, że ciągowka była unoszona ku górze, natomiast rzadsze rozmieszczenie tych ostróg dawało lepsze rezultaty. Usunięcie co drugiej ostrogi zmniejszyło siłę pociągową o 42%.

Dr. Tadeusz Świeżawski (6) rozpatruje ogólny teoretyczny rozkład sił, działających na obwodzie koła i na ostrogi, lecz nie porusza kwestji odkształcenia i wytrzymałości gleby. Dlatego też nie korzystano z powyższej pracy przy omawianiu niniejszego tematu.

Celem bliższego podejścia do rozwiązywania zagadnienia warunków pracy ostrogi w glebie nie wystarczają

jednak badania, związane jedynie z wytrzymałościową kwestją materiału glebowego. W tym celu należy zająć się bliżej i ze zmianami, zachodzącymi wewnątrz gleby pod wpływem działania ostróg.

M. L. Nichols i I. W. Randolph (7) zajęli się początkowo badaniami w tym kierunku, a wyniki ogłosili w fachowej literaturze.

Metoda tych badań była następująca: Gleba, bliżej nieokreślona, (nie podano ani typu, ani też stanu jej wilgotności), została ułożona w skrzyni równoległymi poziomymi warstwami, z których każda była jednako ugnieciona. Między poszczególnymi warstwami, włożony był papier na tyle cienki, aby możliwie jak najmniej przeszkadzał ruchom cząsteczek badanej gleby.

Po przetoczeniu koła z ostrogą robiono gipsowe odlewy z każdej poszczególniej odkształconej warstwy, a po zestawieniu wyników otrzymano odkształcenia, zachodzące w całej głębokości warstwy, do jakiej sięgało działanie ostróg.

Autorzy tej pracy uważają, że powyższa metoda nadaje się do podstawowych matematycznych obliczeń, oraz do dostosowania w dalszym ciągu kształtu ostróg do typu gleb. Zwracają jednak uwagę na pewne niedokładności, mogące wynikać z podziału gleby na warstwy, chociaż ich zdaniem, te niedokładności powinny być nieznaczne.

Posiadając tak skąpe dane dotyczące odkształceń, zachodzących w glebie pod wpływem działania ostróg, musimy zaznaczyć się z wynikami badań nad deformacją gleby, wywołaną działaniem narzędzi, pracujących w środowisku ziemnym.

Z dziedziny maszynoznawstwa rolniczego jedynie właściwie wyróżnia się wykonana na ten temat praca śp. Prof. Tadeusza Gołogórskiego, natomiast w dziedzinach budownictwa oraz inżynierji lądowej i wodnej przeprowadzono cały szereg ciekawych badań nad odkształceniami, zachodzącymi w piasku. Ponieważ niektóre z tych badań zostały wykonane i ogłoszone przed pracą Gołogórskiego, więc przegląd literatury należy zacząć od jednej z takich dawniejszych prac.

P. h. Forschheimer (8) przeprowadzał badania z dwoma gatunkami czystego piasku i z ołowianym śrutem. Badania te dotyczyły właściwie kilku zagadnień. Początkowo autor badał ciśnienia syplących materiałów przy wysypywaniu się ich ze zbiornika przez poziomo umieszczone otwory oraz zachodzące przytem zjawiska wewnątrz tych materiałów. Następne badania dotyczyły odkształceń piasku pod wpływem bocznych nacisków.

Pierwsze badania, których wyniki mogą służyć jako cenne wskazówki przy dociekaniach w innej dziedzinie maszynoznawstwa rolniczego, jak np. przy badaniach nad wysypywaniem się nasion przez otwory w skrzyni wysiewnej siewnika, nie przedstawiają większego znaczenia dla zagadnienia niniejszej pracy. Natomiast wstępne badania, dotyczące zjawisk, zachodzących wewnątrz piasku pod wpływem bocznego nacisku, są już bliżej związane z tematem niniejszej pracy.

W historycznym wstępie do interesujących nas badań Forschheimer podaje, że pierwszą ugruntowaną metodą, służącą do obliczenia parcia gleby na ścianę fundamentową, przedłożył Coulomb w 1774 roku²⁾.

Metoda ta została oparta na tej zasadzie, że pod wpływem nacisku ściany fundamentowej, następuje ścięcie materiału ziemnego w płaszczyźnie usuwisko

²⁾ Essai sur une application des regles de maximis et minimis a quelques problemes des statique relatifs a l'architecture Memoires de mathem. et de phys. presentees a l'Academie roy. des Sciences par divers savants Vol VII. 1773 Paris 1776. (Dr. Ing. Karl Tarzaghi „Erdbaumechanik auf bodenphysikalischer Grundlage“ Leipzig und Wien 1925 s. 303).

(Gleitfläche), skierowanej od podstawy ściany ku górze pod kątem $\frac{90 - \varphi}{2}$ do powierzchni poziomej, przyczem „ φ ” oznacza kąt naturalnej szkarpy, jaki tworzy dany materiał sypki. Kąt ten notabene uważany był jeszcze do niedawna bez zastrzeżeń (do ogłoszenia wyników, uzyskanych przez Dinglingera (patrz niżej)) jako kąt t. zw. wewnętrznego tarcia badanego materiału sypkiego.

Forschheimer podaje w dalszym ciągu, że Winkler, Rankine, Lévy, Considère i Mohr, rozpatrując działanie sił, którym podlega wydzielony w myśli element materiału sypkiego w postaci pryzmatu, ujęli badane zjawiska we wzory matematyczne.

Badania Forschheimera doprowadziły go do wniosku, że przy poziomym nacisku prostopadle ustawionej ściany i przy poziomej górnej powierzchni piasku występuje zjawisko ścinania masy tego piasku w płaszczyznach usuwiskowych, skierowanych pod kątem, oznaczonym przez Coulomba lub nieco mniejszym. Stan chropowatości powierzchni ściany nie wywiera wpływu na przebieg zjawiska. Ten sam wniosek odnosi się i do nacisku ściany nachylonej ku przodowi.

Jeszcze bardziej zbliżone do zagadnienia niniejszej pracy są doświadczenia Forschheimera, które przeprowadził nad zachowaniem się piasku pod wpływem bocznego przesuwania ściany, umieszczonej wewnątrz tego piasku

Badania w tym kierunku poprzednio były przeprowadzone przez Ponceleta (9), Rebhanna i in.

Siłę, potrzebną do przesunięcia masy gleby (piasku) pod wpływem bocznego nacisku, Lehmeier nazwał siłą podnoszącą (Hebkraft), Culemann — siłą ścinającą (Schub), a Rebhann — siłą bierną (passiver Erddruck). Forschheimer podaje, że Considère, Mohr, Rankine i Weyrauch i w tym wypadku rozpatrywali działanie sił, którym podlega wydzielony element piasku i obliczyli, że przy poziomym przesunięciu prostopadle ustawionej lub nachylonej ściany występuje ścicie w płaszczyźnie usuwiskowej, nachylonej pod kątem $\frac{90 - \varphi}{2}$

Przy badaniach Forschheimera z przesuwaniem działaniem ścianek, te ostatnie były ustawione w piasku albo prostopadle, lub też nachylone ku przodowi, przyczem kierunek ich przesunięcia był stale prostopadły względem powierzchni ścian. Piasek, użyty do doświadczeń zabarwiono poziomymi warstwami naprzemian jasnymi i ciemnymi. Wewnętrzne odkształcenia badano przez obserwację zmian w układzie warstw w przeprowadzanych przekrojach materiału, poprzednio utrwalonego parafiną.

Na podstawie powyższych doświadczeń Forschheimer przyszedł do wniosku, że przy poziomo wyrównanej powierzchni piasku i przy poziomym przesuwaniu prostopadle ustawionej ściany, następuje przesunięcie masy piasku wzdłuż powierzchni usuwiskowej, nachylonej względem poziomu pod kątem naturalnej szkarpy. Powierzchnia ta nie przechodzi jednak przez podstawę ściany (rys. 6).

Prof. Dr. Tadeusz Michał Gołogórski przeprowadzał laboratoryjne badania wytrzymałości ziemi oraz jej odkształcenia pod wpływem działania narzędzi rolniczych, a ściślej biorąc pod wpływem działania klina (noża).

Praca Gołogórskiego w odróżnieniu od większości prac innych badaczy z dziedziny maszynoznawstwa rolniczego zawiera ściśle i uporządkowane dane, dotyczące materiałów ziemnych, z którymi przeprowadzono doświadczenia (skład mechaniczny, pojemność wodna, stopień wilgotności i t. p.). Dlatego też wyniki badań Gołogórskiego, na które niejednokrotnie powołują się zagraniczni badacze, posiadają znaczną wartość naukową.

Badania Gołogórskiego wykazały, że w miarę zwiększania się wilgotności wytrzymałość (moc) ziemi wzrasta aż do pewnej granicy tej wilgotności, powyżej której wytrzymałość zaczyna maleć. Według jego przypuszczeń maksimum wytrzymałości leży prawdopodobnie dla wszystkich typów gleb przy nasyceniu około 40% pełnej pojemności wody. Autor zaznacza jednak, że powyższe przypuszczenie opiera jedynie na obserwacjach, poczynionych przy próbach wytrzymałościowych gleb na zgniatanie³⁾.

Co się tyczy badań sposobu odkształcenia gleby, to wyniki, podane w druku, dotyczą tylko doświadczeń, przeprowadzonych z piaskiem i iłem.

Chcąc dowiedzieć, że prawa Mohra oraz jego obliczenia, dotyczące odkształcenia ciał można zastosować i do ziemi, Gołogórski przeprowadził szereg doświadczeń z iłem i piaskiem przy pomocy odpowiednio skonstruowanego przyrządu.

Badany materiał starano się utrzymywać w stałym stanie wilgotności, wynoszącym 40% nasycenia, dodając w razie potrzeby do badanego materiału odpowiednią ilość wody. Co się tyczy stanu zbitości gleby, to: „przeważnie kierowano się wrażeniem, jakiego doznawało się przy rozkruszaniu ziemi i formowaniu rękoma, jakkolwiek nie zaniebano starania o proporcjonalność objętości ziemi suchej do objętości ziemi ugniecionej i zaformowanej, którą wobec regularnych kształtów bloku ziemi można było skutecznie zawsze skontrolować“.

Gołogórski nie podaje bliżej, w jakim stanie zbitości znajdował się ił lub piasek przy dodawaniu w razie potrzeby wody, a jak wiadomo od stanu zbitości gleby zależy jej pojemność wodna.

Badania Gołogórskiego wykazały, że przy ruchu klinów w środowisku piasku lub iłu powstają pęknięcia badanego materiału wzdłuż powierzchni usuwiskowych, nachylonych pod pewnymi kątami t. zw. kątami usuwiskowymi względem powierzchni roboczych narzędzi.

Widzimy zatem, że wyniki badań Gołogórskiego, dotyczące zasady deformacji piasku, są potwierdzeniem wyników, uzyskanych przez Forschheimera.

Gołogórski nie poprzestał na doświadczeniach eksperymentalnych, lecz zastosował obliczenia Mohra w odniesieniu do ziemi, przyjmując wartości współczynników tarcia gleby o żelazo, podane przez innych badaczy (Martony, Rebhann, Ott i in.) i uzyskał wyniki teoretyczne zbliżone do wyników eksperymentalnych.

Dipl. Ing. Alfred Streck (12) przeprowadził szereg laboratoryjnych badań odkształceń materiału ziemnego (zupełnie nieokreślonego) pod wpływem nacisku prostopadle ustawionej i poziomo ułożonej płyty.

Powyższe badania uskuteczono przy pomocy przyrządu przedstawionego schematycznie na rys. 7. Badany materiał umieszczano w rynnie, ponad którą poruszał się wózek „a” z obciążeniem „b”, ciągnięty za pośrednictwem szlaby „c”. Wózek ten niepozwała płytce „d” podnieść się ku górze, a siłę starającą się poderwać tę płytkę, wskazuje siłomierz „e”. Celem zmniejszenia tarcia zastosowano rolki „f”. Dwa siłomierze „g” i „h” wskazują siłę, z jaką płytka naciska na badany materiał. Celem zmniejszenia bocznego tarcia, występującego między badanym materiałem a bocznymi ściankami rynny, wysmarowano ich wewnętrzną powierzchnię mydłem, a między warstwą mydła a materiałem ziemnym wstawiono cienki pokratkowany papier. Ze zmian, zachodzących w zarysach kratek, sądzono o przebiegu odkształceń wewnątrz badanego materiału.

³⁾ Ponieważ w niniejszej pracy nie obliczono wytrzymałości gleb, przeto nie rozpatrujemy metody obliczeń na ten temat Gołogórskiego lecz podane wyniki przyjmujemy za autorem.

Streck podaje, że jedynie przy idealnie gładkiej powierzchni płytki, t. j. gdy współczynnik tarcia gleby o powierzchnię płytki równy jest 0, występuje ścięcie materiału wzdłuż płaskiej powierzchni usuwiskowej, przechodzącej przez dolną krawędź płyty (FC na rys. 8). Kąt nachylenia tej powierzchni względem poziomu wynosi $\frac{90 - \varphi}{2}$. Natomiast w warunkach rzeczywistych, gdy wartość współczynnika tarcia gleby o powierzchnię płytki jest większa od 0, natomiast powierzchnia usuwiskowa nie przedstawia się jako płaszczyzna, lecz jako powierzchnia zakrzywiona. Rzut pionowy przekroju tej powierzchni wyznacza na rys. 8 linia „FmBC”. Przytem zauważono skoszenie naniesionych na papierze kwadratów w kierunku AB, co wskazywałoby, naszym zdaniem, na drugie równoczesne przesunięcie gleby wzdłuż powierzchni, której kierunek nachylenia krawędzi

w przekroju pionowym wyznacza wspomniana prosta AB.

Przeprowadzając styczne do krzywej krawędzi przekroju powierzchni usuwiskowej i przyjmując dla uproszczenia kierunki tych stycznych jako kierunki ścinania, Streck dzieli całą objętość wypchniętej masy materiału ziemnego na dwie części: AEDF i EDC, przy czym siła E_1 (passiver Erddruck) działa na powierzchnię ED, natomiast na powierzchnię FD działają siły ciężaru materiału ziemnego o objętości AEDF i pionowa składowa reakcji ziemi.

Niestety autor nie podaje ani typu gleby, ani też jej stanu zwilgotności, wilgotności i t. p. Ponieważ jednak późniejsi badacze ciał sypkich opierają się na jego pracy, więc należy przypuszczać, że badania Strecka były przeprowadzane z piaskiem. (C. d. n.).

Wiadomości z literatury technicznej.

Drogi.

— **Techniczne zasady wykonania nawierzchni betonowych przy drogach samochodowych.** W połowie r. 1933 wydał niemiecki Wydział Dróg Betonowych Naukowego Towarzystwa dla budowy dróg samochodowych przepisy odnoszące się do budowy betonowych nawierzchni drogowych*). Przepisy te opracowano dla dróg o typie normalnym i dla normalnego, mieszanego ruchu. Ponieważ obecnie rozpoczęły Niemcy budowę specjalnych dróg samochodowych, przeto sprawą tą zajął się natychmiast wymieniony powyżej Wydział, uzupełniając wydane przepisy wymogami dostosowanymi do szybkiego i wyłącznego ruchu automobilowego. Zmiany i uzupełnienia poprzednich przepisów są następujące:

1. Grubość i wykonanie jezdni. Najmniejszą grubość dla normalnego podłoża przewidziano 25 cm, przy lichszym podłożu 30 cm (dotychczas 15 do 25 cm). Zalecono dla dróg wyłącznie samochodowych typ dwuwarstwowy; warstwa górna 6 cm powinna posiadać 350 kg cementu na m^3 gotowego betonu, dolna 250 kg.

2. Uzbrojenie. Celem przejścia natężeń wywołanych skurczem zaleca się uzbrojenie 1—2 kg/m^2 , które ułożone być winno między dolną a górną warstwą. Uzbrojenie jest również pożądane w dolnych partiach warstwy spodniej przy niejednostajnym podłożu oraz w nasypach.

3. Urządzenie i wykonanie szwów. Dla podziału szerokości jezdni, przyjętej na 7.50 m należy wykonać szew podłużny jako przestrzenny. Urządzenie szwu, wykształcenie jego krawędzi oraz wypełnienie powinno być tak wykonane, by można było uniknąć zatrzymywania się wody spływającej poprzecznie.

Co 8—10 m należy urządzać szwy poprzeczne, które w sąsiadujących połówkach powinny być co najmniej o 40 cm przestawione. Długości pojedynczych pól powinny być zmienne celem uniknięcia rytmicznego zwiększania się drgań powstałych wskutek ruchu. Dolna połowa szwu poprzecznego, który musi być urządzony jako przestrzenny może być wypełniona wkładkami z pilśni asfaltowej, górna natomiast zalana.

4. Wykształcenie przekroju poprzecznego. Zgrubienia krawężne nie są konieczne. Płyta powinna otrzymać jednostajną grubość. Spadek poprzeczny nie większy jak 1:60 (1.67%). Pojedyncze tory powinny otrzymać jednostronny spadek poprzeczny; krzywizny zaś przechyłkę.

5. Rozdział pasm jezdnych. Dla rozdziału pasm jezdnych powinien wystarczać szew podłużny, wypełniony bitumem i wyróżniający się z jasnego tła nawierzchni. O ile pożądanymby było założenie w środku około 25 cm szerokiego pasa, oddzielającego silniej oba pasma jezdne, naten-

czas należy to wykonać przez nałożenie mazią lub asfaltem, względnie odpowiednią farbą, unikając zastosowania w betonie jakiegokolwiek innego materiału.

6. Przygotowanie podłoża. Głównym warunkiem jest wykonanie bez zarzutu odwodnienia. Nasypy wykonywać należy w jednostajnych warstwach, przy należytem stężeniu pojedynczych warstw przez wałowanie, ubijanie lub szlamowanie. Na niewytrzymałym terenie zaleca się poprzecznie ułożenie warstwy żwiru wraz z przewalowaniem. Przy wysokich nasypach należy wykorzystać doświadczenia poczynione przy budowie przegród dolin oraz zapewnić tym firmom, którym powierzona zostanie budowa jezdni, wpływ na tok sypania, o ile naturalnie nie została im równocześnie i ta robota oddana do wykonania (*Der Strassenbau* Nr. 21/33).

E. B.

Budownictwo wodne.

— **Produkcja energii elektrycznej we Włoszech** w pierwszym półroczu 1933, wzrosła w porównaniu z produkcją z pierwszego półrocza roku poprzedniego o $8\frac{1}{2}\%$, t. j. na 5,17 miliardów *kWh*; z sumy tej przypada tylko 3% na energię cieplną, a 97% na energię wodną.

— **Projekt wielkiego zbiornika powyżej Drezna.** Jak wiadomo, Łaba jest w obrębie Czech skanalizowana aż do Uścia (Aussig). Z powodu małych odpływów przy bardzo niskich stanach spadają głębokości na Łabie poniżej przestrzeni skanalizowanej tak znacznie, że żegluga jest utrudniona. Rozważano więc przeprowadzenie kanalizacji i na Łabie saskiej, jednak zrezygnowano z tego środka, gdyż utrudnił by on bardzo żywy w tej przestrzeni ruch osobowy. Obecnie saskie ministerstwo skarbu projektuje dla polepszenia żeglugi budowę wielkiego zbiornika między Pirną a Dreznem, o pojemności 80 do 120 milionów m^3 , 4 km długiego, a 3 km szerokiego, w celu zasilania Łaby przy niskich stanach, a przez to powiększenia głębokości dla żeglugi. Roboty te trwałyby 3 lata i dałyby pracę 10.000 bezrobotnym.

Dr. M. M.

Koleje.

— **Pociągi motorowe kolei holenderskich.** Koleje holenderskie zamówiły w fabryce Maybacha 80 zespołów wagonów motorowych, którymi od r. 1934 mają być zastąpione wszystkie pociągi osobowe o trakcji parowej, z wyjątkiem międzynarodowych.

Każdy zespół składa się z trzech pudeł wagonowych osadzonych razem na czterech wózkach dwuosiowych. Czas podróży pociągami motorowymi będzie krótszy od dotychczasowego (*Railw. Gaz.* 13/1933).

— **Austrjackie dresyny motorowe** omawia inż. Hromatka. Dresyna o wadze 235 kg w stanie roboczym, służy do przewozu dwóch osób łącznie z kierowcą. Może być wyjęta z toru przez jednego robotnika. Szybkość jazdy 45 km/godz.

*) Ogłoszone w streszczeniu w Nr. 22/33 *Czasopisma Technicznego*.

Dresyna większa na pięć osób łącznie z kierowcą, może rozwijać szybkość jazdy 60 km/godz. Dresyny te posiadają silniki o mocy 12 KM.

Wózki motorowe do przewozu materiałów drogowych i inwentarza o silniku 12 KM., mogą ciągnąć skład z pięciu wózków, każdy o ciężarze własnym 550 kg, a nośności 5000 kg. Tytułem próby wprowadzono nawet wózki o sile 30 KM., a projektuje o 45 KM. (*Organ f. d. Fortschr.* 2/1933).

Inż. A. W. Krüger.

BIBLIOGRAFJA.

Książki nadesłane. „Polski Przemysł Elektrotechniczny“ Przewodnik. Warszawa 1933. Wydawnictwo Pol. Związku Przeds. Elektrotechnicznych.

„Związek Polskich Hut Żelaznych“. Sprawozdanie z działalności w r. 1932. Warszawa 1933.

„Kataster gruntowy w świetle cyfr i rzeczywistość“. Lwów 1933. Nakł. Centr. Stowarzyszenia Państwowych Inżynierów Mierniczych.

Inż. Stanisław Hempel: „Drewniane konstrukcje inżynierskie“. Warszawa 1933. Nakł. Zespołu „Praesens“. Cena 3-50 zł.

Inż. Stanisław Hempel: „Konstrukcje szkieletowe żelazne“. Warszawa 1933. Nakł. Zespołu „Praesens“. Cena 3-50 zł.

Inż. Stanisław Roszkowski: „Praca w odlewniach żelaza pod względem bezpieczeństwa i higieny“. Warszawa 1933. Nakł. Instytutu Spraw Społecznych.

Prof. Dr. Witold Budryk: „Normogramy dla obliczania przewietrzania kopalń“. Kraków 1933. Nakł. Zakł. Górnictwa l. Akad. Górn.

Inż. Michał Wojtkiewicz: „Śródlądowe drogi wodne na tle ewolucji transportu“. Warszawa 1934. Skład główny: Dom książki polskiej.

„Słownik Polskich Wyrazów Technicznych“. Dział 36. Podział 3. Chłodnictwo. Wydawnictwo Akademii Nauk Technicznych. Warszawa 1933.

Dr. Józef Dubois: „Otrzymywanie półkoks formowanego z torfu z użyciem lepiszcza“. Wydane z zapomogi Akademii Nauk Technicznych. Warszawa 1930.

Karpaty l. XII. 1933. Dr. K. Tołwiński: „O programie naftowych wiercen poszukiwawczych“. Inż. J. Strzetelski, Inż. B. Trzeźniowski, Inż. St. Ortyński: „Mapa geologiczna obszaru naftowego Lipinki-Gorlice. 1:15000.“

Inż. H. Górka: „Niektóre doświadczenia nad odbudową ciśnienia złoża, oraz wyniki tej metody na polach Schodnicy i Urycza.“

Inż. Józef Pawlikowski: „Badania nad wielogrupowością elektronów w łuku ruciowym przy niskich ciśnieniach“. Warszawa 1933. Wydane z zapomogi Akademii Nauk. Techn.

Dr. Jarosław Doliński: „Ćwiczenia szkolne z dziedziny gazu węglowego“. Kraków 1934. Nakładem „Zrzeszenia gazowników i wodociągowców polskich“.

„Wykrośy ruchu i grubości nawierzchni na drogach państwowych w r. 1930“. Warszawa 1948 Ministerstwo Komunikacji.

J. B. Źwikiel: „Rezultaty pomiarów ruchu i grubości nawierzchni przeprowadzonych na drogach bitych w r. 1930“. Nakładem Stowarzyszenia Członków Polskich Kongresów Drog.

Wykaz ważniejszych dzieł nabytych przez Bibliotekę Politechniki Lwowskiej w ciągu pierwszego kwartału 1933 r. (Ciąg dalszy).

IV. Budownictwo, architektura i sztuka.

Reiker H. Über den Schallschutz durch Baukonstruktions-teile. München 1932. Str. 28. — Heiligenthal R. Staat u. Siedlung. Karlsruhe 1932. Str. 18. (C. d. n.)

RÓŻNE SPRAWY.

Nowy sposób oświetlenia zegarów wieżowych. Najprostszym sposobem oświetlenia zegarów wieżowych było dotychczas użycie tarcz szklanych, prześwietlanych silnym światłem z wewnątrz. Szyby takie muszą być jednak nieraz b. duże, a osadzenie ich jest trudne i kosztowne. Poza to w klimacie ostrzejszym, przy silnych mrozach, często pękają.

Matowa tarcza świetlna ma zwyczajnie wygląd brudny, co razi poczucie estetyczne, szczególnie przy wieżach o zabytkowej wartości architektonicznej.

Drugi sposób, mianowicie oświetlanie tarczy reflektorem, dotychczas także nie dał pożądaných wyników z powodu trudności osadzenia reflektora w tej samej wysokości jak tarcza zegarowa względnie wyżej, celem uzyskania należytego odbicia się światła na ziemię.

Obecnie zastosowano sposób nowy, opracowany przez inż. Franciszka Hausnera, polegający na tem, że zamiast cyfr, względnie na cyfrach istniejących instaluje się żarówki rurkowe 25-watowe, podobnie pod wskazówkami na całej ich długości. Szczególnie pomysłów jest niezmiernie proste urządzenie służące do stałego doprowadzenia prądu do poruszających się wskazówek. System ten wytrzymał już próbę paromiesięczną, a dobrze zmontowany daje gwarancję pewnego użycia. Zaletą jego jest zupełna niewidoczność w dzień, wobec czego urządzenie to nie szkodzi architekturze wieży, w nocy zaś odczytywanie cyfr nie przedstawia żadnych trudności nawet z bardzo wielkiej odległości.

Koszt instalacji w porównaniu z innym systemem jest o 50% tańszy, a zużycie światła o 65—70% mniejsze. Zastosowany transformator zmniejsza użycie prądu do 35% tak, iż koszt oświetlenia jednej tarczy wyniesie około 12 groszy za godzinę.

Zarządy miast naszych, organizacje kościelne oraz władze kolejowe, posiadające wieżowe zegary, powinny się tą sprawą zainteresować.

Zebrania i odczyty w Towarzystwie.

Dnia 10. I. 1934 odbył się odczyt Dr. S. Baca p. t. „**Z obserwacji meljoracyjnych na torfowiskach**“.

Dnia 17. I. 1934 odbył się odczyt Inż. W. Schwarzenberg-Czernego p. t. „**Adolf Loos jako twórca współczesnej architektury**“.

Dnia 24. I. 1934 odbył się odczyt Inż. M. Swo-body p. t.: „**Przejazdy i przejścia linii kolejowych**“.

Przekroczenia dróg z linjami kolejowymi w jednym poziomie, o ile nie są należycie zabezpieczone, stanowią poważną przeszkodę w rozwinięciu chyżości pociągów i stanowią miejsca niebezpieczne nie tylko dla przejeżdżających drogami, ale niejednokrotnie i dla pociągów. Z rozwojem ruchu samochodowego i systematycznym zwiększaniem chyżości pociągów, niebezpieczeństwo to znacznie wzrosło.

Prelegent opisał istniejące zabezpieczenia przejazdów ostrzeżeniowe i mechaniczne, zamykające dojazd do toru przed przejazdem pociągu, przy czem omówił nowe przepisy wydane przez Ministerstwo Komunikacji w sprawie zabezpieczenia przejazdów w poziomie, według których na wielu przejazdach w poziomie istniejące urządzenia zamykające dojazd należałoby znieść i wprowadzić tylko urządzenia ostrzegawcze. Wreszcie po przedstawieniu kilku charakterystycznych nieszczęśliwych wypadków na przejazdach i powodów tychże, zaznaczył, że zarządy kolejowe państw europejskich, od kilku lat prowadzą gorliwą akcję w tym kierunku, aby jak najwięcej skrzyżowań dróg kołowych w poziomie z linjami kolejowymi znieść, przez ściągnięcie odnośnych dróg do wspólnego podjazdu górą ponad linią kolejową, względnie sprowadzić je do jednego głównego przejazdu w poziomie zabezpieczonego zaporą ręczną, a tem samem i strzeżonego przez pracownika kolejowego. W tym też celu przeznaczają te zarządy każdego roku znaczne sumy, aby stopniowo usunąć te niebezpieczne miejsca na liniach kolejowych.

Dnia 31. I. 1934 odbył się odczyt Dr. A. Jarzyny p. t.: „**Zagadnienie kolonizacji nowych ziem**“.