

## Kolej podziemna w New-Yorku.

(„Rapid Transit Subway Railroad“).

Podał Emil Elektorowicz,

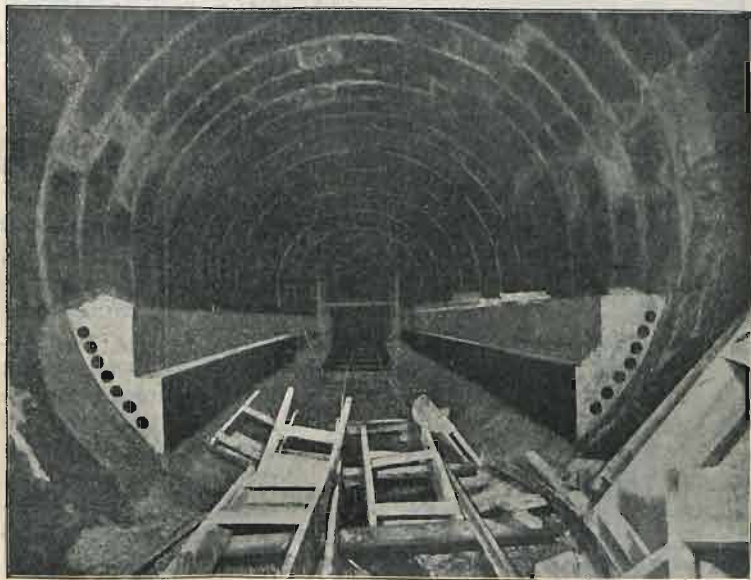
C. E. inżynier „Rapid Transit Subway Construction Company“ w New-Yorku.

(Ciąg dalszy do str. 4 w № 1 r. b.).

Rys. 6 przedstawia wykończoną rurę, już wyprawioną betonem. Po obu stronach bieżą przewody dla kabli elektrycznych, ujęte w beton w ten sposób, że tworzą równocześnie rodzaj wąskiego chodnika, umożliwiającego wyjście podróżnych w razie wypadku.

W najniższym miejscu tunelu (por. profil, rys. 2) w poziomie — 94,06 obie rury połączone są ze sobą rodzajem ścieku do wody, która będzie stale pompowana. Rys. 7 przedstawia wykop łączący obie rury w tem miejscu. Tu widać dokładnie pierścienie żelazne ustroju tunelu.

Rura tunelowa pod East River.



Rys. 6.

Opuściwszy East River biegnie tunel pod ul. Joralemon St. już w Brooklynie aż do pierwszej stacji Borough Hall. Dla zachowania odpowiedniego spadku należało tunel prowadzić w wielkiej głębokości, przyczem potrzeba było wybrać taki system tunelowania, któryby wyłączał możliwość osiadania się nawierzchni, co w skutkach swoich naraziłoby na niebezpieczeństwo cały szereg sąsiednich budynków nie raz kilkanaście piątr wysokich.

Rys. 8 przedstawia przekrój rury tunelowej ceglanej. Rury te zbudowane są z cegły na zaprawie cementowej 1 : 2. Powierzchnia wewnętrzna tunelu pokryta jest wyprawą wodoszczelną ze specjalnej mieszanki cementu i szkła wodnego, znaną tu pod nazwą „hydrolythic waterproofing“.

W czasie budowy tunelu pod East River po stronie Brooklyna okazało się, że z powodu wadliwej roboty, konstrukcja tunelu w niektórych miejscach obniżyła się, powodując nieregularność w spadku. Niedokładność tę poprawiono, przez rozebranie części dolnej pierścieni rury i zastosowanie w tem miejscu ustroju żelaznobetonowego o odpowiednio obniżonym poziomie wierzchu szyn, albo też rozbierano część górnej pierścieni rury i zastosowano w tem miejscu sklepienie z cegły, odpowiednio podniesione. W ten sposób przebudowano około 900 m rury pojedynczej.

Drugim bardzo ważnym czynnikiem, opóźniającym wykończenie tunelu, było osiadanie się rur po stronie Brooklyna,

w miejscu gdzie one bieżą w pokładach piasku. Wiercenia przedwstępne wykazały podobno, że piasek ten, którego właściwości opisałem już poprzednio, daje zupełnie dobry materiał fundamentowy dla tunelu. Przytem wychodzono z założenia, że skoro ciężar zupełnej rury razem z wyprawą betonową i ułożeniami szynami wynosi 16 400 kg/m, a ciężar pociągu około 3 000 kg na 1 m tunelu dodatkowo, to ciężar ogólny wynosi 19 400 kg/m w przeciwstawieniu do 20 000 kg/m ciężaru wypartej wody. Z tego wnioskowano, że nie powinno być tendencji do osiadania się tunelu w dół, wyłączając na-

Wykop dla pomp, łączący obie rury tunelowe pod East River.



Rys. 7.

turalnie możliwość dostania się materiału podłoża do wnętrza rury. Z drugiej strony zaś sądzono, że ciężar rury, tarcie i przyczepność przylegającego materiału, a także sztywność tunelu, uważanego za belkę, dają pewność oporu tunelu przeciwko możliwemu przesunięciu się tegoż ku górze.

Nie przesądzam o ile rozumowanie takie jest słuszne, przypominam jednak, że ciężar dodatkowy pociągu nie jest czynnikiem ciągłym i że tu także należałoby wziąć w rachubę ważny wpływ drgań, wyłączając bezwarunkowo wszelkie zaufanie do tunelu jako do belki.

W rzeczywistości rury te poczęły się osiadać, wywołując pęknięcie żeber w złączach, zrywanie śrub i wypychanie szczeliwa. Wtedy dopiero zrozumiano, że wada tkwi w samym ustroju, nieodpowiednim dla danego terenu, jakkolwiek znakomitego w innych warunkach. W celu ratowania sytuacji należało koniecznie zastosować fundament sztuczny sięgający aż do skały i w ten sposób zapewnić stałe podłożę dla ustroju tunelu.

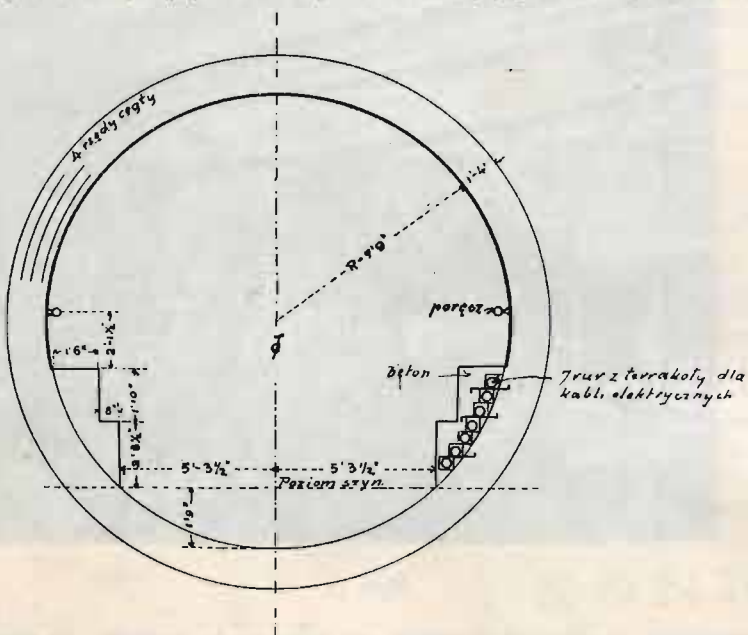
Zwracam uwagę na profil tunelu (rys. 2), gdzie linia kropkowana oznacza w przybliżeniu zarys skały. Otóż począwszy od wierzchołka skały w działce podrzecznej aż do urwiska brzegu po stronie Brooklyna, czyli na długości około 350 m, potrzeba było zastosować fundament sztuczny dla obu rur. W tym celu w odległości około 17 m dano po obu stronach rury pale betonowe, łącząc je rodzajem belki z betonu



uzbrojonego, na której opierał się ustrój tunelu. Nie było to łatwe do przeprowadzenia, zważywszy, że całą robotę wykonywać musiano z wnętrza rury. Część tunelu na długości około 350 m zamknięto w każdej rurze ściankami zamykającymi powietrze, podnosząc ciśnienie powietrza do wysokości ciśnienia hydrostatycznego. Po wyłamaniu dolnego odcinka jednego pierścienia rury, wyjęto dwa odcinki przyлегłe, kopiąc w tem miejscu rów około 50 cm głęboki. Na obu końcach tego rowu ustawiono dwa walce z cienkiej blachy stalowej, o średnicy 50 cm i długości 2 m. Po ułożeniu w każdym z tych walców współśrodkowo rury z żelaza kutego, o średnicy 10 cm i czterech drutów o przekroju kwadratowym  $25 \times 25$  mm, wypełniano wspomniany walec betonem 1 : 3 : 4. Gdy już beton odpowiednio stężał, łączono rurę z pompą płuczkową, pompując gwałtownie piasek i wodę, tak, że dana część pala zagłębiała się nieraz pod własnym ciężarem albo przy zastosowaniu 30-tonowej dźwigni hydraulicznej „Watson-Stilman“, działającej na odpowiednie belkowanie. Gdy w ten sposób ta część pala pogłębiła się aż do dna rowu, przyłączano teleskopowo następną część walca stalowego, powtarzając tę samą czynność powtórnie, aż póki pal nie osiadł na skale. Dwa takie pale łączono belką żelaznobetonową o wklęsłej powierzchni przystosowanej do kształtu rury, poprzednio jednak wypełniano rurę w palach betonem pod znacznym ciśnieniem, tak, by tenże wypchany poza but pilota utworzył ze skałą masę jednolitą (rys. 9).

Paletę bito w odległości około 17 m na całym obszarze piasku od strony Brooklyna pod obu rurami tunelu.

Przecięcie poprzeczne rury tunelowej z cegły pod East River.



Rys. 8.

Obecnie okazała się jeszcze konieczność wzmocnienia rury w niektórych miejscach zapomocą uzbrojonego betonu z wewnątrz, co zmniejsza wolną przestrzeń między wozami pociągu a licem w ten sposób zmienionego ustroju tunelu niekiedy do 4" (= 10 cm).

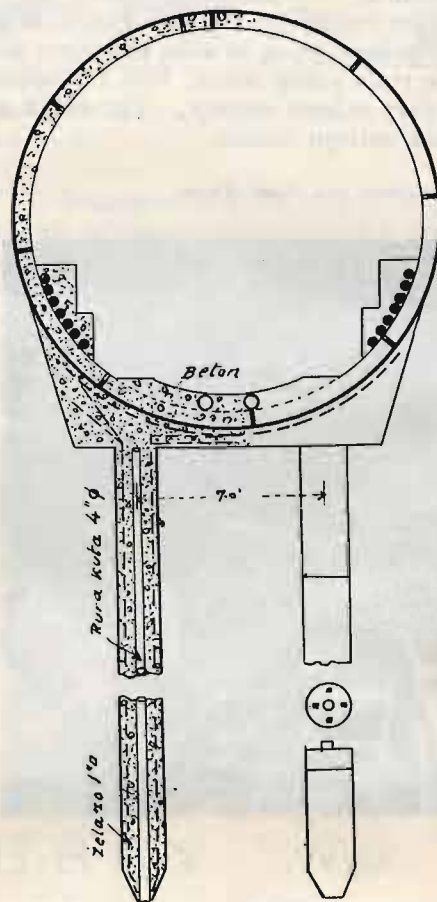
Jak już wspomniałem poprzednio, taki ustrój tunelowy jest odpowiedni dla skały, lub gruntu spoistego. Obecnie wykończono podobny tunel o takim samym ustroju, łączący New-York z Long Osland, znany pod nazwą tunelu Belmonta. Tunel ten na całej długości biegnie w skale.

Na zakończenie opisu tej działki tunelowej wspomnę, że budowa tunelów podwodnych jest przedsięwzięciem nadzwyczaj trudnym, wymagającym wiele staranności i ciągłej kontroli. Budowa napotyka na ciągle niespodzianki, których pokonywanie zabiera wiele czasu, opóźniając postęp roboty. Najłatwiejszym jest tunelowanie w skale, ale ponieważ skała nigdy nie jest tak jednolita, jak to zwykle wykazują mapy warstwiczne wierzeń próbnych, lecz posiada liczne żyły wodne, zimne, ciepłe lub gorące, gniazda płynnego piasku i t. p., więc też i w skale napotyka się na liczne trudności, tem gorsze w tunelach podwodnych, że ma się natychmiast do czynienia z ciśnieniem hydrostatycznym, które trzeba zrówno-

ważyć zgęszczonem powietrzem we wnętrzu tunelu. Największe ciśnienie, które robotnik może wytrzymać, wynosi 2,5 — 3 atm., a pracować w takich warunkach może najdłużej 2 — 3 godzin jednym ciągiem, przyczem wydajność pracy spada do połowy pracy normalnej. Uwzględnijmy nadto możność pracowania tylko z dwu stron i ściśle ograniczoną liczbę robotników, mogących pracować równocześnie, a dojdziemy do przekonania, że prędkość postępu roboty nawet przy zastosowaniu najlepszych znanych maszyn jest tylko w pewnej mierze zawisa od wysiłków inżynierów.

Niedawno czytałem artykuł w jednym z poważniejszych tygodników technicznych, o zamierzonej budowie tunelu podwodnego pod kanałem La Manche, w którym autor powiada, że najświeższe badania przeprowadzone przy budowie tunelu Simplońskiego pozwalają obliczyć czas trwania robót na 7 lat. Pominąwszy już różnicę pomiędzy tunelem podwodnym a nadwodnym, jest to twierdzenie o tyle skrajnie optymistyczne, że biorąc długość 54 km projektowanego

Pale tunelu pod East River.



Rys. 9.

tunelu La Manche i czas siedmioletni oraz przyjmując postęp roboty bez przerwy w dzień i w nocy, otrzymamy 22 m tunelu na dobę, czyli 11 m na każdą gałąź. Dla porównania odsyłam do podanej w Nr. 1 na str. 2 tablicy, wykazującej postęp robót tunelu w skale od strony New-York, czyli Manhattan. Weźmy postęp 885 m w rurze północnej w okresie 4-let, to otrzymamy postęp średni około 60 cm na dobę. Wierzę, że możnaby ewentualnie długość tę podwoić albo potroić, przypuśćmy nawet, że jakiś geniusz techniczny przy pomocy niewyuczonych dotychczas maszyn potrafiłby postęp budowy dziesięciokrotnie zwiększyć, to jednak otrzymalibyśmy tylko 6 m tunelu na dobę, nie zaś 11 m, jak zapowiadają dla tunelu La Manche przy okresie 7-letnim roboty.

Pamiętajmy jednak, że dany projekt inżynierów francuskich, który według słów autora można oglądać w „Conservatoire des Arts et métiers“ w Paryżu wymaga około 30 km tunelowania dla kanałów odprowadzających wodę przesiąkającą przez pokłady szarej kredy, które mają się łączyć z właściwym tunelem w najniższym miejscu i muszą być ukończone jako robota przedwstępna, przed budową właściwego tunelu a w każdym razie znacznie ją wyprzedzać. Również zauważmy, że szlak ma przebiegać w głębokości około 100 m od zwierciadła wody, czyli, że w razie gdyby pokład szarej kredy nie był w rzeczywistości tak jednolity jak to wykazują plany warstwiczne, to wtedy miałyby się do czynienia z ciśnieniem hydrostatycznym dochodzącym do 10 atm. Zgęściwszy powietrze w tunelu do ciśnienia 3 atm., mielibyśmy jednak jeszcze do czynienia z ciśnieniem 7 atm. Tak przedstawia się siedmioletni okres budowy tunelu pod kanałem La Manche w świetle cyfr. Przytoczyłem to jedynie dlatego, że w tym przedmiocie słyży się często bardzo mylne twierdzenia.

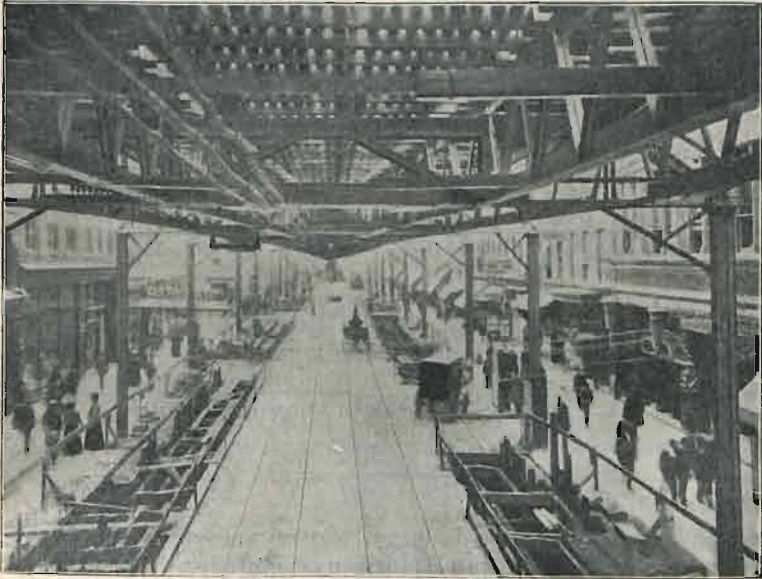
Na linii Manhattan-Brooklyn, na części podziemnej kolei elektrycznej od tunelu podmorskiego aż ku stacyi końcowej w Brooklynie, były trzy wielkie trudności do pokonania jako roboty przedwstępne do budowy, mianowicie: podpiera-



nie szyn ulicznej dwutorowej kolei elektrycznej bez zatrzymywania ruchu dziennego lub nocnego; podpieranie konstrukcji kolei górnej „Elevated Railroad“, która biegnie ponad temiż ulicami i wreszcie zakładanie podciągów pod fundamenty budynków sąsiednich, nieraz dziesięciopiętrowych, z podporami aż do dna kolei podziemnej.

Każda z tych robót przedwstępnych wymaga wiele pracy i staranności. Ruch na kolei ulicznej wzdłuż Fulton Str.

*Foulton Str. w Brooklynie. Stan podczas budowy.*



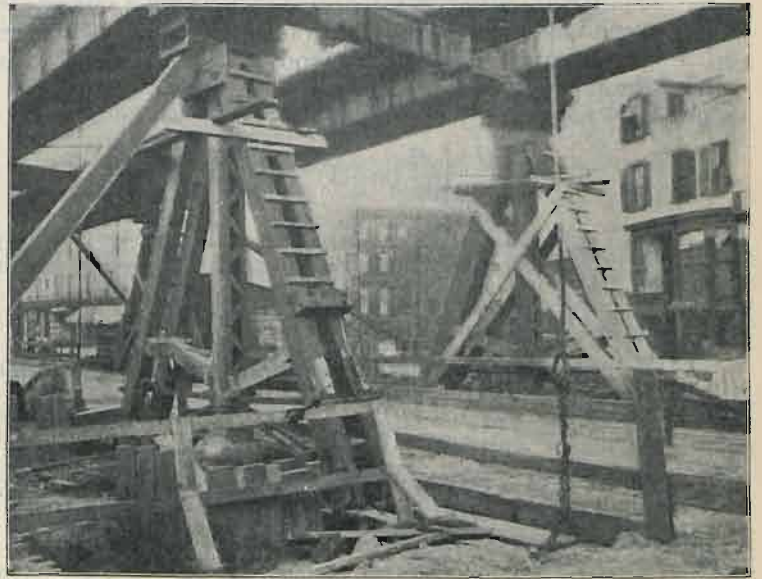
Rys. 10.

i Flatbush Avenue, to jest ulic zajętych budową, jest nadzwyczaj ożywiony; wozy posuwają się jeden za drugim w odległości zaledwie kilku metrów. Po zerwaniu bruku ulicznego podciągano pod szyny belkowanie, mające służyć w przyszłości za belkowanie górne dla wykopu pod kolej podziemną, wykładając jednocześnie balami jodłowymi o grubości 10 cm wolną przestrzeń pomiędzy szynami, jak również przestrzeń na zewnątrz torów kolei ulicznej dla umożliwienia zwykłego ruchu wozowego.

Na rys. 10 przedstawiono już podparte tory kolei ulicznej na Foulton Str. w Brooklynie, z wybalowaniem nawierzchni. Po obu stronach ulicy widać wolne otwory, służące do przewietrzania wykopu. Ponad ulicą widać ustrój kolei górnej opartej na szeregach kolumn. Kolumny te opierają się na fundamentach z słupów ceglanych i ustawione są w odstępach około 15 m. Cała więc praca podpierania tego ustroju

ograniczała się do odpowiedniego podparcia wspomnianych kolumn. Robota ta musiała być wykonana przed właściwym wykopem dla kolei podziemnej. W tym celu wybierano dwa szyby po obu stronach kolumny, w odległości około 6 m pomiędzy osiami tychże. W miarę pogłębiania wykopu ściany usztywniano opierzeniem i o ile to było potrzebne zabijano ścianki wpustpalowe, wodoszczelne, poniżej zwierciadła wód gruntowych, przy czem na dnie wykopu zakładano odpowiedni

*Podparcie kolei górnej na Flatbush Avenue w Brooklynie.*



Rys. 11.

fundament betonowy. W każdy z tych szybów wpuszczano pionowo 4 mocne słupy z białej lub żółtej sosny, o przekroju  $30 \times 30$  cm, ściągając je ze sobą starannie kotwami. Słupy te, sięgające do powierzchni ulicy, stanowiły podporę dla specjalnego ustroju w kształcie litery „A“, ściąganego tężnikami żelaznymi, którego wierzchołek podpierał budowę kolei górnej. Żelazne kliny wbijane pomiędzy chwyt tężników a odpowiedni bloczek, służyły do wyrównywania drobnych niedokładności, powstających z osiadania gruntu lub działania zmian atmosferycznych na drzewo. Po ukończeniu tej roboty przedwstępnej wykonano wykop dla kolei podziemnej, następnie część ustroju pod kolumnami zakładano oddzielnie, i opierano na nich podstawę kolumn (rys. 11). Strzałka na rys. 11 wskazuje urządzenie do wbijania klinów.

(C. d. n.)

## Wzory ogólne dla odkształceń w teorii sprężystości.

Szereg zagadnień technicznych nie doczekał się jeszcze naukowego rozwiązania dzięki trudnościom analitycznym, spotykanym przy zastosowaniu doń wzorów teorii sprężystości. Jednym z braków tej teorii jest to, że wzory wyznaczające związki sił międzycząsteczkowych są wyrażane za pomocą równań różniczkowych, całkowanych tylko w wypadkach szczególnych i to najczęściej nie sposobem wprowadzania do nich nowych założeń wpływających z istoty zadania, lecz sposobem prowadzenia całego rozumowania od początku i układania nowych, prostszych równań.

Oczywiście metoda taka w zastosowaniu do większości poszczególnych wypadków daje najzupełniej zadawalniające wyniki, ale suma pracy umysłowej, wyłożonej przy metodzie powyższej, musi być większa niż gdybyśmy mając wyniki ogólne stosowali je drogą uproszczeń do wypadków typowych.

Nadto każde zagadnienie bardziej skomplikowane doprowadza nas ostatecznie do wzorów również spomplikowanych, różniących się niewiele od zasadniczych, których całkowanie jest tak samo trudne.

Z drugiej strony jednak zcałkowanie równań, o których mowa, zadania teorii nie rozwiązuje, nie posuwa go nawet

wiele naprzód. Tu w całej pełni można zastosować zdanie RIEMANN'A wypowiedziane w jego „Vorlesungen über partielle Differentialgleichungen“, że znaleźć całkę czyniącą zadość danemu równaniu i uogólnić ją, to tyle co nie, trudność największa polega na dostosowaniu otrzymanego wzoru do warunków drugorzędnych nie zawartych w równaniu. Ponieważ jednak nie można powiedzieć B nie powiedziawszy przedtem A, ja, pozwalam sobie oddać pod sąd i do użytku czytelnika niniejszą próbę, która w najlepszym razie może być tylko A, oczekującym na dalszy ciąg alfabetu.

Wzory i oznaczenia biorę z dzieła GRASHOF'A „Elasticität und Festigkeit“, te same wzory, nad którymi uczony ten przechodzi do porządku dziennego.

Jeśli przez  $\sigma_x$ ,  $\sigma_y$  i  $\sigma_z$  oznaczamy naprężenia ściskające lub rozciągające w kierunku dowolnie wybranych osi współrzędnych prostokątnych  $X$ ,  $Y$ ,  $Z$  w punkcie danym ciała stałego, przez  $\tau_x$ ,  $\tau_y$  i  $\tau_z$  naprężenia ścinające, które starają się obrócić cząstkę ciała  $dx$ ,  $dy$ ,  $dz$  około osi równoległych do kierunków powyższych  $X$ ,  $Y$ ,  $Z$ , to związek pomiędzy temi wielkościami dają nam równania:



$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial \sigma_x}{\partial x} + \frac{\partial \tau_y}{\partial z} + \frac{\partial \tau_z}{\partial y} + X &= 0 \\ \frac{\partial \sigma_y}{\partial y} + \frac{\partial \tau_x}{\partial z} + \frac{\partial \tau_z}{\partial x} + Y &= 0 \\ \frac{\partial \sigma_z}{\partial z} + \frac{\partial \tau_x}{\partial y} + \frac{\partial \tau_y}{\partial x} + Z &= 0 \end{aligned} \right\} \dots \dots (1).$$

X, Y, Z oznaczają składowe sił w kierunkach osi współrzędnych, działających bezpośrednio na rozpatrywany punkt materialny, są to siły tak zwane masowe.

Naprężenia międzycząsteczkowe wiążą się z odkształceniami współrzędnych punktu, powstałymi wskutek działania sił zewnętrznych w następujący sposób: jeśli przez  $\xi$  oznaczymy zmianę wielkości odciętej x, przez  $\eta$  — odciętej y, a przez  $\zeta$  — rzędnej z, to:

$$\left. \begin{aligned} \sigma_x &= \frac{2G}{m-2} \left[ \frac{\partial \xi}{\partial x} (m-1) + \frac{\partial \eta}{\partial y} + \frac{\partial \zeta}{\partial z} \right] \\ \sigma_y &= \frac{2G}{m-2} \left[ \frac{\partial \xi}{\partial x} + \frac{\partial \eta}{\partial y} (m-1) + \frac{\partial \zeta}{\partial z} \right] \\ \sigma_z &= \frac{2G}{m-2} \left[ \frac{\partial \xi}{\partial x} + \frac{\partial \eta}{\partial y} + \frac{\partial \zeta}{\partial z} (m-1) \right] \end{aligned} \right\} \dots \dots (2).$$

Dla naprężeń ścinających zaś mamy wzory następujące:

$$\left. \begin{aligned} \tau_x &= G \left( \frac{\partial \eta}{\partial z} + \frac{\partial \zeta}{\partial y} \right) \\ \tau_y &= G \left( \frac{\partial \zeta}{\partial x} + \frac{\partial \xi}{\partial z} \right) \\ \tau_z &= G \left( \frac{\partial \xi}{\partial y} + \frac{\partial \eta}{\partial x} \right) \end{aligned} \right\} \dots \dots (3).$$

Nie wchodząc w bliższe określanie stałych G i m zaznaczę tylko, że G jest zależne od właściwości fizycznych ciała, m — niezależnym.

Wzory (1), (2) i (3) stanowią ostateczny ogólny wynik badań sprężystości.

Jeśli w równania (1) wprowadzimy wyrażenia (2) i (3), to po odpowiednich uproszczeniach otrzymamy trzy równania następujące:

$$\left. \begin{aligned} \frac{m-1}{m-2} \frac{\partial^2 \xi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \xi}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \xi}{\partial z^2} + \frac{m-1}{m-2} \frac{\partial^2 \eta}{\partial x \partial y} + \frac{m-1}{m-2} \frac{\partial^2 \zeta}{\partial x \partial z} + \frac{1}{G} X &= 0 \\ \frac{m-1}{m-2} \frac{\partial^2 \eta}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \eta}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \eta}{\partial z^2} + \frac{m-1}{m-2} \frac{\partial^2 \xi}{\partial x \partial y} + \frac{m-1}{m-2} \frac{\partial^2 \zeta}{\partial y \partial z} + \frac{1}{G} Y &= 0 \\ \frac{m-1}{m-2} \frac{\partial^2 \zeta}{\partial z^2} + \frac{\partial^2 \zeta}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \zeta}{\partial x^2} + \frac{m-1}{m-2} \frac{\partial^2 \xi}{\partial x \partial z} + \frac{m-1}{m-2} \frac{\partial^2 \eta}{\partial y \partial z} + \frac{1}{G} Z &= 0 \end{aligned} \right\} \dots \dots (4).$$

Prawie we wszystkich wypadkach można uważać X, Y, Z za równe zero, wyjątkowo i to przy rozpatrywaniu niektórych zagadnień naukowych, za stałe różne od zera; wypadek ten szczególnie rozpatrzemy obecnie; oznaczmy:

$$X = GM; \quad Y = GN \quad \text{i} \quad Z = GR \quad \dots \text{const.}$$

i równania (4) wobec powyższego założenia napiszmy tak:

$$\left. \begin{aligned} \frac{m-1}{m-2} \frac{\partial}{\partial x} \left( \frac{\partial \xi}{\partial x} + \frac{\partial \eta}{\partial y} + \frac{\partial \zeta}{\partial z} \right) + \frac{\partial^2 \zeta}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \xi}{\partial z^2} + M &= 0 \\ \frac{m-1}{m-2} \frac{\partial}{\partial y} \left( \frac{\partial \xi}{\partial x} + \frac{\partial \eta}{\partial y} + \frac{\partial \zeta}{\partial z} \right) + \frac{\partial^2 \eta}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \eta}{\partial z^2} + N &= 0 \\ \frac{m-1}{m-2} \frac{\partial}{\partial z} \left( \frac{\partial \xi}{\partial x} + \frac{\partial \eta}{\partial y} + \frac{\partial \zeta}{\partial z} \right) + \frac{\partial^2 \zeta}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \zeta}{\partial y^2} + R &= 0. \end{aligned} \right.$$

Dla ułatwienia działań oznaczmy  $\frac{m-1}{m-2} = \mu$  i nadto

$$\frac{\partial \xi}{\partial x} + \frac{\partial \eta}{\partial y} + \frac{\partial \zeta}{\partial z} = \vartheta(x, y, z) \dots \dots (5).$$

Po wprowadzeniu tych oznaczeń do równań poprzednich, przyjmą one postać następującą:

$$\left. \begin{aligned} \mu \frac{\partial \vartheta}{\partial x} + \frac{\partial^2 \xi}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \xi}{\partial z^2} + M &= 0 \quad \left\{ \begin{array}{l} \text{I-sze} \\ \text{II-gie} \\ \text{III-cie} \end{array} \right\} \\ \mu \frac{\partial \vartheta}{\partial y} + \frac{\partial^2 \eta}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \eta}{\partial z^2} + N &= 0 \\ \mu \frac{\partial \vartheta}{\partial z} + \frac{\partial^2 \zeta}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \zeta}{\partial y^2} + R &= 0 \end{aligned} \right\} \dots \dots (6).$$

Pierwsze z tych równań zróżniczkujemy po x i zamienimy w niem  $\frac{\partial \xi}{\partial x}$  przez równe mu  $\left( \vartheta - \frac{\partial \eta}{\partial y} - \frac{\partial \zeta}{\partial z} \right)$  wzięte z równania (5), a otrzymamy:

$$\mu \frac{\partial^2 \vartheta}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \vartheta}{\partial y^2} - \frac{\partial^3 \eta}{\partial y^3} - \frac{\partial^3 \zeta}{\partial y^2 \partial z} + \frac{\partial^2 \vartheta}{\partial z^2} - \frac{\partial^3 \eta}{\partial y^2 \partial z^2} - \frac{\partial^3 \zeta}{\partial z^3} = 0$$

które to równania zróżniczkujemy kolejno dwa razy po x i dwa razy po z:

$$\left. \begin{aligned} \mu \frac{\partial^4 \vartheta}{\partial x^4} + \frac{\partial^4 \vartheta}{\partial x^2 \partial y^2} - \frac{\partial^5 \eta}{\partial x^2 \partial y^3} - \frac{\partial^5 \zeta}{\partial x^2 \partial y^2 \partial z} + \frac{\partial^4 \vartheta}{\partial x^2 \partial z^2} - \frac{\partial^5 \eta}{\partial x^2 \partial y^2 \partial z^2} - \frac{\partial^5 \zeta}{\partial x^2 \partial z^3} &= 0 \\ \mu \frac{\partial^4 \vartheta}{\partial x^2 \partial z^2} + \frac{\partial^4 \vartheta}{\partial y^2 \partial z^2} - \frac{\partial^5 \eta}{\partial y^3 \partial z^2} - \frac{\partial^5 \zeta}{\partial y^2 \partial z^3} + \frac{\partial^4 \vartheta}{\partial z^4} - \frac{\partial^5 \eta}{\partial y \partial z^4} - \frac{\partial^5 \zeta}{\partial z^5} &= 0. \end{aligned} \right.$$

Jeśli równania powyższe dodamy, w otrzymanem wydzielimy dwie grupy wyrazów z  $\eta$  w sposób następujący:

$$\frac{\partial^3}{\partial y^3} \left( \frac{\partial^2 \eta}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \eta}{\partial z^2} \right) \quad \text{i} \quad \frac{\partial^3}{\partial y \partial z^2} \left( \frac{\partial^2 \eta}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \eta}{\partial z^2} \right)$$

i wartości w nawiasach zamienimy przez równe im wzięte z równ. drugiego grupy (6), a mianowicie przez:

$$-\left( \mu \frac{\partial \vartheta}{\partial y} + N \right)$$

i otrzymane w ten sposób równanie zróżniczkujemy po z, to będziemy mieli:

$$\left. \begin{aligned} \mu \frac{\partial^4}{\partial x^4} \left( \frac{\partial \vartheta}{\partial z} \right) + \frac{\partial^4}{\partial x^2 \partial y^2} \left( \frac{\partial \vartheta}{\partial z} \right) + \mu \frac{\partial^4}{\partial x^2 \partial z^2} \left( \frac{\partial \vartheta}{\partial z} \right) + \mu \frac{\partial^4}{\partial y^4} \left( \frac{\partial \vartheta}{\partial z} \right) - \frac{\partial^6 \zeta}{\partial x^2 \partial y^2 \partial z^2} - \frac{\partial^6 \zeta}{\partial y^2 \partial z^4} + \frac{\partial^4}{\partial x^2 \partial z^2} \left( \frac{\partial \vartheta}{\partial z} \right) + \frac{\partial^4}{\partial z^4} \left( \frac{\partial \vartheta}{\partial z} \right) + (\mu + 1) \frac{\partial^4}{\partial y^2 \partial z^2} \left( \frac{\partial \vartheta}{\partial z} \right) - \frac{\partial^6 \zeta}{\partial x^2 \partial z^4} - \frac{\partial^6 \zeta}{\partial z^6} &= 0. \end{aligned} \right.$$

Przy pomocy równania trzeciego z grupy równ. (6) wykluczamy  $\frac{\partial \vartheta}{\partial z}$  i po sprowadzeniu otrzymujemy ostatecznie:

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial^6 \zeta}{\partial x^6} + \left( 1 + \frac{1}{\mu} \right) \frac{\partial^6 \zeta}{\partial x^4 \partial y^2} + \left( 3 + \frac{2}{\mu} \right) \frac{\partial^6 \zeta}{\partial x^2 \partial y^2 \partial z^2} + \left( 1 + \frac{1}{\mu} \right) \frac{\partial^6 \zeta}{\partial x^2 \partial y^4} + \left( 1 + \frac{1}{\mu} \right) \frac{\partial^6 \zeta}{\partial x^4 \partial z^2} + \left( 1 + \frac{1}{\mu} \right) \frac{\partial^6 \zeta}{\partial y^4 \partial z^2} + \left( 1 + \frac{1}{\mu} \right) \frac{\partial^6 \zeta}{\partial x^2 \partial z^4} + \left( 1 + \frac{1}{\mu} \right) \frac{\partial^6 \zeta}{\partial y^2 \partial z^4} + \frac{\partial^6 \zeta}{\partial y^6} + \frac{\partial^6 \zeta}{\partial z^6} &= 0 \quad (7). \end{aligned} \right.$$

Równanie (7) jest równaniem różniczkowym 6-go rzędu funkcji trzech zmiennych niezależnych, równaniem symetrycznym. Aczkolwiek ogólne sposoby całkowania takich równań nie są znane, to jednak zwykle odszukanie całki szczególnej nie napotyka trudności.

Na pierwszy rzut oka widocznym jest, że równaniu (7) czyni zadość każdy zupełny wielomian algebraiczny piątego stopnia.

Założmy nadto:

$$\zeta(x, y, z) = \psi(a_3 x + b_3 y + c_3 z) + W \dots \dots (8)$$

$\psi()$  jest funkcją dowolną, W wielomianem algebraicznym. Po wprowadzeniu do naszego równania (7) powyższego założenia, otrzymamy, jeżeli oznaczmy  $a_3 x + b_3 y + c_3 z = w_3$ :



$$a_3^6 \frac{\partial^6 \phi}{\partial w_3^6} + \left(1 + \frac{1}{\mu}\right) a_3^4 b_3^2 \frac{\partial^6 \phi}{\partial w_3^6} + \left(3 + \frac{2}{\mu}\right) a_3^2 b_3^2 c_3^2 \frac{\partial^6 \phi}{\partial w_3^6} +$$

$$+ \left(1 + \frac{1}{\mu}\right) a_3^2 b_3^4 \frac{\partial^6 \phi}{\partial w_3^6} + \left(1 + \frac{1}{\mu}\right) a_3^4 c_3^2 \frac{\partial^6 \phi}{\partial w_3^6} +$$

$$+ \left(1 + \frac{1}{\mu}\right) b_3^4 c_3^2 \frac{\partial^6 \phi}{\partial w_3^6} + \left(1 + \frac{1}{\mu}\right) a_3^2 c_3^4 \frac{\partial^6 \phi}{\partial w_3^6} +$$

$$+ \left(1 + \frac{1}{\mu}\right) b_3^2 c_3^4 \frac{\partial^6 \phi}{\partial w_3^6} + b_3^6 \frac{\partial^6 \phi}{\partial w_3^6} + c_3^6 \frac{\partial^6 \phi}{\partial w_3^6} = 0.$$

A zatem aby równ. (8) było całką częściową równania (7), potrzeba albo aby

$$\frac{\partial^6 \phi}{\partial w_3^6} = 0$$

warunek, któremu czyni zadość  $W$ , albo aby istniało równanie warunkowe:

$$a_3^6 + \left(1 + \frac{1}{\mu}\right) a_3^4 b_3^2 + \left(3 + \frac{2}{\mu}\right) a_3^2 b_3^2 c_3^2 + \left(1 + \frac{1}{\mu}\right) a_3^2 b_3^4 +$$

$$+ \left(1 + \frac{1}{\mu}\right) a_3^4 c_3^2 + \left(1 + \frac{1}{\mu}\right) b_3^4 c_3^2 + \left(1 + \frac{1}{\mu}\right) a_3^2 c_3^4 +$$

$$+ \left(1 + \frac{1}{\mu}\right) b_3^2 c_3^4 + b_3^6 + c_3^6 = 0 \quad \dots (9).$$

Ponieważ równanie warunkowe jest 6-go stopnia, a zatem rozwiązawszy je co do  $c_3$ , otrzymalibyśmy wogóle 6 różnych pierwiastków:  $c_3^I, c_3^{II}, c_3^{III}, c_3^{IV}, c_3^V, c_3^{VI}$ , czyli że istnieje sześć funkcji dowolnych trójmianu pierwszego stopnia  $w_3^I, w_3^{II}, \dots$ , czyniących zadość naszemu równaniu. Funkcje te są:

$\phi_1(a_3 x + b_3 y + c_3^I z); \phi_2(a_3 x + b_3 y + c_3^{II} z) \dots$   
 $\phi_6(a_3 x + b_3 y + c_3^{VI} z)$ , w których  $a_3, b_3$  są stałymi dowolnymi,  $c_3^I, c_3^{II}, \dots$  określone w zależności od nich.

Zapomocą analogicznego rozumowania z równań (4) możemy otrzymać dla  $\eta$  i  $\xi$  wyrażenia

$$\eta(x, y, z) = \lambda(a_2 x + b_2 y + c_2 z) + V \quad (10),$$

$$\xi(x, y, z) = \varphi(a_1 x + b_1 y + c_1 z) + U$$

w których  $\lambda$  i  $\varphi$  oznaczają funkcje dowolne,  $V$  i  $U$  wielomiany algebraiczne 5-go stopnia.

Ponieważ nasze równania różniczkowe 6-go rzędu, które posłużyły nam do wyznaczenia  $\xi, \eta$  i  $\zeta$  otrzymaliśmy drogą różniczkowania równań 2-go rzędu, a zatem nie wszystkie wyrazy czyniące zadość równaniom ostatecznym, powinny koniecznie odpowiadać równaniom pierwotnym zasadniczym (4). Dla wykrycia zmian, które należy wprowadzić do wyrażen dla  $\xi, \eta$  i  $\zeta$  (8 i 10), wprowadźmy je do równań (4) i rozpatrzmy wyniki.

Ponieważ każda z całek częściowych  $\xi, \eta$  i  $\zeta$  winna czynić zadość równaniom, więc zamieniając je przez  $U, V$  i  $W$ , będziemy mieli

$$\left. \begin{aligned} \frac{m-1}{m-2} \frac{\partial^2 U}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 U}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 U}{\partial z^2} + \frac{m-1}{m-2} \frac{\partial^2 V}{\partial x \partial y} + \frac{m-1}{m-2} \frac{\partial^2 W}{\partial x \partial z} + M &= 0 \\ \frac{m-1}{m-2} \frac{\partial^2 V}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 V}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 V}{\partial z^2} + \frac{m-1}{m-2} \frac{\partial^2 U}{\partial x \partial y} + \frac{m-1}{m-2} \frac{\partial^2 W}{\partial y \partial z} + N &= 0 \\ \frac{m-1}{m-2} \frac{\partial^2 W}{\partial z^2} + \frac{\partial^2 W}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 W}{\partial x^2} + \frac{m-1}{m-2} \frac{\partial^2 U}{\partial x \partial z} + \frac{m-1}{m-2} \frac{\partial^2 V}{\partial y \partial z} + R &= 0 \end{aligned} \right\} (11)$$

Ponieważ równania (11) składają się z wielomianów zupełnych 5-go stopnia zróżniczkowanych dwukrotnie, a zatem każde z nich daje się sprowadzić do wielomianu zupełnego trzech zmiennych niezależnych, trzeciego stopnia. Ponieważ te wielomiany są równe zeru, a zatem współczynniki przy iloczynach  $xyz$  i ich potęg są również równe zeru. Otóż więc zastosowawszy metodę współczynników nieoznaczonych, możemy równania (11) rozbić na szereg równań warunkowych, mianowicie każde z nich rozpada się na 19 równań, więc ogółem otrzymujemy 57 równań warunkowych. Stałych  $U, V$  i  $W$  posiada każde po 46, a zatem do wyznaczenia mamy 138, czyli, po wykonaniu rachunku pozostanie jeszcze 81 stałych bliżej nie określonych. Zmudnych tych a bezcelowych wyliczeń wykonywać nie będziemy, gdyż w każdym poszczególnym wypadku dołączenie nowych zawarunkowań, a więc nowych równań zadanie ułatwia.

Wprowadzenie  $\varphi, \lambda, \psi$  do równ. (4) daje nam następujące równania:

$$\left( \mu a_1^2 + b_1^2 + c_1^2 \right) \frac{\partial^2 \varphi}{\partial w_1^2} + \mu a_2 b_2 \frac{\partial^2 \lambda}{\partial w_2^2} + \mu a_3 c_3 \frac{\partial^2 \psi}{\partial w_3^2} = 0$$

$$\left( \mu b_2^2 + a_2^2 + c_2^2 \right) \frac{\partial^2 \lambda}{\partial w_2^2} + \mu a_1 b_1 \frac{\partial^2 \varphi}{\partial w_1^2} + \mu b_3 c_3 \frac{\partial^2 \psi}{\partial w_3^2} = 0$$

$$\left( \mu c_3^2 + a_3^2 + b_3^2 \right) \frac{\partial^2 \psi}{\partial w_3^2} + \mu a_1 c_1 \frac{\partial^2 \varphi}{\partial w_1^2} + \mu b_2 c_2 \frac{\partial^2 \lambda}{\partial w_2^2} = 0$$

W równaniach tych niema stałych  $R_1, N_1, M_1$ , wobec tego, iż dowolność funkcji  $\varphi, \lambda$  i  $\psi$  pozwala przypuścić szczególną wartość ich równą zeru, a wtedy

$$R_1 = N_1 = M_1 = 0.$$

Wogóle jeżeli funkcje  $\varphi(x, y, z), \lambda(x, y, z)$  i  $\psi(x, y, z)$  są dowolnymi, to dowolnymi są również ich pochodne.

$$\frac{\partial^2 \varphi}{\partial w_1^2} \dots \frac{\partial^2 \lambda}{\partial w_2^2} \dots \frac{\partial^2 \psi}{\partial w_3^2} \dots$$

a zatem równania nasze mogą istnieć tylko wtedy, gdy:

$$\mu a_1^2 + b_1^2 + c_1^2 = 0; \quad \mu a_2 b_2 = 0; \quad \mu a_3 c_3 = 0$$

$$\mu b_2^2 + a_2^2 + c_2^2 = 0; \quad \mu a_1 b_1 = 0; \quad \mu b_3 c_3 = 0$$

$$\mu c_3^2 + b_3^2 + a_3^2 = 0; \quad \mu a_1 c_1 = 0; \quad \mu b_2 c_2 = 0$$

Rozpatrzmy grupy:

$$\mu a_1^2 + b_1^2 + c_1^2 = \mu a_1 b_1 = \mu a_1 c_1 = 0$$

$$\mu b_2^2 + a_2^2 + c_2^2 = \mu a_2 b_2 = \mu b_2 c_2 = 0$$

$$\mu c_3^2 + b_3^2 + a_3^2 = \mu a_3 c_3 = \mu b_3 c_3 = 0$$

Aby uczynić zadość tym równaniom, należałoby albo przyrównać do zera wszelkie wyrazy, lecz wtedy  $\varphi(w_1); \lambda(w_2); \psi(w_3)$  przestałyby być zmiennymi, albo założyć tylko:

$$\left. \begin{aligned} b_1^2 + c_1^2 = 0; \quad a_1 = 0 \\ a_2^2 + c_2^2 = 0; \quad b_2 = 0 \\ b_3^2 + a_3^2 = 0; \quad c_3 = 0 \end{aligned} \right\} \dots (12).$$

Równania powyższe czynią zadość równaniu warunkowemu (9) i analogicznym dla  $\eta$  i  $\xi$ . Wpływa z nich również, że zamiast 6-ciu funkcji dowolnych dla  $\xi, \eta$  i  $\zeta$ , każde z nich będzie posiadało tylko dwie.

Ponieważ mamy

$$b_1 = \pm i c_1; \quad a_1 = 0$$

a zatem:

$$\varphi_1(c_1 y + i c_1 z); \quad \varphi_2(c_1 y - i c_1 z)$$

Jak również

$$c_2 = \pm i a_2; \quad b_2 = 0$$

więc

$$\lambda_1(a_2 x + i a_2 z); \quad \lambda_2(a_2 x - i a_2 z)$$

$$a_3 = \pm i b_3; \quad c_3 = 0$$

$$\psi_1(b_3 x + i b_3 y); \quad \psi_2(b_3 x - i b_3 y).$$

Jeżeli stałą uważać będziemy za włączoną do znaku funkcji, i nadto jeżeli zamiast  $U, V$  i  $W$  napiszemy ich znaczenia w postaci symbolów, w których wskaźnik oznacza tylko stopień wielomianu, tak że np.

$$(Ax + By + Cz)^n$$

jest wielomianem algebraicznym  $n$ -tego stopnia, to otrzymamy dla odkształceń wzory następujące:

$$\xi(x, y, z) = \sum_0^n (A_1 x + B_1 y + C_1 z)^n + \varphi_1(y + iz) + \varphi_2(y - iz)$$

$$\eta(x, y, z) = \sum_0^n (A_2 x + B_2 y + C_2 z)^n + \lambda_1(x + iz) + \lambda_2(x - iz) \quad (13).$$

$$\zeta(x, y, z) = \sum_0^n (A_3 x + B_3 y + C_3 z)^n + \psi_1(x + iy) + \psi_2(x - iy)$$

W tych wzorach  $n$  zmienia się od 0 do 5, chociaż nie nam nie przeszkadza przyjąć  $n$  dowolnie wielkiem. Dla wyznaczenia części stałych mamy równania warunkowe, wpływające z równ. (11). Reszta stałych, jak również kształt funkcji  $\varphi, \lambda$  i  $\psi$  określają nam warunki dodatkowe nie objęte przez równania zasadnicze, a więc np. kształt ciała, sposób, w jaki na nie działają siły zewnętrzne, wielkość tych sił i t. p.

St. Doborzyński, inż.



## Mierzenie w warsztacie i wyrabianie części zamiennych.

Według G. Schlesinger'a <sup>1)</sup>.

Niewielu inżynierów znajduje się w tem położeniu szczęśliwym, że mogą budować fabryki zupełnie nowe i tem samym przy urządzeniu nowych warsztatów wyposażać je w najlepsze i najodpowiedniejsze urządzenia. Rzadko również się zdarza, aby opuszczano zupełnie istniejące urządzenia fabryczne, i wznoszono zupełnie nowe na innym miejscu, dając tem samym budującemu inżynierowi możliwość łączenia najnowszych zdobyczy techniki z doświadczeniami zdobytemi z dawnymi urządzeniami i stworzenia w ten sposób zakładu o urządzeniach wyłącznie wyborowych. Zasadą natomiast jest, że istniejące fabryki trzymają się dawnych sposobów wyrabiania dopóki wzmagające się współzawodnictwo nie zmusi wreszcie do udoskonalenia urządzeń, w celu obniżenia kosztu wyrobu.

Pod tym względem zachodzi zasadnicza różnica pomiędzy Europejczykami i Amerykanami. Amerykanin bez ustanku zastępuje jak najczęściej obrabiarki nowymi i z góry już liczy na krótki ich żywot. „They will stand a lifetime“, t. j. około 5 lat; wtedy wyroby nawet dobrych firm są już wykorzystane zupełnie. W Europie natomiast budują jakby na wieki; są tu zmuszani do tego przez swoich odbiorców. Do ich wyrobów, zwłaszcza pod względem jakości materiału, stosuje się znacznie wyższe wymagania, aniżeli do wyrobów fabryk amerykańskich i wskutek tego europejskim fabrykantom obrabiarek bardzo jest trudno współzawodniczyć na obcych rynkach z wyrobami amerykańskimi.

Nie powinniśmy zapominać, że obecnie w dziedzinie budowy obrabiarek panuje podobna walka, jak pomiędzy pociskami działowymi a płytami pancernymi. Dziś zbudują obrabiarkę o niebywałej dotychczas sprawności, a już jutro pojawia się na rynku stal narzędziowa, dla której najsilniejsza nawet z dotychczasowych obrabiarek jest za słabą; wtedy znowu obrabiarkę wzmacniają i t. d. Na tem właśnie polega postęp; wymaga on aby obrabiarkę choćby jeszcze dobrą i zdatną do użytku usunąć, gdy sprawność jej wobec nowych wymagań okazuje się niedostateczną.

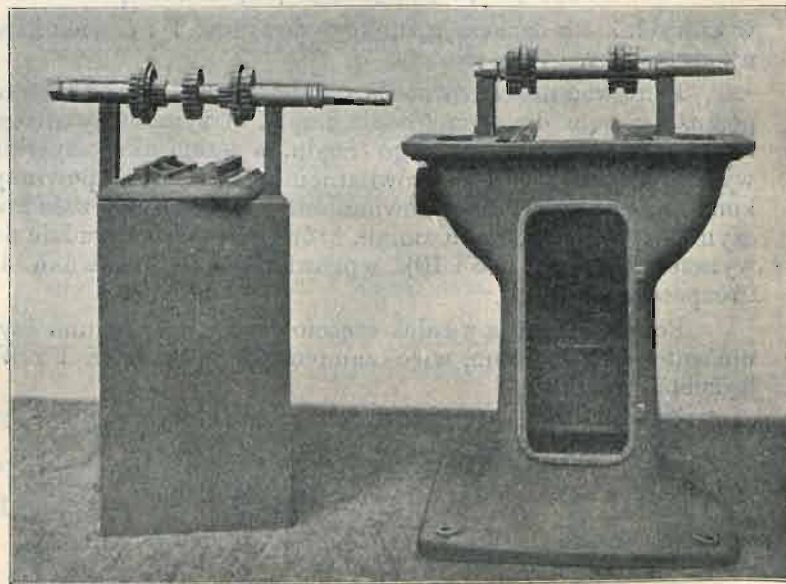
Przy wprowadzaniu nowych sposobów obróbki na starych urządzeniach fabrycznych należy mieć na względzie: 1) oszczędność i 2) lepsze wyroby. Prawdziwe korzyści jednak osiąga się dopiero wtedy, gdy organicznie przystosowane będą wszystkie sposoby obróbki. Przez ustawienie kilku nowych obrabiarek, niewiele osiągnąć można. Nawet gdy one wykonane są bez zarzutu i dają wyroby dobre, mogą przy nieodpowiednim ich użyciu, łatwo zamiast oczekiwanych korzyści, spowodować straty. Nasuwa się tu na myśl zwłaszcza frezowanie, na którym pokładano pierwotnie przesadne nadzieje, a do którego żywią obecnie zupełnie nieuzasadnioną niechęć. Tylko doświadczeni praktycy mogą tu wskazać drogę dobrą; tylko połączenie heblarni i frezowni w rękę wytrawnego zawodowca daje możliwość osiągnięcia od samego początku korzyści. Kierownik zawodowy powinien umieć orzec jak mogą te dwa sposoby obróbki dobrze i korzystnie wzajemnie się uzupełniać. Przy każdym przedmiocie należy się zastanowić, co będzie lepsze: frezowanie czy heblowanie; pogląd zaś, iż frezowanie stopniowo wyprze zupełnie z użycia heblowanie, jest zasadniczo błędny.

Rys. 1 przedstawia przykład błędnego zastosowania frezowania. Na prawo widać stojak frezarki profilowej, po którym powinien się suwać stół znajdujący się po stronie lewej. Ponad powierzchniami obrabianymi wypadłoby ustawić zespoły frezów. Rozszerzona u góry część stojaka wymaga nadzwyczaj długich osi frezowych, a to wzbudza obawę, że podczas roboty frezy powyrywają zbyt głębokie brzozy na powierzchniach obrabianych, a niewielka oszczędność z frezowania pociągnąć może za sobą znacznie większe straty, wywołując potrzebę ręcznego wykończenia. Nadto trudno jest dwa podobnie zawiłe zespoły frezów tak ustawić, aby stół i stojak dokładnie do siebie przylegały. Łatwo przewidzieć, że przy stąpieniu się choćby tylko jednego freza, cały zespół frezów musi być zszlifowany. To wszystko może niefortunnie go nabywcę zniechęcić zupełnie do frezowania.

W danym wypadku byłoby właściwem stół zupełnie wyfrezować, stojak zaś tylko nadfrezować, a następnie doheblować. Przy takim postępowaniu oszczędność, w porównaniu z samem heblowaniem, wyniesie około 30%.

Są jednak inne dziedziny, w których korzyści z mieszanej obróbki od początku się ujawniają i łatwiej dają się rozpoznać, jak np. przy zastępowaniu lub uzupełnianiu roboty tokarki szlifowaniem i wierceniem na specjalnych obrabiarkach. Nasze tokarnie z postępem czasu uległy zasadniczym przemianom. Gdy ukazały się szlifierki i różne tokarki, powszechnie mówiono: tokarze wkrótce znikną; a jak jest dzisiaj? Właśnie popyt na tokarzy znacznie wzrósł. Pilnik zniknął z tokarni, równie jak i płótno szmerglowe i proszek szmerglowy. Obrabianie powierzchni z gruba wykonywa się na specjalnych obrabiarkach, które mogą być obsługiwane przez chłopców. Tokarze obecnie zaś wzięli się do robót wymagających wprawy i dokładności w wykonaniu, jak narzyniania gwintów, wytaczanie stożków, trudne dopasowania, słowem, do wszelkich takich robót, do których wprawni i wyczerzeni pracownicy są niezbędni. Ci, którzy wyrosli z warsztatu, w którym nauczyli się wykonywać tylko przy pomocy dobrych sprawdzianów, wyborowych obrabiarek i narzędzi, nie mogą uwierzyć, aby można było wykonać dobrą robotę jeszcze w inny sposób. Jest jednak błędem mniemanie, jakoby zdolny i zręczny robotnik nie mógł wykonać dobrej roboty, chociażby nawet przy pomocy narzędzi pierwotnych, niewydoskonalonych. Owszem, dobrzy robotnicy przy mniej dobrych narzędziach mogą wysmienite rzeczy wykonywać. Podstawowym błędem jest twierdzenie, jakoby z warsztatów

Zespoły frezowe.



Rys. 1.

mających urządzenia przestarzałe, z przed 50-ciu laty, mogły wychodzić tylko złe wyroby; mogą one być wadliwe o tyle, że nie są zamienne, ale pomimo to mogą one być dobre, trwałe i w zastosowaniu wysmienite.

Wiadomo, że dawniej robota ślusarska była bardzo droga; nikt jednak nie może twierdzić, że wyroby ówczesne były zamienne, pomimo, że już wtedy posiłkowano się umiejętnie sprawdzianami, a tokarze bardzo zręcznie stosowali cyrkiel pałkowy, który służył im do porównywania przedmiotu obrabianego ze sprawdzianem. Zasadą nowoczesnych sposobów pracy jest osiągnięcie dobrych wyrobów zamiennych przy możliwym zmniejszeniu kosztów obróbki.

Przyczyną przewagi dzisiejszej roboty jest głównie udoskonalony sposób mierzenia w warsztacie.

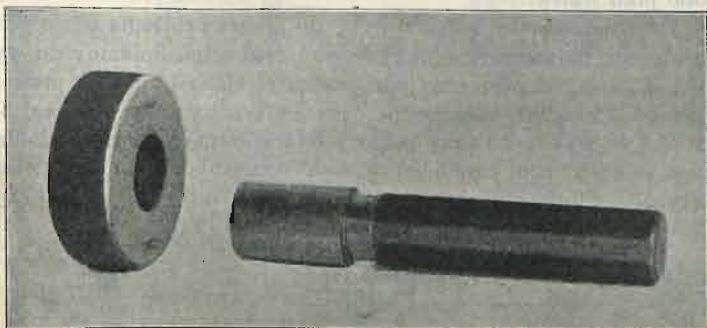
Jeszcze przed niewielu laty całe uposażenie robotnika w przyrządy miernicze obejmowało tylko zwykły cyrkiel pa-

<sup>1)</sup> *Zt. d. V. d. I.*, t. 47.



łakowy, sprawdzian suwany i miarkę. Robota, w tych warunkach wykonywana, bywa często bez zarzutu i dobra co do poszczególnych dopasowań, lecz jest droga i bynajmniej nie jest zamienna. Mikrometr już do pewnego stopnia zmienił stan rzeczy; przez jego bowiem zastosowanie robotnik uzyskał możność wykonywania roboty lepszej niż dotychczas, oraz przeprowadzania dokładniejszych i pewniejszych pomiarów. To też śruba mikrometryczna zyskała bardzo na znaczeniu. Nie jest ona jednak narzędziem warsztatowym. Przy wykonywaniu wyrobów zamiennych lub normalnych nie ma ona wielkiej przewagi nad cyrklem pałkowym i miarką. Jest droga w użyciu, a robota, wykonana przy jej pomocy, zależy wyłącznie od zdolności robotnika. Tym samym mikrometrem i na tym samym przedmiocie 5-ju różnych robotników wymierzy 5 różnych wymiarów, o różnicach dochodzących do 0,02 mm i więcej, a to jest już niedopuszczalnie wiele. Przy takim mierzeniu równie jak przy użyciu cyrkla pałkowego oddziałują także czucie robotnika. Co jeden uzna za odpowiadające wymiarowi, tego inny może nie potwierdzić. Nadto nawet zdolny robotnik zna dobrze tylko swoją śrubę mikrometryczną, wie w którym miejscu chodzi ona lekko, w którym zaś ciężko, przy której kresce należy odczytać w górę, a przy której w dół; ale chwilę, w której należy użyć przewidzianego przy każdej dobrej śrubie przyrządu nastawniczego, może on dopiero poznawać, gdy już mu kilka sztuk zabrakowało.

*Sprawdziany normalne: pierścieniowy i walcowy.*



Rys. 2.

WHITWORTH był pierwszy, który starał się obróbkę uczynić tańszą przez ustalenie typów normalnych i udoskonalenie sprawdzianów. Zaprowadził on głównie sprawdziany pierścieniowe i walcowe (rys. 2), dokładne do ułamków milimetra i pierwszy zbudował przyrządy do dokładnych pomiarów, które dopiero umożliwiły wyrabianie dobrych sprawdzianów.

Lecz i sprawdziany normalne nie są narzędziem mierzniczym odpowiednim do warsztatów. Czop pewnej oznaczonej wielkości nie wchodzi w otwór tejże wielkości. Skoro jednak otwór jest tak wywiercony, iż trzpień weń wchodzi i skoro wał jest tak toczony, iż sprawdzian pierścieniowy może na nim się przesunąć, to można być pewnym, iż wał łatwo wejdzie w otwór.

Przez to jedno nie osiąga się jednak jeszcze dobrej roboty. Wybornie do połysku wyszlifowany wał wchodzi w pierścień przy różnicy  $-0,005\text{ mm}$ , a trzpień wchodzi w starannie przetarty, naoliwiony i oczyszczony z opilek otwór przy różnicy  $+0,005\text{ mm}$ ; wynika z tego, że dobrze wywiercone i obtoczone przedmioty mogą różnić się od siebie o jakie  $0,010\text{ mm}$ . Odstęp taki byłby jednak za mały na smary. Przy robocie według sprawdzianów normalnych, osiąga się więc to, że każdą sztukę dopasowuje się luźno do jej sprawdzianu, a do tego potrzebna jest pewna samodzielność myśli i sądu danego robotnika. Oczywiście robota według sprawdzianów bynajmniej nie jest lepszą od roboty dawniejszej podług pomiarów i cyrkli pałkowych. Wygrywa się tylko tyle, iż ma się przeświadczenie, że przedmioty wykonane podług sprawdzianów są do siebie dopasowane; w jakim jednak stopniu, tego nikt wiedzieć nie może.

Praktyka nowoczesna dąży do usunięcia tych wszystkich trudności w robocie, które są zależne od podmiotowego poglądu robotnika.

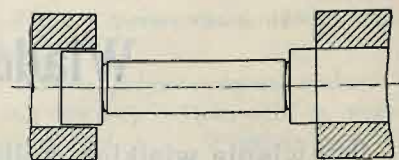
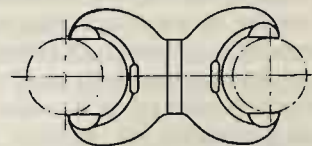
Od dawna już uznano, że dwóch matematycznie równych przedmiotów wykonać nie można i że im równiejszymi

sobie są przedmioty, tem większymi są koszta wyrobu. Koszta te były znamieniem zasadniczym dawnego sposobu pracy, albowiem robotnik, wyrabiając przedmioty według jednego stałego sprawdzianu, nigdy nie wiedział, kiedy zaprzestać, ażeby mieć zapewniony dostateczny stopień dokładności.

Porzucono tedy drogę wykonywania wyrobów podług jednego sprawdzianu i dozwolono na małe uchybienia w obie strony, w nadziei osiągnięcia pożądanej przeciętnej. Opierało się przytem na innym dawno wypróbowanym przykładzie z innego działu techniki.

Mianowicie przy budowie domu, mularz bierze cegłę dowolną, w tem przekonaniu, że uchybienia w jej wymiarach nie przekraczają dozwolonych granic. Cegły między sobą mogą się różnić co do długości o 1,5—3 mm, ale każda z tych różnic może być wyrównana przez grubość spoiny i dlatego robota osiąga się dobrą. Tę samą zasadę przyjęto więc dla najdokładniejszej roboty maszynowej, tylko, że dozwolone uchybienia

*Sprawdziany graniczne.*

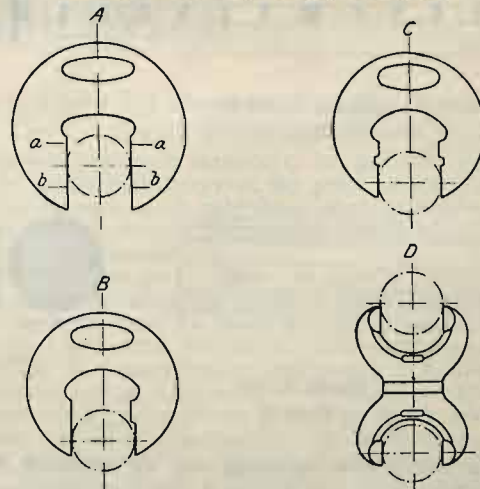


Rys. 3.

wynoszą tu zaledwie kilka setnych części milimetra.

Dziś nie ulega już wątpliwości, że jedyny sposób taniej i wzorowej obróbki części zamiennych polega na stosowaniu wyżej wspomnianych sprawdzianów podwójnych, zwanych sprawdzianami granicznymi. Sprawdzian graniczny (rys. 3) składa się w rzeczywistości z dwóch sprawdzianów, z których jeden jest o drobny ułamek większy, drugi zaś o tyleż mniejszy od wielkości żądanej. Jeżeli weźmiemy sprawdzian paszczowaty, którego jeden koniec jest o  $0,015\text{ mm}$  większy od drugiego i sprawdzian ten zastosujemy do mierzenia wałów, tak, aby koniec szerszy sprawdzianu łatwo przesunął się na wale, węższy zaś nie wchodził wcale na wał, to mieć będziemy dowód, iż dwa w ten sposób wykonane wały, różnić się od siebie będą mniej niż o  $0,015\text{ mm}$ . Skoro wał jest wyszlifowany poniżej miary paszczy większej sprawdzianu, to robotnik może zaprzestać pracy, spełnił bowiem część swego zadania, wykonywując wał w granicach danych. Oczywiście prędkość

*Rozwój sprawdzianów paszczowatych.*



Rys. 4.

pracy wzrasta. Niema co do niej różnych zdań. Sprawdzian powinien u wszystkich robotników łatwo przesunąć się na przedmiotach, użycie albowiem siły jest surowo pod karą wzbronione. Sprawdzian powinien wszędzie łatwo przesunąć się i w najgrubszych nawet miejscach sprawdzian przechodzi tylko pod działaniem ciężaru własnego.

Jeden koniec sprawdzianu powinien zaledwie chwycić, nie więcej. Podobnie przy sprawdzianach walcowych jeden koniec powinien łatwo wpadać w otwór, gdy drugi może być tylko przystawiany. Wyroby, wykonane w ten sposób, podług dobrze wymierzonych sprawdzianów, są równomiernie



dobrze, tanie, a przede wszystkim zamienne. Rys. 3 i 4 objaśnia stosowanie w warsztacie obu typów sprawdzianów. Koniec szeroki sprawdzianu paszczowatego musi swobodnie wchodzić na wał, zaś koniec węższy sprawdzianu walcowego — w otwór, gdy tymczasem koniec wąski sprawdzianu paszczowatego nie powinien wchodzić na wał, a koniec szerszy sprawdzianu walcowego powinien zatrzymać się przed otworem. Wyrób będzie miał wymiar w przybliżeniu przeciętny z wymiarów obu końców sprawdzianu.

Sprawdziany graniczne przebyły, jak i inne narzędzia, odpowiednie zmiany w okresie swojego rozwoju. Rys. 4A przedstawia sprawdzian graniczny, obmyślony na podobieństwo znanego sprawdzianu drutowego. Szczęki sprawdzianu są względem siebie nieco pochylone pod kątem odpowiednim. Na stronie przedniej są nacięte dwa znaczki *aa* i *bb*, które oznaczają granice; w środku znajduje się miara normalna. Wszystkie sztuki, które mieszczą się pomiędzy tymi znaczkami, mają wymiar dobry; sztuki natomiast nazewnierz znacz-

ków, powinny być wybrakowane. Sprawdzian ten jest teoretycznie doskonały. W rzeczywistości natomiast jest kąt między szczękami tak mały, iż sprawdzian wkrótce się rozdziewia i staje się niezdatnym do użytku. Inna postać sprawdzianu, dająca się niekiedy z pożytkiem stosować, jest przedstawiona na rys. 4B; trzecią odmianę przedstawia rys. 4C. Przy tych dwóch odmianach granice mierzy się dwiema wielkościami. Odsadzki w szczęce sprawdzianu oznaczają granice uchybień dozwoleń. Zarzucają tym sprawdzianom to, że ich powierzchnie ze schodkami tylko z wielką trudnością dają się dokładnie wykonać, a jeszcze trudniej dają się naprawiać. Równoległość powierzchni każdego schodka z powierzchnią przeciwną musi być zapewniona przy jednoczesnym dokładnym utrzymaniu właściwych granic uchybień. Zwyczajny typ sprawdzianu jest podany na rys. 4D. Jest to najlepsza postać sprawdzianu warsztatowego. Dokładność takiego sprawdzianu dochodzi do 0,0025 mm, co wystarcza przy najwyższym stopniu dokładności roboty. (C. d. n.)

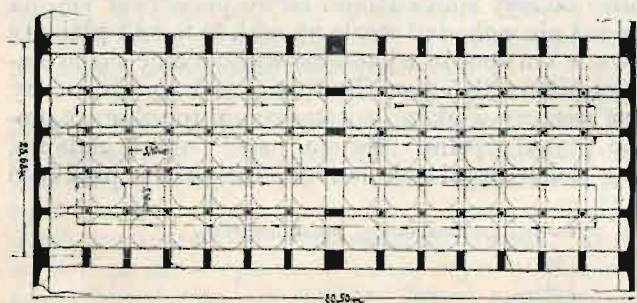
## Wiadomości techniczne i przemysłowe.

### Ustawianie wielkich kolumn granitowych

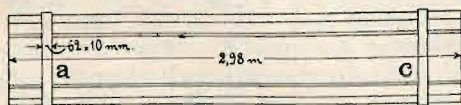
przy budowie zbiorników dla wody filtrowanej Wodociągów Warszawskich.

Zbiorniki Wodociągów Warszawskich należą do najokazalszych budowli, wzniesionych przez Magistrat w ostatnich latach. Pobudowano je z wielkim nakładem i, jak wszystkie budowle wodociągowo-kanalizacyjne, odznaczają się dokładnością wykonania i lekkością konstrukcyi<sup>1)</sup>.

Na wiosnę 1907 r. rozpoczęto budowę trzech nowych zbiorników 1 b, 3 a i 3 b po 10 000 m<sup>3</sup> pojemności. Na rys. 1 pokazano jeden z tych zbiorników w planie.



Skala 1:1000.  
Rys. 1.



Skala 1:50.  
Rys. 2.

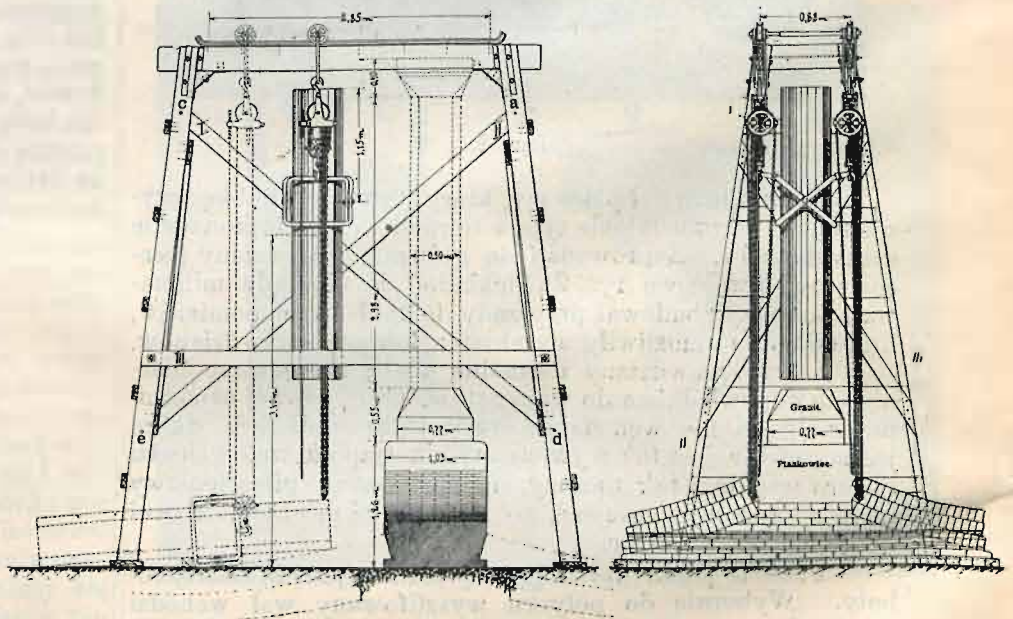
Sklepienia zbiorników opierają się na wielkich kolumnach granitowych. Ciężar trzona kolumny 2 000 kg a wymiary 0,50 × 0,50 × 2,98 m. Kolumny obrabiane były w zakładach kamiennarskich C. Kulniz'a na Śląsku (Granitwerke von C. Kulniz. Oberstreit bei Striegau in Schlesien) i już gotowe dostarczane były na plac budowy. Przy budowie należało tylko spuścić je w dół, na dno wykopu (wymiar wykopu 94 × 93 × 6,2 m).

Spuszczanie kolumn odbywało się po skarpi wykopu przez stopniowe popuszczanie liny o średnicy 50 mm i długości 60 m, owijającej kolumnę i trzy słupy, wkopane przy brzegu wykopu,

<sup>1)</sup> Dokładny opis zbiorników czytelnik znajdzie w książce wydanej w 1895 r. przez inż. W. H. Lindley'a: „Opisanie wodoprowadnych i kanalizacyjnych urządzeń miasta Warszawy” i w świeżo wydanym dziele d-ra med. J. Polaka: „Wykład Hygieny Miast” (Warszawa 1907).

kolumna przytem toczyła się. Żeby umożliwić łagodne toczenie się, nadawano kolumnie postać wałka, okładając ją odpowiednio przyciosanymi balami, na które nabijano żelazne obręcze *a* i *c* (rys 2). Skarpy wykopu miały pochylenie 1 : 1. Po dnie wykopu kolumnę toczono jako wałek.

Przy ustawianiu kolumn było do przewyciężenia wiele więcej trudności: najpierw trzeba było podnieść trzon kolumny do wysokości 3,40 m od poziomu (jego środek ciężkości), potem przesunąć go ponad bazę i, ostatecznie, postawić i wypionować (rys. 3). Czynności te wykonano przy pomocy odpowiedniego dźwigu, zbudowanego ze zdrowego i suchego drzewa sosnowego z okuciem żelaznym (rys. 3), z 2-ma wielokrążkami LÜDERS'A o nośności po 2000 kg.



Skala 1:75.  
Rys. 3.

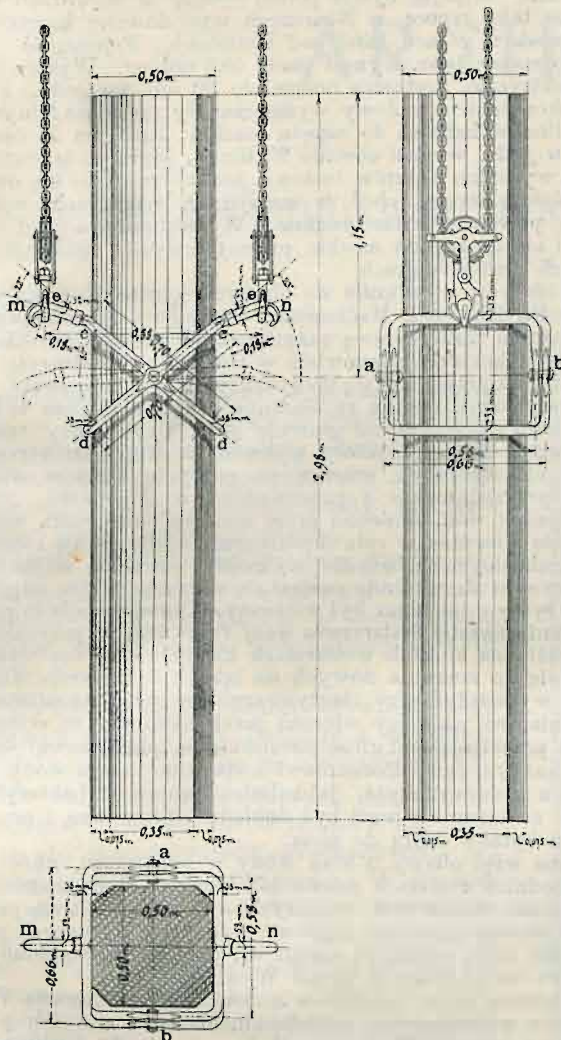
Chwyatanie kolumny odbywało się przy pomocy kleszczy, obmyślonych przez autora. Kleszcze te składają się z dwóch ram, odkutyh z okrągłego żelaza: rama większa o wymiarach 0,70 × 0,66 m i mniejsza — 0,70 × 0,58 m. Rama mniejsza może swobodnie obracać się w większej, obie zaś złączone są w jedną całość przy pomocy sworzni *a* i *b* (rys. 4). Sworznie *a* i *b* osadzone są luzem i służą tylko do połączenia obu ram w jedną całość, udziału zaś w pracy nie przyjmują.

Każda rama kleszczy wytworzona jest z jednej sztaby okrągłej żelaznej, o średnicy 38 mm i jedna jest skuta z hakiem *m*, druga zaś z hakiem *n*. (Kąty pochylenia haków względem ram pokazano na rys. 4).

Na rys. 4 liniami punktowanymi pokazano kleszcze w złożeniu, t. j. podczas nakładania ich na kolumnę i zdejmowania z niej,



co przy stosunkowo niewielkim ciężarze kleszczy (59,5 kg) uskuteczniło 2-ch ludzi.



Skala 1:30.  
Rys. 4.

Sposób podnoszenia trzona kolumny, ważącego 2000 kg, wprost z ziemi, przy pomocy wyżej opisanych kleszczy i dźwigu, pokazany jest na rys. 3 (liniami punktowanymi).

Działanie kleszczy opiera się na zasadzie praw dźwigni i praw tarcia posuwowego. (Współczynnik tarcia w tym wypadku przyjęto 0,42). Kleszcze o podobnym ustroju zastosowałem już w r. 1904 przy budowie filtrów, gdzie również trzeba było ustawić 648 kolumn granitowych, lecz o znacznie mniejszych wymiarach (wymiały trzona kolumny:  $1,68 \times 0,35 \times 0,35$  m; ciężar 550 kg). W początkach budowy filtrów mularze podnosili kolumny na linkach o średnicy 2,5 cm, co było mniej dogodne i mniej sprawne, przy zastosowaniu zaś kleszczy ustawianie szło bardzo prędko: ustawiano 12—14 kolumn dziennie (1 mularz i 4-ch pomocników).

Przy budowie zbiorników zastosowałem ten ustrój kleszczy do podnoszenia już wielkich kolumn granitowych, których ciężar trzona 2000 kg. Przy ustawianiu tych kolumn pracowało 8-miu ludzi pod kierunkiem 1 mularza, którzy w przeciągu ośmiogodzinnego dnia pracy mogli ustawić 6 kolumn.

Przy budowie filtrów trzon kolumny, ważący 550 kg, można było podnosić na linkach, zaś przy budowie zbiorników podnoszenie na linkach trzona kolumny, ważącego 2000 kg, byłoby bardzo utrudnione<sup>1)</sup>.

Porządek ustawiania kolumn i przesuwania dźwigu pokazany jest strzałkami na rys. 1.

Krzyżulce I, II (rys. 3) można przymocowywać śrubami do jednej lub do drugiej pary nóg dźwigu, w tym celu w nogach dźwigu wywiercone są otwory *a, c, d, e...* Przednia para nóg dźwigu (na rysunku) szumocowywana była tylko jednym krzyżulcem III ze względu na to, że krzyżulec ten musiał być odcinany przy każdorazowym przesuwaniu dźwigu od kolumny do kolumny, krzyżulce zaś I, II, usztywniające drugą parę nóg, odcinano i zarazem przekładano na pierwszą parę tylko wtedy, kiedy dźwig przesuwał się do ustawiania drugiego rzędu kolumn i kiedy przesuwanie tegoż odbywało się w kierunku odwrotnym (rys. 1).

Kleszcze odkuł kowal przy budowie, mając drewniane modele, dźwig zbudował cieśla.

Kapitele kolumn ustawiano z rusztowań.

Kaz. Kobyliński.

<sup>1)</sup> Przy budowie zbiorników, budowanych w latach dawniejszych, których ustrój nie różni się od zbiorników budowanych obecnie, trzon kolumn granitowych składał się z dwóch ciosów o jednakowych wymiarach ( $1,49 \times 0,50 \times 0,50$  m).

## Z TOWARZYSTW TECHNICZNYCH.

**Stowarzyszenie Techników w Warszawie. Posiedzenie z d. 3 stycznia 1908 r.** (Komunikat Wydziału posiedzeń technicznych). Po zatwierdzeniu protokołu z posiedzenia poprzedniego, p. Rakiewicz wygłosił odczyt:

„O urządzeniach szkół technicznych“.

Prelegent zaznaczywszy na wstępie, iż mówić będzie jedynie o szkołach technicznych budowlanych w Prusach, podał historyczny zarys ich powstania i stopniowego rozwoju, podkreślając, iż powstawały one przeważnie z inicjatywy prywatnej i jedynie z biegiem czasu przechodziły na rzecz rządu lub gmii miejskich. Następnie prelegent zapoznał zebranych z programami tych szkół i bliżej omówił szczegóły reformy, która ma być wprowadzona w tych szkołach od przyszłego roku szkolnego; reforma ta jest wynikiem długoletniego doświadczenia, gdyż szkoły tego rodzaju istnieją już w Prusach od r. 1831, i polegają głównie na dążeniu do pogłębienia wiadomości uczeni przy pozostawieniu dawnego zakresu podstawowych wiadomości z budownictwa i nauk pomocniczych, wobec czego uznano za niezbędne dodać do poprzednich 4-ch kursów półrocznych jeszcze i piąty. Oprócz tego postarano się o to, by możliwie ułatwić i skrócić ostateczny egzamin, który ma być raczej sprawdzeniem należytego obejmowania przez ucznia całego zakresu nabytych wiadomości, niż próbą jego pamięci.

Podkreślić należy, iż wykłady i ćwiczenia praktyczne są w szkołach tych celowo uzupełniane przez pokazy modeli oraz zwiedzanie różnych robót budowlanych i warsztatów. Ze szczegółów programu wykładów dotyczących zasługuje na uwagę uwzględnienie zasadniczych wiadomości z prawa budowlanego, wprowadzenie wykładów i ćwiczeń z zakresu żelazobetonowych, oraz udzielanie podstawowych wiadomości z higieny zawodowej i ratownictwa.

W zakończeniu prelegent wyraził życzenie, by i u nas zawodowe szkolnictwo średnie rozwinęło się w odpowiedni sposób, stwarzając zastępy techników, których pomoc jest dla inżynierów wprost niezbędna.

Drugim z kolei był odczyt budowniczego Skórewicza:

„O naszych szkołach rysunkowych“.

Na wstępie prelegent zaznaczył, iż podczas gdy w szkołach technicznych niemieckich korzysta się przy nauce rysunków z wzorów, osnutych na motywach zabytków sztuki ojczyznej, u nas widzimy wręcz co innego, czego np. dowodem zeszlorcza wystawa szkół rysunkowych w Warszawie.

Zwróciwszy następnie uwagę na rozwój przemysłu artystycznego u nas, prelegent wskazuje sposoby, które mogłyby wpłynąć na skierowanie tego rozwoju na właściwe tory przez dążenie do stosowania wzorów i motywów swojskich. Zdaniem prelegenta przyczynić się mogło do tego zebranie materiałów i wydanie albumu zabytków sztuki swojskiej oraz motywów swojskich, którym mogłyby się posługiwać szkoły rysunkowe, krzewiąc w ten sposób zamiłowanie do sztuki rodzimej i zachęcając do kompozycji samodzielnej, podczas gdy obecnie prawie powszechnie stosowane kopiowanie wzorów obcych prowadzi do wyników wręcz przeciwnych; oprócz tego należałoby obok szkół rysunkowych zakładać warsztaty i pracownie, by w ten sposób wytworzyć niezbędny łącznik pomiędzy kompozycją a jej praktycznym wykonaniem.

W zakończeniu prelegent wspominał, iż w jednej ze szkół rysunkowych w Warszawie (a jest to, jak się wyjaśniło z dyskusji, Szkoła Sztuk Pięknych) nauka rysunków jest już prowadzona w ten sposób, iż kładzie się nacisk na motywy swojskie, a wyniki tego mogli zebrani oglądać na całym szeregu prac w tej szkole wykonanych i przez prelegenta demonstrowanych.

W dyskusji prof. Tołwiński zwraca uwagę, iż przy wszystkich szkołach zawodowych winien być prowadzony wykład o stylach i ich zastosowaniu w przemyśle artystycznym i kładzie nacisk na trudności, z którymi walczyć trzeba przy nauczaniu wobec niskiego poziomu kulturalnego kraju i braku wszelkich środków pomocniczych.

Ze spraw bieżących odczytano list inż. St. Patskego, który komunikuje o mającej się odbyć w Londynie w roku bieżącym wysta-



wie franko-brytańskiej. Pomędzy innymi wystawa ta ma objąć działy: oświaty, nauki, sztuk pięknych, inżynierji, rolnictwa i przemysłu. Do listu tego dodano propozycję zorganizowania przy Stowarzyszeniu Techników wycieczek zbiorowych członków na tę wystawę.

**Wydział Przyrodników i Techników Towarzystwa Przyjaciół Nauk w Poznaniu.** Posiedzenie IX w sali Wydziału lekarskiego z d. 26 listopada r. 1907. (Komunikat Zarządu Wydziału). D. 26 listopada odbyło się zwyczajne zebranie Wydziału przyrodników i techników. Zagaił je przewodniczący wspomnieniem pośmiertnym s. p. d-ra Wacława Martina, który kilka lat był sekretarzem Wydziału przyrodniczego i zawiadywał stacją chemiczną w Poznaniu a przeniósł się do Galicji i zmarł jako chemik w cukrowni na Bukowinie.

Następnie wygłosił p. inż. St. Domagalski odczyt

**O użytkowaniu wodospadów Niagary dla przemysłu i o budowie sztucznych wodospadów w Niemczech** następującej treści:

Wobec ogromnego postępu techniki, a przede wszystkim wobec ogólnego usiłowania produkcyę swą jak najtaniej normować, siła zapędowa, którą wydobywano pośrednio z węgla, ropy i t. p., z biegiem czasu budżet przemysłu ogromnie obciążała, przystąpiono w ostatnich latach do wyzyskania siły wody zapomocą turbin. Turbiny jednakże wymagały znacznej ilości wody z dość wysokim spadem, dlatego też silnice wodne budowano przy wodospadach. Naturalnym więc jest, że przebiegli amerykańscy pierwsi przystąpili do wyzyskiwania wodospadów Niagary na jak najszerzą skalę. Podług obliczeń powag fachowych, dostarczają wodospady Niagary około 30 milionów m<sup>3</sup> wody na godzinę, t. j. około 17 milionów k. p. przy wyzyskiwaniu 45 m spadu. W tym celu utworzone towarzystwa akc. z koncepcjami na wyzyskanie 800 tys. k. p. pobudowały silnice wodne do zapędu prądnic o prądzie wirowym. Trzy powyższe towarzystwa wystawiły swoje silnice powyżej wodospadów, doprowadzając potrzebną do zapędu turbin wodę wprost z rzeki św. Wawrzyńca.

Turbiny ustawiono na dnje 55 m studzien, prądnic zaś na powierzchni, łącząc je z turbinami wałami z rur stalowych. Wodę zaś komory turbinowej odprowadzono tunelami bądź to pod miastami: Niagara Falls i Clifton, lub też pod korytem rzeki z ujściem w gardzieli samego wodospadu. Dwa tow. postawiły swe silnice poniżej wodospadów u stóp spadzistych brzegów rzeki św. Wawrzyńca. Ze względów technicznych przeprowadzono wodę tu poprzez powyższe miasta otwartym kanałem, wyzyskując go zarazem dla żeglugi.

Wytworzony w powyższych silnicach prąd elektryczny o ciśnieniu od 2400 do 22000 v. przetwarzają na ciśnienie do 60 tysięcy volt i przeprowadzają kablami lub też przewodnikami gołymi aż na odległość 120 km. Wobec dość taniego prądu elektrycznego do zapędu machin pobudowały się w okolicy gęsto młyny, tartaki, fabryki karborundum, węgla wapnia, glinu, sodu i t. p.

Odległość 120 km na jaką towarzystwa przy wodospadach Niagary dostarczają prądu elektrycznego, przewyższają chwilowo towarzystwo kalifornijskie z 176 km i towarzystwo meksykańskie z 277 km.

Obecnie projektują silnicę wodną przy wodospadach Wiktoryji, rzeki Zambezi, w południowej Afryce. Silnica ta dostarczać będzie na odległość 1200 km około 20 tysięcy k. p. do kopalni w Transwaalu. Jako ciśnienie przewidziano 150 tysięcy v. prądu zmiennego.

W krajach, które nie są uposażone w tak obfite wodospady, jak Niagara i t. p., technika, wzorując się na Egipcie, pobudowała zbiorniki sztuczne, tamując bystre potoki wodne w wąwozach zaporami. Największą taką zaporę w Niemczech wybudowano kosztem 8,5 milionów marek w górach Eifel pod Heimbach. Pojemność zbiornika, zasilanego rzeką Ruhr, wynosi około 45,5 mil. m<sup>3</sup>. Wystawiona tutaj silnica elektryczna dostarcza normalnie 22 mil. kw/godz., z których przed wykończeniem budowy wydzierżawiły sąsiednie fabryki i gminy 19 milionów bądź to do zapędu machin, bądź też do oświetlenia. Cena 1 kw-godz. wynosi obecnie 23 fenigi, która po zamortyzowaniu się dość wysokich kosztów budowy jeszcze znacznie się obniżyła.

Podobną zaporę, choć w mniejszych rozmiarach, wykończają obecnie w powiecie Skwierzyńskim. Wytworzony tu prąd elektryczny służył ma do zapędu machin przemysłowych i rolniczych w sąsiadujących 3-ch powiatach.

Po odczycie wywiązała się obszerna dyskusya, w której wzięli udział pp. St. Rzepecki, Maćkowiak, Hedinger i Lewandowski, omawiając przytem także sprawę użytkowania wodospadów dla przemysłu w innych krajach, mianowicie w Galicji i Szwajcaryi.

W końcu przyłączył się do dyskusji dr. F. Chlapowski, wspominając o wyzyskaniu spadku rz. Sarenne pod Fryburgiem w Szwajcaryi, do czego się przyczynił głównie prof. fizyki przy tamtejszym uniwersytecie, Kowalski, który wykazał, że fundusze otrzymane ze sprzedaży elektryczności, starczą na pokrycie kosztów utrzymania Wydziału przyrodniczego z pracownikami w zupełności. Aby mieć większy spadek wód, skrócono przed miastem bieg rzeki, wierząc tunele. Tunele wiercone w celu dostarczenia wody nie są rzeczą nową. Archeologiczne badania wykazały ich kilka w Azji Mniejszej, a nawet w Jerolimie znalazł się w tunelu takim napis, świadczący, ile tysięcy lat temu był wiercony. To naprowadziło prelegenta do omówienia kwestji dostarczenia wody Poznaniowi w przyszłości. Ponieważ źródła na stokach winiarskich ku Solaczowi nie wystarczają, zwrócono się do szukania nowych na łakach dębińskich. Gdyby i te nie miały wystarczyć przy ciągłym szybkim wzroście miasta i w razie obłożenia, to przy pomocy wiercen przekonano się, że artezyjskimi studniami, przebijającymi glinę trzeciorzędą (płomykową) dostarczyć można w każdym razie Poznaniowi dostatecznej ilości wody. Wprawdzie woda z nich wydobyta, jakkolwiek wolna od bakterji, zabarwiona jest na ciemno i musi być dokładnie filtrowana i pozbawiona żelaza, nim byłaby dobrą do picia.

Niema więc obawy o brak wody w przyszłości, choć w wyższych zachodnich częściach miasta tak trudno o wodę zaskórną i choć dla upiększenia miasta tyle wodotrysków i sadzawek się proponuje. Szczegóły ostatnie nieznanne ogółowi wzbudziły dyskusję, w której udział wzięło kilku obecnych członków, poczem przystąpiono do omówienia kilku wewnętrznych spraw Wydziału.

Poruszoną przez sekretarza sprawę walnego zebrania Wydziału postanowiono na następnym posiedzeniu omówić, a wybór p. Grzybkowskiego na członka Wydziału odłożono z powodu niedostatecznego poparcia.

W końcu komunikuje p. Powidzki, że sprawę nowego prawa o zabezpieczeniu pretensji budowlanych, o którym na ostatnim posiedzeniu referat miał, zajęli się w myśl uchwały Wydziału nasi posłowie, a p. poseł Seyda prosił o odpowiedni materiał, który p. posłowi referent przesłał. Na tem posiedzenie przewodniczący o godz. 10½ solwował.

## KRONIKA BIEŻĄCA.

„Sztuka brązownicza i złotnicza“. Pod taką nazwą zaczął wychodzić w Warszawie miesięcznik poświęcony, według słów artykułu wstępnego, sprawom przemysłu metalurgicznego, a szczególnie brązownictwu i złotnictwu, oraz działom sztuki i techniki z zawodami tymi związanym. Redakcyę tego pisma zapewnia nadto, że w celu szerzenia wiedzy zawodowej, starać się będzie o pogadanki i odczyty i ogłaszać będzie konkursy oraz urządzać wystawy prac ciekawszych.

Przedpłata roczna: 1 rub. 80 kop., z przesyłką: 2 rub. 50 kop. Redaktorem i wydawcą jest p. Julian Mirowski. Adres Redakcyi: ul. Czerwonego Krzyża 3.

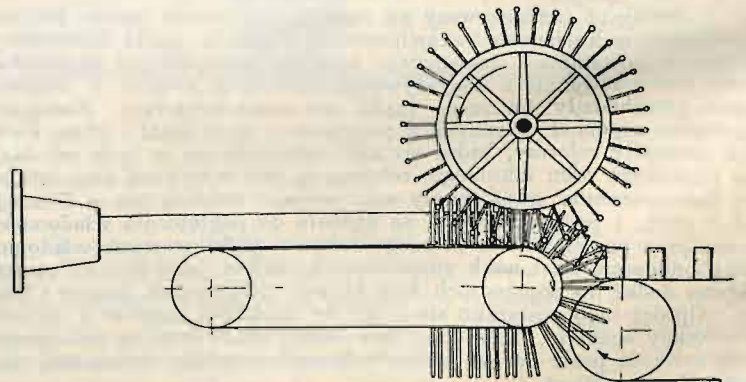
Nowemu pismu, które, o ile wnosić można z nadesłanego nam numeru pierwszego, redagowane będzie sumiennie i umiejętnie, zasyłamy życzenie powodzenia i wytrwania na trudnym posterunku podjętej pracy społecznej.

**Towarzystwo sanitarno-techniczne w Kijowie** powstało w celu rozwijania i udoskonalania urządzeń zdrowotnych w miejscowościach zamieszkałych w guberniach: Kijowskiej, Podolskiej, Wołyńskiej i Czernichowskiej. Głównie nowe towarzystwo zajmować się zamierza: 1) rozważaniem spraw odnoszących się do wodociągów, kanalizacji i bruków, oraz wydalania i niszczenia odpadków twardych i śniegu; 2) rozważaniem i wprowadzaniem w wykonanie różnych zarządzeń sanitarnych; 3) zwoływaniem zjazdów, urządzeniem wycieczek, wykładów i narad, opracowywaniem memoriałów na zjazdy wodociągowe i t. p.; 4) zakładaniem bibliotek, pracowni, wystaw, zbiorów; 5) ogłaszaniem prac piśmienniczych. Członkami mogą być osoby obu płci, bez różnicy narodowości i wiary.

(W. p.-s. № 50 r. z.)

**Amerykański przecinacz cegieł**, który na dobę dostarcza 45000 sztuk, t. j. około 6 mil. rocznie, wprowadzono niedawno w hucie żelaznej w Witkowicach. Ruch przecinaczowi nadaje kieszka z gli-

ny wychodząca z tłoczni i spoczywająca na taśmie bez końca, ograniczonej z boku ścianami stanowiącemi ramę tnącą. Nad taśmą przy wylocie osadzono bęben z drutami ruchomymi tak, że druty kolejno wchodzą pionowo w szpary (rys.) wyrobione w ścianach bocznych



i cegłę równo ucinają. Aby przy wynurzaniu się drutów z kieszki glinianej, uchronić się od uszkodzenia krawędzi cegieł, one wchodzą na deskę pochyłą, stanowiącą przedłużenie taśmy, a będąc jeszcze pod naciskiem ścian, zsuwają się po desce, gdzie napotykają drugą taśmę odbiorczą.

W rzeczywistości pochylenie deski jest mniejsze niż pokazane na rysunku.

(Thonind.-Ztg. № 98. 1907.)

—sk—



# ARCHITEKTURA.

## Zarys kierunku w nowoczesnej architekturze (1900—1907).

Przez d-ra **Stefana Fayansa**, architekta.

(Ciąg dalszy do str. 19 w № 1).

**P**rzechodząc do budowli większego zakroju o elewacjach również modernistycznie traktowanych, należy poruszyć przede wszystkim typy pokrewne z poprzednio opisanym, a mianowicie domy miejskie dochodowe oraz pałace prywatne.

W tym kierunku w każdym kraju wytworzyła się architektura o nowych wprawdzie pojedynczych kształtach i szczegółach, wzorowana jednakże na dominującym stylu ojczyznym.

Pierwsze wyniki ruchu nowoczesnego w Niemczech widzimy w Berlinie i w Monachium, choć ogólnie biorąc w elewacjach najnowszych budowli mieszkalnych tych miast najwidoczniej przebija historycznie z narodem związane tło staroniemieckiego renesansu, lub też późniejszego baroku i empire'u. W niewiele tylko elewacjach uwydatnia się kompozycja wzorowana na stylach wcześniejszych okresów. Przykładów tego rodzaju szukać należy w utworach modernistów-klasyków o takim zakroju, jak **OTTO RIETH** (Berlin) oraz **MARCIN DÜLFER** (Monachium), — kompozytorów o charakterze choć jednakim, gdyż nowoczesnym, o tle natomiast odmiennym, opartym bowiem u **RIETH**'a na formach klasycznego Odrodzenia (rys. 1), u **DÜLFER**'a zaś przeważnie na formach antycznych.

Jedynie w Austrii, a właściwie specjalnie w Wiedniu kierunek modernistyczny przybrał szatę w zupełności odrębną, gdyż nie opartą na wieki przetrwałym, historycznie z Austrią związanym, baroku i nie mającą z jakimkolwiek bądź innym stylem, prócz niektórych stereotypowych form, żadnej ściślejszej łączności. Objaw ten zasługuje tem bardziej na uwagę, iż twórcą i kierownikiem modernistycznej szkoły wiedeńskiej stał się **OTTO WAGNER**, architekt kształcony na formach klasycznego renesansu i hołdujący im przez długi szereg lat. Nie ulega wątpliwości, iż **WAGNER** pierwszy, wyzbywszy się nie licującego z jego genialnym indywidualizmem przestarzałego kierunku i szukając nowych dróg ku wyrażeniu kielkujących w nim zreformowanych pojęć o pojedynczych kształtach oraz szczególe ornamentacyjnym, rzucił świeże ziarna na wyjąłowaną i obcą obecnemu okresowi czasu niwę budownictwa.

W zakresie zreformowania całości kształtu elewacji jednakże zasługi **WAGNER**'a są znacznie słabsze, gdyż architektura jego jest bardziej sztuką graficzną, niż tektoniczną. Całości kształt elewacji gmachu mieszkalnego — prawie zawsze monotonnej płaszczyzny — uważa **WAGNER** jedynie za tło do bezwątpienia genialnie i odrębnie traktowanej przezeń ornamentacji, oraz pojedynczych form linearnych. Element



Rys. 1. Dom — pałac w Berlinie.

Arch. prof. Otto Rieth w Berlinie.

kolorystyczny rysunkowy gra u niego prawie że najważniejszą rolę (rys. 2).

To jednak, czego nie dokonał sam **WAGNER**, dokonali jego bardziej umiarkowani, a niemniej genialni uczniowie, w pierwszej linii zaś wspomniany już **OLBRICH** oraz **HOFFMANN**,

którzy, zmodernizowawszy każdy po swojemu dawny całości kształt oraz charakter elewacji w owych budynkach mieszkalnych, zapożyczyli doń u swego mistrza niektóre pojedyncze formy oraz przekształcone w rysunku szczegóły dekoracyjne. Większość niestety architektów, idących śladami **WAGNER**'a, ślepo i bezkrytycznie przejęła jednostronną i w ściśle ograniczone ramy ujętą jego sztukę i za wyjątkiem niewielu tylko, posiadających tak wysoki zmysł artystyczny oraz gruntowne wiadomości konstrukcyjne, jak **LEOPOLD BAUER** lub **HUBERT GESSNER** wpadła w szablonową manierę, traktując nieugięte podstawy tektoniki po macoszemu, a cały swój talent twórczy kładąc jedynie w efekta z zakresu sztuki graficznej oraz w kolorystyczne.

Ten sam kierunek zdradza obecnie rozwijająca się pod przewodnictwem **JANA KÔTERY** (ucznia **WAGNER**'a) szkoła architektoniczna w Pradze czeskiej.

Inny natomiast charakter przebiega w elewacjach nowoczesnych budynków mieszkalnych w drugiej stolicy



Rys. 2. Fragment lica domu dochodowego w Wiedniu.  
Arch. prof. O. Wagner w Wiedniu.



Austro-Węgier — w Budapeszcie, gdzie wagnerianizm nie znalazł tak wielkiego zastępu zwolenników, jak w Wiedniu i w Pradze i gdzie natomiast, dominujący od dawna o specyficznym magyarskim zakroju, barok stanowi doskonale przebijające tło w przeważnej części elewacji nowych budowli.

Jak w każdym zresztą nowym kierunku w dziedzinach innych, tak i sztuki naszej, pominąć należy karykatury budowlane, zwane aczkolwiek również modernistycznymi, wnoszące jednakże swemi jaskrawymi barwami i zaiscie secesyjnymi kształtami rozdzwięk do harmonijnego architektonicznego obrazu ulic miejskich. Gmachów takich znajduje się obecnie w każdym mieście bardzo wiele, a objaśnić to należy tem, iż są one utworami przeważnie miernych modernistów, lubujących się w chorobliwie powykrzywianych liniach i w absurdach architektonicznych, nie mających ze „stylem“ nic wspólnego. Nie dziw więc, iż szersze masy publiczności miejskiej, z zakorzenieniem przez przyzwyczajenie pojęciem o piękności lub o racji bytu pewnych tylko określonych kształtów i szczegółów, niezdolne są odróżnić prawdziwie wartościowych budowli w stylu nowoczesnym od przeważnie nieudolnych wytworów fantazyi dekadencjonalnej, nadając wszystkim, bez względu na ich artystyczną wartość, uogólniające miano „secesyjnych“. Wynikłe z tego powodu wrogie usposobienie pośród publiczności dla nowego kierunku utrudnia w znacznej mierze zadanie pionierom prawdziwej, swobodnej sztuki.

Prawda, że w niewielu tylko elewacjach gmachów mieszkalnych widać skończoną kompozycję w duchu nowym, nie opartym na dogmatycznych zasadach czystej nauki stylu, i nawet Berlin, w którym z pośród innych miast niemieckich natenczas panuje największa gorączka budowlana, posiada mało wyróżniającego się w tym zakresie. Objasnić to należy ogólnym kierunkiem, nadanym sztuce przez dwór, a niesprzyjającym modernizmowi.

Typów gmachów mieszkalnych, w elewacjach których widać skończenie artystyczną kompozycję, szukać należy w stolicach oraz miastach państw niemieckich, protegujących rozwój sztuki swobodnej, zgodnej z duchem czasu, lub przynajmniej biernie zachowujących się wobec przejawów prądu modernistycznego. Takimi są w pierwszej linii Bawaryja oraz wielkie księstwa Hessen-Darmstadt i Badeńskie. Stolicą tego ostatniego — Karlsruhe — zajmuje bez wątpienia pierwszorzędne miejsce pod względem doskonałości typów, wytworzonych w dziedzinie gmachów mieszkalnych. Wyróżniają się w tym zakresie przede wszystkim twory arch. BILLINGA. Elewacje tych budynków śmiało mogą być nazwane prototypami architektury nowoczesnej w zakresie budowli mieszkalnych, architektury wolnej od naśladownictwa i zupełnie oryginalnej, lub też opartej na formach stylu romańskiego.

(U. d. n.).

## KONKURSY.

**Rozstrzygnięcie konkursu na projekty kaplicy przy Morskiem Oku** (por. № 39 P. T. z r. z.) nastąpiło d. 20 grudnia r. z. Po zamianowaniu zastępców sędziów konkursu, nie mogących wziąć udziału w pracach sądu, mianowicie prof. S. ODRZYWOLSKIEGO i arch. B. ROGÓYSKIEGO, których zastąpili arch. Z. HENDEL i J. SOWIŃSKI, jury przystąpiło do rozpatrzenia zarówno ilościowo jak i jakościowo bogatego materiału.

Z nadesłanych 33 prac nagrodę pierwszą (500 kor.) przyznano projektowi pod godłem „Anioł Pański“ p. SYLWESTRA PAJZDERSKIEGO w Berlinie; nagrodę drugą (300 kor.) — „Dla nas wszystkich“ p. JÓZEFIA PIĄTKOWSKIEGO we Lwowie; nagrodę trzecią (200 kor.) — „Pazdur“ p. ANTONIEGO BUDKOWSKIEGO we Lwowie. Nadto odznaczono wzmiankami zaszczytnymi projekty: „Rybbatt“, litera „W“, „Szkie“ i „Orla katedra“. Autorem dwóch prac ostatnich jest p. ZBIGNIEW ODRZYWOLSKI w Monachium; co do nazwiska autorów innych dwóch prac odznaczonych, to będą one ogłoszone po nadesłaniu przyzwolenia ze strony autorów na ręce arch. ZYGMUNTA HENDLA (Kraków, Zamek na Wawelu).

**W sprawie konkursu na projekty meczetu** (por. № 49 P. T. r. z.) na posiedzeniu Peters. Tow. Arch. podał achun (osoba duchowna) wyjaśnienia następujące: Myśl przewodnią przy budowie meczetów zawiera się w przepisie Mahometa: „budujcie meczety, lecz nie ozdabiajcie je wewnątrz, ozdabiajcie zaś miasta, które bu-

dujecie“. Meczet — przybytek kontemplacji, która niczem nie powinna być zakłócana; stąd — brak zupełny ozdób wewnętrznych. Tu są wszyscy równi wobec Stwórcy: dlatego też wszystkie miejsca dla modlących się powinny znajdować się w warunkach jednakowych; nawet miejsce dla kapłana (*mułły*) — nie powinno być wzniesione, wystarcza nysza w murze, zwróconym do Mekki. Pożądanym jest, aby meczet był piętrowy, lub posiadał podziemie o powierzchni podłogi, równej tejże przyziemia; ze względu na wielkie święta (2 razy do roku), w które obiedwie kondygnacje wypełniają się modlącymi, i na obecność tylko jednego kapłana — należy, dla umożliwienia wspólnego słuchania służby, połączyć kondygnacje te otworem odpowiednim. Pożądanym jest i chór. Półksiężyc na szczycie minaretu wymaganym wogóle nie jest, w danym jednak razie jest pożądanym. („Zodczij“, № 51).

**Konkurs na projekty gmachu muzeum wojenno-historycznego w Petersburgu** rozpisuje Komitet budowy tegoż (Petersburg, Suworowski pr., Mikołajewska Akademia jener. sztabu, pólkownik A. Bajow.). Termin składania prac dla miejscowych, jak i zamiejscowych (!) — południe 14 czerwca r. b. Nagrody: pierwsza 5 000 rub., druga 3 000 rub., trzecia 1 500 rub. i czwarta 1 000 rub.; prócz tego zakupy po 500 rub. W skład jury wejdą delegaci odpowiednich instytucji oraz komitet budowy; nazwiska sędziów będą ogłoszone niebawem.

### Kalendarz terminowy bieżących konkursów architektonicznych.

Kto rozpisuje	Treść zadania	Termin nadesłania	Rodzaj konkursu	Nagrody	Uwagi
Tow. Arch. w Moskwie	Szpital	28 stycz. r. b.	Na Państwo Rosyjskie	400, 300 i 200 rub.	Por. № 49 P. T. r. z.
Tow. Zachęty Szt. Piękn. w Warszawie	Pokój dziecięcy	1 lutego r. b.	Dla artystów polskich	125 rub.	Por. № 52 P. T. r. z.
Tow. Arch. w Petersburgu	Meczet	10 lutego r. b.	Na Państwo Rosyjskie	Na 4 nagrody 3000 rub.	Por. № 49 P. T. r. z.
Argentyńskie minist. rob. publicznych	Gmachy Instytutu Politechnicznego	1 maja r. b.	Międzynarodowy	18800, 9400 i 4700 rub.	Por. № 39 i 44 P. T. r. z.
Tow. „Polska Sztuka Stosowana“ w Krakowie	Dwór wiejski	5 maja r. b.	Dla artystów polskich	1200 i 800 kor.	Por. № 51 P. T. r. z.
Rząd Grecki	Pomnik	15 czerw. r. b.	Międzynarodowy.	5000, 2000 i 3 po 1000 fr.	Por. № 40 P. T. r. z.

Wydawca Maurycy Wortman. Redaktor odp. Jakób Heilpern.

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