

TELEGRAF BEZ DRUTU.

Napisał Stanisław Bouffałl.

(Ciąg dalszy do str. 452 w № 37 r. b.).

Rozpatrzmy teraz, w jaki sposób należałoby się zabrać do rzeczy, gdyby zamiarem naszym było użyć przyrządu Popowa nie do pełnienia funkcji, do których go był początkowo przeznaczony sam autor, lecz do odbierania prawdziwych, świadomie wysyłanych sygnałów telegraficznych.

Naciskając zwykły klucz telegraficzny, wpuszczamy do obwodu głównego cewki RUHKORFF'A prąd z baterii akumulatorów, który, zasilając obwód ten, dopóki trwa ucisk na guzik klucza, nie płynie jednak w nim w sposób ciągły, lecz przerywa się mniej lub więcej często, zależnie od okresu drgań przerywacza cewki, np. co $\frac{1}{20}$ sekundy. Każda taka przerwa, wzbudzając prąd indukcyjny w obwodzie wtórnym cewki, ładuje połączony z nią oscylator, który, wyładowując się

w sposób wahadłowy ($R < 2\sqrt{\frac{L}{C}}$), wyrzuca w przestrzeń fale elektromagnetyczne. Przypuśćmy, że okres wahań oscylatora wynosi 10^{-8} sek., to znaczy, że przez cały czas, przez który trwa wyładowanie, wybiega z oscylatora co 10^{-8} sek. jedna nowa fala elektromagnetyczna. Wiemy, że teoretycznie wyładowanie takie trwa nieskończenie długo, ale wiemy także i to, że w praktyce fale wybiegają coraz to słabsze. Przypuśćmy, że dziesiąta z kolei fala jest ostatnią falą o tyle silną, iż można ją jeszcze brać w rachubę, czyli że po upływie $10 \cdot 10^{-8} = 10^{-7}$ sek. emisja fal jest właściwie ukończona.

Nowy kompleks fal elektromagnetycznych wybiega z oscylatora dopiero po nowem jego naładowaniu, a więc dopiero po nowej przerwie w prądzie głównym cewki, czyli po upływie $\frac{1}{20}$ sekundy od początku pierwszej emisji, albo, jeśli kto woli, od jej końca, ponieważ czas trwania samej emisji jest, jak widzieliśmy, niesłychanie krótki w porównaniu z czasem, wpływającym pomiędzy dwiema kolejnymi emisjami. Przypuśćmy, że klucz był naciśnięty w ciągu jednej czwartej części sekundy. Przez ten czas w obwodzie głównym cewki

zdarzyło się $20 \cdot \frac{1}{4} = 5$ przerw prądu i tyleż, oczywiście, wy-

biegło kompleksów fal z oscylatora. Na dzwonek koherera taki kompleks 10-cio falowy działa tak samo, jak podziałałaby jedna fala (t. j. nastąpi jedno tylko uderzenie), gdyż czas przesuwania się tych fal przez koherer jest zbyt krótki ($10 \cdot 10^{-8} = 10^{-7}$ sek.), aby tak grubo stosunkowo mechanizm, jakim jest młotek elektryczny, zdążył wskutek ich przepływu wahać się więcej niż raz jeden. Gdyby kompleksy te napływały bezpośrednio jeden za drugim, to wynikiem przepływu wszystkich pięciu, razem wziętych (a nawet i znacznie większej ich liczby), byłoby również tylko jedno uderzenie dzwonka; ponieważ jednak są one poprzedzielane bardzo długimi okresami spoczynku (każdy po $\frac{1}{20}$ sekundy), przeto w ciągu każdego takiego okresu mechanizm zdąży „przyjść do siebie” i wtedy gotów jest do nowego wahańca, tak iż w ostatecznym wyniku będziemy mieli tyle uderzeń młoteczka, ile przepłynęło kompleksów fal, t. j. w danym razie otrzymany 5 sygnałów.

Przypuśćmy, że, przeczekawszy dwie sekundy, naciśniemy znowu guzik klucza, i że tym razem ucisk trwać będzie jedną sekundę. Przez ten czas nastąpi 20 przerw w prądzie głównym cewki i tyleż, oczywiście, emisji z oscylatora, w ciągu których usłyszymy 20 uderzeń dzwonka (mniejsza o to, że mogą one zlać się ze sobą). Przeczekawszy znowu dwie sekundy i nacisnąwszy potem guzik klucza na przeciąg $\frac{1}{4}$ sekundy, otrzymamy trzeci sygnał, składający się z 5-ciu uderzeń dzwonka.

W ostatecznym wyniku całej naszej manipulacji z kluczem, otrzymamy sygnał złożony, w ten sposób skombinowany, że najpierw nastąpi 5 uderzeń dzwonka, potem 20 i wresz-

cie znowu 5, albo, mówiąc ogólniej, sygnał, składający się z dwóch sygnałów krótkich, podzielonych sygnałem dłuższym.

Bez jakiegoś specjalnego mechanizmu niepodobna, oczywiście, tak unormować ruchu ręki, aby ucisk na guzik klucza trwał ściśle $\frac{1}{4}$ sekundy, albo ściśle jedną sekundę. Ale tu dokładność taka nie jest nam weale niezbędna. Rzeczywiście, jest rzeczą obojętną, czy usłyszymy 5, potem 20 i wreszcie znowu 5 uderzeń dzwonka, czy 4, 22 i 3, czy 3, 18 i 4 i t. d., bylebyśmy tylko mogli zawsze powiedzieć bez wahania, że po jednym krótkim sygnale nastąpił sygnał długi, a po nim znów krótki.

Rzecz prosta, że, mając możność wysyłania rozmaitych sygnałów tych dwóch kategorii, możemy tem samym wysyłać wszelkie umówione znaki, a w pierwszym rzędzie litery alfabetu. Wszystko to są rzeczy dobrze znane każdemu, kto ma wyobrażenie o zwykłym telegrafie MORSE'A i jeżeli zatrzymujemy się nieco dłużej nad tym przedmiotem, to tylko dlatego, żeby zdać sobie dokładnie sprawę z przyczyny, dla której przy zastosowaniu drukarza MORSE'A do telegrafii bez drutu, otrzymuje się, zamiast właściwych kresek, dłuższe szeregi kropek.

Do zamiary sygnałów akustycznych na pismo wystarcza w opisanym układzie Popowa zastąpić młotek ołówkiem, a tarczę dzwonka ruchomym paskiem papieru. W przykładzie wyżej podanym otrzymalibyśmy na tym pasku trzy znaki graficzne, z których pierwszy i ostatni składałyby się każdy z pięciu kropek a środkowy z dwudziestu. Wogóle, w telegrafii zwyczajnej długość kreski proporcjonalna jest do czasu, przez który trwa ucisk na guzik klucza; w telegrafii bez drutu długość znaku MORSE'A jest również proporcjonalna do tego czasu, lecz znak nie jest ciągły i w szczególności składa się z tylu kropek, ile razy zdążył przerwać się przez ten czas prąd w obwodzie głównym cewki RUHKORFF'A.

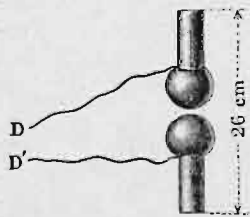
W tym samym czasie, gdy Popow, opierając się na wskazówkach LODGE'A, stwarzał wyżej opisany układ, przeznaczony wprawdzie do celów naukowych, lecz posiadający już przymioty praktycznego odbieracza telegraficznego — 20-letni student Uniwersytetu Bolońskiego, imieniem GUILLELMO MARCONI, olśniony wynikami doświadczeń HERTZ'A, z którymi zapoznał się w laboratorium prof. RIGHI'EGO, całkiem samodzielnie powziął zamiar zaprężenia fal elektromagnetycznych do pracy na rzecz potrzeb praktycznych ludzkości i w ciągu kilku miesięcy wypracował system telegrafii, który już w pierwotnej postaci wprowadził w zdumienie cały świat myślący.

Dokoła niepospolitej postaci MARCONI'EGO potworzyły się już istne legendy. Zarazem, jak się to często zdarza, gdy chodzi o człowieka niezwyklej miary, zawrzała walka pomiędzy bezwzględными wielbicielami a niemniej bezwzględными przeciwnikami. Gdy pierwsi widzą w MARCONIM geniusza, z którego głowy jak Atene z głowy Zeusa wyskoczyła w pełnem uzbrojeniu najsmielsza i najwspanialsza koncepcja, na jaką mógł się zdobyć wiek elektryczności, to drudzy, wyliczając kolejno pomysły młodego bolończyka, z lubością opatrują każdy nazwiskiem badacza, od którego jakoby został zapożyczony. Twierdząc, że prawda leży pośrodku, wyrządzilibyśmy MARCONI'EMU ciężką krzywdę. Zapewne, nie da się zaprzeczyć, że zawdzięcza on dużo zarówno poprzednikom swoim, jak i współczesnym, ale nie należy zapominać: po pierwsze, że to samo można powiedzieć o większości wielkich wynalazców, że wymienimy tylko WATT'A i MORSE'A, a po wtóre, że nawet i w idee, niewątpliwie zapożyczone, MARCONI wlewał zawsze własnego ducha, pod którego tchnieniem z pomysłów, skazanych na zagładę wskutek nieudolnego wykonania, wyłaniały się coraz to doskonalsze przyrządy i metody. Z jednej strony wyjątkowa zdolność do syntezy, a z drugiej — właściwości tempera-

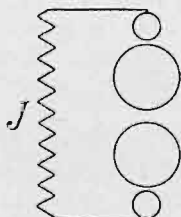
mentu: zapał, śmiałość i żelazna iście wytrwałość sprawiły to, że, jak się wyraził GUARINI, nie będąc umysłem typowo twórczym, MARCONI stworzył jednak telegrafię bez drutu, na którą, gdyby nie on, moglibyśmy czekać bardzo długo, pomimo że wszystkie potrzebne do niej elementy unosiły się w atmosferze naukowej od czasu zasadniczych doświadczeń HERTZ'A.

W pierwszych układach MARCONI'EGO odbieracz składał się z koherera, połączonego z przenośnikiem, w którego obwód, równoległe z młoteczką odpódniającą, włączony był zwykły drukarz MORSE'A (rys. 18) — całkiem podobnie jak to widzieliśmy w przyrządzie POPOWA z r. 1895 (rys. 20). Czy MARCONI'EMU znany był podówczas ten przyrząd, niewiadomo. W każdym razie wielka niewątpliwie analogia, zachodząca pomiędzy pierwotnym odbieraczem MARCONI'EGO a odbieraczem POPOWA, nie dowodzi bynajmniej, żeby pierwszy miał być wzorowany na drugim; łatwo bowiem wyobrazić sobie, że po doświadczeniach LODGE'A idea automatycznego odpódniania koherera musiała powstać sama przez się nie w jednym umyśle, sprawami temi zajętem, zaś przeprowadzenie jej w praktyce było rzeczą zbyt prostą, aby mogło nastąpić jakiejkolwiek trudności konstruktorowi tej miary, co MARCONI.

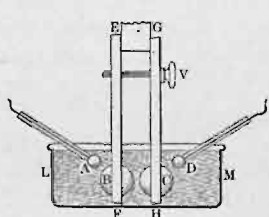
Jako wysyłacza, używał MARCONI w pierwszych swych próbach bądź nieco zmodyfikowanego oscylatora HERTZ'A (rys. 21), bądź też t. zw. oscylatora o trzech iskrach, który obmyślił był RIGHI w celu zaradzenia niektórym niedogodnościom pierwszego. Cechą charakterystyczną oscylatora RIGHI'EGO (schemat na rys. 22) jest to, że w obwodzie jego, prócz głównej mety iskrowej BC (rys. 23), są jeszcze



Rys. 21.



Rys. 22.



Rys. 23.

dwie inne przerwy AB i CD , które przebyć musi elektryczność, napływająca z obwodu wtórnego cewki RUHKORFF'A. Na drodze teoretycznej dość trudno jest zdać sobie dokładnie sprawę z całokształtu zjawisk, zachodzących w takim oscylatorze; praktyka jednak wykazuje, że działanie jego na zewnątrz nie różni się zasadniczo od działania zwykłego oscylatora o jednej przerwie, gdyż powstawanie fal elektromagnetycznych jest w nim uwarunkowane głównie wyładowaniem pomiędzy B i C , iskry zaś, przeskakujące pomiędzy A i B oraz pomiędzy C i D , nie wywierają żadnego wpływu.

W odmianie, którą przedstawia rys. 23, wszystkie cztery kule oscylatora zanurzone są w naczyniu z olejem parafinowym, który do pewnego stopnia chroni powierzchnie metalowe od zniszczenia przez iskry, co zresztą daje się zastosować i do oscylatora o jednej przerwie. Druty, prowadzące od kul A i D do końców obwodu wtórnego cewki RUHKORFF'A, zawarte są w rurkach szklanych. Kule B i C są umocowane w ruchomych ramach ebonitowych EF i GH , których odległość wzajemna daje się regulować za pomocą śruby V ; tem samem reguluje się i długość mety iskrowej BC . Za bardzo dogodną uznał MARCONI podówczas kombinację następującą: cewka RUHKORFF'A, dająca iskry 20 cm; kule B i C mają po 10 cm średnicy; odległość pomiędzy nimi wynosi tylko 1 mm, gdy odległości AB i CD wynoszą każda około 2,5 cm. Naczynie LM wypełnione olejem wazelinowym.

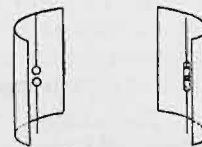
Układ, złożony z oscylatora RIGHI'EGO i odbieracza, zbudowanego mniej więcej tak samo jak przyrząd POPOWA, dawał MARCONI'EMU wyniki bardzo dobre i prawidłowe, ale tylko dopóty, dopóki odległość pomiędzy pierwszym a drugim nie przekraczała kilkuset metrów. Ze zwiększeniem odległości poza tę normę sygnały stawały się niewyraźnymi i wkrótce nie dawały się już rejestrować wcale. Nie trudno ująć główną przyczynę tego stanu rzeczy.

Oscylator wysyła wprawdzie fale najsprawniej w kierunku osi swojej O_x (rys. 9), niemniej przeto rozchodzą się one z niego na wszystkie strony, acz z siłą niejednakową. Ostatecznie, powierzchnie fal, wybiegających ze źródła zaburzeń BC (rys. 23), są mniej lub więcej kuliste, podobnie jak

powierzchnie fal powietrznych, wybiegających ze źródła głosu. Otóż, jest rzeczą jasną, że w takich falach wychylenia muszą szybko tracić na rozległości, innemi słowy, szereg fal, biegnących od oscylatora do odbieracza, doznaje silnego przytłumienia w przestrzeni (przytłumienie to, jak już wspominaliśmy, nie ma nic wspólnego z przytłumieniem fal w czasie, które sprawia, że następujące po sobie fale jednej i tej samej emisji są coraz to słabsze). Wskutek tego już na niewielkiej odległości od oscylatora fale mogą być o tyle osłabione, że nie są zdolne do oddziaływania dostatecznie silnie na koherer.

Dla zaradzenia tej niedogodności MARCONI umieszczał zarówno wysyłacz jak i odbieracz na liniach ogniskowych reflektorów parabolicznych (rys. 24), podobnie jak to czynił HERTZ w doświadczeniach nad odbijaniem się fal elektromagnetycznych.

W ten sposób znaczna część promieni siły elektrycznej, rozsyłanych na wszystkie strony przez oscylator, mogła być zwrócona w jednym kierunku za pomocą pierwszego reflektora, poczem wiązka taka promieni nie osłabionych padała w całości na drugi reflektor, który ześrodkowywał je na kohererze. Dzięki zastosowaniu reflektorów zwiększyła się znacznie odległość, na którą mogły sięgać sygnały, jednakże nie w tym stopniu, jakby można było oczekiwać na podstawie rozważań teoretycznych.



Rys. 24.

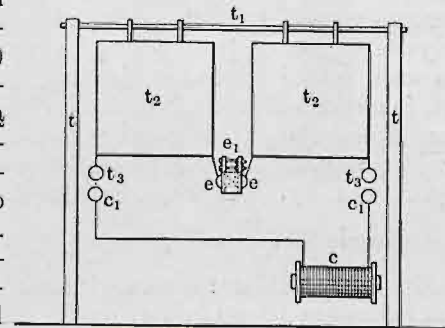
ROZDZIAŁ II.

Działanie anten.

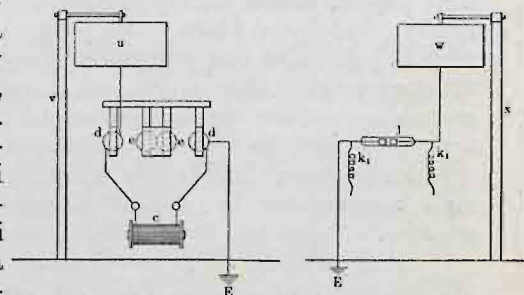
„Skrzydła“. — Płyty pojedyncze. — Druty powietrzne czyli anteny. — Rozchodzenie się fal elektromagnetycznych w przewodnikach. — Doświadczenia Hertz'a. — Drut, połączony z ziemią, i drut odosobniony. — Oscylator z anteną. — Dyfrakcja fal elektromagnetycznych i jej znaczenie dla telegrafii bez drutu.

Gdy metoda ześrodkowywania fal za pomocą zwierciadeł okazała się niedość skuteczną, MARCONI zwrócił swe usiłowania w zupełnie innym kierunku. Odrzuciwszy reflektory, zaopatrzył on zarówno wysyłacz, jak odbieracz, w rodzaj skrzydeł. Każda z dwóch

kul głównych e, e oscylatora $e_1 e e c_1$ (rys. 25) połączona była z odosobnioną skądinąd płytą metalową (t_2 i t_2). W taką parę skrzydeł zaopatrzone były odpowiednio elektrody koherera. Okazało się, że układ taki działa lepiej, aniżeli układ z reflektorami. Niebawem jednak zauważył MARCONI, że można otrzymać jeszcze lepszy skutek, usunąwszy jedną płytę z wysyłacza i jedną z odbieracza, a połączony natomiast odpowiednio elektrody z ziemią. Po licznych próbach MARCONI zatrzymał się na układzie, przedstawionym na rys. 26. Z lewej strony mamy tu wysyłacz, z prawej — odbieracz. W wysyłaczu końce obwodu wtórnego cewki RUHKORFF'A c połączone są z zewnętrznymi kulkami d, d oscylatora o trzech iskrach, którego kulkami wewnętrznymi są e, e . Jedna z kul d połączona jest z ziemią E , druga — z płytą metalową u , zawieszoną na wysokiej podstawie odosobniającej v . Całkiem podobne urządzenie wchodzi w układ odbieracza; widzimy tu na podstawie x płytę w ; z płytą tą połączony jest jeden elektrod koherera, którego drugi elektrod łączy się z ziemią E . Druty k_1, k_1 przeznaczone są do włączania obwodu przenośnika wraz z należnymi do niego młoteczkami i drukarzem.



Rys. 25.



Rys. 26.

Czem kierował się właściwie MARCONI, wprowadzając do układu swego wyżej opisane płyty, dokładnie nie wiadomo. Prawdopodobnie główną rolę grało tu — jak zresztą nieraz u MARCONI'EGO — intuicyjne raczej niż wyrozumowane dążenie, aby w wysyłacz promieniowanie energii odbywało się na przestrzeni nie zanadto małej w stosunku do odległości, dzielącej stacye, i aby odbieracz mógł przejąć odpowiednio dużą wiązkę promieni siły elektrycznej. Bądź jak bądź, był to krok, który rozstrzygnął o całej przyszłości telegrafii bez drutu. Za pomocą przyrządów, bardzo podobnych do tych, które przedstawione są na rys. 26, dokonano próby telegrafowania przez kanał Brystolski w maju 1897 r. pomiędzy miejscowościami Penarth i Weston, odległymi od siebie o 16 km. Była to próba ogniowa dla dzieła MARCONI'EGO. Wyszedłszy z niej zwycięzko, telegrafia bez drutu, którą do owego czasu można było uważać raczej za ciekawą zabawkę naukową, zajęła poczesne miejsce wśród współczesnych urządzeń komunikacyjnych i niebawem rozpoczęła walkę konkurencyjną ze starszą swą siostrzycą — telegrafią zwyczajną, walkę, którą prowadzi do dziś dnia z wciąż wzrastającym nężeńiem i niemalem powodzeniem.

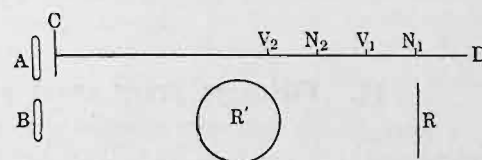
Wkrótce po doświadczeniach brystolskich MARCONI zauważył, że czynnikiem, rozstrzygającym o odległości, na jaką sięgają sygnały, nie jest bynajmniej wielkość, ani położenie płyty metalowej, lecz raczej wysokość drutu pionowego, który łączy się z oscylatorem lub kohererem, i odtąd, zarzucając zupełnie owe płyty, zaczął posługiwać się samymi tylko drutami, które bądź umocowywał na wysokich masztach, bądź też przyczepiał do balonów lub latawców.

Sposób działania tych drutów powietrznych, czyli *anten*, nie jest dotąd należycie wyjaśniony. Sam MARCONI, wprowadzając je do swego układu, tak dalece nie zdawał sobie sprawy z prawdziwej roli tego urządzenia, że sądził, iż ma do czynienia z falami bardzo krótkimi tam, gdzie, jak dziś wiemy z zupełną pewnością, wchodziły w grę fale o długości olbrzymiej. W każdym razie dziś postąpiliśmy o tyle, że jesteśmy w posiadaniu kilku niewątpliwych punktów oparcia, które w pewnych określonych wypadkach mogą służyć do ściślejszych obliczeń, znajdujących potwierdzenie doświadczalne, aczkolwiek same teorie, które posłużyły do ustalenia tych punktów oparcia, noszą cechę wielkiej dowolności i już przez to samo budzą mało zaufania, że są tak bardzo rozmaite. Aby dać pojęcie o niepewności jaka panuje w tej dziedzinie, dość jest powiedzieć, że nawet na pytanie zasadnicze: czy telegrafowanie bez drutu odbywa się istotnie za pomocą fal elektromagnetycznych HERTZ'A, bynajmniej nie wszyscy badacze dają odpowiedź twierdzącą, aczkolwiek żaden z nich nie wątpi, że w doświadczeniach HERTZ'A zjawiska zachodzą tak, jak to było wyłożone w jednym z poprzednich rozdziałów niniejszego artykułu. Tak np. jeden z najwybitniejszych specjalistów, SLABY, utrzymuje stanowczo, że, gdy chodzi o dwa układy, zaopatrzone w anteny, to sprawa sprowadza się wyłącznie do zjawisk zwykłej indukcji elektromagnetycznej pomiędzy temi antenami. Podług ANDERSEN'A, głównym czynnikiem jest pojemność elektrostatyczna anten, które tworzą, jak gdyby dwie zbroje jednego olbrzymiego kondensatora. Niektórzy, jak VILLOT, przypisują rolę naczelną przewodnictwu ziemi; inni wreszcie, jak BLONDEL, widzą mieszaninę wszystkich pomienionych czynników, z których każdy, zależnie od okoliczności, bądź wysuwa się na plan pierwszy, bądź ustępuje miejsca innym.

W pracy, jak niniejsza, nie możemy, oczywiście, wchodzić w rozbiór tych rozmaitych teorii; spróbujemy natomiast ustalić owe kilka punktów wytycznych, niezbędnych do orientowania się w drodze, na której odbywał się rozwój telegrafii bez drutu.

Według teorii MAXWELL'A prędkość rozchodzenia się fal elektromagnetycznych w przewodnikach nie powinna różnić się od prędkości, z jaką rozchodzą się one w powietrzu, jeśli tylko wahania są dostatecznie prędkie. Aby przekonać się, czy tak jest w istocie, HERTZ powziął zamiar wytworzenia zjawiska fal stojących w drutach metalowych i w tym celu zmodyfikował układ zasadniczego doświadczenia swego w sposób następujący. Zastąpiwszy kule oscylatora płytami A i B (rys. 27), umieścił nawprost jednej z nich A taką samą płytę C, od której środka biegł długi drut odosobniony CD, zawieszony na jedwabnych sznurkach równoległe do osi

oscylatora. W miarę tego, jak z biegiem wyładowania wahadłowej płyty A otrzymuje kolejno ładunki dodatnie i ujemne, powstają na płycie C ładunki przeciwnego znaku, które, zmieniając się w sposób wahadłowy, podobnie jak i ładunki płyty A, wytwarzają w płycie C stan wahań elektrycznych. Te zaburzenia wahadłowe w stanie płyty C rozchodzą się



Rys. 27.

wzdłuż połączonego z nią drutu CD, tak iż stan elektryczny, który w pewnej danej chwili cechuje płytę C, cechować będzie w chwili potem jakiegoś miejsca drutu CD, położone tem dalej od C, im większy przeciąg czasu przedziela dwie pomienione chwile. W punkcie końcowym D, gdzie kończy się substancja drutu, a zaczyna się inna substancja, mianowicie powietrze, fale te odbijają się, jak odbijają się każde wogóle fale, znalazłszy się na pograniczu dwóch rozmaitych ośrodków, i po tem odbiciu powracają do C. Interferencya tych fal powrotnych z falami, wciąż nadbiegającymi od strony C, daje początek węzłom i brzuscom siły elektromagnetycznej, całkiem podobnie jak to się działo w doświadczeniu zasadniczym HERTZ'A. Tam fale rozchodziły się w powietrzu, a odbijały się od ściany metalowej; tutaj, przeciwnie, fale rozchodzą się w metalu, a odbijają się od ściany powietrznej, która zaczyna się tam, gdzie się kończy substancja metalu, mianowicie w punkcie D.

Nadając rezonatorowi swemu położenie R (w płaszczyźnie, prostopadłej do drutu CD, z przerwą, umieszczoną na końcu prostopadłej do linii AB średnicy kółka) i przesuwając go wzdłuż drutu, HERTZ faktycznie znalazł na nim szereg równoległych punktów szczególnych, będących węzłami (N_1, N_2) i brzuscami (V_1, V_2) fal stojących elektrostatycznych; zmieniając zaś orientację kółka na R', przekonał się, że, jak tego wymaga teoria, węzły pola elektrostatycznego (N_1, N_2) są zarazem brzuscami pola magnetycznego i vice versa. Na końcu D drutu przypada zawsze brzusce pola elektrostatycznego i węzeł pola magnetycznego.

Pomiar odległości międzywęzłowych, w zestawieniu z teoretycznie obrachowanym okresem drgań oscylatora, wykazał na ogół, że w drucie, podobnie jak i w powietrzu, fale elektromagnetyczne rozchodzą się z prędkością światła, o ile tylko okres drgań jest dostatecznie mały.

Łatwo zauważyć, że układ punktów szczególnych, należnych do fal stojących, otrzymanych w drucie CD, odpowiada w zupełności układowi tychże punktów w falach stojących głosowych, jakie powstają w pieszczalce krytej: pole elektrostatyczne odpowiada przytem ciśnieniu powietrza, pole zaś magnetyczne jego ruchowi drgającemu. Na końcu pieszczalki krytej powietrze nie może wykonywać drgań, ale kolejne rozrzedzenia i zgęszczenia występują tam z największą siłą. Jest to węzeł ruchu drgającego i zarazem brzusce ciśnienia. Taki sam stan rzeczy znajdujemy w odległości połowy fali od końca rury, a także w odległości całej fali, $1\frac{1}{2}$ fali, 2-ch fal i t. d., jeżeli chodzi nie o t. zw. ton własny pieszczalki, który, jak wiadomo, wytwarza jeden tylko węzeł, lecz o wyższy ton harmoniczny. Natomiast w odległości ćwierci fali od końca rury przypada brzusce ruchu drgającego i zarazem węzeł ciśnienia: w punkcie tym ruch jest najżywszy, lecz zato gęstość nie zmienia się wcale. Takież same brzusca ruchu drgającego przypadają w odległości $\frac{3}{4}$ fali, $\frac{5}{4}$ fali i t. d., licząc od końca rury.

Analogia pomiędzy drutem CD a pieszczalką krytą byłaby jeszcze zupełniejsza, gdyby posiadał on jeden tylko węzeł pola elektrostatycznego. Na ogół jednak wypadek ten nie zachodzi, a to z powodu, że długość fal, rozchodzących się wzdłuż drutu CD, zależy w pierwszym rzędzie od okresu wahań oscylatora AB. (Gdyby było inaczej, nie możnaby wprowadzać prędkości rozchodzenia się fal w drucie na podstawie podwójnego ilorazu z wymierzonej odległości międzywęzłowej przez obliczony teoretycznie okres wahań oscylatora). Drgania więc elektryczne, które zachodzą w drucie, nie są własnymi jego drganiami, lecz drganiami nieswobodnymi, wymuszonymi, o okresie, narzuconym przez oscylator.

FILTRY BIOLOGICZNE.

Podał Emil Sokal, inżynier.

(Odczyt wygłoszony w Stowarzyszeniu Techników w d. 2 czerwca r. b.).

(Ciąg dalszy do str. 443 w № 36 r. b.).

II. Filtracja przez grunt przerywana.

Jest to do pewnego stopnia odmiana irygacji pól, ponieważ zaś krok naprzód ku filtrom biologicznym.

Na czym zasadza się ta metoda i jaka jest jej geneza?

Filtracja przerywana zasadza się na skierowywaniu ścieków na grunta, na których następuje mineralizacja; nawóz służy roślinom i trawie jako pożywienie, a rozkład części zawartych w wodzie ściekowej, pod wpływem działania słońca i powietrza, odbywa się szybko i w sposób pożądany.

Genezy tej metody szukać należy w Anglii; tam jednak szerokiego zastosowania nie znalazła. Za oceanem, w Ameryce, zainteresowano się tym sposobem i zastosowano go przez wprowadzenie niektórych zmian praktycznych, a mianowicie: zamiast filtracji przez ziemię rodzimą, przyjęto dla prób i doświadczeń rozmaitego rodzaju grunta, jak np. glinę, piasek gliniasty, żwir, ziemię ogrodową, torf — i w tych próbach doświadczalnych mamy krok, zbliżający nas do filtrów biologicznych. Dopiero po zastosowaniu w szeregu większych miast amerykańskich, falą powrotną dostała się metoda ta nanowo do Anglii, jednakże dziwnym trafem, bez powodzenia.

Filtracja przerywana jest tańsza od irygacji pól — gdy tam liczyliśmy 250 osób na ha, przy tej metodzie przyjąć można 10—20 razy tyle osób na ten sam obszar. Zakup więc gruntu jest o tyle tańszy.

Wyniki otrzymane na drugiej półkuli są dodatnie, jednakże przy braku ściślejszych danych cyfrowych trudno jest orzec, jakie są wady systemu i jaka jest przyczyna, że w Europie dotąd stosowany na szerszą skalę nie jest. Kto wie, czy nie słusznym byłoby pytanie, dlaczego nie miano zrobić próby z tym systemem w warunkach i okolicznościach sprzyjających?

W pierwszych numerach tegorocznych niemieckiego czasopisma „Gesundheitsingenieur“ znajdujemy niezmiernie ciekawą notatkę o filtracji przerywanej: „Sprawozdanie prof. d-ra DUNBAR'A z wycieczki w r. 1904 do Ameryki“. Podczas wycieczki DUNBAR badał szczegółowo instalacje typu, o którym mowa, w szeregu miast północno-amerykańskich. Dodatnie wrażenia DUNBAR'A co do filtracji przerywanej, zdaniem jego, powinnyby zachęcić do powtórzenia prób w Niemczech, gdzie praktycznego zastosowania sposób ten dotąd nie znalazł; znana jest autorowi tylko próba na wielką skalę, zupełnie chybiona. A jednak w sprzyjających warunkach miejscowych, t. j. w gruntach piaszczystych, szczególnie zaś w okolicach, w których brak żużlu, koksu lub kamieni, niezbędnego materiału do budowy filtrów biologicznych, należałoby filtrację przerywaną stosować.

Cała konstrukcja i sposób wyzyskiwania jest tak nadzwyczajnie prosta, że zdawaćby się należało, iż trudno o spełnienie jakiegokolwiek błędu. Jednakże i ten sposób wymaga starannego czuwania i troskliwej opieki. „Przekonałem się o tem w Ameryce“ — mówi DUNBAR — i tą właśnie okolicznością tłumaczą się świetne rezultaty, osiągnięte na drugiej półkuli świata.

Nie bez wielkiej racji utrzymuje jeden z inżynierów amerykańskich w swoim sprawozdaniu do rady miejskiej, iż należy traktować filtr taki jako istotę żyjącą: Gdy się filtr przeje — zepsuje sobie żołądek i trawić nie może. Każdy filtr nastawia się nie tylko na pewną ilość ścieków, lecz na pewien ich rodzaj — każda raptowna zmiana bądź w jednym bądź w drugim kierunku narusza porządek działania na czas krótszy lub dłuższy i zmniejsza normalną sprawność filtra. Nie znaczy to jednak, że filtry tego typu wymagają kosztownej obsługi — bynajmniej! niezbędne jest tylko ułożenie warunków zasadniczych wyzyskiwania, które regulują cały bieg i pożyteczne tychże filtrów działanie.

III. Klarowanie mechaniczne.

Najprostszą metodą usuwania części zawieszonych w wodzie ściekowej jest skierowanie jej do osadników, w których bądź w stanie spokoju, bądź w powolnym przepły-

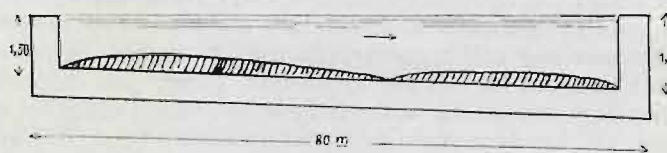
wie od jednego końca do drugiego, męty opadają na dno a woda wychodzi względnie klarowna. System taki stosuje się dotąd w Warszawie z dobrym skutkiem dla wody wiślanej do picia, w osadnikach przed filtracją, a procent zatrzymywanych tym sposobem mętów, piasku, iltu, oraz żyjątek świata zwierzęcego i roślinnego przechodzi cyfrę 60% ogólnego zanieczyszczenia.

Osadniki bywają „studniowe“ lub „basenowe“ (zbiornikowe).

W osadnikach studniowych, o przekroju okrągłym, zakończonym u dołu lejem, ścieki wchodzą dołem i podnoszą się stopniowo ku górze. Męty zaś opadają w kierunku odwrotnym i zbierają się w wąskiej szyjce leja. Nagromadzony osad usuwa się przez wysanie mechaniczne.

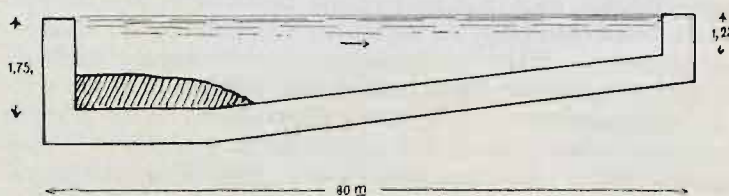
Osadniki zbiornikowe są to murowane podłużne komory; wody ściekowe wchodzą przez ścianki wąskiego boku i przepływają wzdłuż ścianek podłużnych, znacznej długości. Posuwając się z prędkością około 20 mm/sek., czyli 72 m/godz., woda ściekowa pozbywa się swych mętów od 50 do 80% i, przebywszy całą drogę przeznaczoną, przelewa się przez ścianę poprzeczną już jako należycie sklarowana.

Dawniejszy przekrój podłużny osadników, przy szerokości 12 m, przedstawia rys. 1. Nowsze badania stwierdziły,



Rys. 1.

że kształt ten nie ma racji bytu, a pogłębienie przy końcu drogi, jaką ścieki przebywają, nie jest właściwe. Obecnie budują osadniki o kształcie odmiennym, a mianowicie podług rys. 2, pogłębiając osadnik na samym początku.



Rys. 2.

Stwierdzono bowiem, że osad a szczególnie piasek zawarty w ściekach opada zaraz na wstępie, zaś warstwa opadająca staje się ku końcowi coraz mniejszą i cieńszą. Wobec tego początkowa szerokość 12-metrowa przechodzi stopniowo na 18 m; tym sposobem przekrój przepływu jest stały (głębokość na początku 1,75 m, przy końcu 1,25 m). Przez płytkość zbiornika ułatwione jest działanie powietrza i światła. Oprócz tego w osadnikach głębokich trudniej osiągnąć się daje równomierny przepływ w całym przekroju poprzecznym.

Osadniki i klarowanie ścieków o znacznej bardzo ilości wód brudnych, w dużych miastach, nie mających terenu odpowiedniego na pola irygacyjne, filtry ziemne lub biologiczne, a położonych przy rzekach w wodę obfitujących, posiadają rację bytu, albowiem wody ściekowe, dostając się do rzeki po należytym sklarowaniu, nie nadają wodzie wstępnego wyglądu. Oko ludzkie nie odnajduje na powierzchni wody lub w pobliżu brzegów tej masy przykrych dla siebie odchodów ludzkich, korków, odpadków papierosów, zgniłych owoców i t. p.¹⁾ A choć pomimo takiego sklarowania mechanicznego woda ściekowa nie jest jeszcze zupełnie czysta,

¹⁾ Warszawa z ludnością 700 000 dotąd wypuszcza ścieki do Wisły bez osadzania. Natomiast dla Pragi, dla 100 000 mieszkańców, od razu przewidują się osadniki.
Przyp. aut.

obfitość wody w rzece wystarcza do przeprowadzenia procesu samooczyszczenia.

Na polu klarowania mechanicznego cennych bardzo prac dokonali LINDLEY i STEUERNAGEL.

Próby doświadczenia tego ostatniego w pobliżu Kolonii, w osadniku 45 m długim i 8 m szerokim, wykazały, że:

przy prędkości przepływu 4 mm/sek. usunięto 72% osadu	
20 " " "	69% "
40 " " "	60% "

LINDLEY w projekcie dla miast Barmen-Elberfeld wykazuje niemożność absolutną urządzenia pól irygacyjnych, gdzie udałoby się należycie oczyścić 200 000 m³ wody ściekowej dziennie. (Brak nawet w danych warunkach miejsca na filtry biologiczne lub na filtrację gruntową przerywaną). Dla Pragi Czeskiej buduje LINDLEY w obecnej chwili instalację osadnikową na 1000 l/sek., czyli na 80 000 m³ ścieków na dobę. Również dla Warszawy i Pragi projektowane są w pierwszej linii osadniki.

Wielkie w tym rodzaju gotowe urządzenia, pomyślnie pracujące, znajdują się w Hanowerze i Kassel, nie licząc próbnej instalacji, o jakiej wspomniałem, pod Kolonią.

Co się dotyczy kosztów instalacji, to w Kassel np. wydatki roczny na mieszkańca na oczyszczanie ścieków wynosi 40—50 fen., czyli 18—23 kop., zaś koszt oczyszczenia 1 m³ wody ściekowej 0,3—0,4 kop. Przy instalacjach większych aniżeli w Kassel i przy również starannej gospodarce, wydatki wspomniane uleżyły powinny zmniejszeniu.

Porównując te koszty z podanymi wyżej kosztami w Berlinie i Wrocławiu (w Berlinie na mieszkańca—83 kop., od 1 m³—4½ kop., w Wrocławiu na mieszkańca—27 kop., od 1 m³—1 kop.), widzimy, że pod względem finansowym ten sposób posiada dla bardzo wielkich miast, położonych korzystnie, nad dużą rzeką, znaczenie bardzo poważne.

IV. Klarowanie chemiczne.

Zasadą tego systemu jest, iż przez dodawanie do wód brudnych związków chemicznych najrozmaitszych rodzajów, wywołuje się szybsze osadzanie mętów i zniszczenie zawartych w wodzie ściekowej cząstek organicznych.

System ten, zarówno w Anglii jak też w miastach niemieckich, znalazł szerokie zastosowanie. Dość przypomnieć, że miasta: Londyn, Manchester, Salford, Sheffield, Leeds, Windsor, Birmingham, Richmond, Glasgow i inne sposobem

tym się posiłkowały lub dotąd jeszcze się posiłkują. Z miast zaś niemieckich Frankfurt n. M., Wiesbaden, Halle n. S., Barmen, Potsdam i Pankow pod Berlinem tą właśnie drogą osiągają klarowanie mętów.

Ogólnie biorąc, system chemiczny pod żadnym względem nie odpowiadał oczekiwaniom. Ci, którzy spodziewali się subtelnie oczyszczonej wody ściekowej i łącznie z tem idealnej czystości rzek, doznali zawodu. W Frankfurcie n. M. nagromadziły się takie masy osadu, że nie wiadomo było co począć z zapasami, których nikt z rolników ani darmo, ani tem bardziej za jakąś opłatą na korzyść miasta, zabierać nie chciał. Okazało się dalej, że domieszki chemiczne bardzo drogo kosztowały, że wyzyskiwanie jest skomplikowane i wymaga bardzo ścisłego nadzoru, gdyż zmienny dopływ wód ściekowych wymaga baczności, ażeby domieszki również w stosunku właściwym były dodawane.

W Lipsku w r. 1899 oczyszczenie 18 000 000 m³ wód ściekowych kosztowało 322 443 mar., a z tej sumy na chemikalia wydatkowano 196 000 mar., t. j. 60%. Oczyszczenie 1 m³ wody ściekowej kosztowało:

w Frankfurcie n. M.	1,5 fen.,	czyli	0,7 kop.
" Halle	1,5 " "	" "	0,7 " "
" Lipsku	1,8 " "	" "	0,9 " "

Przy systemie „Ferrozon-Polarit“, próbowanym także w Bydgoszczy, podług danych z Huddersfield, przy 40 000 m³ wody ściekowej dziennie, koszt oczyszczenia 1 m³, łącznie z chemikaliami, wyzyskiwaniem i amortyzacją, wypadnie 0,8 kop.

V. Klarowanie elektryczne.

Prób dotychczasowych, zarówno WEBSTER'A jako też HERMITE'A, oddziaływania za pomocą energii elektrycznej na rozkład ścieków, nie można uważać za ukończone pomyślnie ani co do rezultatów praktycznych, osiągniętych przez jednego i drugiego, ani tem bardziej pod względem kosztów. HERMITE twierdzi, że wydatki na głowę rocznie przy jego systemie nie wyniosą 46 kop. Twierdzenie to nie jest jednak, dotychczas przynajmniej, oparte na ścisłych danych i dlatego nie może być brane pod uwagę.

Zważywszy, że to, co dzisiaj nie zostało jeszcze osiągnięte, jutro może okazać się pomyślniejszem i przynieść rezultaty obfitsze w plony niż przeszłość dać je nam zdołała— badania sposobów klarowania elektrycznego zawodowcy zaniedbywać nie powinni.

(C. d. n.)

Praca odkształceń zeskładów żelaznobetonowych przy zginaniu.

Napisał Kazimierz Grabowski, inżynier.

(Ciąg dalszy do str. 437 w № 35 r. b.)

Posługując się sposobem interpolacji i tablicą znaczeń i' , łatwo znajdziemy odpowiednie znaczenie m , równe 0,2075 l.

$$M_1 = - \frac{pl^2}{12} \frac{\{1 - 2 \cdot 0,2075^2 [(3 - 2 \cdot 0,2075)(1 - 1,1179) + (9 - 14 \cdot 0,2075)(1 - 1,068)]\}}{[1 - 2 \cdot 0,2075(2 - 1,1179 - 1,068)]}$$

lub po wykonaniu działań arytmetycznych

$$M_1 = - 0,96 \cdot \frac{pl^2}{12},$$

czyli

$$M_1 = - \frac{pl^2}{12,5}.$$

Znaczy, że największy dodatni moment wygięcia w środkowym przekroju będzie:

$$M = \frac{pl^2}{8} - \frac{pl^2}{12,5} = + \frac{9pl^2}{200}.$$

Prawie zupełnie te same rezultaty otrzymamy, jeżeli będziemy rozpatrywali belkę teową, której przekrój środkowy wskazuje rys. 22.

Przyjmując rozkład uzbrojenia w tej belce według rys. 21, otrzymamy dla niej:

$$i'' = 1,085; \quad i' = 1,1643; \quad m = 0,2057 l;$$

$$M_1 = - 0,98 \frac{pl^2}{12}.$$

W takim razie wyrażenie momentu oporowego przyjmie postać:

Podobnie dla płyty wskazanej na rys. 23, po odpowiednich wyliczeniach, otrzymamy:

$$i'' = 1,0066; \quad i' = 1,1584; \quad m = 0,2036 l;$$

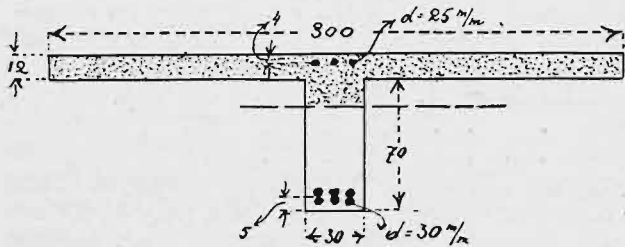
$$M_1 = - 0,97 \frac{pl^2}{12}.$$

Wyniki powyższe wskazują, że w prętach rozpatrzonego typu oporowe momenty wygięcia bardzo mało różnią się od momentów dla belek jednolitych. To też projektując belki żelaznobetonowe podobnego typu przy całkowitem utwierdzeniu na oporach i przy niewiadomych z góry wymiarach, należy brać oporowy moment wygięcia tak, jak dla belki jednolitej,

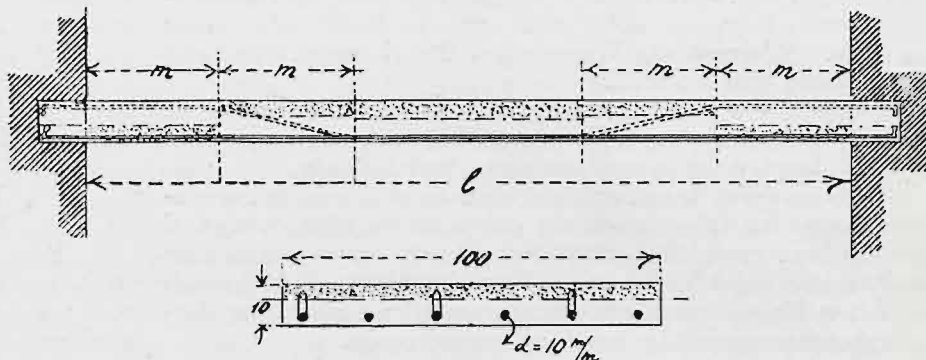
środkowe zaś przekroje sprawdzić na moment $+ \frac{pl^2}{20}$ w razie

obciążenia równomiernie rozłożonego. Należy jednak zwrócić uwagę, że w praktyce bardzo rzadko możemy liczyć na całkowite utwierdzenie belki, wobec czego sprawdzanie

przekroju środkowego na moment $+\frac{pl^2}{20}$ w praktyce byłoby bardzo ryzykowne; stopień utwierdzenia w każdym poszczególnym wypadku może być bardzo rozmaity, w zależności od warunków i sposobu wykonania opór, a głównie od sprężystych własności ciał utwierdzających na oporach i materiału belki. To też wobec zupełnego braku i trudności odnośnych badań teoretycznych niemożliwym jest dokładne wskazanie dla momentu wygięcia pośrodku jakiegokolwiek ogólnego wzoru, któryby obejmował rozmaite wypadki praktyki; w każdym jednak razie powszechnie używane obecnie znaczenie $+\frac{pl^2}{10}$ nie zdaje się być za małym; prędzej przeziera z niego niejaka ostrożność, która w danym wypadku jest zupełnie na



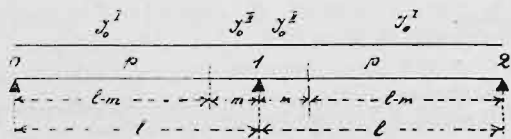
Rys. 22.



Rys. 23.

miejsku, gdyż nigdy nie możemy być pewni, czy stopień utwierdzenia belki na oporach, na który liczymy obecnie, nie zmieni się z biegiem czasu wskutek możliwych późniejszych zmian konstrukcyjnych. Jednak moment oporowy zawsze należy, zdaniem mojem, brać tak, jak gdyby belka była całkowicie utwierdzona, na co wielu specjalistów małą zwraca uwagę, kierując się w tym względzie różnemi dowolnemi przypuszczeniami, które częstokroć wręcz przeczą zasadniczemu prawom mechaniki budowlanej.

Przytoczone wzory i wyliczenia wskazują jednocześnie, że ze zmianą typu belki ulegną zmianie otrzymane wyniki. Urządźmy przy naszych belkach silne wsporniki na oporach, a możemy być pewni, że moment oporowy przewyższy $+\frac{pl^2}{12}$; zaczniemy osłabiać przekrój na oporach, a zobaczymy, że w miarę osłabiania momenty oporowe będą się ciągle zmniejszały. Wszystko więc jest tu zależne od systemu konstrukcji, a ryczałtowe stosowanie we wszystkich wypadkach wy-



Rys. 24.

ników, otrzymanych dla jednego jakiegokolwiek typu belki, może nas zaprowadzić na manowce; pochlebiam sobie jednak, że przytoczone wzory, przykłady i wyjaśnienia są dostatecznie proste i przejrzyste, ażeby czytelnik przy ich pomocy mógł zbadać każde nasunięte przez praktykę zadanie.

§ 17. **Belka ciągła.** Rozpatrzmy belkę dwuprzęsłową (rys. 24) o równych przęsłach l , spoczywającą swobodnie na oporach 0, 1 i 2 i podlegającą obciążeniu p , równomiernie rozłożonemu w obydwóch przęsłach belki. Przypuśćmy, że będziemy mogli moment bezwładności I_0^{II} uważać za stały na długości m w obie strony od opory 0; w pozostałych zaś częściach belki również przyjmujemy stałe znaczenia momentu bezwładności I_0^I . Nie będziemy uwzględniali nierównomiernego osiadania opór oraz zmian temperatury; wtedy równanie sprężystości przyjmie dla naszego wypadku ostateczną postać:

$$\int_0^{l-m} Mx' dx' + i \int_{l-m}^l Mx'' dx'' = 0,$$

gdzie

$$i = \frac{I_0^I}{I_0^{II}}.$$

Całka $\int_0^{l-m} Mx' dx'$ przedstawia moment statyczny rzeczywistej płaszczyzny momentów wygięcia, wziętej na długości $l-m$, odnośnie do pionu, przeprowadzonego przez oporę 0.

Wobec symetrii belki i obciążenia rzeczywista płaszczyzna momentów (rys. 25) przedstawi się symetrycznie i dla każdego z przęsł składać się będzie z dwóch części: 1) z trójkąta 011', który na oporze 1 ma wysokość M_1 i 2) z paraboli 0S1 o największej rzędnej pośrodku $\frac{pl^2}{8}$. Przekrój zwrotny aa leżeć będzie na przecięciu boku trójkąta 01' z parabolą. Z powodów, wyłuszczonych już w poprzednim paragrafie, przekrój ten będziemy musieli zawsze uważać za rozgraniczenie części belki o momentach bezwładności I_0^I i I_0^{II} . Ponieważ

znaczenie rzędnej aa z trójkąta 011' jest $\frac{M_1(l-m)}{l}$, a z paraboli $\frac{pm(l-m)}{2}$ i znaczenia te powinny się równać, przeto otrzymujemy bezwzględną zależność m od M_1 :

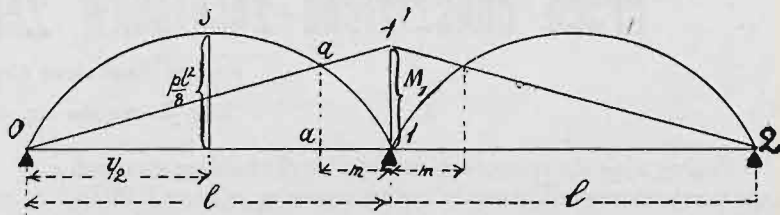
$$m = \frac{2 M_1}{pl} \dots \dots \dots (63).$$

Moment statyczny trójkąta 0aa odnośnie do pionu przechodzącego przez oporę 0 będzie:

$$\frac{M_1(l-m)^3}{3l},$$

a moment statyczny części 0saa, odnośnie do tegoż pionu, będzie:

$$\frac{p(l-m)^3(l+3m)}{24}.$$



Rys. 25.

Dwa te momenty należy dodać algebraicznie, ażeby otrzymać

$$\int_0^{l-m} Mx' dx' = \frac{M_1(l-m)^3}{3l} + \frac{p(l-m)^3(l+3m)}{24}.$$

Podobież łatwo znajdziemy:

$$\int_{l-m}^l Mx'' dx'' = \frac{M_1 m [3l(l-m) + m^2]}{3l} + \frac{p[l^4 - (l-m)^3(l+3m)]}{24}.$$

Wobec tego równanie sprężystości przyjmuje postać

$$\frac{M_1(l-m)^3}{3l} + i \cdot \frac{M_1 m [3l(l-m) + m^2]}{3l} + \frac{p(l-m)^3(l+3m)}{24} + i \cdot \frac{p[l^4 - (l-m)^3(l+3m)]}{24} = 0$$

lub

$$\frac{M_1}{l} \{ (l-m)^3 + im [3l(l-m) + m^2] \} + \frac{p}{8} \{ (l-m)^3(l+3m) + i[l^4 - (l-m)^3(l+3m)] \} = 0;$$

staąd:

$$M_1 = -\frac{pl}{8} \cdot \frac{(l-m)^3(l+3m) + i[l^4 - (l-m)^3(l+3m)]}{(l-m)^3 + im[3l(l-m) + m^2]}$$

lub

$$M_1 = -\frac{pl}{8} \cdot \frac{il^4 + (l-m)^3(l+3m)(1-i)}{l^3 - m[3l(l-m) + m^2](1-i)} \quad (64).$$

Ponieważ z równania (63) znajdziemy

$$M_1 = -\frac{plm}{2} \quad (65),$$

przeto otrzymujemy zależność pomiędzy m i i :

$$4m = \frac{il^4 + (l-m)^3(l+3m)(1-i)}{l^3 - m[3l(l-m) + m^2](1-i)}$$

Stąd i w funkcji m :

$$i = \frac{4ml^3 - 4m^2[3l(l-m) + m^2] - (l-m)^3(l+3m)}{l^4 - 4m^2[3l(l-m) + m^2] - (l-m)^3(l+3m)}$$

lub przypuszczając $m = \beta l$:

$$\left. \begin{aligned} i &= 1 + \frac{1 - 4\beta}{\beta^2(\beta^2 - 4\beta + 6)} \\ M_1 &= -\beta \frac{pl^2}{2} \end{aligned} \right\} \quad (66).$$

Na zasadzie równań (66) podaję poniższą tablicę, która może oddać specjalistom pewne usługi przy projektowaniu.

Jeszcze raz zwróć uwagę, że przy oznaczaniu i należy zawsze w odpowiedni sposób uwzględniać pracę betonu na rozciąganie i brać odpowiednie μ , ażeby nie popełnić tego błędu, jaki widzimy w artykule O. GORTSCHALK'A (z Berlina) „Stützenmoment des kontinuierlichen Eisenbetonbalkens“

(Beton u. Eisen 1905, IV, 90). Stosując dorywczo i bez uprzedniego zbadania wzorów zasadę najmniejszości pracy odkształceń do rozpatrzonego w niniejszym paragrafie wy-

Tablica znaczeń M_1 w zależności od i .

β	i	M_1	β	i	M_1
0,30	0,5456	1,20 $\frac{pl^2}{8}$	0,22	1,4797	0,88 $\frac{pl^2}{8}$
0,29	0,6136	1,16 $\frac{pl^2}{8}$	0,21	1,6972	0,84 $\frac{pl^2}{8}$
0,28	0,6913	1,12 $\frac{pl^2}{8}$	0,20	1,9542	0,80 $\frac{pl^2}{8}$
0,27	0,7802	1,08 $\frac{pl^2}{8}$	0,19	2,2600	0,76 $\frac{pl^2}{8}$
0,26	0,8823	1,04 $\frac{pl^2}{8}$	0,18	2,6268	0,72 $\frac{pl^2}{8}$
0,25	1	$\frac{pl^2}{8}$	0,17	3,0701	0,68 $\frac{pl^2}{8}$
0,24	1,1362	0,96 $\frac{pl^2}{8}$	0,16	3,6112	0,64 $\frac{pl^2}{8}$
0,23	1,2946	0,92 $\frac{pl^2}{8}$	0,15	4,2787	0,60 $\frac{pl^2}{8}$

padku, autor pomienionego artykułu oznacza momenty bezwładności tak, jak gdyby wszystkie przekroje zadanej belki mogły znaleźć się jednocześnie w fazie II^b. Przyczyną takiego potraktowania sprawy jest zupełnie błędne rozciągnięcie na wszystkie przekroje zasady obliczania jednego tylko, niebezpiecznego przekroju, a wynikiem—zmałe znaczenie momentu oporowego. (C. d. n.)

KRYTYKA I BIBLIOGRAFIA.

Dr. M. T. Huber: Zur Frage „Formänderungsarbeit bei Torsion“ (odbitka z „Österreichische Wochenschrift für den öffentl. Baudienst“). Rozprawa skierowana jest przeciwko prof. Zschetzsche, który w „Österreichische Wochenschrift für den öffentl. Baudienst“ (zeszyt 6, r. 1905), twierdzi, że znany przybliżony wzór Saint-Venant'a, wyrażający pracę odkształceń przy skręcaniu, nie może znaleźć praktycznego zastosowania w razie, jeżeli przekrój pręta skręcanego posiada kształt pierścienia, pustego prostokąta lub dwuteowy. Stąd p. Zschetzsche wnioskuje, że wogóle w praktycznych wypadkach należy stosować wzory dawniejsze, według których naprężenia ścinające w przecie skręcanym wzrastają proporcjonalnie do odległości cząstki przekroju od osi pręta. Autor rozprawy słusznie wykazuje, że prof. Zschetzsche niefortunnie zastosował wzór Saint-Venant'a do prętów pustych, gdyż wzór ten może być stosowany tylko do prętów o przekroju pełnym, jak to widać, na przykład, z doświadczeń prof. J. Bauschinger'a, który sprawdził wzór Saint-Venant'a („Civilingénieur“ 1881 r., str. 115: „Experimentelle Prüfung der neuen Formeln für die Torsion prismatischer Körper“). Co się tyczy przekroju dwuteowego, to prof. dr. Huber wyjaśnia, że p. Zschetzsche niemożność stosowania do tego kształtu przekroju wzoru Saint-Venant'a opiera jedynie na niezgodności wyników ostatniego wzoru z wynikami, jakie daje wzór dawniejszy, przy zastosowaniu do cienkich profili

dwuteowych. Błędny w danym wypadku jest jednak wzór dawniejszy, nie zaś wzór Saint-Venant'a. *Kazimierz Grabowski.*

KSIĄŻKI NADEŚLANE DO REDAKCYI.

- Klasztor Karmelitek bosych na Łobzowie w Krakowie**, wybudowany w roku 1903—05 przez architektów **Tadeusza Stryjeńskiego i Franciszka Mączynskiego**. Jest to broszura obejmująca na 9-ciu tablicach kredowych starannie wykonane i dobrze odbite widoki zewnętrzne i wewnętrzne rzeczonoż klasztoru, szkoda, że bez planów i bez tekstu objaśniającego. Na rzeczonych tablicach podano: 1) widok muru zewnętrznego, 2) widok ogólny domu kapelana, 3) widok ogólny kaplicy, 4) wnętrze kaplicy, 5) wejście do klasztoru, 6) krużganki, 7) podwórzec wewnętrzny, 8) chór klasztorny, 9) widok ogólny klasztoru od ogrodu.
- Inż. dr. M. T. Huber. Obliczenie belek żelazobetonowych typu Hennebique'a** (z dwiema tablicami). Lwów 1905.
- Les machines à vapeur à l'exposition de Saint Louis de 1904**, par **K. Sosnowski**, membre de jury et rapporteur du groupe 62. Paryż. 1905.
- Congrès international des Mines, de la Métallurgie, de la Mécanique et de la Géologie appliquées. Section des Mines. Pompes centrifuges de Laval à haute pression, à disques simples et à disques multiples**, par **M. Sosnowski**. Leodyum 1905.

Wiadomości techniczne i przemysłowe.

Żóraw ruchomy obrotowy, 40-tonnowy.

Firma angielska Cowans, Sheldon and Co., Ltd, w Carlisle, skończyła niedawno budowę olbrzymiego żórawia o powyższej nośności dla portu w zatoce Table. Żóraw przeznaczony jest do układania przy robotach portowych bloków, o ciężarze do 40 t, przy największym wysunięciu haka. Główną cechą żórawia (por. rys.) jest znaczny promień działania, gdyż długość ramienia wynosi 35 m od osi podstawy do środka haka. Cały ten olbrzym spoczywa na 32-eh kołach, po 16 z każdej strony; koła żelazne lane wciśnięte w obręcz stalowe, średnicy zewnętrznej 762 mm. Żóraw porusza się po dwóch torach o szerokości 1067 mm, przy odległości środków torów 9449 mm. Dolne ramy zaopatrzone są w sprężyny stożkowe, po 4 na każde koło, co stanowi razem 128 sprężyn. Łożyska osi z żelaza lanego, bardzo silnej budowy, umocowane są pod spodem belek dolnych. Ramy, nitowane z blach stalowych i kątowników, mają przekrój skrzynkowy. Główne słupy, jak również wiążące je u góry poprzeczne belki przekątne, wszystkie nitowane są z blach stalowych i kątowników i mają również przekrój

skrzynkowy. Na wierzchu głównych belek poprzecznych umieszczona jest belka skrzynkowa znitowana w krąg z blach stalowych i kątowników, z przymocowaną tarczą obrotową zębatą z żelaza lanego. Belka ta zaopatrzona jest w ścieżkę z płaskiej kutej stali o 9754 mm średnicy zewnętrznej; taka sama ścieżka przymocowana jest do górnej w krąg znitowanej belki, z którą połączone są już belki ramienia; między temi ścieżkami znajduje się ruchomy pierścień, w którym osadzone są obracające się rolki ze stali lanej. Belki ramienia mają 73,34 m całkowitej długości i 3,35 m wysokości przy osadzie oraz ważą 137 t; znitowane są z blach stalowych i kątowników, jako dźwigary kratowe. Z obu stron dźwigarów ramienia przytwierdzono wiatrownice, znitowane z blach stalowych, kątowników i żelaza korytkowego. Wózek biegnie po szynach ciężkiego profilu, przyśrubowanych do wierzchu dźwigarów ramienia. Skrzynia z odpowiednią ilością przeciwcieżaru oraz budka, mieszcząca mechanizm i maszyny, umieszczone są na tylnym końcu przedłużonego ramienia.

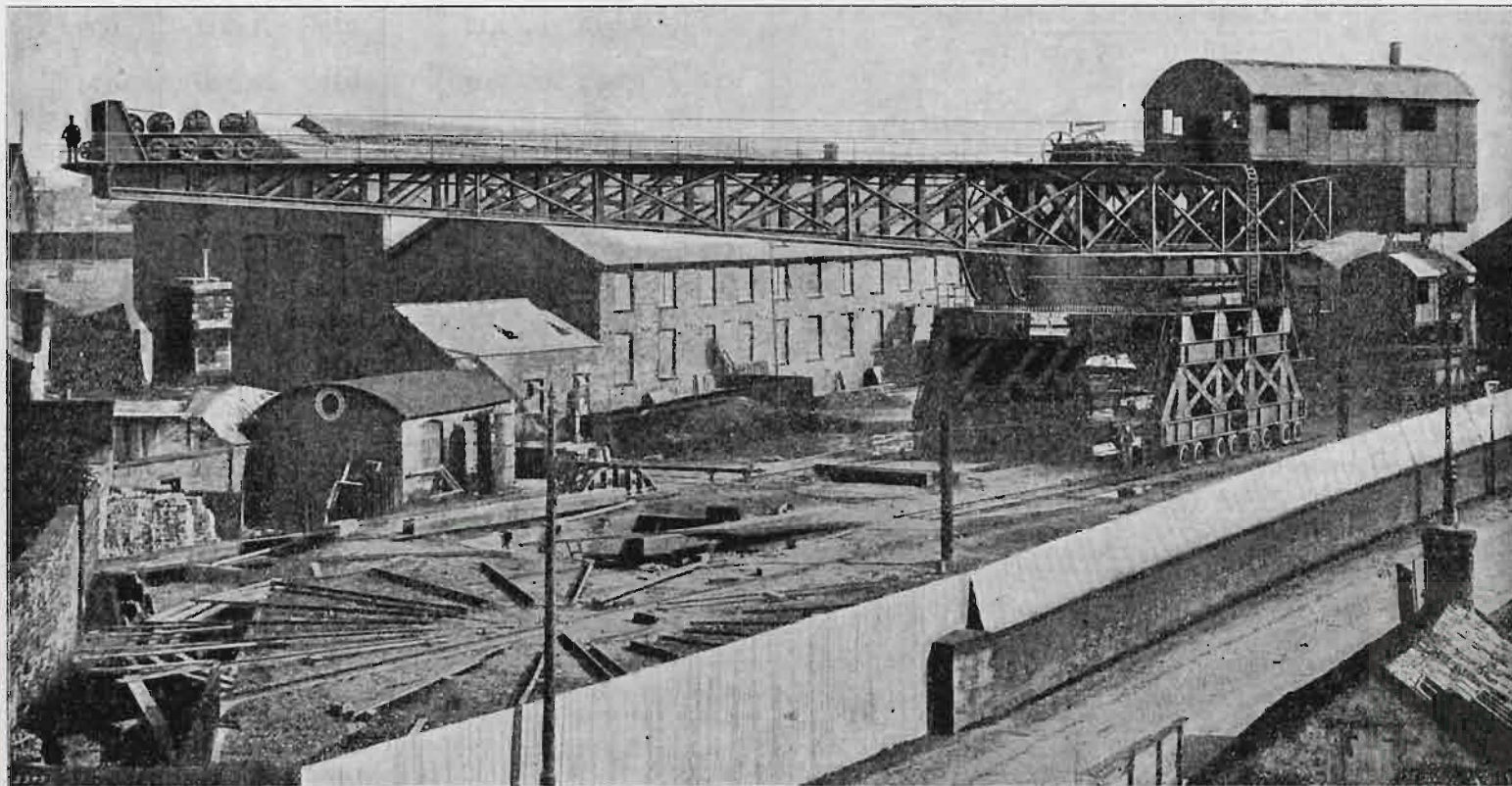
Wszystkie ruchy uskuteczniiane są przez dwie maszyny parowe. Cylindry maszyn mają 305 mm średnicy na 457 mm skoku

i pracują przy 5,6 atm. ciśnienia. Kocioł jest typu stojącego o 1829 mm średnicy, i 3657 mm wysokości, z krzyżowymi rurami wodnymi. Główna siła podnośna miarkowana jest za pomocą zwykłego hamulca taśmowego oraz za pomocą hamulca hydraulicznego, dającego zupełną pewność opanowania wysiłku. Cały system dźwigni do puszczenia w ruch odpowiedniego mechanizmu umieszczony jest na przodzie budki, odsłaniając w ten sposób maszyniście widok na wykonywaną przez żóraw pracę. Olbrzymi ten żóraw może wykonywać następujące ruchy: podnoszenie i opuszczanie ciężaru, wysuwanie i cofanie wózka z przyrządem kleszczowym do chwytania bloków, wykonywanie całkowitych obrotów ramienia i wreszcie

około 15 m. Hak wózka działa w obrębie, którego promień zewnętrzny wynosi 35 m, wewnętrzny zaś 6 m; szerokość zatem tego pierścienia wynosi 29 m.

Żóraw próbowany był co do wszystkich swych ruchów na podwórzu fabrycznym firmy Cowans, Sheldon & Co. pod nadzorem komisji. Próba wykazała pod każdym względem znaczną przewyżkę żądań kontraktowych. Poniżej wykazane są prędkości odpowiednich ruchów, zawarunkowane kontraktem, oraz te, jakie osiągnięto podczas próby przy próbnym obciążeniu 50-tonnowym.

Podnoszenie ciężaru całkowitego: prędkość żądana 2,44 m/min., osiągnięto zaś 4,88 m/min.



przesuwanie się wraz z ciężarem. W miejsce kleszczy, zależnie od wykonywanej roboty, można przywieszać ekskawator.

Bęben windy z żelaza lanego ma 2083 mm średnicy na 1587 mm długości i umożliwia jednorazowe nawinięcie liny wzdłuż swojej powierzchni cylindrycznej. Kola linowe oraz większe kola zębate są z żelaza lanego, mniejsze — ze stali lanej, jedne i drugie po większej części frezowane z odlewów o pełnym wieńcu. Lina druciana do podnoszenia ciężaru ma 32 mm średnicy i 41 m długości; do przesuwania wózka służą 4 liny po 28 mm średnicy, dwie z nich 37 m a dwie 72,2 m długości; lina do ekskawatora ma 36 mm średnicy i 79,2 m długości. Mechanizm stawidłowy przykryty jest budką, mającą szkielet z kątowników i belek teowych, pokryty cienką blachą stalową, z pozostawieniem miejsc na drzwi i okna, dach zaś z blachy falistej. Wysokość do wierzchu szyn, na których porusza się wózek, wynosi 10 m, a całkowita wysokość wraz z budką

Podnoszenie ciężaru 10-tonnowego: prędkość żądana 15,24 m/min., osiągnięto 21,3 m/min.

Przesuwanie całego żórawia z całkowitem obciążeniem: prędkość żądana 15,24 m/min., osiągnięto również 15,24 m/min.

Przesuwanie wózka z pełnym obciążeniem: żądana 6 m/min., osiągnięto 43,89 m/min.

Obrotowanie: jeden całkowity obrót ramienia przy pełnym obciążeniu powinien być dokonany w przeciągu 3 min. [co się równa (licząc $\frac{70\pi}{3}$) 73,3 m/min.], dokonywa się zaś w przeciągu 97 sekund, co się równa prędkości 135,6 m/min. dla maximum wystercza haka 35 m. Prawie dwa razy większa osiągnięta prędkość obrotowa zapewnia dostateczną siłę mechanizmu obrotowego nawet przy silnym parciu wiatru na ramię.

(Engineering, 25/X 1905).

Ks.

KRONIKA BIEŻĄCA.

Sprawność kanału Suezkiego w ostatnich 20-tu latach przez ciągłe jego pogłębianie i rozszerzanie powiększyła się prawie dwa razy. Obecnie dążeniem jest, aby dojść na całej długości kanału do głębokości 9,5 m. Krzywizny kanału mają być złagodzone, a od kilometra 61 w blizkości El Ferdau do Suezu dno kanału ma być rozszerzone z 31 do 39 m; szerokość kanału w poziomie powierzchni wody wynosi obecnie w części północnej 92 — 110 m, w części południowej 72—92 m.

Zapobieganie wypadkom nieszczęśliwym. W celu przeciwdziałania obojętności robotników na urządzenia zabezpieczające od wypadków, jedna z fabryk w Niemczech przyjęła zwyczaj wyznaczania kilku z pomiędzy robotników, z różnych oddziałów warsztatów, do obejrzenia co miesiąc swego oddziału, dla stwierdzenia dostateczności urządzenia środków ochronnych. W fabryce chemicznej w Bukau, zarząd fabryczny powierzył trzem robotnikom: ślusarzowi, stolarzowi i robotnikowi podwórzowemu, badanie dwa razy na tydzień urządzeń fabrycznych, będących w dziedzinie ich zajęć i przedstawianie o tem sprawozdań. Raz na miesiąc inżynier fabryczny odbywa sprawdzanie i gdy ono wypadnie ku jego zadowoleniu, robotnicy otrzymują wynagrodzenie; wynagrodzenie otrzymują i wówczas, gdy działal-

nością swoją przyczynili się bezpośrednio do istotnego usunięcia wypadku. Oględziny takie zostały wprowadzone od roku, a ilość wypadków zmniejszyła się z 58 z roku zeszłego (przy 380 robotnikach) do 29 (przy 386 robotnikach). W jednej z większych fabryk mebli w Frankfurcie n. O. ci robotnicy, którzy przez cały rok nie odnieśli poważniejszych skaleczeń, otrzymują na święta Bożego Narodzenia wynagrodzenie w ilości 5 mar., która to suma, z każdym następnym rokiem, powiększana jest o 5 mar., aż dojdzie do 30 mar.

(Z. d. V. D. Ing., № 33 r. b.).

—k.—

Wspomnienie pozgonne. Ś. p. Alfred Waterhouse, najznamienszy z architektów współczesnych w Anglii, twórca gmachu ratusza w Manchesterze, zbudowanego w r. 1868—1877 kosztem około 7 1/2 miliona rubli, oraz bardzo licznych muzeów, banków, szkół, wszechnic, klubów, hoteli, dworców, a zwłaszcza szpitali, umarł d. 22 sierpnia r. b. w dobrach swoich Yattendon pod Newbury, przeżywszy lat 75. Pod względem wartości estetycznej projektów prześcignął go niewątpliwie niektórzy architekci młodszego pokolenia, jako twórca jednak planów celowych, często genialnych w pomyśle, zajął zmarły jedno z najwybitniejszych miejsc w dziejach budownictwa.

—v—