

## TELEGRAF BEZ DRUTU.

Napisał Stanisław Bouffal.

(Ciąg dalszy do str. 420 w № 34 r. b.).

Podobną linię falową, lecz przesuniętą naprzód, otrzymamy dla chwili, następującej po chwili, obranej za punkt wyjścia. W chwili, poprzedzającej chwilę obecną o ćwierć okresu, linia falowa pól elektrostatycznych była przesunięta o ćwierć fali względem linii „obecnej“, t. j. położona w taki sposób, że w punktach osi  $O_x$ , w których obecnie przypada pole maximum, przypadało wtedy pole zero i odwrotnie. W chwili, poprzedzającej chwilę obecną o pół okresu, linia falowa była przesunięta o pół fali wstecz względem linii obecnej, przyczem zera ówczesne przypadają na zera obecne, zaś pola w pozostałych punktach są sobie równe, lecz przeciwnego znaku. W chwili, poprzedzającej chwilę obecną o  $\frac{3}{4}$  okresu, linia falowa była przesunięta wstecz o  $\frac{3}{4}$  fali. Wreszcie linia falowa z przed całego okresu zlewa się z linią falową obecną, z tą tylko różnicą, że liczba wszystkich fal pierwszej jest mniejsza o jedną falę — stan rozkołysania kończył się wtedy na mniejszej odległości od  $AB$ , niż się kończy obecnie. To samo rozumowanie daje się oczywiście przeprowadzić i dla chwil, następujących po chwili obecnej.

Ostatecznie więc wahania w różnicy potencjału, zachodzące w oscylatorze, wywołują wzdłuż osi  $O_x$  w przestrzeni otaczającej taki skutek, że w kierunku tym powstaje stopniowo i posuwa się naprzód szereg fal, polegających na zmianach w wartości pola elektrostatycznego, — zupełnie podobnie jak wskutek drgania pręta, zaciśniętego w śrubostaku, powstaje szereg fal, polegających na zmianach w gęstości powietrza. Obrazem geometrycznym tak pierwszych, jak i drugich, może być jedna i ta sama linia falowa. Jeszcze większą analogię przedstawiają fale, powstające przy wstrząsaniu wyciągniętej liny, ze względu, że i tutaj i w falach elektrostatycznych „wychylenia“ odbywają się prostopadle do kierunku rozchodzenia się fal, gdy tymczasem w falach głosowych kierunek wahań schodzi się z kierunkiem, w którym zaburzenie posuwa się naprzód.

Atoli wahania w różnicy potencjału nie wyczerpują wyładowania wahadłowego; towarzyszą im stale wahania w natężeniu prądu, które, jak widzieliśmy, również odbić się muszą na stanie ośrodka w przestrzeni otaczającej, wywołując zmiany w wartości pola magnetycznego. Rzecz więc oczywista, że ta sama linia  $O_x$ , wzdłuż której biegają wyżej opisane fale siły elektrostatycznej, jest jednocześnie osią dla fal, wytwarzanych w ośrodku przez wciąż zmniejszające się pola magnetyczne. W chwili, obranej przez nas za punkt wyjścia, wartości tych pól w punktach linii  $O_x$  ułożone są w szereg fal, posiadających tę samą długość, co i fale pola elektrostatycznego, przyczem liczba „gotowych“ już fal magnetycznych równa jest liczbie gotowych fal elektrostatycznych. Z biegiem czasu szereg fal magnetycznych przesuwa się wzdłuż osi  $O_x$  z taką samą prędkością, co i szereg fal elektrostatycznych; ponieważ jednak maxima natężenia prądu w oscylatorze opóźnione są zawsze o ćwierć okresu w porównaniu z takimiż wartościami różnicy potencjału, przeto i szereg fal pola magnetycznego przesunięty jest zawsze o ćwierć fali względem szeregu fal pola elektrostatycznego tak, iż maxima pierwszego pola przypadają w tych punktach osi  $O_x$ , gdzie przypadają zera drugiego pola i vice versa.

Widzieliśmy, że pole elektrostatyczne, czynne w punkcie  $M$ , posiada kierunek  $MF$ , równoległy do drogi iskry, a więc prostopadły do osi  $O_x$  i położony w płaszczyźnie papieru, i że ten sam kierunek (lub wprost przeciwny) posiada pole elektrostatyczne we wszystkich innych punktach osi  $O_x$ . A zatem, krzywa, która uzmysławia nam bieg fal elektrostatycznych (wzdłuż osi  $O_x$ ) mieści się cała w płaszczyźnie papieru, wyginając się to w jedną to w drugą stronę od  $O_x$ . Jakież jest kierunek pola magnetycznego? Jak wiadomo, pole to jest

zawsze prostopadłe do kierunku prądu, więc pola magnetyczne, czynne zarówno w punkcie  $M$ , jak i we wszystkich innych punktach osi  $O_x$ , leżeć muszą wszystkie w płaszczyźnie, prostopadłej do płaszczyzny pól elektrostatycznych, t. j. prostopadłej do płaszczyzny papieru. Połowa tych pól zwrócona będzie ku czytelnikowi, druga połowa w głąb papieru. W chwili, obranej przez nas za punkt wyjścia, pierwszy wypadek zachodzi (rozstrzyga o tem znane prawo AMPÈRE'A) przede wszystkim dla ćwierci fali magnetycznej, przypadającej pomiędzy  $AB$  i  $M$ , a następnie, licząc w prawo od punktu  $M$ , dla półfali magnetycznej drugiej, czwartej, szóstej i t. d., gdy tymczasem dla półfali magnetycznej pierwszej (licząc również od  $M$ ), trzeciej, piątej i t. d. zachodzi wypadek drugi. Krzywa, przedstawiająca w danej chwili układ fal magnetycznych, leży więc cała w płaszczyźnie, prostopadłej do płaszczyzny papieru, wyginając się kolejno to w stronę czytelnika, to w stronę przeciwną.

W ostatecznym więc wyniku, skutkiem wyładowania wahadłowego będzie w przestrzeni w kierunku  $O_x$  przesuwanie się dwóch szeregów fal, z których jeden zawdzięcza swe pochodzenie wahaniom w różnicy potencjału pomiędzy zbrojami oscylatora i wyraża się zmianami pola elektrostatycznego, zaś drugi ma swe źródło w wahaniach prądu oscylatora i wyraża się zmianami pola magnetycznego. Ponieważ dwa te szeregi fal mają okres wspólny i są od siebie nieodłączne, jak nieodłączne są czynniki wyładowania, stanowiące ich przyczynę, przeto możemy powiedzieć krócej, że wynikiem wyładowania wahadłowego jest tworzenie się szeregu fal elektromagnetycznych.

Do wytworzenia tego szeregu fal użyliśmy wyładowania o wahaniami nieprzytłumionych, t. j. takich, że w końcu każdego okresu zarówno różnica potencjału, jak i natężenie prądu, odzyskują swą wartość pierwotną. Wobec tego, każda nowa fala elektromagnetyczna posiada w chwili swego wysłania takie same maximum pola elektrostatycznego i takie same maximum pola magnetycznego, jak jej poprzedniczka i, gdyby sprawa sprowadzała się do wysyłania fal w jednym tylko kierunku  $O_x$ , to fale takie powinnyby dobiegać w niezmienionej postaci i sile do każdego dowolnego punktu na prostej  $O_x$ . Atoli w rzeczywistości, podobnie jak się dzieje najczęściej z falami głosowymi, fale elektromagnetyczne rozbiegają się mniej więcej na wszystkie strony. Wskutek tego energia ich, podobnie jak i energia głosowa, zużywa się na wytwarzanie zmian w coraz to większych ilościach ośrodka, co pociąga za sobą zmniejszanie się wychyleń w miarę oddalania się od źródła drgań — fale ulegają przytłumieniu. Jednakże przytłumienie takie nie ma nic wspólnego z przytłumieniem wahań w oscylatorze. Tutaj mamy przytłumienie „w przestrzeni“ wskutek oddalania się fal od źródła, lecz nie mamy przytłumienia „w czasie“, albowiem wszystkie fale, wybiegające z oscylatora, są sobie równe (z powodu, że  $\frac{R}{L} = 0$ ).

Jeżeli wyobrazimy sobie, że płaszczyzna jednej z dwóch krzywych (rys. 10) obrócona została o  $90^\circ$  dokoła osi, wspólnej dla obu, to otrzymamy obraz szeregu fal elektromagnetycznych (w przestrzeni), przebiegających wzdłuż punktów pomienionej osi. Oczywiście, jest to obraz czysto konwencyonalny; albowiem, jakkolwiekbyśmy się zapatrywali na istotę zjawisk elektrycznych, związek pomiędzy wychyle-



Rys. 10.



niem przestrzennem a „wychyleniem elektrostatycznym“ lub „magnetycznym“ może być tylko bardzo pośredni.

## ROZDZIAŁ III.

## Doświadczenia Hertz'a

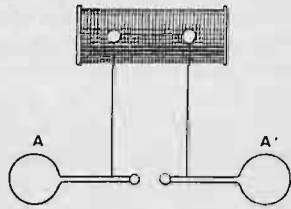
Podtrzymywanie wahań. — Oscylator Hertz'a. — Obliczanie okresu  $T$ . — Kółko Hertz'a. — Analiza fali elektromagnetycznej. — Fale stojące. — Prędkość rozchodzenia się fal elektromagnetycznych. — Odbijanie się, załamywanie się, polaryzacja i dyfrakcja. — Rezonans elektryczny.

Rozpatrzyliśmy proces powstawania fal elektromagnetycznych w wypadku, gdy wahania w oscylatorze są nieprzytłumione, t. j. gdy dla obwodu jego iści się warunek  $\frac{R}{L} = 0$ , już

zawierający w sobie warunek kardynalny  $R < 2\sqrt{\frac{L}{C}}$ , któ-

ry zawsze spełniony być musi, jeśli wyładowanie ma wogóle posiadać charakter wahadłowy. Ponieważ jednak z jednej strony niepodobna zbudować rzeczywistego obwodu, w którymby opór  $R$  był równy zeru, zaś z drugiej strony sam fakt wysyłania w przestrzeń zaburzeń elektromagnetycznych jest równoznaczny z ciągłym zużyciem energii, przeto jest rzeczą oczywistą, że w praktyce wahania oscylatora, naładowanego jednorazowo, nie mogą trwać nieograniczenie, lecz muszą słabnąć stopniowo i wkrótce ustać zupełnie, a razem z niemi musi osłabnąć i wreszcie ustać energia fal elektromagnetycznych. Stąd wniosek prosty, że, chcąc tę emisję podtrzymać, uczynić trwałą, trzeba od czasu do czasu odnawiać zapas energii w obwodzie oscylatora, czyli łączyć na nowo kondensator. W tym celu użyć możemy różnych sposobów. Jeden z najdogodniejszych polega na połączeniu dwóch połów  $A$  i  $A'$  oscylatora z końcami drutu, stanowiącego obwód wtórny cewki RUMKORFF'a (rys. 11).

Z chwilą przerwania prądu, płynącego w obwodzie głównym cewki, powstaje w zwojach jej obwodu wtórnego silny prąd indukcyjny tegoż kierunku. Prąd ten, rzucając pewną ilość elektryczności np. na zbroję  $A'$ , ładuje kondensator  $AA'$ , czyli wytwarza pomiędzy jego zbrojami  $A'$  i  $A$  różnicę potencjału, która daje początek wahadłowemu przepływowi elektryczności ze zbroi  $A'$  na zbroję  $A$  i z powrotem, przyczem za każdym takim wahnięciem iskra przeskakuje w przestrzeni między małemi kulkami. Tymczasem przywrócenie prądu w obwodzie głównym cewki wytwarza w jej obwodzie wtórnym prąd indukcyjny przeciwnego kierunku, lecz ten drugi prąd indukcyjny, różniąc się pod niektórymi względami od swego poprzednika (powstałego wskutek przerwania prądu głównego), nie wywiera znaczącego wpływu na przebieg zjawisk, o które nam tu chodzi, i dlatego można go wcale nie brać w rachubę. Gdy z biegiem czasu z przyczyn, o których mówiliśmy wyżej, wahania w oscylatorze zaczynają mieć się ku wyczerpaniu, wówczas, przerywając na nowo prąd główny cewki, otrzymujemy prąd indukcyjny, który ładuje po raz drugi oscylator, dostarczając zbroi  $A'$  nowej ilości elektryczności i tym sposobem podtrzymuje słabnącą działalność wahadłową. (Właściwie jest to raczej postulat teoretyczny; w rzeczywistości wahania zanikają o tyle tylko, że w chwili, w której najwcześniej nastąpić może druga przerwa, oscylator już się znajduje, praktycznie rzecz biorąc, w stanie zupełnego spoczynku). Podobny skutek wywiera i każde następne przerwanie prądu głównego, gdy tymczasem każde jego przywrócenie przechodzi „bez śladu“. W ostatecznym wyniku, przez wprawienie w ruch przerywacza cewki uzyskujemy możliwość podtrzymywania wahań w oscylatorze przez czas nieograniczony, przyczem wahania te zachodzą, jeśli się tak wyrazić można, kompleksami, z których każdy rozpoczyna się po każdym nowem naładowaniu kondensatora, t. j. po każdej przerwie w prądzie głównym cewki. Takimiż kompleksami powstają, oczywiście, i fale elektromagnetyczne: kolejne fale jednego i tego samego kompleksu mogą być mniej lub więcej przytłumione, ale naczelné fale wszystkich kompleksów, t. j. fale, które powstają pierwsze po każdym nowem naładowaniu oscylatora, są wszystkie identyczne.

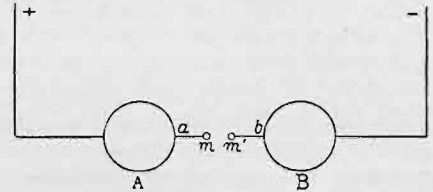


Rys. 11.

Zastosowanie cewki do ładowania oscylatora daje nam możliwość podtrzymania emisji fal elektromagnetycznych, lecz nie wpływa na okres tych fal, który uwarunkowany jest wyłącznie właściwościami samego oscylatora, a mianowicie wartościami jego stałych charakterystycznych  $R$ ,  $C$  i  $L$ .

Teoretycznie kwestyę tę rozpatrzyliśmy w rozdz. I. Obecnie, spróbujemy przypatrzeć się nieco bliżej stosunkom ilościowym, które zachodzą w przyrządach rzeczywistych. Za punkt wyjścia oberzemy przytem niektóre doświadczenia samego HERTZ'A, które prócz tego, że stanowią epokę w dziejach wiedzy i podstawę dla telegrafii bez drutu, posiadają dla nas wielką zaletę, że są bardzo proste i dają się łatwo ująć ze strony rachunkowej.

Na rys. 12 przedstawiony jest schematycznie pierwotny oscylator HERTZ'A. Przyrząd ten składa się z dwóch kul mościężnych  $A$  i  $B$  o promieniu  $15\text{ cm}$ , zaopatrzonych w takież pręty  $a$  i  $b$ , zakończone kulkami  $m$  i  $m'$ . Odległość pomiędzy temi kulkami wynosi około  $1\text{ cm}$ . Do ładowania oscylatora służą druty  $+$  i  $-$ , których końce łączą się odpowiednio z końcami obwodu wtórnego cewki RUMKORFF'a (por. rys. 8).



Rys. 12.

Będąc w posiadaniu takiego obwodu, całkiem określonego co do postaci i wymiarów, możemy przystąpić do oznaczenia jego stałych charakterystycznych, a następnie, jeśli się okaże, że czynią one zadość warunkowi  $R < 2\sqrt{\frac{L}{C}}$ , t. j., że wyładowanie odbywa się wahadłowo — do obliczenia okresu  $T$  tych wahań.

Zacznijmy od oporu  $R$ . Wobec tego, że części  $a$  i  $b$  obwodu są grubymi prętami, opór całkowity obwodu sprowadza się w praktyce do oporu, który stawia przepływowi elektryczności przerwa  $mm'$ . Wartość tego oporu nie jest zupełnie stała, gdyż wskutek przeskakiwania iskry stan drogi  $mm'$  ulega pewnym mniejszym lub większym zmianom, zależnie od częstotliwości iskry. W doświadczeniu, które nas teraz zajmuje, według przybliżonej oceny, opór ten wynosił około  $1\text{ ohm}$ .

Wobec znacznych rozmiarów kul  $A$  i  $B$ , pojemności ich rozstrzyga z wielkiem przybliżeniem o pojemności  $C$  całego oscylatora. Jak wiadomo, miarą elektrostatyczną pojemności kuli jest jej promień; pojemność każdej z kul, wziętej z osobna, wynosiłaby w mierze elektrostatycznej  $15\text{ cm}$ . Pojemność  $C$  układu, z kul tych złożonego, wynosi  $\frac{15}{2} = 7,5\text{ cm}^1$ . Lecz, mierząc opór ohmami, musimy pojemność wyrazić w faradach. Przechodząc od jednostek elektrostatycznych do elektromagnetycznych, otrzymamy na  $C$  liczbę  $\frac{7,5}{v^2}$ , gdzie  $v$  jest prędkością światła, t. j. liczbę  $\frac{7,5}{(3 \cdot 10^{10})^2} = \frac{7,5}{9 \cdot 10^{20}}$ , czyli ostatecznie w faradach liczbę  $\frac{7,5 \cdot 10^9}{9 \cdot 10^{20}}$ .

Samoindukcyjność  $L$  obwodu z rys. 12 wynosiła, podług obliczeń HERTZ'A,  $1902\text{ cm}$ , czyli  $\frac{1902}{10^9}$  jednostek, sprzężonych z faradem.

Nie trudno przekonać się, że liczby powyższe czynią zadość warunkowi  $R < 2\sqrt{\frac{L}{C}}$ , albowiem  $1 < 2\sqrt{\frac{1902 \cdot 9 \cdot 10^{20}}{10^9 \cdot 7,5 \cdot 10^9}}$ . A zatem, wyładowanie w danym oscylatorze odbywa się niewątpliwie w sposób wahadłowy.

Przechodząc teraz do stosunku  $\frac{R}{L}$ , spostrzegamy od razu, że jest on większy od jedności, że więc nie może

<sup>1)</sup> Niech  $C_1$  będzie pojemnością każdej z kul, wziętej z osobna,  $+\frac{V}{2}$  potencjałem kuli  $A$ ,  $-\frac{V}{2}$  potencjałem kuli  $B$  po naładowaniu. Pojemność  $C$  kondensatora  $AB$  otrzymamy, dzieląc ilość elektryczności, zebraną na zbroi  $A$ , przez różnicę potencjału między zbrojami. Otóż, pierwsza wynosi  $C_1 \frac{V}{2}$ , druga  $\frac{V}{2} + \frac{V}{2} = V$ ; a zatem  $C = \frac{C_1}{2}$ .



tu być mowy o wahaniach uproszczonych w myśl warunku  $\frac{R}{L} = 0$ . Jednakże, mimo to, do obliczenia okresu użyć możemy wzoru THOMSON'A. Rzeczywiście widzieliśmy, że, jeśli  $\frac{CR^2}{4L}$  jest małym bardzo ułamkiem, to można ze znacznym przybliżeniem założyć:

$$T = 2\pi\sqrt{LC} \text{ zamiast } T = \frac{2\pi}{\sqrt{\frac{1}{CL} - \frac{R^2}{4L^2}}} = \frac{2\pi\sqrt{LC}}{\sqrt{1 - \frac{R^2C}{4L}}}$$

Otóż, obliczając w danym razie wartość ułamka  $\frac{CR^2}{4L}$ , otrzymujemy na nią liczbę  $\frac{7,5 \cdot 10^9 \cdot 1 \cdot 10^9}{9 \cdot 10^{20} \cdot 4 \cdot 1902}$ , wobec czego możemy z wszelkimi bezpieczeństwem zastąpić przy obliczaniu okresu wzór ścisły wzorem skróconym.

Wstawiając we wzór THOMSON'A odpowiednie wartości  $L$  i  $C$ , otrzymamy

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{7,5 \cdot 10^9}{9 \cdot 10^{20}} \cdot \frac{1902}{10^9}}$$

czyli  $T = 2,5 \cdot 10^{-8}$  (okrągło).

Wahania te będą przytłumione o współczynniku przytłumienia:

$$\Pi^2 = e^{\frac{RT}{2L}}$$

Otóż  $\frac{RT}{2L} = \frac{1 \cdot 2,5 \cdot 10^{-8} \cdot 10^9}{2 \cdot 1902} < \frac{1}{152}$ .

Jak widzimy, przytłumienie jest niewielkie, t. j. w każdym z kompleksów znajdzie się spora liczba wahań, niewiele słabszych od wahań naczelnego. W praktyce, wskutek różnych strat ubocznych, ponoszonych przez energię obwodu, liczba ta bywa znacznie zredukowana.

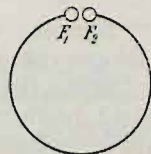
Tak więc, po przeprowadzeniu powyższego rachunku, HERTZ wiedział już, że ma w swoim oscylatorze wyładowanie wahadłowe o okresie  $2,5 \cdot 10^{-8}$  sek. Opierając się na teorii MAXWELL'A, wierzył on, że następstwem tych wahań, zachodzących w samym obwodzie, jest powstawanie w otaczającej przestrzeni fal elektromagnetycznych, t. j. rozchodzenie się w sposób falowy zaburzeń dwoistych: pola elektrostatycznego i pola magnetycznego.

Ale jak się przekonać, że takie fale istnieją rzeczywiście, skoro nie działają one ani na wzrok, jak świetlne, ani na słuch, jak głosowe, ani na dotyk, jak wodne, i wogóle nie ujawniają swego istnienia w sposób bezpośredni?

HERTZ rozumował tak: jeżeli zmiany w różnicy potencjału oraz w natężeniu prądu, zachodzące w obwodzie, wytwarzają w otaczającym ośrodku zmiany wahadłowe pól elektrostatycznego i magnetycznego, to i odwrotnie, obwód, odpowiednio dobrany, umieszczony gdziekolwiek na drodze, którą przebiegają takie fale, powinien stać się siedliskiem wahań elektrycznych; albowiem cóż jest przyczyną pierwotną wahań w oscylatorze, jeśli nie zmiana pola magnetycznego w przestrzeni, która otacza główny obwód cewki RUHMKORFF'A, a w której mieści się jej obwód wtórny?

Jeżeli sam pomysł użycia obwodu do ujawnienia fal elektromagnetycznych leżał do pewnego stopnia w naturze rzeczy, to sposób, w jaki zbudował HERTZ swój wykrywacz czyli rezonator, był, rzecz śmiało można, genialny w swej prostocie. Nazwa rezonatora, którą nadał HERTZ swemu przyrządowi, stoi w związku z pewną jego właściwością bardzo ważną, o której niebawem będzie mowa; tymczasem nazywać go będziemy wykrywaczem.

Wykrywacz HERTZ'A, przedstawiony na rys. 13, jest kółkiem pojedynczego drutu, którego końce, opatrzone kulkami  $F_1$  i  $F_2$ , tworzą w jednym miejscu niewielką przerwę. Nie trudno zauważyć, że obwód taki przedstawia coś analogicznego do oscylatora, wziętego razem z obwodem wtórnym cewki RUHMKORFF'A, może być przeto uważany za kondensator, zaopatrzony w przyrząd do ładowania. Rzeczywiście, jak siła elektrodźwicz indukcji, wytwarzając prąd indukcyjny w zwoju wtórnym cewki, wpędza na kule  $A$  i  $B$  (rys. 12) odpowiednie ilości elektryczności, które następnie wyładowują się wzdłuż drogi  $Aam'B$ , tak samo siła elektrodźwicz, wy-



Rys. 13.

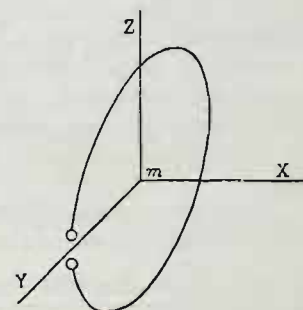
twarzana w obrębie fali przez opisane wyżej zmiany pola magnetycznego, wytwarza w kółku HERTZ'A prąd i tem samem rzuca na kulki  $F_1$  i  $F_2$  pewne quanta elektryczności, które następnie wyrównują się wzdłuż mety iskrowej  $F_1F_2$ . Ta sama analogia zachodzi i pod względem elektrostatycznym. Dwie kulki wykrywacza, znalazłszy się w miejscach, gdzie pole elektrostatyczne ma wartości różne, ładują się do różnego potencjału, a ta różnica wyrównywa się przez przepływ elektryczności pomiędzy kulkami. Wyładowaniu elektryczności pomiędzy kulkami, bez względu na sposób, w jaki zostały one naładowane, towarzyszy przeskokowanie iskier w przestrzeni  $F_1F_2$ , które jest symptomatem niewątpliwym a dostępnym dla zmysłów naszych — dowodem istnienia nieuchwytej skądinąd fali elektromagnetycznej.

Po tych uwagach ogólnych przejdźmy teraz do szczegółów zasadniczych doświadczeń HERTZ'A. W tym celu zwróćmy się do rys. 14 i, uprzytomniwszy sobie stan przestrzeni, w której biegają fale, tak pod względem elektrostatycznym, jak i magnetycznym, wykreślmy w punkcie  $M$  osi  $O_x$  z rys. 9 trzy proste w kierunkach: rozchodzenia się fal, czyli  $O_x$ , pola elektrostatycznego, czyli  $MF$ , i wreszcie pola magnetycznego. Niech punkt  $m$  (rys. 14) przedstawia nam punkt  $M$  z rys. 9, a trzy wzajemnie prostopadłe proste  $mX$ ,  $mY$  i  $mZ$  odpowiadają wyżej podanym kierunkom.

Ustawmy kółko HERTZ'A w płaszczyźnie  $YZ$ , t. j. w płaszczyźnie prostopadłej do płaszczyzny papieru. W czasie przebiegu fal pole magnetyczne, zależnie od chwili, zwrócone jest bądź w kierunku  $Zm$ , bądź też w kierunku  $Zm$ , lecz w każdym razie działa wzdłuż prostej  $mZ$ ; wobec tego zmiany w wartości tego pola pozostają bez wpływu na obwód wykrywacza, albowiem, jak wiadomo, dla wywołania w obwodzie siły elektrodźwicz indukcji, potrzeba koniecznie, aby płaszczyzna tego obwodu była przecięta przez pewną (zmienną) liczbę linii siły, gdy tymczasem w danym razie jest ona tak ustawiona, że nigdy nie bywa narażona na „deszcz“ linii siły. A zatem zmiany pola magnetycznego nie wywierają żadnego wpływu na kółko, tak ustawione. Jakżeż rzecz się ma ze zmianami pola elektrostatycznego, które, jak wiemy, zwrócone jest, zależnie od chwili, bądź w kierunku  $mY$ , bądź też w kierunku  $Ym$ , lecz w każdym razie działa wzdłuż prostej  $mY$ ? Nie trudno zauważyć, że przy tem szczególnem położeniu przerwy, które przedstawione jest na rys. 14, zmiany w wartości pola elektrostatycznego również nie mogą naładować kółka, albowiem, wskutek symetrii, w miejscach zajmowanych przez kulki wykrywacza, pole to ma zawsze wartości równe. Natomiast przy innym położeniu przerwy rzecz się przedstawia inaczej; pola elektrostatyczne, przypadające na miejsca, w których znajdują się kulki, mają wartości niejednakowe, i przeto kulki te będą miały potencjały różne. Oczywiście, różnica w wartości pól będzie największa w takim razie, jeżeli przerwę umieścimy tak, aby obejmowała ona oś  $mZ$ ; wtedy naładowanie kulek będzie najsilniejsze i, co za tem idzie, wyładowanie wystąpi najwyraźniej.

Ostatecznie więc, umieszczając kółko prostopadłe do osi  $O_x$ , t. j. do kierunku rozchodzenia się fal elektromagnetycznych, chronimy je całkowicie od wpływu tego składnika fal, który polega na zmianach w wartości pola magnetycznego, lecz pozostawiamy je na ogół pod wpływem drugiego składnika tych fal — elektrostatycznego. Przytem w wypadku szczególnym, gdy przerwa obejmuje prostą  $mZ$ , wpływ ten osiąga maximum, zaś w wypadku, gdy przerwa obejmuje prostą  $mY$  — nie może ujawnić się wcale z powodu symetrii. Tym sposobem ustawienie kółka w płaszczyźnie  $YZ$  daje nam możliwość zbadania zmian samego tylko pola elektrostatycznego bez żadnej „domieszki“ pola magnetycznego.

Ustawmy teraz kółko w płaszczyźnie  $XY$ . Zmiany w wartości pola magnetycznego działają teraz całą swą pełnią na obwód wykrywacza, gdyż na płaszczyźnie jego spada w tem położeniu możliwie najobfitszy „deszcz“ linii siły magnetycznej. Wpływ, wywierany przez zmiany pola magnetycznego,



Rys. 14.



nie zależy od położenia przerwy, gdyż o sile elektrobodźczej indukcji rozstrzyga tylko wielkość przestrzeni, okolonej kółkiem. Natomiast działanie elektrostatyczne zmienia się z położeniem kulek wykrywacza; nie trudno zauważyć, że działanie to będzie, jak i poprzednio, zerem wtedy, gdy kulki obejmują oś  $mY$ . Tym sposobem, kładąc kółko w płaszczyźnie  $XY$  i obróciwszy je w ten ostatni sposób, otrzymamy możność badania samego tylko pola magnetycznego, bez domieszki pola elektrostatycznego.

Wreszcie, nie trudno wyrozumieć, że kółko, ustawione w płaszczyźnie  $XmZ$ , t. j. w płaszczyźnie symetrii oscylatora,

pozostanie obojętnem na wpływ obu składników fali elektromagnetycznej.

Wykrywacz HERTZ'A pozwala więc nie tylko stwierdzić w sposób niewątpliwy rzeczywiste istnienie fal elektromagnetycznych, przepowiedzianych przez MAXWELL'A, lecz nadto— zanalizować ich budowę, w szczególności ujawnić w nich obecność dwóch odrębnych czynników: elektrostatycznego i magnetycznego, a nawet wykazać, że kierunek, w którym czynne jest pole magnetyczne, jest zawsze prostopadły do tego, w którym działa pole elektrostatyczne, co zgadza się z przewidywaniami teorii. (C. d. n.)

## Praca odkształceń zeskładów żelaznobetonowych przy zginaniu.

Napisał Kazimierz Grabowski, inżynier.

(Ciąg dalszy do str. 413 w № 33 r. b.)

### ROZDZIAŁ V.

#### Przykłady liczbowe.

§ 16. *Belka utwierdzona na podporach.* W każdej belce utwierdzonej na podporach istnieją tak zwane przekroje zwrotne, w których następuje przemiana znaku dla momentów wygięcia, lub innymi słowy, w których moment wygięcia równa się zeru. W belkach żelaznobetonowych, utwierdzonych na podporach, odległość tego przekroju od podpory musimy mierzyć wielkością  $m$  (por. § 11), gdyż jest to przekrój, w którym następuje również zmiana momentu bezwładności.

Rozpatrzmy przypadek, gdy  $i'$  nie równa się  $i''$ , lecz  $m=n$ . Wtedy na zasadzie wzoru:

$$M_1 = - \frac{p \{ l^3 - 2m^2 [(3l - 2m)(1 - i') + (9l - 14m)(1 - i'')] \}}{12 [l - 2m(2 - i' - i'')]} ,$$

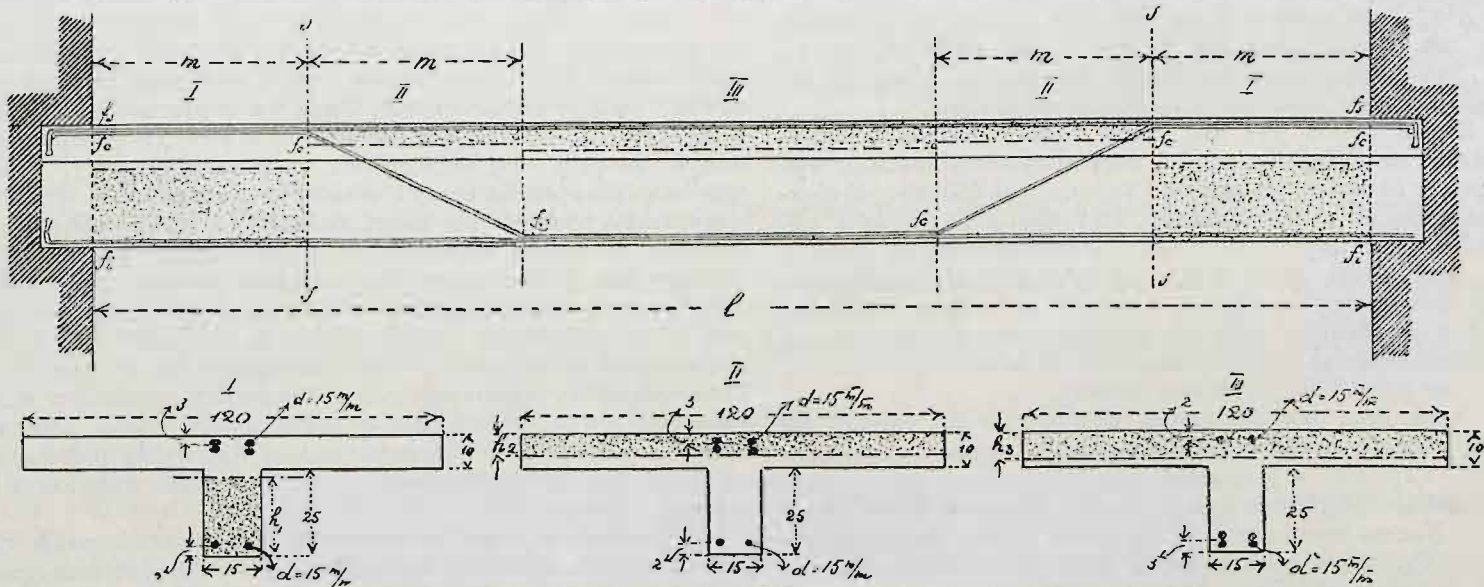
gdzie  $M_1$  wyraża moment na podporze, możemy napisać związek

$$\frac{plm}{2} - \frac{pm^2}{2} + M_1 = 0,$$

wypływający bezpośrednio z wyrazu na moment wygięcia w jakimkolwiek przekroju belki utwierdzonej na podporach

Tablica znaczeń  $i'$ .

$i'$	$m=0,23l$	$m=0,22l$	$m=0,21l$	$m=0,20l$	$m=0,19l$	$m=0,18l$	$m=0,17l$	$m=0,16l$	$m=0,15l$
1,55	1,0222	1,1775	1,3602	1,5773	1,8471	2,1506	2,5328	3,0030	3,5884
1,50	0,9914	1,1483	1,3297	1,5455	1,8141	2,1164	2,4975	2,9666	3,5509
1,45	0,9665	1,1190	1,2991	1,5137	1,7711	2,0822	2,4621	2,9302	3,5134
1,40	0,9386	1,0898	1,2685	1,4819	1,7380	2,0480	2,4268	2,8937	3,4759
1,35	0,9107	1,0605	1,2380	1,4400	1,7050	2,0138	2,3914	2,8573	3,4384
1,30	0,8828	1,0313	1,2074	1,4082	1,6719	1,9796	2,3561	2,8208	3,4009
1,25	0,8549	1,0020	1,1769	1,3864	1,6389	1,9454	2,3207	2,7844	3,3634
1,20	0,8270	0,9728	1,1463	1,3546	1,6059	1,9111	2,2854	2,7480	3,3259
1,15	0,7992	0,9435	1,1158	1,3228	1,5728	1,8769	2,2500	2,7115	3,2884
1,10	0,7713	0,9143	1,0852	1,2909	1,5398	1,8427	2,2147	2,6751	3,2509
1,05	0,7434	0,8850	1,0547	1,2591	1,5067	1,8085	2,1793	2,6386	3,2134
1,00	0,7155	0,8558	1,0241	1,2273	1,4737	1,7743	2,1440	2,6022	3,1759
0,95	0,6876	0,8265	0,9935	1,1955	1,4407	1,7401	2,1086	2,5657	3,1384
0,90	0,6597	0,7973	0,9630	1,1637	1,3746	1,7059	2,0733	2,5293	3,1009
0,85	0,6318	0,7680	0,9324	1,1319	1,3416	1,6717	2,0379	2,4928	3,0634
0,80	0,6039	0,7388	0,9019	1,1000	1,3085	1,6375	2,0026	2,4504	3,0259
0,75	0,5760	0,6995	0,8713	1,0682	1,2755	1,6033	1,9672	2,3940	2,9884
0,70	0,5482	0,6703	0,8408	1,0364	1,2425	1,5691	1,9319	2,3575	2,9509
0,65	0,4923	0,6410	0,8102	1,0046	1,1094	1,5349	1,8965	2,3211	2,9134
0,60	0,4644	0,6118	0,7797	0,9728	1,0764	1,5007	1,8612	2,2847	2,8759
0,55	0,4365	0,5825	0,7491	0,9409	1,0433	1,4665	1,8259	2,2483	2,8384
0,50	0,4086	0,5533	0,7185	0,9011	1,0103	1,4323	1,7906	2,2119	2,8009



Rys. 21.

i poddanej działaniu obciążenia równomiernie rozłożonego wzdłuż całego przęsła belki. Stąd

$$m(l-m) = \frac{l^3 - 2m^2 [(3l - 2m)(1 - i') + (9l - 14m)(1 - i'')]}{6 [l - 2m(2 - i' - i'')]} ;$$

czyli, że znając  $i''$ ,  $i'$  oraz  $l$ , możemy z ostatniego równania odnaleźć  $m$ , t. j. położenie przekroju zwrotnego. Względem niewiadomej  $m$  będzie to jednak równanie trzeciej potęgi, wklajające rozwiązanie zasadniczych pytań. Znacznym ułatwieniem będzie w tem miejscu poniższa tablica, która daje cały szereg znaczeń  $i'$  w zależności od  $i''$  oraz  $m$  na zasadzie ostatniego wyprowadzonego związku pomiędzy temi trzema wielkościami.

Sposoby używania powyższej tablicy najlepiej wyjaśniają się na przykładach.

Belka teowa o przęsle  $l$  i przekrojach, wskazanych na rys. 21 podlega działaniu równomiernie rozłożonego obciążenia  $p$ , będąc całkowicie poziomo utwierdzoną na oporach. Uzbrojenie jej składa się z trzech części: a) wkładek dolnych prostych  $f_1$ , b) wkładek górnych prostych  $f_2$  i c) wkładek wygiętych  $f_3$ . Urządźmy wygięcia ostatnich wkładek tak, że górna ich pozioma część będzie się ciągnęła na długości  $ms$ , zaginając się ku dołowi dopiero w przekroju zwrotnym  $m$ ; części pochyłej wkładek dajmy również długość  $m$  w myśl założenia naszych wzorów. Wtedy otrzymamy trzy zasadnicze przekroje: I—gdzie dolne warstwy betonu pracują na



ściskanie, II—przekrój zwrotny od tej strony, gdzie zaczyna się rozciąganie w warstwach górnych oraz III—przekrój części środkowej. Zadaniem naszym będzie teraz odszukanie momentów bezwładności tych trzech przekrojów. W tym celu musimy zdać sobie sprawę, jaki należy przyjmować współczynnik sprężystości betonu przy ściskaniu, czy należy w danym wypadku brać pod uwagę pracę betonu na rozciąganie, oraz jaki wtedy trzeba przyjąć współczynnik sprężystości betonu rozciąganego.

Co się tyczy pierwszego pytania, to należy zwrócić uwagę, że przy wyprowadzeniu wzoru dla momentu oporowego  $M_1$  przyjęliśmy, że  $\epsilon_c$  zachowuje wielkość stałą na całej długości przęsła belki. Jasną jest rzeczą, że dla większego prawdopodobieństwa wyników należy przyjąć dla  $\epsilon_c$  znaczenie przeciętne pomiędzy największym i najmniejszym w przęsle. Największe znaczenie  $\epsilon_c$  zachowuje tam, gdzie naprężenia betonu na ściskanie będą bardzo małe, a więc bardzo blisko przekroju zwrotnego ss. Biorąc pod uwagę klasyczne doświadczenia BACH'A oraz przyjmując beton żwirowy składu 1:2½:5, znajdziemy, że najmniejsze  $\mu$  równać się będzie około 7. Najmniejsze zaś znaczenie dla  $\epsilon_c$ , a największe dla  $\mu$  należy przyjąć na zasadzie tego przekroju, w którym powstaje największe naprężenie ściskające w betonie; ponieważ przyjmujemy za zasadę, że zginane belki żelaznobetonowe powinny być obliczane według fazy II<sup>b</sup>, przeto największe  $\mu$  będzie takie, które powszechnie przyjmuje się dla tej fazy, t. j.  $\mu = 15$ . Musimy więc przy obliczeniu momentu oporowego dla naszej belki przyjmować w przybliżeniu przeciętne stałe  $\mu = 11$ .

Zastanawiając się nad drugim pytaniem, łatwo zauważymy, że przy obliczeniu momentu oporowego uwzględnienie pracy betonu jest konieczne i również silnie umotywowane, jak nieuwzględnianie tej pracy przy obliczeniu wytrzymałości belki na zasadzie naprężeń w jednym tylko przekroju niebezpiecznym; w chwili bowiem, gdy z wstąpieniem żelaza w stan płynności kończy się w przekroju niebezpiecznym faza II<sup>b</sup>, inne przekroje znajdują się będą w okresach fazy I, II<sup>a</sup> a nawet częściowo II<sup>b</sup>, stosownie do ich położenia w przęsle belki. Dopóki jednak nie znamy momentu oporowego, a co za tem idzie i rozkładu momentów wzdłuż belki, nie jesteśmy w stanie określić granic działania oddzielnych faz. W każdym jednak razie możemy ustalić, że przekroje części I znajdują się będą zarówno w fazie I jak i II<sup>a</sup> oraz II<sup>b</sup>, gdyż przekrojem niebezpiecznym będzie przekrój na oporze; ponieważ zaś  $I_0^I$  musimy uważać za wielkość stałą na całej długości części I, przeto i dla  $\epsilon_t$ , a tem samem i dla  $\nu$ , musimy wybrać znaczenie liczebne pośrednie pomiędzy największym i najmniejszym w tej części. Największe  $\nu$  będzie oczywiście równe jedności w tych przekrojach o bardzo małych naprężeniach, gdzie  $\epsilon_t = \epsilon_c$ ; najmniejsze zaś  $\nu$  będzie odpowiadało krańcowym naprężeniom fazy II<sup>a</sup>, czyli że równać się będzie około 0,1, jeżeli oprzemy ostatnią cyfrę na rezultatach doświadczeń CONSIDERE'A oraz francuskiej komisji rządowej. Widzimy więc, że dla części I będziemy musieli przyjąć przeciętne stałe  $\nu = 0,55$ .

Wskazanie z góry stałego  $\nu$  dla części II i III napotyka bardzo wiele trudności, gdyż największe naprężenia w tych częściach są w każdym poszczególnym przypadku zależne od wymiarów przekroju i uzbrojenia. Szczególnie trudnym jest rozgraniczenie względem wielkości  $\nu$  części II i III; to też nie chcąc gubić się w rozmaitych bezpodstawnych domysłach, wyprowadzić musimy wspólne stałe  $\nu$  dla tych dwóch części. Największe znaczenie  $\nu$  będzie znów  $\nu = 1$  w granicach części II, najmniejsze zaś  $\nu$  znajdzie się w środkowych przekro-

jach części III. Na podstawie całego szeregu doświadczeń, wykonanych przeze mnie w miesiącu maju r. b. na stacyi doświadczalnej w Politechnice Warszawskiej i obecnie podlegających naukowemu opracowaniu, mogę stwierdzić fakt znamienny, że wydłużenia jednostkowe dolnych warstw betonu w środkowym przekroju części III, powstające w belce typu wskazanego na rys. 21, w chwili gdy w przekroju oporowym kończy się faza II<sup>b</sup>, są równe wydłużeniom, przy których pęka beton nieuzbrojony. Ta okoliczność pozwala nam ustalić najmniejsze  $\nu$  dla części II i III, równe 0,44. Przeciętne więc dla części II i III zadanej belki będziemy przyjmowali wspólne stałe znaczenie  $\nu = 0,72$ .

Teraz zwróćmy się do oznaczenia  $I_0^I$ , t. j. przeciętne stałego momentu bezwładności dla części I, wziętego odnośnie do osi obojętnej w tej części. Oznaczmy odległość osi obojętnej od dolnej krawędzi belki przez  $h_1$ ; wtedy mając na uwadze znaczenie  $\mu = 11$  i  $\nu = 0,55$  łatwo znajdziemy, że moment statyczny przekroju I (rys. 21) odnośnie do dolnej krawędzi równać się będzie:

$$3,375 h_1^2 + 24944,425$$

a całkowity przekrój wyrazi się przez

$$6,75 h_1 + 982,85,$$

podział zaś tych dwóch wielkości powinien nam dać położenie „środkła ciężkości“, czyli osi obojętnej.

Więc

$$\frac{3,375 h_1^2 + 24944,425}{6,75 h_1 + 982,85} = h_1,$$

lub

$$h_1^2 + 291,2 h_1 - 7390,97 = 0,$$

skąd

$$h_1 = 23,5.$$

Znając  $h_1$ , łatwo znaleźć

$$\begin{aligned} I_0^I &= 0,55 \left( \frac{120 \cdot 10^3}{12} + 120 \cdot 10 \cdot 6,5^2 \right) + \\ &+ 0,55 \left( \frac{15 \cdot 1,5^3}{12} + 15 \cdot 1,5 \cdot 0,75^2 \right) + 11 \cdot 7,07 \cdot 8,5^2 + \\ &+ \frac{15 \cdot 23,5^3}{12} + 15 \cdot 23,5 \cdot 11,75^2 + 11 \cdot 3,53 \cdot 21,5^2 = 121146 \text{ cm}^4. \end{aligned}$$

W podobny sposób, mając na uwadze znaczenia  $\mu = 11$  oraz  $\nu = 0,72$ , odnajdziemy dla przekroju II:

$$h_2 = 7,8 \text{ cm}$$

$$(I_0^{II})' = 118146 \text{ cm}^4$$

oraz dla przekroju III:

$$h^3 = 9,3 \text{ cm}$$

$$I_0^{III} = 135434 \text{ cm}^4.$$

Moment bezwładności  $I_0^{III}$ , odnaleziony dla przekroju III, będzie jednocześnie służył i dla całej części III, dla całej zaś części II musimy wziąć znaczenie  $I_0^{II}$  pośrednie pomiędzy  $(I_0^{II})'$  oraz  $I_0^{III}$ , a więc  $I_0^{II} = 126790 \text{ cm}^4$ . Na zasadzie tych znaczeń znajdujemy:

$$i'' = \frac{135434}{126790} = 1,068$$

$$i' = \frac{135434}{121146} = 1,1179.$$

(C. d. n.).

## Budowa i urządzenie okrętów współczesnych.

Podał Ludwik Kossuth, inż.

(Ciąg dalszy do str. 415 w № 33 r. b.).

### Parowe kotły okrętowe.

Bezspornie najważniejszym czynnikiem na okręcie są kotły parowe, od ich bowiem dobroci i dokładnego funkcjonowania zależy sprawność okrętu.

Kotły będące w zastosowaniu na okrętach dzielą się na

dwa typy zasadnicze: kotły o rurach płomiennych i kotły wodnorurkowe. Dążenie do uzyskania znacznych prędkości okrętu i zaoszczędzenia miejsca skłoniło do wprowadzenia kotłów wodnorurkowych.

Niżej zamieszczona tablica przedstawia nam rodzaje i systemy kotłów najwięcej w marynarce używanych.



Ciśnienie	Rury	System	Zastosowanie
nizkie do 3 atm.	plomienne	skrzynkowe	na żagłowcach i pierwszych parowcach
średnie 4 - 15 atm.	"	cylindryczne: a) pojedyncze b) dwuprzodkowe α) z płomieniem doraźnym β) z płomieniem nawrotnym	na wielkich okrętach wojennych starszego typu oraz na wszystkich handlowych
średnie 10 - 13 atm.	"	parowozowe: a) z dnem pełnym b) " wodnym c) " częściowym	na torpedowcach dawniejszego typu, kuterach, tenderach i mniejszych statkach
wysokie do 20 atm. i więcej	wodne	Yarrow'a Thornycroft'a Orielle'a Belleville'a	na torpedowcach i tenderach na torpedowcach i tenderach na barkach na wielkich okrętach wojennych

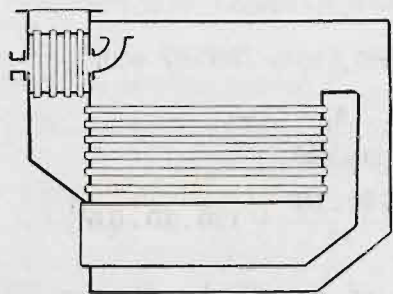
rukry kotwowe usztywniające mają tę samą średnicę zewnętrzną, tylko grubość ścianek jest większa: 5 — 6 mm. Rurki te są umocowane w płycie rurowej przez zagięcia (rys. 26) lub wprasowanie (rys. 27).

Kotły dwuprzodkowe mają na celu zwiększenie powierzchni rusztowej.

Kotły parowozowe (rys. 28 — 30) mogą być z dnem pełnym albo wodnym, całkowitem lub częściowym. Dna wodne mają za zadanie ułatwienie procesu spalania przez parowanie wody. Paleniska są skrzynkowe lub owalne, z miedzi lub stali, usztywnione kotwami i nitami rozpierającymi; rurki płomienne stalowe, albo miedziane całkowite lub ze stalowymi nasadkami (rys. 31), o średnicy 45 — 60 mm. Rurki kotwowe również i tu są zastosowane.

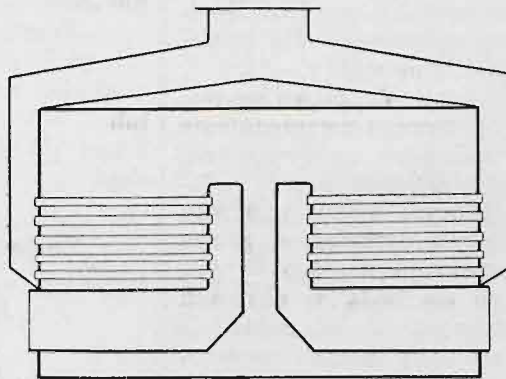
Jak już wspominaliśmy, zastosowanie wyższych ciśnień ponad 15 atm. doprowadziło do używania kotłów wodnorurkowych. Zaletami tych kotłów jest: lekkość, prędkie wytwarzanie pary, oraz to, że zajmują mało miejsca. Obok jednak tych zalet mają pewne wady: potrzebują dużo węgla, obsługa jest trudna i gazy spalania nie są zupełnie wyzyskane. To są powody, dla których w marynarce handlowej dotychczas jeszcze głównie miejsce zajmują kotły cylindryczne, podczas gdy w marynarce wojennej dawno już zyskały prawo obywa-

Kocioł skrzynkowy.



Rys. 24.

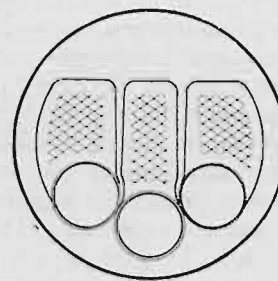
Kocioł cylindryczny dwuprzodkowy.



Przekrój podłużny pionowy.

Rys. 25.

Kocioł cylindryczny.

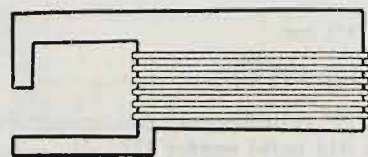


Widok z przodu.

Kotły skrzynkowe (rys. 24), o kształcie równoległościannu, mają 2 — 5 palenisk. Płomień i gazy spalania przechodzą do dymnicy, wracają z powrotem do przedniej dymnicy i ula-

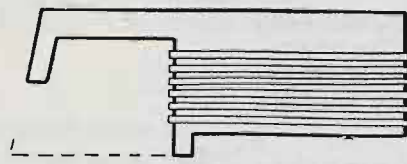
telstwa kotły wodnorurkowe, dla swojej głównej zalety — że szybko stają pod parą.

Z licznych rodzajów kotłów wodnorurkowych przytoczę



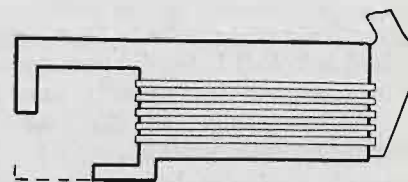
o dnie pełnym

Rys. 28.



o dnie wodnym

Rys. 29.

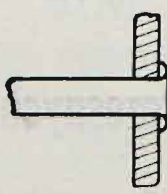


o dnie wodnym częściowym.

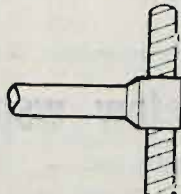
Rys. 30.

tują do komina; po drodze jest umieszczony przegrzewacz pary, ogrzewany ulatującymi gazami kominowymi. Ściany są usztywnione kotwami i nitami rozpierającymi.

Aby uniknąć usztywniania i uczynić ściany kotłów wytrzymałszymi na wyższe ciśnienia pary, zaczęto stosować zamiast płaskich ścian kotłów — ściany owalne i okrągłe. W ten sposób weszły w użycie kotły cylindryczne (rys. 25), kotły te bywają jedno- lub dwuprzodkowe, dalej mogą być z płomieniem doraźnym (n. durchschlagende Flamme) albo z płomieniem nawrotnym (n. rückkehrende Flamme). Paleniska mają 2 — 4, o średnicy 1,0 — 1,3 m, rurki płomienne są ciągnięte żelazno-kute lub stalowe, o średnicy 70 — 90 mm, grubości ścianki 2—3 mm;



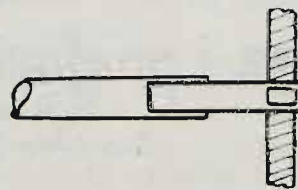
Rys. 26.



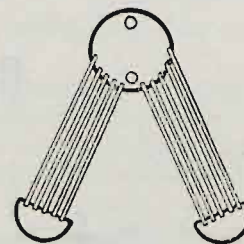
Rys. 27.

najważniejsze i najcharakterystyczniejsze, jak kotły systemu YARROW'A, THORNYCROFT'A (dwa typy), ORIOLLE'A i BELLEVILLE'A.

Kocioł Yarrow'a.



Rys. 31.

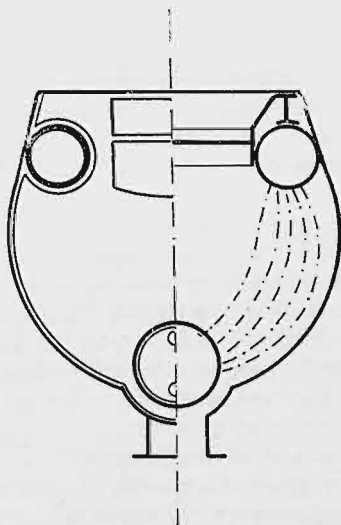
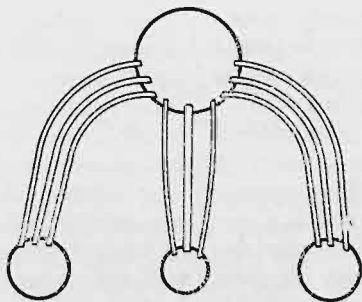


Rys. 32.

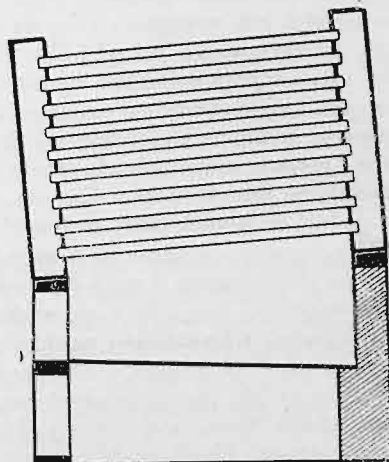
Kotły systemu YARROW'A (rys. 32) mają rurki wodne proste, o średnicy 25 — 30 mm, zbiornik walcowy oraz



Kotły Thornycroft'a.

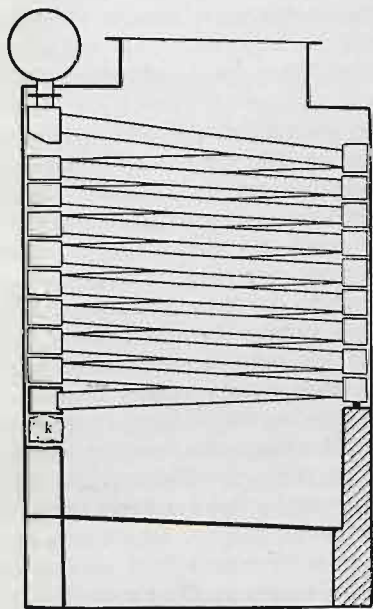
Typ starszy.  
Rys. 33.Typ nowszy.  
Rys. 34.

Kocioł Oriolle'a.

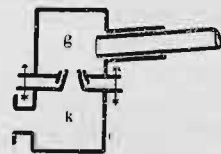


Rys. 35.

Kocioł Belleville'a.



Rys. 36.

Połączenie komory  
wodnej k z głowicą.

dwie półokrągłe komory wodne. Kocioł osłonięty jest płaszczem z blachy żelaznej.

Kotły THORNYCROFT'A (rys. 33 i 34) mają rurki wodne krzywe, o średnicy 25 — 38 mm. Są dwa typy tego systemu: pierwszy starszy ma jeden zbiornik, oraz dwie komory wodne, — nowszy typ ma trzy komory wodne, przyczem środkowa komora jest połączona ze zbiornikiem za pomocą rury opadowej (n. Fallrohr) oraz szeregu rurek wodnych wygiętych w kształcie U.

Kotły syst. ORIOLLE'A (rys. 35) mają rury wodne proste, o średnicy 80 — 100 mm, osadzone w komorach wodnych, kształtu równoległoscianu; zbiornika nie posiadają; para zbiera się w górnej części komór, skąd może być prowadzona wprost do silnicy parowej lub przedtem jeszcze do przegrzewacza.

Kotły syst. BELLEVILLE'A (rys. 36) są dziś już prawie powszechnie używane w marynarkach wojennych, a szczególnie w angielskiej. Kocioł ten składa się z 6 — 8 elementów rur, pochyło leżących i połączonych z sobą za pomocą głowic (n. Kopfstück) w ten sposób, że górna rura łączy się z dolną; takich warstw jest 10. Rury wodne są stalowe o średnicy 115 mm, grubości 5 — 10 mm, głowice kuto-lane żelazne. Zbiornik pary znajduje się na wierzchu kotła; często są też stosowane przegrzewacze, zupełnie analogicznie zbudowane jak kotły, tylko znacznie mniejsze. U dołu znajdują się zasilacz. Doświadczenia, czynione z tymi kotłami przez admiralicyę angielską w eskadrze śródziemnomorskiej, wykazały, że przy zastosowaniu przegrzewacza zużycie węgla staje się bardzo małe, tak, że ekonomicznie do celów marynarki wojennej dziś te kotły są najlepsze. (C. d. n.).

## Wiadomości techniczne i przemysłowe.

### O wpływie pory cięcia drzewa na jego własności.

Pytanie, jaka pora roku najbardziej sprzyja ścinaniu drzewa na wyroby i budulec, ze względu na późniejsze jego własności, jest nader dawnym. Jeszcze w XVI stuleciu istniały ustawy leśne, ściśle określające terminy wyrębu; ścinanie w innej porze było surowo wzbronione; nazywano to w Niemczech: „im bösen Wedel hauen“. Dawne te jednak przepisy oparte były przeważnie na przesądach. Badań naukowych nad różnicą własności drzewa ścinanego latem i zimą nie prowadzono.

Nie podlega wątpliwości, iż pora cięcia zależy w znacznym stopniu od miejscowości, klimatu, warunków wywozu drzewa, będącej w rozporządzeniu siły roboczej i innych warunków gospodarczych danej miejscowości. Wogóle wyręb w porze zimowej (od października do marca) praktykuje się przeważnie w miejscowościach nisko położonych, w ojczyźnie drzew liściastych i świerków, gdzie w tej porze roku nie brak zwykle rąk roboczych. W miejscowościach wyżej położonych, z klimatem chłodniejszym i ostrzejszym, wypada pod tym względem zazwyczaj dać pierwszeństwo porze letniej.

Odnosnie do drzewa przeznaczonego na drwa do palenia (na

paliwo) pora wyrębu jest sprawą obojętną, panuje jednak powszechne przekonanie, iż drzewo przeznaczone na drewno (do wyrobów stolarskich, tokarskich, rzeźbiarskich i t. p.) i na budulec, rąbane w zimie jest lepsze od ściętego latem. Opiera się to prawdopodobnie na dawnym spostrzeżeniu, iż drzewo, nawet młode, zawiera w zimie znacznie mniej wody, niż w lecie i że z tego powodu drzewo ścięte zimą wysycha prędzej i lepiej, a wysychając mniej się zsyca, paczy i pęka.

Królewska Akademia leśna w Tarandt (pod Dreznem) przysłała jednak na podstawie przeprowadzonych przez nią badań do przeświadczenia, iż również dobre drzewo otrzymać też do pewnego stopnia można z cięcia letniego, o ile nie zaniedbamy przestrzegania pewnych sposobów postępowania. W celu zabezpieczenia pni radzą zazwyczaj prędko obdzierać je z kory. Ponieważ jednak biel drzewna, pozbawiona kory, prędko się zsyca i pęka, należałoby z drzew ściętych latem kory niezwłocznie nie zdejmować, lecz pozostawić je po ścięciu na ziemi z gałęzmi i liśćmi przez dni kilka, aby liście i igły, wykonywujące w dalszym ciągu swe funkcje roślinne, mogły sok z pni stopniowo dalej przerabiać i wyparowywać. Sposób ten praktykowany jest w Karpatach, a godnym uwagi jest, iż ustawa leśna Księstwa Wirtemberskiego z r. 1567 zaleca tę samą metodę,



która obecnie, po upływie stuleci, zjawia się jako wynik najnowszych badań.

Obecnie w zupełności dowiedzionem zostało, iż pnie dębowe, obnażone w całości lub w części z kory na czas pewien przed ścięciem (sposób praktykowany już od kilku wieków), wysychają równomierniej i dają lepszy materiał na wyroby aniżeli pnie obrane z kory po ścięciu i wystawione na jednostronne wysychanie, powodujące zazwyczaj pęknięcie i paczenie się drzewa. Dało to powód do mniemania, jakoby uprzednie zdzieranie kory z drzewa wogóle dobrze wpływało na jego własności fizyczne, zwłaszcza na trwałość. BUFFON w jednej ze swoich prac, złożonych francuskiej Akademii Nauk w 1737 r., podaje wiadomość o swych badaniach, które go doprowadziły do przekonania, iż pnie dębowe odarte z kory na czas pewien przed ścięciem, odznaczają się większą sprężystością i wogóle korzystniejszymi własnościami mechanicznymi aniżeli pnie dębowe, obrane z kory po ścięciu. Przyczyną tej różnicy BUFFON przypisywał temu, iż biel pni obnażonych zamienia się w twardziel. Tego samego zdania broni współczesny BUFFON'OWI DU HAMEL DU MONCEAU w pracy „Physique des arbres“, ogłoszonej w 1758 r. Na tej zasadzie opierała się obowiązująca w XVIII i XIX stuleciu ustawa o obróbce drzewa budulcowego dla floty francuskiej, nakazująca obieranie drzew z kory na rok lub dwa lata przed ścięciem. Ta sama metoda przyjęta jest obecnie przez anglików w Indyach Wschodnich. W Japonii drzewo przeznaczone na drewno do wyrobów doprowadzane bywa do powolnej śmierci przez opalenie korzeni, co wpływa korzystnie na polepszenie własności drewna. A jakkolwiek niedawno EML MAER próbował za pomocą swych doświadczeń przeczyć twierdzeniom BUFFON'A, to jednakże codzienna praktyka w dostatecznej mierze przekonywa o nadzwyczajnej wytrzymałości i trwałości drzewa dębowego, ściętego po upływie znacznego czasu od chwili zderzenia zeń kory. Inna rzecz jednakże, czy wszystkie gatunki drzew zachowują się tak samo jak dęby i czy drewno zyskuje przez to nie tylko na własnościach fizycznych, lecz i chemicznych, od których głównie jego trwałość zależy.

Liście drzew wytwarzają białko i skrobię (krochmal), które w ciągu lata zużywają się na odżywienie całej rośliny. Ku jesieni funkcje odżywcze słabną, lecz liście w dalszym ciągu wytwarzają te materiały odżywcze; wytwarzają je więc w jesieni w ilości większej, niż na razie są potrzebne. Ten nadmiar splywa przez korę i gromadzi się w łyku i w bieli drzewa, poczynając od korzeni i postępując w górę. Tym sposobem latem, gdy drzewo się żywi, nie zawiera ono leżących zapasów materiałów odżywczych; zimą obfituje ono w te zapasy, zwłaszcza w skrobię, która dopiero znów na wiosnę, zanim liście działalność swą rozwiną, spożytkowana przez drzewo zostanie. Zanim skrobia spłynie z liści do pnia, zamienia się ona w cukier gronowy i w tym stanie, rozpuszczona w soku rośliny, dostaje się do najniższych części pnia, a gdy tam ma zostać nagromadzona jako zapas na przyszłość, zamienia się znów w skrobię. Ilekroć skrobia ma zostać zużyta przez roślinę jako pożywienie, lub ma być przeniesiona z sokami do innych orga-

nów rośliny, zamienia się ona uprzednio w cukier, rozpuszczający się w soku; ilekroć zaś ma być nagromadzona jako zapas na przyszłość, nie mogący być na razie spożytkowany, cukier ten zamienia się napowrót w skrobię, ciało stałe, nierozpuszczalne i nie podlegające łatwo wpływom temperatury, wilgoci, fermentów i t. p. U większej części drzew liściastych, odznaczających się trwałością, np. u dębu, wiązu, jesionu, klonu, jaworu, ten zapas materiałów odżywczych pozostaje w łyku i korze przez całą zimę w postaci skrobi; jednakże część zapasu, zawarta w samej korze, stanowi tu wyjątek: późną jesienią zamienia się ona znów w cukier, rozpuszczając się w sokach; w gatunkach miękkich — u brzozy, lipy, topoli, wierzby, kasztanowca, cały zapas skrobi w tej porze zmienia się, lecz nie w cukier, a w substancje oleiste i smoliste. Korzyść, jaką osiąga drzewo, zamieniając późną jesienią skrobię w cukier, olej lub smołę, polega na tem, iż soki roślinne, zawierające w sobie takie ciała, nie zamarzają tak łatwo, jak soki bardziej wodniste; wiadomo bowiem, iż gęstsze roztwory trudniej zamarzają; w ten sposób przeto drzewo zabezpiecza się przed wpływem silniejszych mrozów.

Na obecności skrobi w drzewie opiera się praktykowany przez specjalistów sposób oznaczania pory ścięcia drzewa. Świeżo poprzeczne przecięcie drzewa nasycamy jodyną; jeżeli na przecięciu zjawi się barwa ciemno-niebieska, drzewo zostało ścięte zimą. Drzewo ścięte latem nie zawiera skrobi, nie barwi się więc niebiesko od jodu.

Z drugiej jednak strony obecność krochmalu w drzewie stanowi główną przyczynę toczenia drzewa przez owady. Twardziel drewna dębu nie zawiera skrobi i nie bywa nigdy toczona przez owady, gdy przeciwnie biel pnia dębowego, zawierająca skrobię, bywa często przez nie niszczone.

Powyższe dane streszczają w ogólnych zarysach sprzeczności nastroczające się przy orzeczeniu, w jakiej porze roku ciąć należy drzewo budulcowe i wogóle przeznaczone do obróbki. Wynika z nich, iż o ile chodzi o fizyczne własności drzewa, wytrzymałość na czynniki mechaniczne, suchość i giętkość, niepodleganie paczeniu, skręcaniu się i pękaniu, należy drzewo ciąć zimą, ze względu zaś na własności chemiczne, trwałość, opór na działanie fermentów, na gnicie, toczenie przez owady, lepsze byłoby drzewo letniego cięcia. Ponieważ jednak przy odpowiednim postępowaniu można drzewu ciętemu latem nadać własności takie same, jakimi odznacza się drzewo cięte w porze zimowej, przeto przy umiejętnem przestrzeganiu odpowiednich metod w każdym wypadku, pora cięcia stanowiłaby obecnie już sprawę wagi podrzędnej. Należy tylko pamiętać, aby przy wyrębie letnim zostawić gałęzie i liście na drzewie przez dni kilka, a następnie, odciawszy gałęzie, zdjąć korę z pnia w całości, lub lepiej jeszcze, obnażyć drzewo z kory na czas dłuższy przed zrąbaniem, przy cięciu zaś zimowem zdjąć uprzednio, późnem latem, pierścień wraz z łykiem z pnia pod koroną na szerokość dłoni, aby przeszkodzić splywaniu soków i gromadzeniu się materiałów zapasowych.

mh.

(Zt. f. Bkde, 1901, 4).

## KRONIKA BIEŻĄCA.

**Port w Paryżu.** Mało znany jest fakt, że Paryż, dzięki ożywionej żegludze rzecznej, należy do najwybitniejszych portów w świecie. Obrót towarów w r. 1901 dosięgnął 8,9 milionów *t*, gdy port w Marsylii miał tylko 6,4 milionów *t*. Paryż zajmuje obecnie po Londynie, Liverpoolu, Newcastle, Hamburgu, New-Yorku, Antwerpii, Rotterdamie i Hongkongu, miejsce dziewiąte między portami ziemi.

**Nowy most na Sekwanie w Paryżu,** który stanie o 200 *m* wyżej od mostu Austerlickiego, ma mieć jedno przesło: łuk trójprzegubowy, o rozpiętości 140 *m*. Most ten służyć będzie pod drogą jeździecką, która w tem miejscu, nawprost dworca dróg żel. Orleańskich, przecina Sekwanę. Projekt opracowała grupa inżynierów pod kierunkiem M. Koechlin'a.

**Nasycanie podkładów bukowych.** Na pruskich drogach żel. państwowych pozwolono na używanie, zamiast dębowych, nasyconych podkładów bukowych II kategorii. Dotychczas podkłady te nasycano mieszaniną chloru cynku i kreozotu. Stosownie zaś do jednego z ostatnich okólników ministra Robót Publicznych, podkłady te należy odtąd nasycać czystym kreozotem. Według obliczeń wyniesie to taniej, niż użycie podkładów dębowych nienasyconych. Koszt nasycenia czystym kreozotem podkładu bukowego II kategorii wyniesie 1,85 mar. Na nasycenie jednego podkładu powinno być przeciętnie zużyte 28 *kg* kreozotu.

(Zel. D. № 1 r. b.).

**Nowy minerał „bekolit“.** Na generalnem zebraniu Wiedeńskiego T-wa Mineralogicznego, które odbyło się w styczniu r. b., p. Józef Morozewicz, dr. mineralogii, prof. Uniwersytetu Krakowskiego, referował o odkrytym przezeń nowym mineralu; minerał ten nazwał on

na cześć wiedeńskiego profesora mineralogii Fryderyka Beck'a „bekolitem“. Mineral zawiera w swym składzie dużo rzadkich metali, których ilość wynosi do 75%. P. Morozewicz nadmieniał, że ze względu na skład swój minerał nowy nie zbliża się do żadnego ze znanych dotąd; najbardziej zbliżonym zdaje się być do grupy granatów, do których jest podobnym także ze względu na prawidłowe kryształy; wykazał też, że głównymi składowymi częściami są tlenki ceru, lantanu i dydymu. Z tego powodu minerał może znaleźć duże praktyczne zastosowanie w przemyśle, np. przy oświetleniu gazożarowem. Bekolit został odkryty podczas jednej z dłuższych wycieczek naukowych, jakie robił prof. Morozewicz do guberni południowo-rosyjskich. Główne gniazda bekolitu znajdują się w gub. Ekaterynosławskiej.

**Termity.** Rząd Stanów Zjednoczonych zakupił cały dobór okazów z wystawy w St. Louis firmy „Goldschmidt Thermit Company“, jako wystawę stałą do muzeum narodowego w Waszyngtonie.

**Wspomnienie pozgonne.** Ś. p. Franciszek Reuleaux, doktor inżynierii, był wieloletni profesor politechnik w Rydze i w Charlottenburgu, autor cennego dzieła „Der Konstrukteur“ i rozgłoszonych ongi sprawozdań urzędowych z Wystawy powszechnej Filadelfijskiej z r. 1879, które poważny wpływ wywarły na rozwój przemysłu w Niemczech, jeden z najwybitniejszych uczonych wśród techników dzisiejszych, zmarł w Charlottenburgu, przeżywszy lat 76. Z prac jego oprócz wyżej wymienionych, zasługują na wyróżnienie barwnym stylem pisane dzieła: „Quer durch Indien“, „Kultur u. Technik“, „Aus Kunst u. Welt“, oraz obszerny wykład kinematyki (Lehrbuch der Kinematik), wreszcie krótki zarys dziejów silnicy parowej (Kurzgefasste Geschichte der Dampfmaschine).