

# PRZEGLĄD TECHNICZNY

TYGODNIK POŚWIĘCONY SPRAWOM TECHNIKI I PRZEMYSŁU.

Tom LI.

Warszawa, dnia 20 listopada 1913 r.

№ 47.

T R E Ś Ć: *Biernacki W.* Zasada względności. — *Plużański S.* Nowsze paliwa. — Wiadomości techniczne i przemysłowe. — Z towarzystw technicznych. — Kronika bieżąca.

**Architektura.** *Wróbel W.* Z wystawy budowlanej w Lipsku (1913 r.) [c. d.]. — Ruch budowlany i Rozmaitości.

**Elektrotechnika.** Ochrona od zwyżki napięcia w teorii i praktyce. — Drobne wiadomości.

Z 35-ma rysunkami w tekście.

## ZASADA WZGLĘDNOŚCI.

Podał Wiktor Biernacki.

(Odczyty, wygłoszone na „Wykładach dla Inżynierów“ w d. 29 kwietnia 1913 r.).

Na posiedzeniu publicznym Akademii Umiejętności w Krakowie w maju r. 1909 nieodżałowany ś. p. prof. August Witkowski w przedmowie do swego odczytu „O zasadzie względności“ powiedział, że „nie o tryumfach lecz o troskach nauki mówić zamierza“. Istotnie, zasada względności należy do dziedziny najbardziej być może, jeśli tak się wyrazić można, rewolucyjnych dążeń w przeżywanym obecnie potężnym ruchu w fizyce, nauce, której pojęcia i metody ogarniają wszystkie nauki przyrodnicze. Zasada względności dotyka pojęć przestrzeni i czasu, na których jest oparta nauka o ruchu, zawarta w prawach ruchu, sformułowanych przez Newtona. Do lat ostatnich zasady dynamiki Newtona uważano za kierownicze we wszelkich rozważaniach przyrodniczych; za niedopuszczalną uważano każdą teorię, któraby chociaż w dalszych swych konsekwencyach do wniosków sprzecznych z temi zasadami prowadziła. Rozwój teorii elektromagnetycznych już cios poważny podwalinom dynamiki klasycznej Newtona zadał, a zasada względności, olśniewając umysł nasz swą śmiałością, budzi trwogę i „troskę“, jak mówi ś. p. A. Witkowski, swą niszczyielską w tej dziedzinie działalnością. „Cóż wśród tych ruin, pyta H. Poincaré, pozostanie nietkniętym?“ Zasada względności zmienia dotychczasowe poglądy na czas i przestrzeń, przeczy zasadzie zachowania materii, sprawia na pozór jakieś dziwne poplątanie pojęć materii i energii, odrzuca eter światłonośny i t. p. To też jeden z najwybitniejszych adherentów zasady względności prof. Planck twierdzi, że zasada ta przewyższa wszystko, cokolwiek dotychczas pomysłano w spekulacjach przyrodniczych, a nawet w ogólnie filozoficznej teorii poznania. Planck porównywa przewrót, sprawiony przez zasadę względności, do przewrotu, jaki w swoim czasie wywołał układ planetarny Kopernika. Jak to było wówczas, tak też i obecnie bez walk i sporów się nie obywa. Do najzarliwszych zwolenników nowej nauki należą przeważnie teoretycy, fizycy, mechanicy i matematycy, jako to: Poincaré, Planck, Einstein, Minkowski i t. d. Wśród fizyków-eksperymentatorów zdania są, można powiedzieć, podzielone. Jakkolwiek nauka nowa najbardziej rozpowszechniła się w Niemczech, gdzie też najwięcej, zdaje się, zwolenników a nawet, powiedziałbym, entuzjastów liczy, nie brak jednak i tam jej przeciwników. Znany niemiecki uczonej prof. E. Gehrke w ostatnim wydaniu *Lehrbuch der Optik*<sup>1)</sup> Drudego objaśnia rozpowszechnienie się nowej nauki sugestją („die grösste Massensuggestion, die in der Physik vorgekommen ist“), a wielce w dziedzinie nauki o elektronach zasłużony prof. Abraham nazywa teorię względności „wczorajszą“ („eine gestrige“) i przechodzi nad nią do porządku dziennego. Do wielkich zwolenników teorii względności, jak to z tonu wymienionego na samym wstępie odczytu jest widoczne, należał ś. p. A. Witkowski. Już chociażby z tego względu, znając jego światły i trzeźwy umysł, lekceważyć nam nowej tej nauki nie należy. Poza tem zwolennicy teorii względności powołują się na doświadczenia, poczynione nad ciałami promieniotwórczymi; a więc, choć pośrednio, imię polskie w osobie naszej znakomitej rodaczki, pani Curie-Skłodowskiej, jest w tę sprawę wmieszane. Lecz i niezależnie od motywów przytoczonych

„zasada względności“ zasługuje na największą uwagę nie tylko fizyków i przyrodnawców, lecz i wszystkich tych, którzy się interesują prastarym problemem względności poznania ludzkiego.

Do wyżyny, rozszerzającej widnokrąg naszego poznania naukowego, na którą zasada względności wznieść się nam dopomoże, zbliżajmy się ścieżką, utartą przez mechanikę klasyczną. Wyobraźmy sobie np. szczelnie zamknięty wóz lub wagon, poruszający się w przestrzeni ruchem postępowym (bez obrotów), *prostoliniowo i doskonale jednostajnie*. Rozważmy układ, składający się z różnych ciał, mieszczących się w tym wozie, różnych przyrządów, służących do badania zjawisk mechanicznych i akustycznych (wyłączamy tymczasowo zjawiska świetlne i elektryczne), powietrza, zawartego w wozie, wreszcie obserwatora, *poruszającego się wraz z wozem* i z tem wszystkim, co się w wozie znajduje, i *nie dostrzegającego nic ponad to, co się wewnątrz wozu odbywa*. Następuje pytanie, czy z rozważania zjawisk (mechanicznych i akustycznych), odbywających się wewnątrz wozu, obserwator, poruszający się wraz z wozem (prostoliniowo i jednostajnie), jest zdolny poznać, że się porusza, oraz oznaczyć wielkość (stałą) i kierunek (stały) tego ruchu? Przykład wybrany nie jest wcale fantastyczny. Wszak wszystkie pracownie nasze wraz ze wszystkimi przyrządami, z powietrzem, z nami samymi, związane z kulą ziemską, unoszone są przez nią przedewszystkiem dokoła słońca z olbrzymią prędkością, wynoszącą aż 30 km/sek. (= około 0,0001 prędkości światła). Ruch ziemi dokoła słońca nie jest wprawdzie doskonale prostoliniowy, ani jednostajny, jednakże orbita ziemi ma rozmiary tak olbrzymie, że w krótkim czasie, potrzebnym do zrobienia odpowiednich obserwacji, nie dostrzegłoby się zmiany ani kierunku ani prędkości tego ruchu; to też w sprawie, nas obecnie obchodzącej, ten ruch ziemi dokoła słońca z wystarczającą dokładnością jako ruch prostoliniowy i jednostajny uważać możemy.

Domyśleć się z łatwością można, że wspólny z obserwatorem *jednostajny i prostoliniowy* w przestrzeni ruch układu nie może mieć wpływu na dostrzegany przez tego obserwatora przebieg zjawisk (mechanicznych, a zaraz się przekonamy, że i akustycznych) wśród ciał układu. Dla obserwatora, przyjmującego udział w tym ruchu, wszystko przedstawia się tak samo, jakby się przedstawiało, gdyby ruchu wcale nie było. O tem sądzić może każdy, kto zwrócił uwagę chociażby na zachowanie się przedmiotów w wagonie kolejowym (lub, co jeszcze lepiej, parowcu rzeczonym), poruszającym się (postępowo) bez wstrząśnień po torze prostym ruchem jednostajnym. W obrębie poruszającego się prostoliniowo i jednostajnie wagonu (lub parowca) wszystko dzieje się tak samo, jak się dzieć zwykło w wagonie nieruchomym. Wtedy dopiero, gdy ruch staje się niejednostajnym lub krzywoliniowym, np. w chwili ruszania, lub nagłego zahamowania pociągu, na nagłych zakrętach, zaczynają się dzieć rzeczy niezwykle: pakunki przesuwają się, lub nawet spadają z półek, pasażerowie uderzają o siebie i t. p. W jednostajnie i prostoliniowo poruszającym się (postępowo) okręcie można nawet np. oddać się grze bilardowej; dla graczy, przyzwyczajonych do gry na bilardach nieruchomych względem ziemi, gra na bilar-

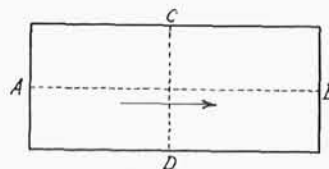
<sup>1)</sup> Lipsk r. 1912, str. 470.

dzie okrętowym trudności nie następczy, dopóki ruch okrętu będzie postępowy (bez wstrząśnień i obrotów), prostoliniowy i jednostajny. To też wielkie rzeczne parowce na Missisipi w Ameryce, a w ostatnich czasach na Wołdze w Rosyi zaopatrzone są w bilardy; podróżujący, po ruszeniu parowca, grać na nich mogą bez trudności tak długo, jak długo ruch parowca jest dostatecznie prostoliniowy i jednostajny. W takim stanie ruchu układu np. pewien ciężar rozciąga daną sprężynę tak samo mocno, jak i w układzie nieruchomym; przekonać się o tem można, robiąc dostrzeżenia, chociażby, w windzie. Podczas jednostajnego ruchu windy do góry lub na dół sprężyna rozciąga się pod działaniem zawieszonoego ciężaru tak samo mocno, jak w windzie nieruchomej; rozciągnięcie będzie jednak inne w chwili zatrzymywania się lub ruszania windy. Odczuwamy to sami na sobie: przy ruszaniu windy do góry następuje odpływ krwi od głowy do kończyn dolnych, w chwili spadania windy na dół przyływ krwi do głowy. Podczas jednak jednostajnego ruchu windy nic nie doświadczamy; i gdyby winda poruszała się bez żadnych wstrząśnień (to znaczy, ruchem doskonale prostoliniowym i jednostajnym), nie byłibyśmy zgoła świadomi swego ruchu. Podróżnik na statku, poruszającym się jednostajnie i prostoliniowo (ruchem postępowym, bez wstrząśnień i obrotów) po rzece lub jeziorze nie odczuwa swego ruchu. Co więcej, bez pośrednictwa refleksyi, nie byłby nawet zdolny ocenić (co często u dzieci dostrzegamy), czy sam mknie naprzód, czy też wybrzeża rzeki uciekają wstecz; to też, dostrzegając brzegi rzeki, może on sądzić jedynie tylko o *względny ruchu* statku, na którym się znajduje, i brzegów rzeki. Refleksye odpowiednie zmuszają go dopiero do przyjęcia, że brzegi rzeki (wraz z ziemią) są nieruchome, a statek się względem nich porusza. W podobny sposób nieświadomi swego ruchu wraz z ziemią dostrzegamy tylko *względny ruch*, np. ziemi i słońca. Z doświadczeń tych nie można jeszcze wnioskować, czy ziemia krąży dokoła słońca, czy też słońce dokoła ziemi. Są to wszystko rzeczy znane i rozumiane od dawna. Te właśnie dostrzeżenia i rozważania kazały wykreślić w mechanice klasycznej pojęcie bezwzględnego ruchu: *ruch w mechanice klasycznej jest objawem nawskroś względny.*

Wźmy jeszcze pod uwagę w naszym zamkniętym wozie, poruszającym się prostoliniowo i jednostajnie wraz z obserwatorem i *powietrzem, zawartem w wozie*, jakiegokolwiek źródła dźwięku. Od źródła dźwięku rozchodzą się w powietrzu fale dźwiękowe z prędkością, wynoszącą okrągło około 300 m/sek. Jeżeli powietrze porusza się wraz z wozem, fale dźwiękowe wewnątrz wozu rozchodzą się (według dostrzeżeń zawartego w wozie obserwatora) zupełnie tak samo, jakby się rozchodziły, gdyby wóz z całą zawartością pozostawał nieruchomy; to też rozchodzenie się tych fal żadnych wskazówek co do prędkości czy też kierunku wozu obserwatorowi, w nim się mieszczącemu, dać nie może. W takich właśnie warunkach znajduje się obserwator nieruchomy względem ziemi, mieszczący się wraz ze źródłem dźwięku w powietrzu, poruszającym się wraz z ziemią, obserwatorem i źródłem dźwięku. Możemy puszczać fale od źródła dźwięku ku obserwatorowi w kierunku zgodnym z ruchem ziemi; wówczas bieg tych fal dla obserwatora, znajdującego się np. na słońcu, będzie przyspieszony o prędkość ziemi; lecz dla obserwatora ziemskiego, poruszającego się wraz ze źródłem dźwięku i powietrzem, przenoszącym fale, prędkość tych fal będzie także sama, jakaby z jego dostrzeżeń wypadła i w takim przypadku, gdyby bieg fal od źródła dźwięku ku niemu był przeciwnie względem ruchu ziemi skierowany.

Lecz, powracając raz jeszcze do naszego wozu, załóżmy, że ścianki tego wozu są doskonale przenikliwe dla powietrza, że wóz porusza się w powietrzu nieruchomem, nie porywając go wcale ze sobą, podobnie np. do sieci poruszanej w wodzie, która wody nie porywa i posuwa się, powiedziewać możemy, w wodzie nieruchomej. W tym razie w takiej, że się tak wyrazimy, klatce, poruszającej się *w powietrzu nieruchomem* wraz z obserwatorem i ze źródłem dźwięku prostoliniowo i jednostajnie, sprawa rozchodzenia się fal dźwiękowych przedstawia się inaczej, aniżeli w wozie, porywającym ze sobą powietrze. Obecnie fale dźwiękowe względem wozu (i obserwatora) w kierunku jego ruchu poruszają się wolniej, aniżeli względem powietrza, które uważamy za nieruchome, boć

wóz przed nimi ucieka; w kierunku zaś przeciwnym kierunkowi ruchu wozu, fale dźwiękowe względem wozu (i obserwatora) poruszają się prędzej, aniżeli względem powietrza. Oznaczając prędkość fal dźwiękowych względem powietrza (nieruchomego) przez  $c$ , prędkość wozu przez  $v$ , powiemy, że w kierunku ruchu wozu prędkość dźwięku (dla obserwatora, mieszczącego się w wozie) wynosi  $c - v$ , i czas, w jakim dźwięk przebiega drogę o długości  $l$ , od ścianki  $A$  do  $B$  (rys. 1), wynosi:  $t_1 = \frac{l}{c - v}$  sek. W kierunku zaś od  $B$  ku  $A$  prędkość dźwięku względem wozu równa się  $c + v$ , i czas przebiegu fal dźwiękowych od  $B$  ku  $A$  wyniesie:  $t_2 = \frac{l}{c + v}$  sek. W kierunku poprzecznym ( $CD$ ) prędkość dźwięku wypada także sama, jak i w wozie nieruchomym. Widzimy, że gdyby powietrze nie było przez wóz pociągane, pomiar prędkości dźwięku w różnych kierunkach wewnątrz wozu przez znajdującego się tam obserwatora pozwoliłyby mu oznaczyć nie tylko kierunek (jest to kierunek, w którym



Rys. 1.

prędkość dźwięku wypada najmniejsza) lecz i wartość stałą prędkości  $v$  wozu. Istotnie, oznaczając znalezione przez obserwatora, mieszczącego się w wozie, prędkości dźwięku w kierunku od  $A$  ku  $B$  przez  $c_1$  i w kierunku od  $B$  ku  $A$  przez  $c_2$ , otrzymujemy:

$$c_1 = c - v; \quad c_2 = c + v.$$

Stąd z łatwością znajdujemy:

$$v = \frac{c_2 - c_1}{2} \quad \text{oraz} \quad c = \frac{c_1 + c_2}{2}.$$

Z rozważonego przykładu wozu, poruszającego się w powietrzu nieruchomem, za chwilę skorzystamy. Wyłączając jednak ten właściwie przypadek, gdy powietrze, należące do układu materialnego nie porusza się wraz z nim, tak, że układ porusza się w powietrzu nieruchomem, możemy powiedzieć, że wszystkie zjawiska mechaniczne, to znaczy, polegające na ruchach materyi, nie wyłączając też zjawisk akustycznych (polegających na drganiach ciał i cząstek ośrodka), przedstawiają się w układzie, poruszającym się w całości wraz z obserwatorem prostoliniowo i jednostajnie, obserwatorowi temu zupełnie tak samo, jak i w układzie nieruchomym; to też obserwator ten, zadowolając się dostrzeżeniami, czynionymi w obrębie układu, świadomości swego ruchu wraz z układem posiadać nie może, o ile ruch ten jest dokładnie postępowy, prostoliniowy i jednostajny. Na tem, można powiedzieć, polega *zasada względności w mechanice*, dobrze znana i rozumiana już od dawna.

Zjawiska mechaniczne ulegają zasadniczym równaniom mechaniki Newtona, określającym przyspieszenie punktu materialnego pod działaniem pewnej siły:

$$m \frac{d^2x}{dt^2} = X; \quad m \frac{d^2y}{dt^2} = Y; \quad m \frac{d^2z}{dt^2} = Z \quad (1).$$

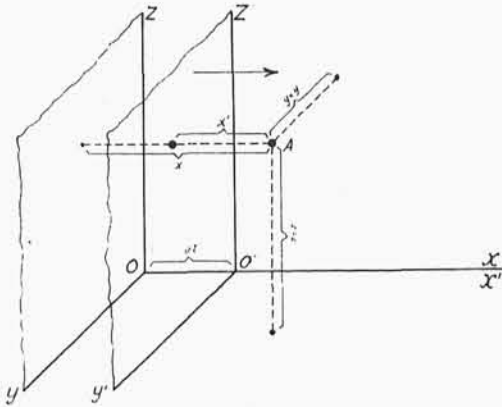
$m$  — oznacza tu masę,  $x, y, z$  — spólrzędne punktu materialnego w układzie prostokątnym,  $t$  — czas, wreszcie  $X, Y, Z$  — składowe siły. Zwróćmy uwagę na to, że równania te zawierają w sobie składowe *przyspieszenia*. Jednokrotne ich całkowanie daje odrazu dla składowych *prędkości* stałe dowolne. Oznacza to, o czem mowa już była wcześniej, że równania te prowadzić mogą jedynie do poznania prędkości względnych, bo, istotnie, *ruch bezwzględny, prędkości bezwzględne* w mechanice klasycznej nie są wcale rozważane.

Prócz układu spólrzędnych  $Oxyz$ , który chwilowo za *nieruchomy* uważać chcemy, rozważmy jeszcze układ  $O'x'y'z'$ , w którym oś  $O'x'$  jest wspólna (rys. 2) z osią  $Ox$ , osie zaś  $O'y'$  i  $O'z'$  są wciąż równoległe odpowiednio do osi  $Oy$  i  $Oz$ , poruszający się w kierunku równoległym do

osi  $Ox$  prostoliniowo i *jednostajnie* z prędkością  $v$ . Niechaj w chwili początkowej ( $t=0$ )  $O'$  wypada w  $O$ . Oznaczając współrzędne pewnego punktu  $A$ , należącego do układu ruchomego, w tym układzie ruchomym  $O'x'y'z'$  przez  $x', y', z'$ , w układzie zaś nieruchomym po czasie  $t$  od chwili początkowej przez  $x, y, z$ , otrzymujemy:

$$\left. \begin{aligned} x' &= x - vt \\ y' &= y \\ z' &= z \end{aligned} \right\} \dots (2) \quad \text{oraz} \quad \left. \begin{aligned} x &= x' + vt \\ y &= y' \\ z &= z' \end{aligned} \right\} \dots (2')$$

Wyobraźmy sobie dwóch obserwatorów, z których jeden (oznaczymy go *obserwator I*) należy do układu  $Oxysz$  i oce-



Rys. 2.

nia w tym układzie zmienne z biegiem czasu  $t$  położenia  $(x, y, z)$  różnych punktów, należących do poruszającego się układu  $O'x'y'z'$ ; drugi obserwator (oznaczymy go *obserwator II*) niechaj porusza się wraz z układem  $O'x'y'z'$  i dostrzega w tym układzie zmienne z biegiem czasu  $t$  położenia  $(x', y', z')$  punktów swego układu. Otóż z równań (2) korzystać musi obserwator I, chcący się dowiedzieć na zasadzie swych dostrzeżeń  $(x, y, z \text{ i } t)$ , co dostrzega w tej samej chwili obserwator II; równania (2') pozwalają obserwatorowi II na zasa-

dzie tego, co on dostrzega  $(x', y', z' \text{ i } t)$  w swoim układzie, sądzić o tem, jak się zjawiska, zachodzące w jego układzie, przedstawiają obserwatorowi nieruchomemu. Zwróćmy uwagę na to, że przekształcenia (2) i (2') różnią się jedynie znakiem przy prędkości  $v$ . W tem tkwi właśnie istota zasady względności: mowa być może jedynie tylko o ruchu jednego układu *względem* drugiego. Jeśli mamy, jak na rys. 2, dwa układy I i II, z których jeden porusza się względem drugiego w pewnym kierunku z prędkością  $v$ , możemy zawsze założyć, że np. układ I ( $Oxysz$ ) jest nieruchomy, a układ II ( $O'x'y'z'$ ) porusza się w kierunku, przyjętym za dodatni (jak np. na rys. 2, od ręki lewej ku prawej), z prędkością  $+v$ , lub też możemy założyć, że układ II ( $O'x'y'z'$ ) jest nieruchomy, układ zaś I ( $Oxysz$ ) porusza się w kierunku wręcz przeciwnym z prędkością  $-v$  (np. od ręki prawej ku lewej).

Dwukrotne różniczkowanie równań (2) przy stałym  $v$  daje:

$$\frac{d^2 x'}{dt^2} = \frac{d^2 x}{dt^2}; \quad \frac{d^2 y'}{dt^2} = \frac{d^2 y}{dt^2}; \quad \frac{d^2 z'}{dt^2} = \frac{d^2 z}{dt^2}$$

Zatem:

$$\left. \begin{aligned} m \frac{d^2 x}{dt^2} &= X = m \frac{d^2 x'}{dt^2} \\ m \frac{d^2 y}{dt^2} &= Y = m \frac{d^2 y'}{dt^2} \\ m \frac{d^2 z}{dt^2} &= Z = m \frac{d^2 z'}{dt^2} \end{aligned} \right\} \dots (3),$$

o ile prędkość  $v$  i jej składowe pozostają stałymi, to znaczy, o ile ruch układu ( $O'x'y'z'$ ) jest *jednostajny* i *prostoliniowy*. Równania (3) mówią, że też same siły wywołują też same przyspieszenia w układzie ruchomym (jednostajnie, prostoliniowo), jak i w układzie nieruchomym. Innymi słowy, obserwator, należący do układu ruchomego (jednostajnie i prostoliniowo), dostrzega takiż sam przebieg zjawisk mechanicznych, jakiby dostrzegał w tym samym układzie (przy tych samych siłach, masach) wówczas, gdyby układ ten pozostawał nieruchomym.

(O d. n.)

## NEWSZE PALIWA.<sup>1)</sup>

Podał Stanisław Płużański, inż.

**Paliwa gazowe.** Gaz świetlny, używany od dawna w silnikach, jest stopniowo zupełnie usuwany z użycia wskutek dość znacznej ceny, natomiast ciągle wzrasta zastosowanie do silników gazów ubogich, to jest o małej wartości opałowej, a zwłaszcza gazów wielkopieczowych, koksownianych, oraz gazu wodnoczadowego, wyrabianego w gazownicach własnych sposobem ssania przez silnik, lub sposobem tłoczonym.

*Gazy wielkopieczowe* odpowiednio oczyszczone tak, aby ilość cząstek stałych nie przekraczała  $\sim 0,02 \text{ g/l m}^3$ , są, dzięki swej tanioci i obfitości, stosowane do pędzenia silników w hutach na dużą skalę, np. największa istniejąca stacja, należąca do United States Steel Corporation, ma silników na 100 000 k. m., pędzonych gazami wielkopieczowymi. Ilość energii z tego źródła otrzymywanej na kuli ziemskiej, oceniają na blisko 1 500 000 k. m., co wynosi około 20% ogólnej ilości energii zawartej w gazach wielkopieczowych.

*Gazy koksowniane* stosuje się do pędzenia silników również z powodzeniem, po pokonaniu trudności, jakie sprawia wysoka zawartość wodoru w gazie; ilość energii, jaką z tego źródła otrzymano by można było, oceniają na około 4 000 000 k. m., z czego około 8% dotąd wyzyskano. Największą stacją centralną z silnikami pędzonymi gazem koksownianym posiada Eschweiler Bergwerksverein w Alsdorf (prow. Reńska), 9 silników ma moc 15 000 k. m.

*Gazy wodnoczadowe.* Starania w celu otrzymywania gazu zdatnego do pędzenia silników z paliwa o dużej zawartości gazów (większej niż 10—20%) zostały w ostatnich czasach uwieńczone częściowem powodzeniem. Częściowem, gdyż

z pośród wielu konstrukcyi gazownic, tylko niektóre wytrzymały krzyżową próbę praktyki, oraz, że dla wielu paliw gazowniczych można tylko budować do silników o dużej mocy.

Dla urządzeń małych i średnich, stosuje się znane i bardzo często od 1900—1902 r. wykonywane gazownice dla antracytu i koksu, dla większych urządzeń opłaca się stosowanie bardziej złożonych gazownic dla torfu, węgla brunatnego, i innych opałów mało wartościowych.

Gazownice do wytwarzania gazu wodnoczadowego bywają dwóch typów: dla gazu tłoczonego i ssanego. Pierwsze, jak wiadomo, mają tę zaletę, że posiadają pewien zapas gotowego paliwa w gazomierzu, dzięki czemu jest rzeczą możliwą jednoczesne użycie gazu z gazownicy do pędzenia silników, ogrzewania i t. p., oraz że łatwiejsze jest przeciążanie silnika oraz obsługa gazownicy; gazownice ze sposobem ssanym zaś, znacznie częściej używane, odznaczają się bezpieczeństwem pracy, gdyż skutkiem pewnej próżni, panującej w przewodach, ulatnianie się gazu jest niemożliwe, są nader oszczędne w pracy, gdyż silnik, przesysając powietrze przez gazownicę, tylko tyle gazu zużywa, ile mu go potrzeba, wreszcie są prostsze w budowie i zajmują mniej miejsca. W zamian za to nie są one odpowiednie w razach, gdy obciążenie silnika ulega częstym zmianom w szerokiej granicach, gdyż wtedy brak zapasu gazu sprawia, że silnik przy zwiększonym obciążeniu staje.

Aby połączyć zalety obu typów, wykonywa się czasami typ gazownicy mieszany; gazownica pracuje jak w urządzeniu typu ssanego, o częściowej próżni, wytwarzanej przez wywietrzak odsrodkowy; tenże wywietrzak spręża gaz do niewielkiego nadciśnienia w zbiorniku (gazomierzu).

Gazownica powyższego typu ma tę niedogodność, że może służyć tylko do wyborowego antracytu lub koksu o wskazanej wielkości kawałków; zbyt drobne paliwo, lub

<sup>1)</sup> Skrót części odczytu wygłoszonego w dn. 30 kwietnia r. b. na wykładach inżynierskich, zorganizowanych przez Tow. Kursów Naukowych w Warszawie.

też w gorszym gatunku, zwiększa nazbyt opór przy przesysaniu powietrza z parą wodną, lub, spiekając się, zasklepia żużlem otwór szybu i ruszty. Do paliwa w drobnych kawałkach (antracytu we wszelkich gatunkach, drobnego koksu i węgla drzewnego) stosują obecnie gazownice bezrusztowe, w których czyszczenie szybu z żużla i popiołu jest bardzo ułatwione, dzięki czemu podobna gazownica może przez dłuższy czas pracować bez przerw. Podczas pracy paliwo podtrzymywane jest przez podstawkę, często na kółkach, pod otworem szybu umieszczoną.

Wreszcie dla zapobiegania zakłóceniom w pracy gazownicy, wskutek pęknięcia ogniotrwałego wymurowania gazownicy i nieszczelności powstających skutkiem tego, stosuje się gazownice żeliwne o podwójnych ściankach, studzonych wodą. Czy tego rodzaju gazownica okaże się trwalsza, niż z ogniotrwałym wymurowaniem—pokaże praktyka. Za podobną konstrukcją przemawia łatwość montażu i oczyszczenia oraz mniejsza dążność do przywierania tworzącego się żużla do ścianek.

Gazownice dla gazu wodnoczadowego, wytwarzanego sposobem ssanym, budowane są dzisiaj w wielkościach od 6 do 200 k. m., użycie jednak gazownic mniejszych niż 10 k. m. jest kłopotliwe, ze względu na łatwe zanieczyszczenie się drobnymi przekrojami rur i t. p., zaś w urządzeniach powyżej 200 k. m. (często nawet i przy mniejszych) wskazane jest użycie tańszego paliwa, niż antracyt lub koks.

Sprawność dobrej gazownicy wynosi około 80%, t. j. 0,8 tej ilości ciepła, jaką posiadało paliwo spalane, znajdujemy w gazie wodnoczadowym.

Ilość wytwarzanego gazu o wartości opałowej od 1150 do 1250 cpl./m<sup>3</sup>, z paliwa (antracytu) o wartości opałowej = 8000 cpl./kg, wynosi:

$$\frac{8000 \cdot 0,8}{1150} \text{ do } \frac{8000 \cdot 0,8}{1250} \cong 5,5 \text{ do } 5,1 \text{ m}^3/\text{kg} \text{ paliwa,}$$

średnio zatem około 5 m<sup>3</sup>/kg.

Zakładając sprawność silnika = 0,25, zużycie gazu na 1 k. m./godz. obliczy się:

$$\frac{631}{1200 \cdot 0,25} \cong 2,1 \text{ m}^3/\text{k. m. g.}$$

czyli:  $\frac{2,1}{5} = 0,42 \text{ kg/k. m. g. antracytu.}$

Pierwszorządne fabryki gwarantują zużycie opału (antracytu) od 0,425 kg w małych do 0,350 kg w dużych urządzeniach przy pełnym obciążeniu; przy połowie obciążenia zużycie zwiększa się o 20 do 25%. Zużycie koksu o wartości opałowej = 7000 cpl./kg wynosi od 0,580 kg do 0,430 kg/k. m. g., w zależności od wielkości gazownicy. Zużycie wody do oczyszczenia gazu wynosi około 10 l/k. m. g., wody w postaci pary wodnej wchodzi do gazownicy około 0,5 kg/kg paliwa.

Gazownice dla paliw zawierających dużo części lotnych muszą być inaczej zbudowane, niż dla paliw o małej zawartości tychże części (antracyt, koks i węgiel drzewny). Różnice budowy mają na celu, w spóczesnych gazownicach, tak prowadzić spalanie, aby gazy i pary powstające w gazownicy ze świeżo zarzuconego paliwa, zawierające zatem znaczną ilość ciężkich węglowodorów, które łatwo się skraplają na chłodniejszych częściach przewodów i silnika, wywołując przerwy w pracy, zostały rozłożone na gazy stałe przed opuszczeniem gazownicy.

Cenne wskazówki co do sposobu pracy gazownicy, zasilanej paliwem o dużej zawartości części lotnych (węglem kamiennym), zawierają doświadczenia K. Wendt<sup>1)</sup>

Gazownice dla paliw zawierających duże ilości części lotnych różnią się budową od gazownic zwykłych, tak np. gazownica, przeznaczona dla torfu, ma ruszty u dołu i u góry, powietrze dopływa do dolnej części gazownicy, paliwo zarzuca się z góry, a gaz uchodzi przez otwór umieszczony w połowie wysokości. Świeże paliwo ponad górnym rusztem zostaje koksowane, t. j. pozbawione gazów i par, które przez otwór u góry i rurę prowadzącą na dół zostają wprowadzone pod dolne ruszty, skąd razem z powietrzem, przechodząc przez warstwę żarzącego się paliwa skoksowanego, zostają rozłożone na stałe gazy i uchodzą przez rurę, okalającą gazownicę, do przyrządów czyszczących.

<sup>1)</sup> K. Wendt. Untersuchungen an Gaserzeugern, Czasop. inż. niem. 1904, str. 1793.

Gazownice do paliw małowartościowych, budują się: 1) o podwójnym spalaniu, 2) o odwrotnym spalaniu, 3) podwójne (lub wielokrotne).

Gazownice o podwójnym spalaniu, z odprowadzaniem gazu w połowie wysokości szybu, często stosowane dawniej, mniej obecnie mają zwolenników, wskutek trudności utrzymania prawidłowej pracy gazownicy przy zmiennym obciążeniu, oraz zmianie gatunku paliwa. W tych warunkach utrzymanie górnej warstwy spalania jest trudne, wskutek obniżania się warstwy żarzącego się paliwa.

Nieco odmienną jest budowa gazownicy Zgorzelickiej fabr. masz. (do torfu). W gazownicy tej część powietrza do spalania przechodzi przez rurę umieszczoną środkowo w szybie gazownicy i tym sposobem podgrzewa się silnie, i wychodzi przez kaptur w górze gazownicy,—druga część powietrza dostaje się ponad paliwo przez podwójne ścianki gazownicy i zawór. Spalanie odbywa się w górnej części gazownicy, rozżarzony koks opada na dół, podobnie i gaz i pary, powstające z paliwa, skutkiem czego smoliste pary rozkładają się na stałe gazy. Gaz uchodzi z gazownicy u dołu przez rurę otaczającą rurę powietrzną, poczem przechodzi do przyrządów czyszczących.

Fabryki J. Pintsch i Fabr. Masz. Augsbursko-Norymberska budują gazownice przeznaczone do mialu, koksu, antracytu i tym podobnych małowartościowych paliw, oraz dla zupełnie bezwartościowych, jak np. niespalone części węgla kamiennego, zbierające się w dymnicach parowozów. <sup>1)</sup> Spalanie odbywa się w dolnej części gazownicy, świeże paliwo koksuje się powyżej okapu, zakrywającego odpływ gazu,—gazy zaś i pary z paliwa koksowego powstające, przeciągając na dół przez warstwę paliwa skoksowanego, rozkładają się na stałe gazy. Dzięki temu, że gazy i powietrze przepływają bliżej środka gazownicy, spalanie przy ściankach nie jest bardzo energiczne, wskutek czego unika się tworzenia żużla przywierającego do ścianek gazownicy.

W podwójnych gazownicach syst. Riché, można otrzymywać gaz wodnoczadowy z dowolnego paliwa (oprócz spiekającego się węgla kamiennego); prócz tego można używać jako paliwa wszelkie odpadki roślinne: trociny i obcinki drzewne, wytłoczyny, łupiny owoców i t. p. Materiał, służący jako paliwo, koksuje się i spala w szybie jednej gazownicy, zaopatrzonej w ruszty schodkowe, gazy i pary smoliste przechodzą na dół przez warstwy najsilniej rozżarzone, skutkiem czego zostają częściowo rozłożone. Wszystkie gazy z pierwszej gazownicy przechodzą przez kanał łączący obie dwie gazownice, do drugiej, napełnionej żarzącym się koksem; po przejściu przez wysoki słup rozżarzonego koksu gazy pozbawione ciężkich węglowodorów wchodzą do przyrządów czyszczących. Żarzenie się koksu w drugiej gazownicy podtrzymuje się drogą spalania części gazu; w tym celu pewna ilość (wtórny) powietrza zostaje zmieszana z gazem w kanale, łączącym obie gazownice.

Do przeróbki węgla kamiennego na gaz wodnoczadowy dla silników obecnie największe wzięcie zyskały gazownice syst. Monda. Gazownica Monda pracuje przy tak niskiej temperaturze, dzięki wprowadzaniu znacznej ilości pary wodnej, że żużel nie tworzy się i powstające z paliwa pary smoliste, nie zostają spalane w gazownicy. Jako poboczny produkt otrzymuje się w gazowni Monda siarczan amonu, ciało cenne jako nawóz sztuczny.

Sposób pracy podobnej gazownicy jest następujący: paliwo (drobny węgiel kamienny) zasypuje się wprost z wagonów do przenośników, które dostarczają go do lejów blaszanych, umieszczonych ponad gazownicami, skąd ładuje się do szybu gazownicy w ilościach po 400 do 500 kg naraz. Spalanie w gazownicy odbywa się przy temperaturze niskiej, jak było zaznaczone, w celu unikania tworzenia się żużla oraz zapobiegania rozkładowi połączeń amoniakalnych, tworzących się z węgla; w tym celu wprowadza się do gazownicy parę wodną wraz z ogrzaniem powietrzem w ilości około 25 kg na 1 kg paliwa.

Gaz wychodzący z gazownicy posiada części smolistych bardzo mało, zato dużo pary wodnej, gorący gaz z gazownicy

<sup>1)</sup> Paliwo tego rodzaju, zbierające się w znacznych ilościach, według obliczeń zarządu Pruskich dr. żel. w ilości około 11 t na parowóz rocznie, używane jest do wytwarzania energii elektrycznej na st. Królewiec, Allenstein, Piła, Insterburg i in.

przepływa przez podgrzewacz naprzeporny dla powietrza i pary wodnej, płuczkę z dwoma szybko obracającymi się mieszadłami, rozpryskującymi wodę w celu zatrzymania cząstek stałych porwanych przez gaz z gazownicy, poczem przechodzi przez wieżę, wyłożoną ołowiem i wypełnioną stosem cegieł ogniotrwałych, po których ścieka rozcieńczony kwas siarczany; ten ostatni odbiera amoniak i tworzy siarczan amonu spływający na dno wieży, gdy gaz przepływa do następnej wieży. Siarczan amonu spływa do zbiornika i do przyrządów stężających i krystalizujących, reszta zaś kwasu siarczanego, po dodaniu świeżej porcy, zostaje podniesiona na wieżę. W przemywaczu gaz studzi się ostatecznie i traci znaczną część pary wodnej, która się skrapla dzięki działaniu zimnej wody; po przejściu przez oczyszczacz trocinowy gaz jest gotowy do użytku.

Ciepło zawarte w gazie z gazownicy Monda jest możliwe całkowicie wyzyskane do podgrzewania powietrza w podgrzewaczu, oraz w wieży, gdzie powietrze wtłaczane przez dmuchawę nasycza się parą wodną z ogrzanej w wieży wody i podgrzewa się do mniej więcej + 70° C.; prócz tego, powietrze podgrzewa się w podwójnym płaszczu gazownicy. Jedna gazownica przerabia na dobę około 20—24 t miazłu węglowego.

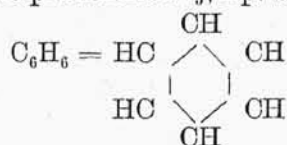
Zużycie paliwa w gazownicach dla paliw o dużej zawartości części lotnych zależy od wartości opałowej danego paliwa i waha się w dość dużych granicach; licząc jednak, że sprawność gazownicy jest ≈ 0,75 a sprawność silnika = 0,22 do 0,25, otrzymamy zapotrzebowanie ciepła na 1 k. m. g. od 3360 do 3920 cpl.

Jeżeli zatem wartość opałowa danego paliwa, np. torfu (wilgotnego), wynosi 2500 cpl./kg, to ilość paliwa na 1 k. m. g. wyniesie: od  $\frac{3360}{2500} \approx 1,35$  do  $\frac{3920}{2500} \approx 1,5$  kg.

Moc silnika zależy nie od wartości opałowej danego paliwa, lecz od wartości opałowej mieszanki, jaką tworzy dane paliwo z potrzebną do spalania ilością powietrza. Paliwa o wysokiej wartości opałowej potrzebują dużo powietrza do spalania, prócz tego wymagają dość znacznego nadmiaru powietrza, co razem daje znaczne rozrzedzenie w mieszance, przeciwnie zaś paliwa ubogie (o małej wartości opałowej) potrzebują mniej powietrza do spalania i nie wymagają znacznego nadmiaru powietrza dla zapewnienia dokładnego spalania.

Stąd pochodzi znany fakt, że silnik pędzony gazem świetlnym (wartość opałowa około  $H = 5000$  cpl./m<sup>3</sup>) nie daje cztery razy większej mocy, niż kiedy jest pędzony gazem wodnoczadowym ( $H \approx 1250$  cpl./m<sup>3</sup>), lecz około 16 do 20% większą.

**Paliwa płynne.** Według nowszych teorii należy dzielić paliwa płynne według budowy na paliwa: 1) typu alifatycznego, o budowie łańcuchowej, jak np. pentan (składnik benzyny)  $C_5H_{12} = CH_3 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_3$ ; 2) typu benzolu, o budowie pierścieniowej, np. benzol:



wreszcie 3) pseudopłynne, będące mieszaniną paliwa płynnego, zwykle typu 2-go, ze stałym węglikiem (C).

Najdogodniejsze w użyciu do silników są paliwa alifatyczne, jako najłatwiej ulegające rozkładowi nawet przy dość niskiej temperaturze, do nich należą: benzyna, nafta, ropa, smoła z węgla brunatnego; trudniej rozkładają się paliwa typu benzolu, jak np. benzol, naftalina, smoła z węgla kamiennego, w tym celu temperatura musi być znacznie wyższa, wreszcie pseudopłynne dają się użyć tylko częściowo i przy nader wysokiej temperaturze; aby ostatnią osiągnąć, używa się do wywołania zapłonu w silnikach łatwiej palnego paliwa w nieznacznej ilości, i w wytworzony tą drogą płomień wprowadza się właściwe paliwo. Tak np. w silnikach Diesela, pędzonych smolą z węgla kamiennego, do wywołania zapłonu używa się drobnych ilości nafty.

Najważniejszym paliwem płynnym jest *ropa naftowa* i jej pochodne. Produkcya roczna na kuli ziemskiej w r. 1910 wynosiła około 44 000 000 t, z czego wypada na Stany Zje-

dnoczone Ameryki Półn. około 64%, Rosyę 22%, Galicyę 4%, Indye Wschodnie i Rumunię po 3%, inne kraje—4%. Ilość ropy otrzymywanej obecnie jest znacznie wyższa.

Własności ropy zmieniają się w bardzo znacznej mierze w zależności od pochodzenia, tak np. amerykańska, podobnie i galicyjska ropa ma więcej części lotnych (benzyny), niż ropa bakińska.

Tabl. 1. Ropa naftowa  $H \approx 11000$  cpl./kg.  $\gamma \approx 0,84 - 0,96$

| 4% benzyna             |              | 33% nafta               |                           |            | 62% odpadki (mazut) |              |                  |                |                 |            |                |
|------------------------|--------------|-------------------------|---------------------------|------------|---------------------|--------------|------------------|----------------|-----------------|------------|----------------|
| $t = < 150^\circ$      |              | $150^\circ - 300^\circ$ |                           |            | $> 300^\circ$       |              |                  |                |                 |            |                |
| $\gamma = 0,65 - 0,75$ |              | $0,72 - 0,86$           |                           |            | $0,86 - 0,96$       |              |                  |                |                 |            |                |
| (eter) benzyna I       | benz. medium | benzyna II              | (ligroina) benz. specyal. | gazołina   | meteor              | nafta zwykła | pironafta        | oleje solarowe | oleje do smarów | parafinowe | gudron, asfalt |
| $t=30^\circ$           | $35^\circ$   | $40^\circ$              | $60^\circ$                | $70^\circ$ | $t'=28^\circ$       | $28^\circ$   | $\geq 100^\circ$ |                |                 |            |                |
| $\gamma=0,7$           | 0,735        | 0,748                   | 0,750                     | 0,79       | 0,81                | 0,826        | 0,86             | 0,878-0,896    | 0,93-0,95       |            |                |

$t$  — temp. wrzenia;  $t'$  — temp. zapłonu;  $\gamma$  — ciężar właściwy kg/dm<sup>3</sup>.

Tablica 1 zawiera ważniejsze pochodne ropy naftowej bakińskiej, otrzymywane drogą cząstkowej dystylacji. Oznaczone kursywą składniki używane są do pędzenia silników.

Ropa zawiera około: 80—87% C i 10 do 14% H i potrzebuje do spalania około 15—20 kg powietrza.

Między specjalnymi paliwami, wyrabianymi z ropy naftowej

Tabl. 2. Węgiel brunatny.

| smoła                          |                  | gaz                   |             |                        |          | koks         |                                     |
|--------------------------------|------------------|-----------------------|-------------|------------------------|----------|--------------|-------------------------------------|
| lekki olej (benzyna) (fotogen) | olej solarowy    | olej jasny parafinowy | olej gazowy | olej ciężki parafinowy | parafina | gudron, pech | poboczne produkty (olej kreołotowy) |
| $\gamma=0,78-0,81$             | 0,825            | 0,85-0,88             | 0,89        | 0,91-0,92              |          |              |                                     |
| $t=100-120^\circ$              | 150-170          | 200                   | 225         | 200-250°               |          |              |                                     |
|                                | $H=9988$ cpl./kg |                       |             | $H=9750$ cpl./kg       |          |              |                                     |

Tabl. 3. Węgiel kamienny.

| gaz świetlny                               | koks    | produkty poboczne   | smoła                |                                                 |                   |
|--------------------------------------------|---------|---------------------|----------------------|-------------------------------------------------|-------------------|
|                                            | amoniak | benzol cyan; oleje: | lekkie               | średnie                                         | ciężkie pech      |
|                                            |         |                     | benzol               | pirydyna                                        | oleje antracenowe |
|                                            |         |                     | nafta rozpuszczająca | oleje kreołotowe                                | karbolineum       |
|                                            |         |                     |                      | naftalinowe                                     |                   |
|                                            |         |                     |                      | oleje antracenowe                               |                   |
|                                            |         |                     |                      |                                                 |                   |
| Naftalina: $\gamma=1,15$ ; $t'=80^\circ$ ; |         |                     | $\gamma=0,88-0,95$   | 1,01                                            | 1,04              |
| $t \approx 217,5^\circ$ C.; $H=9600$       |         |                     | $t=170^\circ$        | 230°                                            | 270° C.           |
|                                            |         |                     | $H=9600$             |                                                 |                   |
|                                            |         |                     |                      | Olej smolny (Teeröl): $H \approx 8800$ cpl./kg) |                   |

zasługują na uwagę: motoryna, jest to ropa naftowa (z Surachan) pozbawiona zanieczyszczeń, pacura—rumuńska nazwa produktu zbliżonego do odpadków ropy (mazutu). Ostatnia nazywana bywa również naftetina.

W krajach nie posiadających ropy naftowej używane są, jako paliwa płynne *smoły i oleje z dystalacji węgla kamiennego i brunatnego*.

Użycie dystalatów smoły węgla brunatnego wskazanych w tablicy 2, t. j. olei solarowych i parafinowych do pędzenia silników datuje się już od lat kilku; dzięki alifatycznemu charakterowi węglowodorów, wchodzących w skład smoły węgla brunatnego, stosowanie jej w silnikach nie sprawia trudności. Inaczej jest ze smołą z węgla kamiennego, która jest, jak wiadomo, pobocznym produktem przy fabrykacji gazu świetlnego w gazowniach miejskich, lub przy prażeniu węgla na koks hutniczy w piecach koksowych. Ostatnia smoła zawiera składniki typu benzolu oraz pseudo-płynne, ostatnie nieraz w znacznej ilości, tak np. smoła z gazowni, mającej piece o retortach poziomych, zawiera do 30% swobodnego węgla stałego, zaś z pieców o retortach pionowych lub ukośnych tylko od 2 do 5%. Im większa jest ilość swobodnego C, tem użycie podobnej smoły w silniku Diesela jest trudniejsze, nawet pomimo podniesienia temperatury przez zwiększenie sprężania powietrza, oraz stosowania lżejszego oleju zapalającego.

Smola z węgla kamiennego składa się z: 89% C; 5% H; 5,7% (O+N); 0,3% S; wartość opałowa jej wynosi 8150—8350 cpl./kg, ilość niezbędnego powietrza około 12 kg/kg.

Prócz oznaczonych kursywą w tablicach 2 i 3 pochodnych smoły węgla brunatnego i kamiennego, stosowanych do pędzenia silników, czasami używane są również: *autin* i *ergin*—ciała otrzymane z najłżejszych olejów smolnych ( $\gamma \cong 0,87$ ; H = 9850), oraz *naftalina* ( $\gamma = 1,15$ ; H = 9600 cpl./kg). Mieszanina olejów średnich i ciężkich, zawierająca oleje kreozotowe, antracenowe i t. p., stosuje się często z dużym powodzeniem w Niemczech (Teeröl) do pędzenia silników Diesela.

Inne paliwo płynne, *spirytus*, nie zdołało wywalczyć so-

bie szerszego zastosowania z powodu wysokiej ceny, oraz pewnych niedogodności w użyciu, jak np.: konieczności uruchomienia silnika innym, łatwiej parującym paliwem (benzyną), rdzewienia wewnętrznych części mechanizmu i t. p. Aby ostatnią niedogodność usunąć, stosuje się spirytus zmieszany z benzolem (pół na pół), oraz daje się duży nadmiar powietrza do spalania, dzięki czemu zapobiega się tworzeniu się octanów. Skład *alkoholu* jest następujący: C — 52,12%; H — 13,14%; O — 34,74%, wartość opałowa = 6362 cpl./kg. Wartość opałowa zaś 90% spirytusu wynosi: 5665 cpl./kg, ilość niezbędnego powietrza:  $\sim 12$  kg/1 kg.

Znacznie wzrastający popyt na płynne paliwa do pędzenia silników Diesela, a mianowicie: ropy naftowej oraz dystalatów smoły z węgla brunatnego i kamiennego, wywołuje przewrót w handlu tymi produktami: cena ropy naftowej wciąż wzrasta, tania dotąd smoła gazowa staje się produktem poszukiwanym, a zatem cennym, skutkiem tego stajemy wobec problemu, czy dla tak doskonale i nadzwyczajnie oszczędnie pracujących silników Diesela nie zabraknie nam czasem taniego paliwa? Gdyby brak taki nastąpił, uniemożliwiłoby to stosowanie wspomnianych silników. Zdaje się, że obawa powyższa jest według wszelkich danych płonna, jednak nie ulega kwestyi, że trzeba poszukiwać coraz to nowych zapasów ropy naftowej w nowych, nie wyczerpanych jeszcze okolicach. W tym też celu proponował R. Diesel zastosowanie pewnych olejów roślinnych, jak: olej rośliny *Arachis hypogaea* (orzech ziemny podzwrotnikowy), olej rybcy i t. p. oraz zwierzęcych, jak np. tran rybi i inne.

W Anglii zaś powstał projekt zmiany gospodarki węgla kamiennego w tym kierunku, aby głównym produktem dystalacji była smoła, jako paliwo dla silników, oraz koks—jako paliwo dla hut, użytku domowego i t. p., tym sposobem udałoby się otrzymać większą ilość smoły, niż to jest dzisiaj możliwe (3,5 do 6% węgla), i zapobiegłoby się marnowaniu cennych substancji zawartych w węglu kamiennym, nie wykonywanych obecnie przy spalaniu węgla w wielkich ilościach we wszelkich piecach i paleniskach.

## Wiadomości techniczne i przemysłowe.

### Postęp w wyrobieniu łańcuchów spawanych (sposób Bakera).

Mechaniczny wyrób łańcuchów jest do tej pory, pomimo wielu usiłowań, dopiero częściowo rozwiązany. Z powodu różnych trudności fabrykacji, łańcuchy nie zawsze odpowiadają wymaganiom tegoczesnym i w wielu razach ustąpiły miejsca linom stalowym.

Co do sposobu wyrobu, łańcuchy dają się podzielić na trzy grupy: 1) łańcuchy niespawane, o ogniach zadzierzgniętych, 2) łańcuchy o ogniach spawanych i 3) łańcuchy odlewane i walcowane, bez spawania.

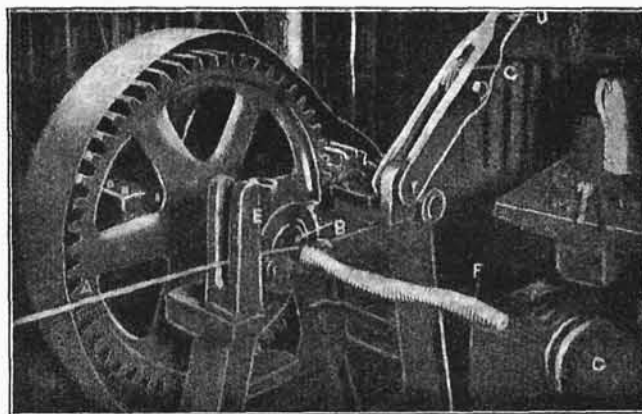
Łańcuchy pierwszej grupy są wyrabiane na samoczynnych maszynach na zimno. Ten sposób wyrobu, wobec powstawania nierównomiernych nateżeń we włóknach metalu, może być stosowany tylko do łańcuchów małych wymiarów i wogóle posiada podrzędne znaczenie. Ze względu na sposób wytwórstwa noszą one nazwę łańcuchów nieekonomicznych.

Drugą grupę stanowią łańcuchy średniej i dużej grubości. Wyrabia się je częściowo ręcznie i częściowo mechanicznie, stąd ich nazwa—półmechanicznych. Punktem nader drażliwym przy wyrobieniu tych łańcuchów jest spawanie. Do wykonywania tej roboty potrzeba mieć bardzo biegłych robotników, przyczem robotnik nadający się do spawania cienkich ogni, może być bardzo miernym spawaczem grubych ogni i odwrotnie.

Wreszcie wyrabianie całkiem maszynowe łańcuchów, zapomocą walcowania, nie ziściło pokładanych w tym sposobie nadziei.

Rozumie się samo przez się, że wybór odpowiedniego materiału na łańcuchy, mające pracować pod bardzo znacznymi obciążeniami, jest rzeczą pierwszorzędnego znaczenia. Mogą tu wchodzić w rachubę tylko żelazo i stal. Żelazo jest wprawdzie mniej wytrzymałe na ciągnięcie od stali, posiada

natomiast bardzo ważną zaletę wydłużania się przed zerwaniem, co przy obsłudze łańcuchów może być nieraz ostrzeżeniem przed grożącym niebezpieczeństwem. Stąd też dobre żelazo pudłowe jest najlepszym materiałem na takie łańcuchy. Żelazo jest również bardziej odporne na nieumiejętne traktowanie termiczne, jest ciągliwsze i łatwiej się wogóle



Rys. 1.

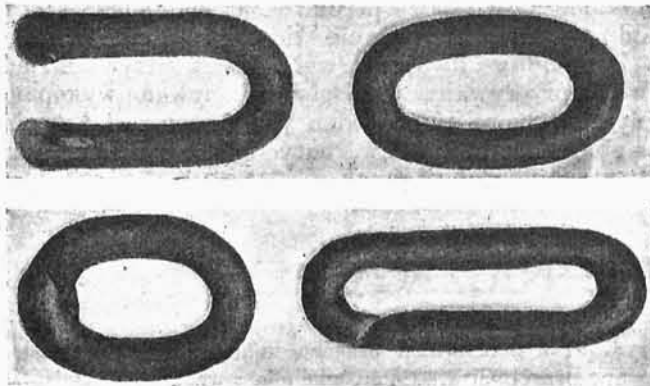
spaja od stali, jeżeli tylko należycie usunąć opaliny czyli zendrę.

Stal zaś jest bardzo czuła na nagrzewanie: nagrzana nieco więcej, niż potrzeba, traci swe zasadnicze własności mechaniczne. Stąd też i spawanie stali wymaga wielkiej umiejętności i odpowiednich pieców.

Obróbka termiczna ogni łańcuchowych obejmuje dwie czynności: 1) nagrzanie metalu do takiej temperatury,

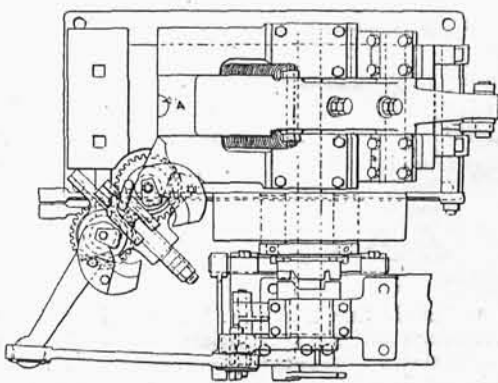
żeby można go zgiąć, nie wywołując w nim bądź rozszczepienia, bądź zerwania włókien, i 2) nagrzanie wygiętego już ogniwa do temperatury, odpowiedniej do spawania.

Bez użycia odpowiednich pieców metal w ogólności nagrzewa się nierównomiernie od powierzchni do środka. Dla pierwszej z powyżej przytoczonych czynności, odbywającej się w temperaturze niższej od tej, w której zachodzą zmiany w ustroju metalu, ta nierównomierność jest bez znaczenia. Przeciwnie ma się rzecz co do drugiej czynności: chodzi tu o osiągnięcie takiej temperatury, żeby spójnienie metalu we wszystkich jego częściach było doskonałe. To się zaś da osiągnąć jedynie przy równomiernym nagrzaniu metalu w całym przekroju. Do tego służą dziś specjalne piece. Wielkie usługi oddają również badania metalograficzne: zapomocą wykresów można uwidocznić wszystkie zmiany wewnętrzne, jakie dany metal przechodzi w czasie nagrzewania i studzenia.



Rys. 2—5. Kształty kolejne ogniwa, wyrobionych metodą Bakera.

Przechodząc do przeglądu maszynowej fabrykacji łańcuchów, należy zaznaczyć, że polega ona na nawijaniu okrągłego żelaza odpowiedniej średnicy na pewien rodzaj wałka o przekroju podługowatym. W ten sposób otrzymuje się rodzaj spirali, którą następnie tnie się na specjalnej maszynie na oddzielne ogniwa. Materiał musi być taki, żeby się dał giąć na zimno bez uszkodzenia. Przygotowane w ten sposób ogniwa najpierw się wyżarza dla usunięcia powstałych nateżeń wewnętrznych, a następnie nagrzewa się do temperatury spawania. Samo spawanie uskutecznia się z pomocą młota pedałowego, przyczem robotnik wykonywa tę robotę z użyciem odpowiedniej podbijki (matrycy), uderzając naprzemian to młotkiem ręcznym, to mechanicznym.



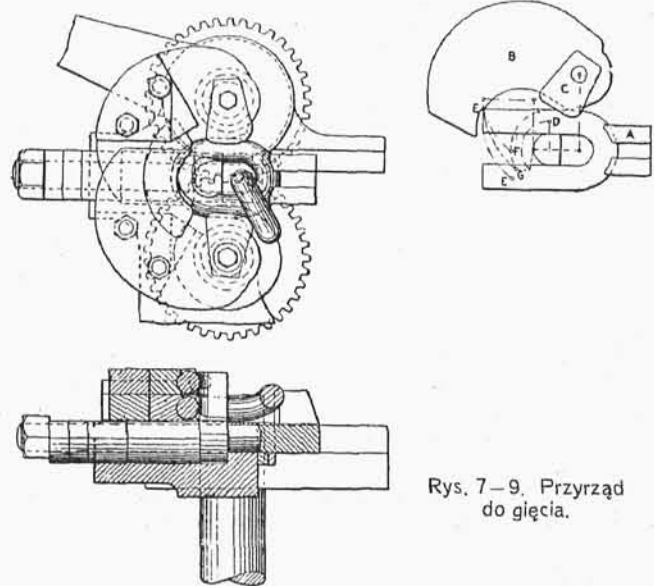
Rys. 6. Widok ogólny maszyny w planie.

Z opisanego sposobu wyrobu łańcuchów (gięcie i spawanie) wynika, że muszą one mieć bardzo nierównomierną strukturę wewnętrzną. Nadto skutkiem zginania włókien, jeśli nie przedsięwziąć specjalnych środków ostrożności, powstają mniejsze lub większe zwichnięcia przekroju, co stanowi nową przyczynę słabości łańcucha.

Próbowano zapobiedz tym różnym brakom przez odwalcowywanie sztab żelaza na łańcuchy w ten sposób, żeby miejsca przeznaczone do spawania w ogniwa posiadały zgrubienie. Pomijając wielkie trudności, jakie następuje walcowanie takich sztab, potrzebowałyby jeszcze posiadać cały zapas specjalnych walców, stosownie do różnej grubości ogniwa łańcuchowych.

Metoda obmyślona przez Bakera ma usunąć powyższe

trudności drogą odpowiedniego skręcania włókien. Rys. 2 do 5 wyobrazają ogniwo łańcuchowe w różnych fazach wytwarzania. Rys. 2 przedstawia element ogniwa zgrubiony na końcach, przeznaczonych do spójnienia. Rys. 3 wskazuje tenże element po zamknięciu ogniwa. Widać tu bardzo znaczne



Rys. 7—9. Przyrząd do gięcia.

zgrubienie metalu w miejscu, w którym ma się odbyć spójnienie. Rys. 4 uwidoczniła ogniwo po spójnieniu, które po próbie na rozzerwanie przyjęło kształt, przedstawiony na rys. 5.

Maszyna, służąca do wyrobu tym sposobem łańcuchów, przedstawiona jest w planie na rys. 6, a części maszyny, służące do gięcia ogniwa, uwidocznione są na rys. 7 do 9.

Na rys. 7 widać pałązek ogniwa w kształcie lit. U, opierający się o podpórkę A. Szczotka B, działając na koniec E pałązka, zagina go. Ponieważ zaś jednocześnie piasek (zapadka) C, osadzony na szczotce B, nie pozwala na cofnięcie się ogniwa (pałązka) wstecz, a zatem na jego odkształcenie w tej części, koniec E przy zginaniu odciąga się nieco i służy następnie wraz z drugim końcem do zgrubienia przekroju w miejscu, w którym się ma odbyć spawanie, jak to widać z rys. 3. Maszyna zaopatrzona jest w dwa symetryczne przyrządy, tak iż jednocześnie uskutecznia się zaginanie obydwóch końców pałązka ogniwkowego. Spawanie dokonywa się w formie A (fig. 8).

Jednakże, gdy ogniwa mają posiadać bardzo duże wymiary, okazuje się rzeczą konieczną używać na ogniwa sztab kształtu, przedstawionego na rys. 10.



Rys. 10. Kształt sztaby żelaznej na duże ogniwa.

### Nowy dworzec centralny w Nowym Jorku.

Dla obsługi dwóch wielkich sieci kolejowych: The New-York Central and Hudson River Railroad i The New-York, New-Haven and Hartford Railroad został wybudowany przez towarzystwo tych dróg i oddany niedawno całkowicie do użytku publicznego dworzec centralny, który jest dziś największym w świecie tak co do swych rozmiarów monumentalnych, jak i co do ogromu ruchu, jaki się w nim skupia.

Z powodu niemożliwości rozszerzenia starego dworca skutkiem nadmiernej drożyzny placów w śródmieściu, gdzie jest położony ten dworzec, rozwiązano zadanie w ten sposób, że zbudowano dwa piętra podziemne, na których ułożono torry. 25 torów piętra (dworca) dolnego przeznaczone jest dla ruchu podmiejskiego, gdy 24 torry piętra górnego obsługują ruch pociągów zamiejscowych. Pociągi są wpuśczone na właściwe linie zapomocą olbrzymiej centralizacji zwrotnic, posiadającej 400 dźwigni do obsługi torów dla pociągów podmiejskich i 360 dźwigni dla pociągów zamiejscowych.

Tory skrajne łączą się z sobą zapomocą objazdów (łuków), tak iż pociągi przychodzące bez cofania przechodzą na torry odjazdowe po drugiej stronie dworca lub też do remizy.

Skutkiem takiego urządzenia unika się unieruchomienia linii dla zmiany maszyn i zestawiania pociągów.

Sam budynek dworca ma architekturę monumentalną. Dostęp do niego urządzony jest na trzech różnych poziomach. Najpierw liczne galerie w podziemiu łączą dolny dworzec z liniami podziemnej kolei miejskiej. Największa część podróżnych (do 100 000 dziennie) odpływa właśnie przez te galerie (ruch podmiejski). Następny wyższy poziom stanowi ulica 42-a, na którą prowadzą liczne otwory również z podziemia fasady głównej. Wreszcie trzeci poziom tworzy ogromny taras przed otworem, urządzony do jazdy. Taras ten ma komunikację zapomocą wiaduktu nad ulicą 42-a z „Park Avenue”, idącą prostopadle do dworca i przecinającą ulicę 42-a pod kątem prostym. Ten podwójny dojazd, w dwóch prostopadłych kierunkach, znakomicie ułatwia ruch, jaki panuje około tak olbrzymiego dworca.

Dworzec ten obejmuje 32 ha powierzchni. Długość torów ułożonych na dworcu, wynosi 54 km. Na torach tych może się pomieścić 1054 wagonów osobowych. W podziemiu dworzec ma 223,5 m długości, 136,5 m szerokości i 135 m głębokości, w poziomie zaś ulicy—201,75 m długości i 93 m szerokości. Wysokość budynku ponad poziomem ulicy wynosi 45 m.

Budynek jest zbudowany systemem amerykańskim: posiada szkielet żelazny, wypełniony cegłą.

Dla uprzytomnienia ogromu wykonanej pracy niech posłużą jeszcze liczby następujące: Całkowity wykop wyniósł 2 500 000 m<sup>3</sup> ziemi, z czego 1 500 000 m<sup>3</sup> w skale. Do robót betonowych zużyto pół miliona beczek cementu. Na sklepienie pod szyny górne wyszło 53 000 t stali; obszar pokryty wynosi około 15 ha. Na budowę różnych mostów nad przeciętami ulicami, wiaduktów i budowli zużyto blisko 120 000 t żelaza.

Charakterystyczną cechą tego dworca stanowi prawie całkowity brak schodów, które zastąpiono przez pochylnię, co znacznie ułatwia chodzenie dla osób starszych i dzieci.

Do przewożenia bagażów służą platformy ruchome, przesuwane z prędkością około 60 m na min. Bagaże wyładują się z brankardów wprost na te platformy, które je wiozą do sal rozdzielczych. Bagaże, przyjmowane do wysłania, są przewożone na samojazdach, które windami są podnoszone na właściwy peron. Cała manipulacja od przyjęcia do wysłania nie zajmuje więcej nad 5 min. czasu.

Przebudowa dworca trwała lat 10, przyczem ruch nie był wcale przerwany. Roboty wykonywano wykopami podłużnymi. Skoro tylko jeden pas terenu został uwolniony przez zburzenie budynków, natychmiast urządzano tory dla ruchu na obydwóch piętrach.

## Z TOWARZYSTW TECHNICZNYCH.

**Stowarzyszenie Techników w Warszawie.** *Sprawyozdanie z posiedzenia technicznego, odbytego w d. 7 listopada r. b.*

Po przyjęciu protokołu z posiedzenia poprzedniego, odczytano pytanie wyjęte ze skrzynki, a dotyczące się dostępnego podręcznika wytrzymałości materiałów w języku niemieckim lub polskim.

W dyskusji wskazano na książki niemieckie Krügera, L. Hummela i wreszcie P. Stephana, z których ostatnia tłumaczona jest na język polski. Następnie przystąpiono do wysłuchania referatu inż. W. Paszkowskiego.

### O żelazo-betonie na wystawach w Lipsku i we Wrocławiu.

Zatrzymawszy się pokrótce na opisie wystawy budowlanej lipskiej i jej eksponatów w omawianej dziedzinie, prelegent zaznaczył pewną chaotyczność w układzie samej wystawy i zbyt pobieżne traktowanie niektórych ważnych dziedzin stosowania żelbetu i betonu, natomiast podkreślił doskonałość maszyn niemieckich do prób materiałów budowlanych i przyrządów do mierzenia drobnych odkształceń, jak również zasługi niemieckich uczonych i inżynierów na tem polu.

Znamienną nowość w żelbetnictwie ostatniej doby stanowi stosowanie żeliwa (żelaza lanego) w połączeniu z uzwojonym betonem, jako uzbrojenia ustroi ściskanych, a więc słupów i łuków. Sposób ten, pomyślany przed kilku laty i badany przez prof. Empergera w Wiedniu, dał już wyniki tak korzystne, że na wystawie zbudowano most łukowy o rozpiętości 42,4 m z tej nowej kombinacji

materiałów, a w ostatnich czasach kolumny żeliwno-żelbetowe są stosowane przy budowie domu wielopiętrowego w Wiedniu.

Prócz korzyści oszczędnościowych, jakie stąd wynikają, można kosztem cieniokiego rdzenia żeliwnego, pomieszczonego wewnątrz betonowej kolumny uzwojonej, znacznie zmniejszyć jej średnicę, zyskując miejsce zwłaszcza na dolnych piętrach wysokich budynków, co pozwoli na wznoszenie jeszcze wyższych gmachów żelbetowych, niż dotychczas, oraz na stosowanie mostów łukowych o znacznie większej, niż dotychczas rozpiętości.

Na szczególną uwagę ze stanowiska konstruktora i architekta zasługują trzy, niejako popisowe, budynki żelbetowe wzniesione ostatnio w Niemczech, a więc: „hale betonowe“ na wystawie lipskiej, dworzec centralny lipski oraz hala koncertowa na wystawie we Wrocławiu. Szczegółowe rozpatrzenie konstrukcji tych trzech budynków wykazuje, że twórcy w każdym z tych wypadków kierowali się inną zasadą stosowania żelbetu i stworzyli trzy budynki zupełnie odmiennego typu, lecz każdy z nich jest imponujący i piękny w swoim rodzaju. Jedyną ich wspólną cechą jest wrażenie lekkości jakie na widza wywierają. Wskazuje to na niezwykle obszerny zakres stosowania i na niemal nieograniczone możliwości, jakie ten materiał w budownictwie otwiera, a jednocześnie tłumaczy to zauważoną trudność w postawieniu jakiejś ogólnej zasady, prócz mechaniki, w twórczości żelbetowej—a więc i w stworzeniu stylu w budownictwie żelbetowym. C. S.

## KRONIKA BIEŻĄCA.

**Budowa drugiego tunelu Simplonkiego,** zaprojektowanego jednocześnie z pierwszym i równoległe do niego w odległości 17 m (od środka do środka) została rozpoczęta pod koniec roku zeszłego. Długość nowego tunelu wyniesie 12 825 m, będzie on zatem nieco dłuższy od pierwszego. Do robót przystąpiono z obydwóch końców jednocześnie; na północy od Brieg, a na południu od Iselle. Roboty od północnej strony postępują różnie. Pod koniec sierpnia r. b. było już wybitych razem z obydwóch końców 2822 m, a obmurowanych 1781 m. Jest nadzieja, że o ile nie zajdą jakieś nieprzewidziane okoliczności, cała budowa będzie ukończona w ciągu 4, najdalej 6 lat.

**Rury krzemowe.** Według *The Iron Trade Review*, Carborundum Co. w St. Zjedn. Ameryki Półn. podjęła próbę odlewania rur ze względnie bardzo czystego krzemu, bo zawierającego nie więcej ponad 2—10% zanieczyszczeń, składających się głównie z żelaza i glinu. Krzem przygotowuje się w piecach elektrycznych. Rury takie używane są do odprowadzania kwasów mineralnych, na których działanie krzem jest odporny. Ścianki tych rur, ze względu na małą wytrzymałość krzemu, otrzymują bardzo znaczną grubość. Lekkość zatem krzemu, z ciężarem właściwym 2,5—2,6, okazuje się tu bardzo korzystna. Dalsze próby fabrykacji tak pod względem technicznym, jak i kosztów wytwórczości wykazały, czy rury te dadzą się używać również i do innych celów.

**Ruch w kanale Suezkim w r. 1912** przedstawia się dla Towarzystwa nader korzystnie, gdyż przyniósł nadzwyczaj duże dochody, największe ze wszystkich dotychczasowych, chociaż w tym roku nastąpiło obniżenie taryfy przejazdowej. Oto kilka liczb z lat ostatnich:

| Rok  | Liczba okrę-<br>tów | Zawartość okrę-<br>tów w tonnach | Przychód we fran-<br>kach |
|------|---------------------|----------------------------------|---------------------------|
| 1912 | 5373                | 20 275 120                       | 132 929 341               |
| 1911 | 4969                | 18 324 794                       | 131 035 232               |
| 1910 | 4533                | 16 581 898                       | 127 203 295               |
| 1900 | 3441                | 9 738 152                        | 87 278 481                |
| 1883 | 3307                | 5 775 862                        | 60 558 489                |

Wliczywszy nadto z różnych innych ubocznych źródeł płynące dochody, otrzymamy ponad powyższy dochód z transportu jeszcze kilkumilionową zwyżkę, tak, że sumaryczny przychód Towarzystwa w r. 1912 przynosi 139 922 639 fr., w czem czysty dochód 92 197 015 fr. Jako dywidenda przypada do rozdziału 87 292 957 fr. Z tego otrzymują akcjonariusze 71%, rząd egipski 15%, założyciele 10%, 32 dyrektorów i personel przedsiębiorstwa 2%. Stale wzrastająca wielkość i pojemność okrętów zmusza konsorcjum kanałowe do przeprowadzania dalszych robót. Obecnie jest w biegu pogłębienie kanału do 12 m, rozszerzenie łóżyska i poprawienie krzywizn. Na te roboty wydano w 1912 r. 8346 080 fr., przez co kapitał zakładowy kanału Suezkiego wzrósł obecnie do 670 379 641 franków.



# ARCHITEKTURA.

## Z wystawy budowlanej w Lipsku (1913 r.).

(Ciąg dalszy do str. 607 w № 46 r. b.)

**B**udynek saskiej opieki nad zabytkami ojczyznymi (arch. Schmidt) (rys. 1 punkt 32) wykazuje kulturalną i uwięzioną powodzeniami działalność tej pożytecznej instytucji na licznych przykładach.

Nieco dalej w bliskości alei lipowej idzie wystawa saskiego zarządu krajowego (rys. 1, punkt 21) w hali „Sachsen“, z przedstawieniem komunikacji wodnej i lądowej: regulacja strumieni, uchwyty wód w dolinach, budowa dróg i mostów. Ministerstwa spraw wewnętrznych oraz robót publicznych wystąpiły z budowlami szkolnymi, zakładami leczniczymi oraz małymi i wielkimi budowlami rządowymi. Następnie zasługują na uwagę liczne modele hal dworców kolejowych. Również seminarium dla budowy miast przy Politechnice Drezdeńskiej znalazło tutaj poczesne miejsce, wystawiając wielką liczbę starannie wybranych prac na tem polu.

Wysoko położona hala po drugiej stronie ulicy 18 października zawiera „architekturę XX wieku“ (rys. 1, punkt 23, arch. Weidenbach i Tschammer). Zebrane tutaj rysunki, modele i projekty posegregowane są według poszczególnych miast i architektów. W oczy rzuca się tutaj przede wszystkim model katedry strasburskiej, koło której pokazane są nieprzeliczone odpowiednie studia konserwatorskie. Dalej widnieje model teatru Helbiga z Monachium, projekt muzeum prowincjonalnego dla Halli arch. Kreisa, projekt krematorium dla Drezna arch. Schumachera. Z kościołami wystąpili arch.: Pützer, Schilling i Gräbner, Kurz, Bitzan i inni. Z miast wzięły udział w wystawie następujące: Chemnitz, Wiesbaden, Elberfeld, Magdeburg, Schöneberg, Barmen, Cassel, Kiel, który wystawił swój nowy ratusz. Wydział budowlany zarządu Alzacy i Lotaryngii wystawił budynek zarządu głównego oraz interesujący konkurs na kościół dla małych gmin.

Tuż koło przedniego pawilonu przegląda się w wodzie pawilon miasta Drezna (rys. 6 i rys. 1 punkt 22, arch. Hempel). Odznacza się on swą po części z piaskowca wykonaną fasadą oraz swymi ubikacjami ozdobnymi z wyposażeniem o dużej wartości. Główne pomieszczenie zawiera prace z dziedziny budownictwa miejskiego. Do niego przytykają wystawy wybitniejszych architektów drezdeńskich, różne wnętrza, wykonane przez firmy drezdeńskie oraz wystawa drezdeńskiego stowarzyszenia sztuki stosowanej. Nieco dalej niewielki zbiór stowarzyszenia miłośników sztuki kościelnej w Królestwie Saskim, witraże, malowanie ścian oraz prace rzeźbiarskie.

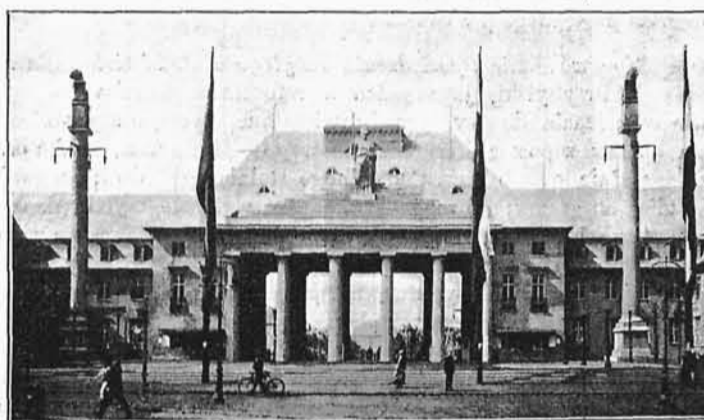
Rozłożysta hala poza domem drezdeńskim zawiera „hygieniczne urządzenie budowlane“ (rys. 1, punkt 6 arch. Poser). Jako uzupełnienie tego działu jest wystawa szpitalna w pawilonie, który szklaną półkolistą salą operacyjną wykazuje swe przeznaczenie (rys. 1 punkt 25, arch. Voggenberger). Wewnątrz dostajemy się do sali przyjęć, zaprojektowanej jako miejsce zebrań towarzyskich dla zamkniętego zakładu leczniczego, następnie przez poczekalnię oraz pracownię dla lekarza specjalisty, do oddziału kuchennego dla szpitala, do ubikacji dla różnych zabiegów leczniczych oraz do sali operacyjnej z jej ubikacjami pomocniczymi. Wszystkie pomieszczenia są zbudowane z najnowszych do tego celu materiałów właściwych dla szpitali, klinik i sanatoryjów.

Wielka hala przemysłowa (rys. 1 punkt 1, 2, 3, i rys. 3, arch. Weidenbach i Tschammer) z 30 000 m<sup>2</sup> powierzchni zabudowanej zawiera w sobie trzy wielkie działy: sztukę budowlaną, sztukę zdobnictwa wewnętrznego oraz materiały budowlane. Dział sztuki budowlanej zawiera w sobie różności z dziedziny miernictwa, inżynierii i architektury. Dział materiałów budowlanych daje przegląd naturalnych i sztucznych materiałów z kamienia, drzewa, korka, asfaltu, betonu, gliny i metalów. Dalej idą szu kat stosowana i przemysł artystyczny, o ile mają związek z budownictwem.



Rys. 3. Część środkowa pawilonu głównego.

Arch. Weidenbach i Tschammer w Lipsku.



Rys. 4. Wejście główne z zewnątrz i wewnątrz widziane.

Właściwą halą dla budownictwa, jako nauki, jest hala betonowa, zamykająca aleję Lipową (rys. 1, punkt 7 i rys. 5). Dzieli się ona na wielką ubikację kopułową, która zawiera bogatą wystawę z dziedziny budownictwa betonowego, oraz na trzy skrzydła. Prawe skrzydło zawiera w sobie wystawę miasta Lipska, lewe skrzydło na lewo od wejścia wystawę działu naukowego z dodatkowymi wystawami poszczególnych państw. Tylne skrzydło zawiera większą wystawę sztuki, mianowicie obrazy i rzeźby pod nazwą „lipskiej wystawy dorocznej“. Kopuła oraz oba skrzydła boczne zo-

stały wykonane według projektu prof. Kreisa. Pawilon ten ma stać się w przyszłości halą do uroczystości dla Lipska w parku, który ma się rozciągać u stóp pomnika bitwy narodów na miejscu terenu wystawowego. Kopuła tej hali spoczywa na 16 kolumnach żelazno-betonowych i składa się

z 16 żeber, które w dole opierają się w obręczy rozciągającej, zaś w górze są związane obręczą ściskającą. Pomiędzy żebrami są umocowane obręcze łączące, na których spoczywa płyta żelazno-betonowa grubości 8 cm.

(C. d. n.)

Wł. Wróbel, arch.

## RUCH BUDOWLANY I ROZMAITOŚCI.

### Sprawozdanie z posiedzenia Koła Architektów odbytego w d. 7 listopada r. b.

Po odczytaniu protokołu i odłożeniu dyskusji na temat tynkowania domów (dla braku przygotowanych materiałów) na następne posiedzenie, zajęto się załatwieniem spraw bieżących:

Na życzenie Komitetu wystawy: „Światło, ruch i ciepło“ obrano pp. Graviera i Wójcickiego do grona sędziów przy ocenie wystawionych okazów, oraz na propozycję zarządu projektowanej wystawy przemysłowo-rzemieśniczej w Warszawie pp. Przybylskiego i Szyllera; jako zastępcy p. Jul. Kłosa. Jednocześnie uchwalono aby delegaci nasi zaproponowali najdogodniejszy teren dla wystawy—plac mieszczący się na pobrzeżu Wisły (strona warszawska) na przestrzeni od starego do nowego mostu. Miejsce to z wielu względów uważać należy za najlepsze i wpłynęłoby na szybsze utworzenie projektowanych plantacji bulwarowych. Zgodnie z życzeniem p. Czosnowskiego wniosek jego o utworzeniu wydziału przy Kole Architektów pod nazwą: „T-wo Opieki nad dobytami teraźniejszości“ uchwalono podać na porządek dzienny następnego posiedzenia. Także propozycję Tow. Artystycznego w Warszawie w sprawie utworzenia sekcji architektonicznej odłożono do następnego posiedzenia.

### Sprawozdanie z posiedzenia odbytego w d. 14 listopada r. b.

P. Przybylski, jako jeden z referentów komisji w sprawie tynkowania domów, przedstawił dane, dotyczące się obliczania domów zapomocą kamienia ciosowego—piaskowca. Jako przykład podaje gmach Tow. Centralnego Rolniczego, do którego lice od ulicy od gżemu głównego do chodnika wyłożone będzie piaskowcem. Cena 1 m<sup>2</sup> fasady tej, bez potrącenia otworów, łącznie z ornamentacją rzeźbioną wynosić będzie 21 rb. 50 kop. Gdyby zamiast tła kamiennego, dać wyprawę np. półcementową, obramienia zaś, rzeźby i gżemy, łącznie z portalem, wykonać z kamienia, to 1 m<sup>2</sup> takiej fasady kosztowałoby 11 rb. 50 kop. W konkluzji referent przyszedł do przekonania, że w wielu wypadkach możnaby z powodzeniem wprowadzić kamień ciosowy do obliczania domów lub conajmniej do obramień i gżemów, co nadałoby budowlom naszym charakter bardziej monumentalny i jednocześnie przyniosło dużą oszczędność na późniejszym remoncie. Drugi z kolei referent p. Jankowski przedstawił dane o obliczaniu cegłą cementową. Materiałem posłużyły domy przy alejach Róż i Szucha, wykonane przez biuro pp. Lilpopy i Jankowskiego. 1 m<sup>2</sup> takiego obliczania, łącznie z tłami tynkowymi nad oknami, bez rzeźb, uczynił około 1 rb. 30 kop., bez potrącenia otworów; natomiast przy użyciu terrazitu 1 m<sup>2</sup> kosztował 2 rb. 40 kop., również bez potrącenia otworów. Ponieważ pozostali referenci pp. Piotrowski i Domaniewski byli nieobecni, przeto dalsze rozwinięcie sprawy tynkowania odłożono do następnego posiedzenia.

P. Czosnowski, odkładając podane na porządku dziennym dyskusje na temat utworzenia wydziału opieki nad dobytami teraźniejszości, poruszył projekt utworzenia samodzielnego stowarzyszenia „Koła Architektów“ z siedzibą w domu książąt Mazowieckich. W tym celu p. C. naszkicował projekt układu pomieszczeń dla przyszłego Koła na 3-em piętrze pomienionego domu. Czynsz roczny, po odtrąceniu dochodu z ewentualnie odnajmowanej części piętra, wyniosłby około 900 rb. W konkluzji p. C. proponuje nawiązanie pertraktacji w celu wynajmu. Ponieważ sprawa, poruszona przez p. C., była już na porządku dziennym Koła z uchwałą, aby dawne prezydium zajęło się opracowaniem ustawy Koła, przeto wniosek p. C., jako analogiczny z uchwałą, został w ten sposób rozszerzony, że postanowiono niezwłocznie przystąpić do opracowania ustawy dla zalegalizowania jej—i w tym celu następne posiedzenie winno być poświęcone opracowaniu ustawy. Pp. Czosnowskiego, Kłosa i innych kolegów proszono o dostarczenie danych, dotyczących się ustaw pokrewnych stowarzyszeń w kraju i za granicą.

P. przewodniczący odczytał list od Warsz. Tow. Artystyczne-

go, w którym proponują utworzenie wydziału architektonicznego przy Tow. Artystycznym, złożonego z członków Koła. Po dyskusji Koło uchwaliło propozycję tej odmówić z uwagi na to, że w obecnym nielicznym składzie architektów zorganizowanych wszelkie rozbicie się na inne wydziały byłoby niepożądane dla Koła.

Na skutek zawiadomienia przez Redakcję Przeglądu Technicznego o ustąpieniu z dniem 1 stycznia r. p. obecnego kierownika działu architektonicznego w Przeglądzie, p. H. Stifelmana, Koło przyjęło to do wiadomości, jednocześnie zaś, zgodnie z życzeniem Redakcji, powiadomiło kolegów, aby ci, którzy życzą sobie prowadzić dział „Architektura“, złożyli swoje oferty w Redakcji Przeglądu. Niezależnie od tego, biorąc pod uwagę wielkie zasługi p. Stifelmana, położone dla piśmiennictwa architektonicznego i mając obawę, czy uda się znaleźć odpowiedniego kierownika, postanowiło zwrócić się do Redakcji z prośbą o postaranie się zatrzymania nadal p. Stifelmana na stanowisku kierownika działu „Architektura“.

Odezwę stałego komitetu Wszelchrosyjsk zjazdów Arch. po odczytaniu uchwalono przesłać delegatom naszym od wspomnianych zjazdów, aby łącznie z prezydium omówili sprawę w odezwie poruszone.

Propozycję p. Wład. Michalskiego wypowiedzenia odczytu na temat kwestyi mieszkaniowej w Anglii przyjęto nader życzliwie i postanowiono postawić na porządek dzienny następnego posiedzenia.

W. J.

### Sprawozdanie z posiedzeń Wydziału Konserwatorskiego Tow. Op. n. Zab. Przeszł.

XXXVIII posiedzenie z d. 2 września r. 1913 (obecnych osób 15).

1) *Kościół w Siennie*. Komisja do oceny projektów rozpatrzyła złożone przez pp. Dziekońskiego i Sosnowskiego szkice na powiększenie tego kościoła, przyznając pierwszeństwo szkicowi № 2 p. Sosnowskiego, który pod względem konserwatorskim najlepiej rozwiązał to wyjątkowo trudne zadanie; zachowuje on nietkniętym piękne sklepienie z XV w. w nawie istniejącego kościoła, czego w innych szkicach nie dało się osiągnąć, wobec czego komisja poleciła do wykonania pomieniony szkic, zastrzegając szereg zmian w rozplanowaniu nowej części kościoła. Wydział zaakceptował opinię komisji i uprosił p. Sosnowskiego o opracowanie nowego szkicu z uwzględnieniem uwag komisji i przedstawienie go na następnym posiedzeniu.

2) *Kazimierz n. W.* Odczytano list p. Witkiewicza z zawiadomieniem o rozpoczęciu robót konserwatorskich w kamienicy pod św. Krzysztofem; na poruszone w nim kwestye konserwatorskie postanowiono odpowiedzieć, udzielając odnośnych wskazówek.

3) *Trybunał w Lublinie*. Na skutek otrzymanej wiadomości o zamierzonym przez miasto odnowieniu gmachu Trybunału, postanowiono uprosić p. Wiśniowskiego o interwencję w tej sprawie u władz miejskich w Lublinie.

4) *Kościół po-cysterski w Łądzie*. Ponieważ doszło do wiadomości Wydziału, iż władze udzieliły pozwolenia na zbieranie składek celem restauracji tego kościoła, zwłaszcza zaś fresków w wielkiej kopule i dachu miedzianego, i przewidziane w programie roboty mają być niezadługo rozpoczęte, postanowiono zwrócić się do Komitetu archeologiczno-budowlanego we Włocławku z prośbą o bliższe informacje i powierzenie T-wu kierownictwa robót restauratorskich.

5) *Baszta w Wyszyńcu* (pow. Koniński). P. Romocki, inż. pow. Konińskiego zakomunikował spotkanym w Koninie delegatom Wydziału, iż cenna pod względem architektonicznym baszta, jedyna pozostałość po dawnym zamku w Wyszyńcu, pozbawiona opieki i konserwacji, zapada w ruinę, czemu zapobiedz nie może wydany przez Komisję Archeologiczną w Petersburgu zakaz burzenia. Postanowiono zwrócić się do p. Romockiego z prośbą o nadesłanie materiałów i bliższych informacji, dotyczących baszty, aby móżd stosownie do jej wartości i stanu obmyśleć akcję ratunkową. J. K.

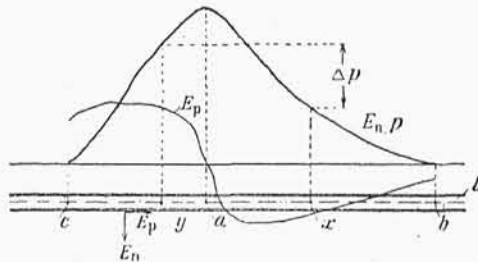
# ELEKTROTECHNIKA.

## Ochrona od zwyżki napięcia w teorii i praktyce.

W obszernym artykule, zamieszczonym w szeregu zeszytów *Elektrotechnik & Maschinenbau* od Nr. 46 z roku zeszłego, do Nr. 4 z roku bieżącego, E. Pfiffner, inżynier z Budapesztu, przedstawił dość szczegółowo działanie przyrządów, zabezpieczających sieć, transformatory i maszyny od uszkodzeń, wywołanych zwyżką napięcia od ładunków statycznych lub fal elektromagnetycznych.

Tutaj podaję zwięzłe streszczenie tych artykułów. W części pierwszej znajdujemy podstawy teoretyczne, a w drugiej objaśnienie działania przyrządów ochronnych w związku z wynikami, osiągniętymi w praktyce.

Większość przyrządów ochronnych zmniejsza tylko zwyżkę napięcia między przewodami lub między poszczególnym przewodem a ziemią; nie zabezpiecza jednakże od skoków napięcia wzdłuż przewodu; skoki te mogą wywołać przebicie cewek transformatorów lub maszyn elektrycznych między poszczególnymi zwojami.



Rys. 1

Jak wiadomo, izolacja między zwojami cewek zwykle nie jest obliczona na pełne napięcie, jakie posiadają główne przewody doprowadzające prąd; jest ona o wiele słabsza i z tego względu może być łatwo przebita.

Postaramy się to bliżej wyjaśnić.

Na rys. 1 widzimy linię fali elektrycznej, biegnącej wzdłuż przewodnika *l*. Krzywa ta przedstawia rozkład potencjału wzdłuż przewodnika.

Jak widzimy, różnica potencjałów między poszczególnymi punktami przewodnika jest rozmaita, np. między punktami *y* i *x* wynosi ona  $\Delta p$ .

Otóż, o ile punkty te wypadną w zwojach cewki nad sobą, a izolacja nie wytrzyma napięcia  $\Delta p$ , to cewka zostanie uszkodzona.

Stąd wnioskujemy, iż dla ochrony maszyn i transformatorów należy dbać o ograniczenie spadku napięcia wzdłuż przewodnika.

Przyrządy ochronne od zwyżki napięcia winny spełniać dwojaką funkcję:

- 1) ograniczać różnicę potencjałów między przewodami, oraz między nimi a ziemią;
- 2) poza tem zmniejszać spadek potencjału wzdłuż samego przewodnika, odmieniając stosownie kształt czoła fali elektrycznej.

Ażeby zrozumieć dokładniej, jakim warunkom powinny czynić zadość przyrządy ochronne, należy zapoznać się z odbiciem fal postępowych przy wejściu do oporów omowych i indukcyjnych oraz do kondensatorów.

**Fale elektryczne w ruchu.** Na rys. 2 widzimy krzywą  $f(x)$  fali elektromagnetycznej, która daje nam pojęcie o wielkości ładunku elektrycznego w każdym punkcie przewodnika. Jeżeli pojemność jest rozłożona wzdłuż przewodnika jednostajnie, to krzywa ta wyraża także wielkość potencjału. Ponieważ fala biegnie wzdłuż przewodnika z pewną stałą prędkością, krzywa jej wyraża również wielkość natężenia prądu.

Wprowadźmy następujące oznaczenia dla charakterystycznych stałych przewodów na jednostkę długości.

- $r_1$  — opór omowy,
- $g_1$  — przewodnictwo izolacji od ziemi,
- $L_1$  — współczynnik samoindukcji,
- $C_1$  — pojemność.

Poniżej rozpatrywać będziemy fale elektromagnetyczne takie, które w swym biegu nie zmieniają kształtu krzywej.

Warunkiem niezbędnym tej niezmienności jest stałość stosunku napięcia do prądu:

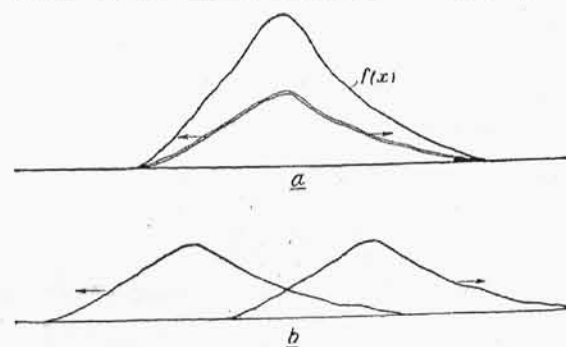
$$\frac{p}{i} = \text{const.}$$

Fale wędrują tak, że w każdej chwili straty energii, zarówno jak i energia do wytworzenia pola elektrycznego i magnetycznego są najmniejszosciami, to też złączywszy ten warunek z powyższym, łatwo da się wyprowadzić:

$$\frac{p}{i} = \sqrt{\frac{r_1}{g_1}} = \sqrt{\frac{L_1}{C_1}}$$

Warunkom tym fale wogóle nie czynią zadość, ale odchylenia od nich na przewodach prostolinijnych są nieznaczne. Przyjmijmy więc w naszych rozumowaniach, iż mamy do czynienia z falą o niezmiennym kształcie krzywej; potem przy wynikach postaramy się wprowadzić odpowiednie poprawki.

Dajmy na to, iż w pewnej chwili wytworzył się rozkład ładunku elektrycznego na przewodniku według krzywej na rys. 2-im. Jeżeli fala rozchodzi się, stosując się do prawa najmniejszych strat i najmniejszej energii, zawartej w polach elektrycznym i magnetycznym, to od miejsca, w którym wyzwała się ładunek, pobiegą wzdłuż przewodu w dwie strony fale o równych amplitudach. Jeżeli przewodnik jest nieskończenie długi, to obie fale zanikną z powodu jego oporu; jeżeli



Rys. 2.

zaś przewodnik posiada skończoną długość i na jednym z końców swych jest otwarty lub też zwarty na krótko, albo też przez opór, to fale będą się odbijały.

- 1) *Odbicie na otwartym końcu przewodnika.*

Na otwartym końcu przewodu mamy do czynienia z zupełnym odbiciem fal; fala prądowa odbija się i biegnie w odwrotnym kierunku, posiadając to samo napięcie, co i fala przychodząca. Na końcu więc przewodu otrzymujemy prąd = 0, napięcie zaś podwójne.

- 2) *Odbicie na krótkozwartym końcu przewodnika.*

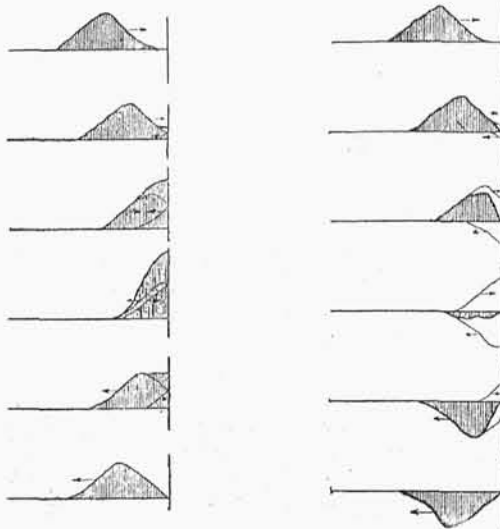
Na końcu przewodu krótkozwartego prąd fali przychodzącej odpływa w całkowitej wielkości. Napięcie tam równa się 0, musi więc powstać prąd dodatkowy, rozbrajający, tej wielkości, co i prąd fali przychodzącej. Siła elektromotoryczna dla obu prądów i tak zwany opór dla fal =  $\sqrt{\frac{L}{C}}$  są jednakowe.

Więc na końcu przewodnika krótkozwartego napięcie

<sup>1)</sup> Z tego wzoru widzimy, że  $\sqrt{\frac{L}{C}}$  odgrywa rolę oporu; jest to opór samoindukcji i pojemności dla fal.

odbije się ze znakiem odwrotnym, prąd zaś z tym samym znakiem.

Na rys. 3 i 4 widzimy odbicie fal napięciowych i prądowych w obu wyżej wskazanych wypadkach.



Rys. 3. Odbicie fal napięcia na otwartym końcu przewodu lub też odbicie fal prądu na krótko zwartym końcu przewodów.

Rys. 4. Odbicie fal napięcia na krótko zwartym końcu przewodów lub też fal prądu na otwartym końcu przewodów.

3) Odbicie fal przy szeregowym połączeniu przewodów między sobą, lub przy połączeniu przewodów oporem omowym.

Jeżeli opór jednego przewodu jest  $\sqrt{\frac{L_1}{C_1}}$ , a opór drugiego  $\sqrt{\frac{L_2}{C_2}}$ , to napięcie fali biegnącej wzdłuż pierwszego przewodu będzie się równało:

$$p_1 = i_1 \cdot \sqrt{\frac{L_1}{C_1}}$$

napięcie zaś fali przechodzącej na drugi przewód równa się:

$$p_2 = i_2 \cdot \sqrt{\frac{L_2}{C_2}}$$

Ponieważ opory dla fal są wielkościami stałymi, więc:

$$p_2 = p_1' + p_1$$

gdzie  $p_1'$  jest napięciem fali odbitej.

Nieprzerwalność prądu wymaga, aby:

$$i_1 = i_1' + i_2$$

Z tych dwóch równań, mając na względzie, że

$$i_1 = p_1 \sqrt{\frac{C_1}{L_1}}, \quad i_2 = p_2 \sqrt{\frac{C_1}{L_1}}, \quad i_1' = p_1' \sqrt{\frac{C_1}{L_1}}$$

otrzymamy napięcie fali odbitej:

$$p_1' = p_1 \cdot \frac{\sqrt{\frac{L_2}{C_2}} - \sqrt{\frac{L_1}{C_1}}}{\sqrt{\frac{L_1}{C_1}} + \sqrt{\frac{L_2}{C_2}}}$$

Napięcie zaś fali na drugim przewodzie równa się:

$$p_2 = p_1 \cdot \frac{2 \sqrt{\frac{L_2}{C_2}}}{\sqrt{\frac{L_1}{C_1}} + \sqrt{\frac{L_2}{C_2}}}$$

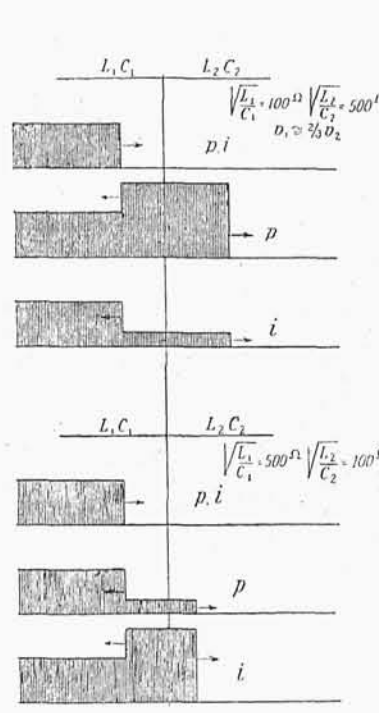
Jeżeli zamiast drugiego przewodu wstawimy opór omowy  $R$ , to otrzymamy:

$$p_1' = p_1 \cdot \frac{R - \sqrt{\frac{L_1}{C_1}}}{R + \sqrt{\frac{L_1}{C_1}}}$$

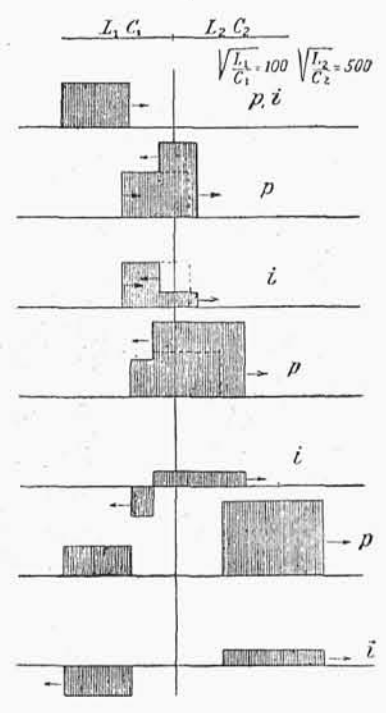
$$p_2 = p_1 \cdot \frac{2R}{R + \sqrt{\frac{L_1}{C_1}}}$$

Ostatnie równanie możemy zastosować do przyrządów ochronnych, zawierających opór omowy, połączony w szereg z przerwą iskrową.

Napięcie fali odbitej znika, gdy  $R = \sqrt{\frac{L_1}{C_1}}$ .



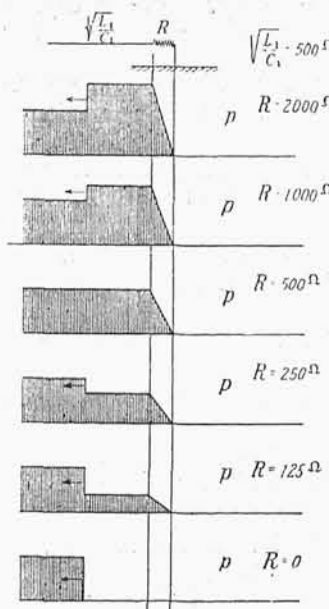
Rys. 5. Odbicie fali nieograniczonej w miejscu połączenia dwóch przewodów mających różne wartości stałych.



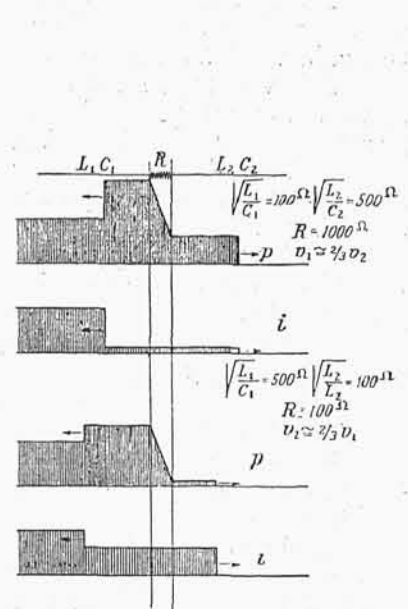
Rys. 6. Odbicie fali określonej długości w miejscu połączenia dwóch przewodów o różnych wartościach stałych.

Jeżeli dwa przewody: pierwszy i drugi, połączymy z sobą przez opór  $R$ , to otrzymamy na podobieństwo powyższych wyrazów dla fali odbitej:

$$p_1' = p_1 \cdot \frac{R + \sqrt{\frac{L_2}{C_2}} - \sqrt{\frac{L_1}{C_1}}}{R + \sqrt{\frac{L_1}{C_1}} + \sqrt{\frac{L_2}{C_2}}}$$



Rys. 7. Odbicie fal elektrycznych od końca przewodów połączonych oporem omowym.



Rys. 8. Odbicie fal od miejsca połączenia dwóch przewodów oporem omowym.

Dla napięcia fali w początku oporu

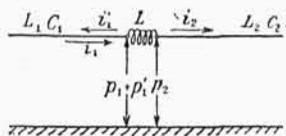
$$p_2 = p_1 \cdot \frac{2 \left( R + \sqrt{\frac{L_2}{C_2}} \right)}{R + \sqrt{\frac{L_1}{C_1}} + \sqrt{\frac{L_2}{C_2}}}$$

Pod oporem omowym  $R$  rozumiemy opór omowy, ześrodkowany w jednym punkcie, co jest praktycznie niewykonalne.

Opór wodny, albo też z carborundum mogą służyć tylko w pewnym przybliżeniu za takie opory.

Na rys. 5, 6, 7 i 8 jest przedstawiona fala elektromagnetyczna przy przejściu z jednego przewodnika na drugi i przy przejściu przez opory omowe.

**Przewody z pojemnością i samoindukcją ześrodkowaną w jednym punkcie.** W wyżej wymienionych wypadkach fale elektromagnetyczne nie zmieniały kształtu krzywej, a jeżeli zmieniały, to bądź co bądź w nieznacznym stopniu.



Rys. 9. Dławnik w szeregu z dwoma przewodnikami.

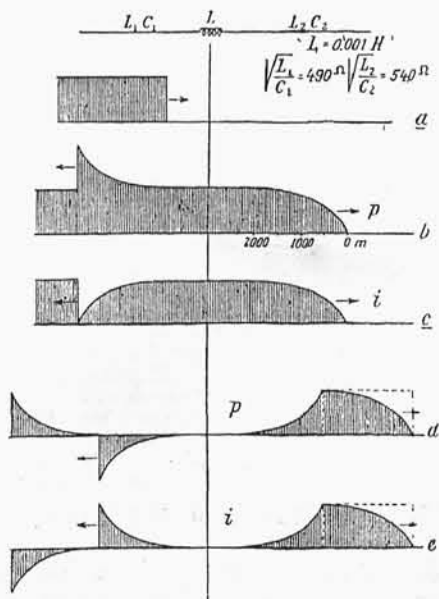
Przy przejściu przez pojemność i samoindukcję każda fala, oprócz sinusoidalnej, musi zmienić kształt krzywej, ponieważ na różne składowe harmoniczne, na które można rozłożyć falę o dowolnym kształcie krzywej, pojemność i samoindukcja wywierają różny wpływ. Wpływ samoindukcji i pojemności badać będziemy tylko w stosunku do fal posiadających prostopadłą formę czoła, takie bowiem fale, jako mające największy spadek napięcia wzdłuż przewodnika  $\frac{dp}{dx} = \infty$ , są dla nas najniebezpieczniejsze. Z drugiej zaś strony fale te najwięcej zmieniają kształt krzywej przy przejściu przez samoindukcję lub pojemność.

Rozpatrywać będziemy po kolei układy, które mają praktyczne zastosowanie.

**Układ I. (Rys. 9).**

Dławnik w szeregu z dwoma przewodami, posiadającymi równomiernie rozłożoną pojemność i samoindukcję.

Oznaczenia dla różnych wielkości przyjmujemy te same, co i w poprzednim wypadku.



Rys. 10. Odkształcenie fali przy przejściu przez opór indukcyjny.

Oczywiście tutaj

$$i = i_1' + i_2,$$

dla napięć zaś możemy napisać:

$$p_2 = p_1 + p_1' - \frac{L \cdot di_2}{dt}.$$

Z obu tych równań wyprowadzamy następujące równanie różniczkowe:

$$\frac{dp_2}{dt} + p_2 \cdot \frac{1}{L} \left( \sqrt{\frac{L_1}{C_1}} + \sqrt{\frac{L_2}{C_2}} \right) - 2 p_1 \frac{1}{L} \sqrt{\frac{L_2}{C_2}} = 0,$$

którego rozwiązanie daje wyniki następujące:

$$p_2 = 2 p_1 \cdot \frac{\sqrt{\frac{L_2}{C_2}}}{\sqrt{\frac{L_1}{C_1}} + \sqrt{\frac{L_2}{C_2}}} \cdot \left( 1 - e^{-\frac{1}{L} \left( \sqrt{\frac{L_1}{C_1}} + \sqrt{\frac{L_2}{C_2}} \right) \cdot t} \right)$$

$$i_2 = 2 p_1 \cdot \frac{1}{\sqrt{\frac{L_1}{C_1}} + \sqrt{\frac{L_2}{C_2}}} \cdot \left( 1 - e^{-\frac{1}{L} \left( \sqrt{\frac{L_1}{C_1}} + \sqrt{\frac{L_2}{C_2}} \right) \cdot t} \right)$$

$$p_1' = p_1 \left[ \frac{\sqrt{\frac{L_2}{C_2}} - \sqrt{\frac{L_1}{C_1}}}{\sqrt{\frac{L_1}{C_1}} + \sqrt{\frac{L_2}{C_2}}} + \frac{2 \sqrt{\frac{L_1}{C_1}}}{\sqrt{\frac{L_1}{C_1}} + \sqrt{\frac{L_2}{C_2}}} \cdot e^{-\frac{1}{L} \left( \sqrt{\frac{L_1}{C_1}} + \sqrt{\frac{L_2}{C_2}} \right) \cdot t} \right]$$

$$i_1' = p_1 \sqrt{\frac{C_1}{L_1}} \left[ \frac{\sqrt{\frac{L_2}{C_2}} - \sqrt{\frac{L_1}{C_1}}}{\sqrt{\frac{L_1}{C_1}} + \sqrt{\frac{L_2}{C_2}}} + \frac{2 \sqrt{\frac{L_1}{C_1}}}{\sqrt{\frac{L_1}{C_1}} + \sqrt{\frac{L_2}{C_2}}} \cdot e^{-\frac{1}{L} \left( \sqrt{\frac{L_1}{C_1}} + \sqrt{\frac{L_2}{C_2}} \right) \cdot t} \right]$$

Głównie interesuje nas spadek napięcia wzdłuż przewodnika  $\frac{dp_2}{dx} = \frac{1}{v} \cdot \frac{dp_2}{dt}$ , gdzie  $v$  jest prędkością biegu fali.

Ponieważ:

$$\frac{dp_2}{dt} = 2 p_1 \cdot \frac{\sqrt{\frac{L_2}{C_2}}}{L} \cdot e^{-\frac{1}{L} \left( \sqrt{\frac{L_1}{C_1}} + \sqrt{\frac{L_2}{C_2}} \right) \cdot t}$$

to otrzymamy największą wartość spadku napięcia przy  $t = 0$ . Spadek ten będzie:

$$\frac{d \cdot p_2}{d \cdot x} = \frac{2 p_1}{v} \cdot \frac{\sqrt{\frac{L_2}{C_2}}}{L}$$

Otrzymamy go na samym początku fali.

Na rys. 10 widzimy kształt fali, przechodzącej przez dławnik z samoindukcją  $L$ . Przy  $a$  widzimy fale prądu i napięcia przed przejściem przez samoindukcję, przy  $b$  i  $c$  fale nieograniczone napięcia i prądu po przejściu samoindukcji, a przy  $d$  i  $e$  fale, ograniczone z obu stron po przejściu samoindukcji.

**Układ II. (Rys. 11).**

Kondensator odgałęziony w punkcie połączenia obu przewodników.

W tym wypadku:

$$i_1 = i_1' + i_c + i_2,$$

dla napięcia zaś otrzymamy następujące równanie:

$$p_2 = p_1 + p_1'.$$

Zestawiając te dwa równania i uwzględniając, że:

$$i_c = C \cdot \frac{dp_2}{dt},$$

otrzymamy następujące równanie różniczkowe:

$$\frac{dp_2}{dt} + p_2 \frac{1}{C} \left( \sqrt{\frac{C_1}{L_1}} + \sqrt{\frac{C_2}{L_2}} \right) - \frac{2 p_1}{C} \cdot \sqrt{\frac{C_1}{L_1}} = 0.$$

Rozwiązanie tego równania jest następujące:

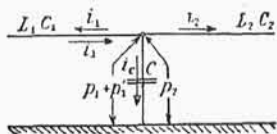
$$p_2 = 2 p_1 \cdot \frac{\sqrt{\frac{C_1}{L_1}}}{\sqrt{\frac{C_1}{L_1}} + \sqrt{\frac{C_2}{L_2}}} \cdot \left( 1 - e^{-\frac{1}{C} \left( \sqrt{\frac{C_1}{L_1}} + \sqrt{\frac{C_2}{L_2}} \right) \cdot t} \right)$$

$$i_2 = 2 p_1 \cdot \frac{\sqrt{\frac{C_1}{L_1}} \cdot \sqrt{\frac{C_2}{L_2}}}{\sqrt{\frac{C_1}{L_1}} + \sqrt{\frac{C_2}{L_2}}} \cdot \left( 1 - e^{-\frac{1}{C} \left( \sqrt{\frac{C_1}{L_1}} + \sqrt{\frac{C_2}{L_2}} \right) \cdot t} \right)$$

$$i_c = C \frac{dp_2}{dt} = 2 p_1 \sqrt{\frac{C_1}{L_1}} \cdot e^{-\frac{1}{C} \left( \sqrt{\frac{C_1}{L_1}} + \sqrt{\frac{C_2}{L_2}} \right) \cdot t}$$

$$p_1' = p_1 \left[ \frac{\sqrt{\frac{C_1}{L_1}} - \sqrt{\frac{C_2}{L_2}}}{\sqrt{\frac{C_1}{L_1}} + \sqrt{\frac{C_2}{L_2}}} - \frac{2\sqrt{\frac{C_2}{L_2}}}{\sqrt{\frac{C_1}{L_1}} + \sqrt{\frac{C_2}{L_2}}} \cdot e^{-\frac{1}{C} \left( \sqrt{\frac{C_1}{L_1}} + \sqrt{\frac{C_2}{L_2}} \right) t} \right]$$

$$i_1' = p_1 \sqrt{\frac{C_1}{L_1}} \left[ \frac{\sqrt{\frac{C_1}{L_1}} - \sqrt{\frac{C_2}{L_2}}}{\sqrt{\frac{C_1}{L_1}} + \sqrt{\frac{C_2}{L_2}}} - \frac{2\sqrt{\frac{L_1}{C_1}}}{\sqrt{\frac{C_1}{L_1}} + \sqrt{\frac{C_2}{L_2}}} \cdot e^{-\frac{1}{C} \left( \sqrt{\frac{C_1}{L_1}} + \sqrt{\frac{C_2}{L_2}} \right) t} \right]$$



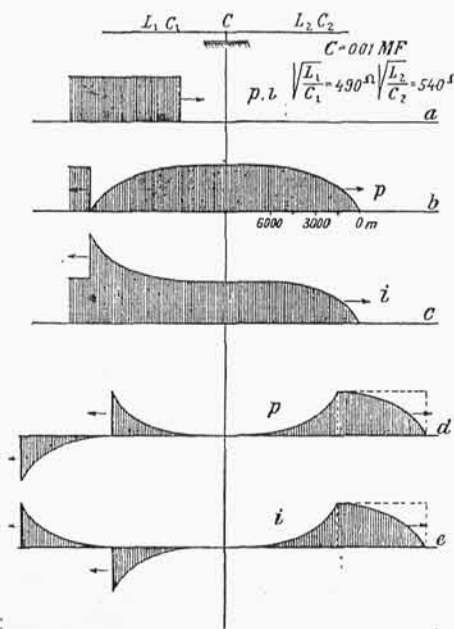
Rys. 11. Kondensator odgałęziony w miejscu połączenia dwóch przewodów.

Dla spadku napięcia wzdłuż przewodu otrzymamy:

$$\frac{dp_2}{dx} = \frac{1}{v} \cdot \frac{dp_2}{dt} = \frac{1}{v} \cdot 2p_1 \cdot \frac{\sqrt{\frac{C_1}{L_1}}}{C} \cdot e^{-\frac{1}{C} \left( \sqrt{\frac{C_1}{L_1}} + \sqrt{\frac{C_2}{L_2}} \right) t}$$

Jak widzimy, spadek napięcia będzie największy dla  $t = 0$ , wypadnie on:

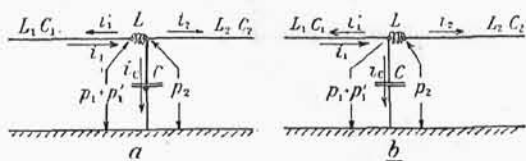
$$\frac{dp_2}{dx} = \frac{1}{v} \cdot \frac{2p_1}{C \sqrt{\frac{L_1}{C_1}}}$$



Rys. 12. Odkształcenie fali przy przejściu przez miejsce odgałęzienia kondensatora.

Więc i w tym wypadku największy spadek napięcia otrzymamy na samym początku fali.

Na rys. 12 widzimy zmianę kształtu krzywej fali przy przejściu przez kondensator. Poszczególne części rysunku są analogiczne do rysunku 10-go.



Rys. 13. Dławnik i kondensator włączone jednocześnie.

Układ III. (Rys. 13a i 13b).

Rozpatrujemy oddzielnie układ a i oddzielnie układ b.

Mamy tu do czynienia z dwoma przewodami, połączonymi dławnikiem z kondensatorem odgałęzionym w punkcie połączenia, przed lub za dławnikiem.

Układ III a.

Dla prądów otrzymamy równanie:

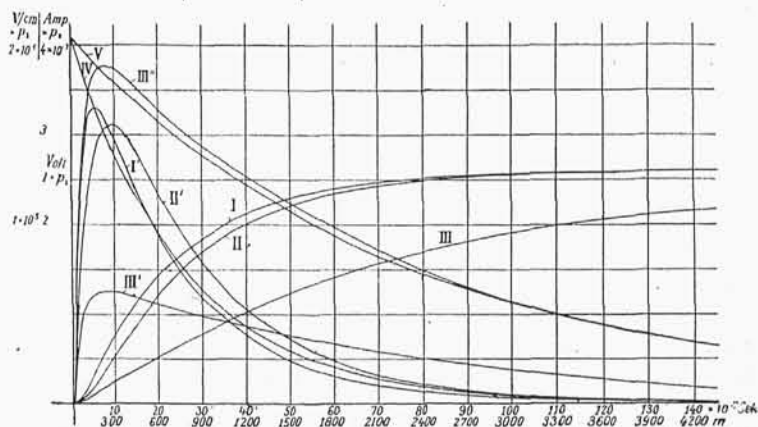
$$i_1 = i_1' + i_2 + i_c,$$

dla napięć zaś:

$$p_1 + p_1' = p_2 + L \cdot \frac{d(i_2 + i_c)}{dt}$$

Na zasadzie tych równań otrzymamy następujące równanie różniczkowe:

$$\frac{d^2 p_2}{dt^2} + \frac{dp_2}{dt} \cdot \left( \frac{1}{C} \sqrt{\frac{C_2}{L_2}} + \frac{1}{L} \sqrt{\frac{L_1}{C_1}} \right) + p_2 \left( \frac{1 + \sqrt{\frac{L_1}{C_1}} \cdot \sqrt{\frac{C_2}{L_2}}}{L \cdot C} \right) = \frac{2p_1}{L \cdot C}$$



Rys. 14.

Układ III b.

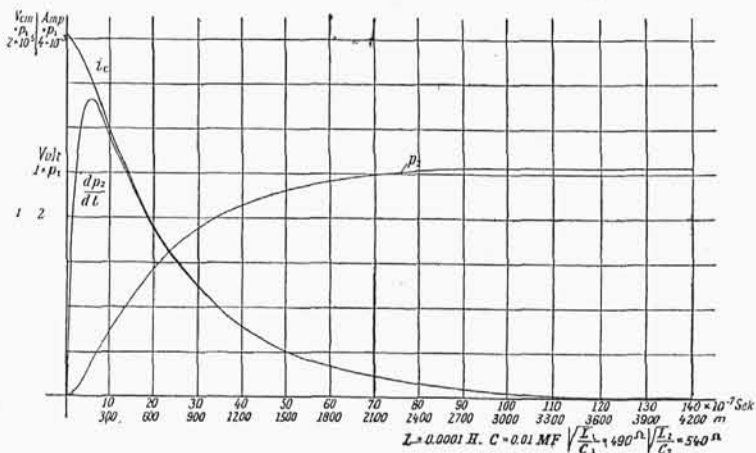
Dla tego układu:

$$i_1 = i_1' + i_2 + i_c,$$

$$p_1 + p_1' = p_2 + L \cdot \frac{d i_2}{dt}$$

i równanie różniczkowe:

$$\frac{d^2 p_2}{dt^2} + \frac{dp_2}{dt} \left( \frac{1}{C} \sqrt{\frac{C_1}{L_1}} + \frac{1}{L} \sqrt{\frac{L_2}{C_2}} \right) + p_2 \frac{1 + \sqrt{\frac{C_1}{L_1}} \cdot \sqrt{\frac{C_2}{L_2}}}{L \cdot C} = \frac{2p_1}{L \cdot C} \cdot \sqrt{\frac{C_1}{L_1}} \cdot \sqrt{\frac{L_2}{C_2}}$$



Rys. 15.

W rozwiązaniu tych równań otrzymujemy wartości rzeczywiste albo urojone.

Oba te równania możemy odnieść do jednego i tego samego schematu: jeżeli jedno z nich zastosujemy do fali idącej w jednym kierunku, to drugie zastosować się da do fali idącej w kierunku przeciwnym. Możliwe tu będzie takie ustosunkowanie stałych wielkości, że fala idąca w jednym kierunku będzie miała charakter aperiodyczny, a powrotna oscylacyjny.

Dla lepszego wyjaśnienia, w jaki sposób wpływają na kształt czoła fali samoindukcja i pojemność w tym układzie, podajemy szereg krzywych na rys. 14, które dają nam wielkość dla  $p_2$  i  $\frac{dp_2}{dt}$ , przy różnych wartościach samoindukcji i pojemności w połączeniu według układu rys. 13a.

Krzywe I i I' stosują się do:

$$L = 0,0001 \text{ Henry i } C = 0,01 \text{ Mikrofarada.}$$

Krzywe II i II':

dla:  $L = 0,0002 \text{ Henry i } C = 0,01 \text{ Mikrofarada.}$

Krzywe III i III'

dla:  $L = 0,0001$  Henry i  $C = 0,03$  Mikrofarada.

Krzywe IV i V przedstawiają wielkości prądu w kondensatorze,

dla:  $L = 0$  i  $C = 0,01$  Mikrofarada

dla:  $L = 0$  i  $C = 0,03$

Samoindukcja podana tu jest taka, która zwykle stosuje się do zabezpieczania transformatorów i maszyn od zwyżki napięcia.

Z krzywych rzuca się w oczy fakt, iż samoindukcja oddziałuje na kształt krzywej fali nieznacznie, natomiast pojemność od 0,01 do 0,03 Mikrofarada, którą względnie jest łatwo zbudować, ma wpływ bardzo znaczny.

Na rys. 15 mamy krzywą wielkości  $p_2$ ,  $\frac{d p_2}{d t}$  i  $i_c$  (prąd kondensatorowy) przy połączeniu według układu  $b$ , dla:  $L = 0,0001$  Henry i  $C = 0,01$  Mikrofarada.

Układy  $a$  i  $b$  są jednoznaczne dla zmiany napięcia, prąd zaś ładujący w układzie  $b$  jest o 20 do 25% większy.

Powyższe krzywe są obliczone dla przewodu, przed dławnikiem o oporze  $\sqrt{\frac{L_1}{C_1}} = 490 \Omega$  i dla przewodu za dławnikiem o oporze  $\sqrt{\frac{L_2}{C_2}} = 540 \Omega$ .

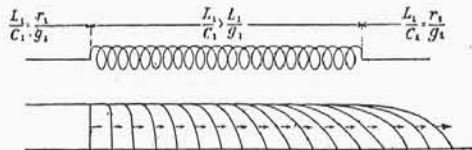
**Fale o dowolnym kształcie krzywej.** Równania różniczkowe, które są wyżej podane, mogą być zastosowane do krzywych dowolnego kształtu. Uważając cząstkę krzywej za prostą, możemy dla tej cząstki napisać  $p_1 = P \cdot \frac{t}{a}$ , a ponieważ każdą krzywą możemy w przybliżeniu zastąpić linią łamaną, składającą się z odcinków prostych, więc odpowiednio zestawiając wyniki dla poszczególnych cząstek otrzymamy całą krzywą.

Przewody, które nie odpowiadają warunkowi

$$\frac{L_1}{C_1} = \frac{r_1}{g_1}$$

zmieniają kształt fali.

W przewodach tego rodzaju albo samoindukcja jest zbyt duża ( $L + dL$ ), albo też pojemność ( $C + dC$ ). Ażeby określić zmianę, jakiej ulegnie kształt fali na końcu tego przewodu, wyobrażamy go sobie jako przewodnik, odpowiadający równaniu  $\frac{L}{C} = \frac{r}{g}$ , ze skupioną w środku dodatkową samoindukcją  $dL$ , albo też pojemnością  $dC$ .



Rys. 16.

Rzeczywisty stan rzeczy przedstawia rys. 16.

Równanie:  $\frac{L}{C} = \frac{r}{g}$ , dla przewodników o pełnym przekroju, opór których jest  $r$ , nie stosuje się do początku fali, a to z tego powodu, że przy grubych przewodnikach prąd często zmienny przebiega tylko w pobliżu powierzchni.

Otrzymamy więc  $\frac{L}{C} < \frac{r}{g}$ , czyli że spotkamy się z wypadkiem dodatkowej pojemności, wobec czego kształt czoła fali nigdy nie będzie prostopadły, lecz będzie miał postać przedstawioną na rys. 17.

W układzie z kondensatorem nie wzięliśmy zupełnie pod uwagę wpływu przewodów doprowadzających prąd do kondensatora i od kondensatora do płyty uziemiającej. Wpływ ten możemy określić przez wyprowadzenie stosownego równania różniczkowego.

Okazuje się, że opór przewodnika doprowadzającego do kondensatora zmniejsza wpływ kondensatora; przewodnik ten powinien być więc krótki a gruby.

Drut odprowadzający posiada mniejsze znaczenie, dla pewniejszego jednak działania kondensatora powinien on odpowiadać również tym samym warunkom.

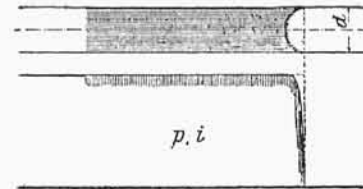
Na rys. 18 przy  $b$  widzimy fale napięcia przechodzące

przez kondensator, a przy  $c$  wpływ odbitej fali od uziemienia.

Badając dalej wpływ punktu odgałęzienia przewodnika prowadzącego do kondensatora, gdzie następuje odbicie fali, dochodzimy do wniosku, że działanie kondensatora wtedy jest tylko skuteczne, gdy opory przewodów dla fal  $\sqrt{\frac{L_1}{C_1}}$  i  $\sqrt{\frac{L_2}{C_2}}$  są bardzo duże w porównaniu z oporem

przewodu doprowadzającego  $\sqrt{\frac{L_3}{C_3}}$  (rys. 19).

Opory przewodów możemy sztucznie powiększyć przez włączenie dławników dodatkowych przed i za odgałę-



Rys. 17.

zieniem kondensatora. Jest to niezawodny sposób dla osłabienia wpływu przewodników łączących kondensator.

Zanim przejdziemy do opisu przyrządów ochronnych, rozpatrzmy zjawiska, wywołujące zwyżkę napięcia i sposoby jej usunięcia.

1) Ładunek statyczny. Uziemienie.

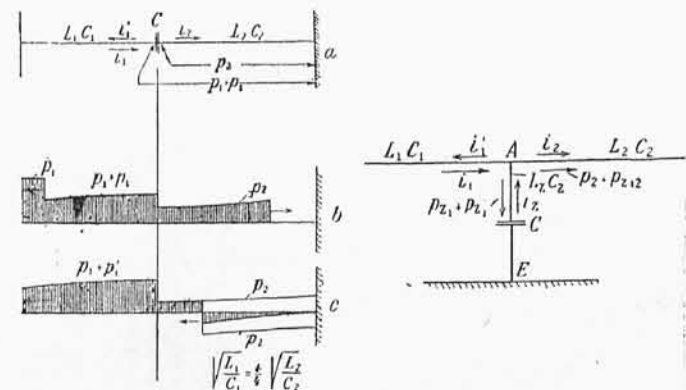
Zwyżkę napięcia z powodu ładunku statycznego, wywołaną elektrycznością atmosferyczną, możemy usunąć przez uziemienie jednego lub wszystkich biegunów, albo też, co się najczęściej stosuje, przez uziemienie punktu zerowego transformatorów i generatorów. Oczywiście przy uziemieniu wszystkich biegunów należy stosować duże opory dla zabezpieczenia od krótkiego spięcia. Używane są w tym wypadku opory omowe, albo też dławniki z rdzeniem żelaznym.

Doświadczenie wykazało, że opory mogą być nawet bardzo duże, bez szkody dla działania uziemienia.

Jako opory omowe używane są nieraz strumienie wody. W tym wypadku ciepło, wytworzone w takim oporze, woda unosi.

2) Zwyżka napięcia od wpływów atmosferycznych nie statyczna, wysokiej amplitudy.

Fale elektryczne powstają nawet na uziemionych przewodach, amplituda ich nie jest wielka, długość fali zato stosunkowo krótka. Tego dowodzi fakt, że wielka liczba dużych



Rys. 18.

Rys. 19.

elektrowni skutecznie zabezpiecza swoje generatory i transformatory zapomocą kondensatorów o pojemności od 0,01 do 0,05 Mf.

Tego rodzaju kondensatory mogą zmniejszać znacznie amplitudę fal bardzo małej długości, wynoszącej zaledwie kilka centymetrów. Ich ochronne działanie polega tylko na zmniejszeniu spadku napięcia w czołe fali.

Zabezpieczenie zapomocą kondensatorów dało bardzo dobre wyniki, np. w zakładach „Ampera“ w Monachium. Wszystkie zaburzenia w ruchu zostały usunięte na stacjach zabezpieczonych, a nawet na znacznej od nich odległości.

Gdy chodzi o ochronę od fal wielkiej długości, to możemy włączyć równolegle do kondensatora iskiernik.

Jednakże niezbędnym warunkiem osiągnięcia dobrego skutku jest otrzymanie rozbrajania aperiodycznego, które następuje wtedy, gdy istnieje nierówność:

$$R > 2 \sqrt{\frac{L}{C}}, \text{ gdzie}$$

$R$  — opór włączony z iskiernikiem.

$C$  — pojemność kondensatora.

$L$  — samoindukcja obwodu utworzonego przez iskiernik i kondensator.

Tylko w tym wypadku przyrządy ochronne, same przez się, nie wywołują wtórnej zwwyżki napięcia przez powstające oscylacje prądu.

Opór wyliczony z powyższego wzoru waha się w granicach od 1000 do 2500  $\Omega$ .

Ponieważ jednak tego rodzaju opór w bardzo nieznacznym stopniu zmniejsza amplitudę napięcia, więc należało włączyć kilka iskierników równolegle tak, aby każdy odpowiadał warunkom aperiodycznego rozbrajania, wszystkie zaś razem w połączeniu dały opór dostatecznie mały, zapewniający odpowiednie zmniejszenie amplitudy fal.

W elektrowni w Genewie, z powodu wadliwego urządzenia rozłków z nieznacznymi oporami, w sieci o 5000 woltów napięcia, spaliła się znaczna liczba transformatorów. Zarządzono temu przez zupełne usunięcie rozłków.

### 3) Zwwyżka napięcia przy włączaniu i wyłączeniu.

Tego rodzaju zwwyżki napięcia mogą być usunięte przez zastosowanie przyrządów ochronnych w miejscu ich powstawania, lub też przed transformatorami albo generatorami, które mogą podlegać uszkodzeniom.

Zwwyżki napięcia, powstające przy włączaniu lub wyłączeniu przyrządów odbiorczych lub sieci, mogą być niebezpieczne przez swoją wysoką amplitudę, jak również i przez duży spadek napięcia na czole fal. Amplituda jest tem większa, im większa jest wyzwalająca się energia magnetyczna i elektryczna.

Powstawanie zwwyżki napięcia przy włączaniu możemy usunąć przez zastosowanie oporu omowego lub indukcyjnego

przy wyłączniku. Tego rodzaju opory nazywamy stopniowymi i stosujemy je przy włączaniu sieci o wielkiej pojemności.

Zwwyżki napięcia, powstające skutkiem wyłączenia, dadzą się usunąć przez utworzenie obwodu pomocniczego równoległego do obwodu wyłączanego. Obwód ten pomocniczy powinien zawierać rozłki albo t. zw. wentyle elektryczne.

### 4) Zwwyżka napięcia z powodu zmian obciążenia lub z powodu zwarcia.

Tu stosują się zabezpieczenia takie same, o jakich była mowa wyżej. Najwięcej dają się one odczuć przy dużych silnikach w walcowniach. W jednym wypadku dla zabezpieczenia silnika o mocy 2000 k. m. przy 5000 woltów należało zastosować iskiernik z oporem = 70  $\Omega$ , by uniknąć przebijania zwojów.

Jak już wspomnieliśmy, wszystkie wyżej wymienione przyczyny, a więc wyładowania atmosferyczne, wyłączenie, włączenie, zmiana obciążenia i zwarcie, mogą wywołać nie tylko fale o dużej amplitudzie, lecz i duży spadek napięcia wzdłuż przewodnika.

Środkami łagodzącymi stromość fali są:

- 1) samoindukcja włączona w szereg z przewodem,
- 2) kondensator odgałęziony równolegle do przewodu.

Wielkość samoindukcji, jaką używamy w tym wypadku, wynosi mniej więcej 0,0001 Henry. Stosować większych współczynników nie możemy z powodu dużego spadku, wywołanego przez prąd roboczy.

Wielkość zaś pojemności kondensatora waha się w granicach od 0,01 do 0,05 Mf.

Obliczenie wykazuje, że kondensatory o tej pojemności działają mniej więcej 100 razy skuteczniej, aniżeli powyższa samoindukcja. Połączenie dławnika z kondensatorem co do skuteczności nie wiele się różni od samego kondensatora. Jest rzeczą pożyteczną natomiast dla zmniejszenia wpływów przewodników, doprowadzających prąd do kondensatora, włącznie małej samoindukcji po obu stronach punktu odgałęzienia.

Uskutecznić to można prosto przez zwinięcie w kilka zwojów samego przewodnika.

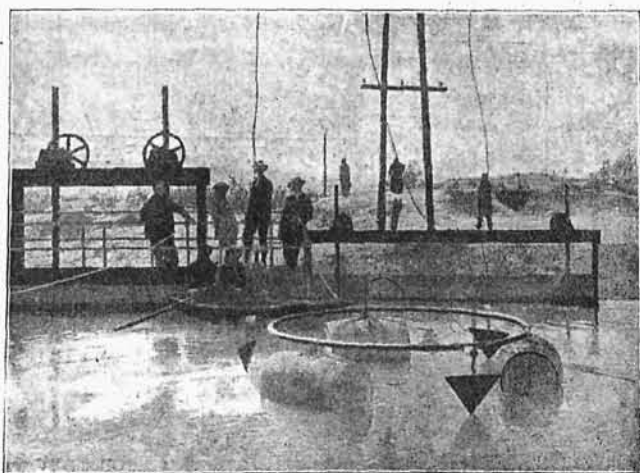
(D. n.)

B. H.

## DROBNE WIADOMOŚCI.

**Pływający opornik wodny do próbnego obciążania wielkich prądnic trójfazowych.** W zeszycie 49 *Elektrotechnik und Maschinenbau* z r. 1911 G. Sartori z Tryestu podaje, co następuje:

Najprostszym środkiem do próbnego obciążania wielkich prąd-



nic trójfazowych jest zastosowanie opornika wodnego, który składa się z trzech naczyń, napełnionych wodą. Jako opory służą tu trzy słupy wody; opory te należy regulować przez odpływ lub dopływ wody albo przez opuszczanie płyt metalowych. W użyciu, tego rodzaju oporniki okazały się niepraktyczne: dokładne regulowanie

obciążenia bez wyłączenia prądu okazało się niemożliwe. Przyczyny należało szukać w budowie przyrządu do regulowania ilości wody, lub głębokości zanurzenia płyt metalowych.

Niedawno miałem sposobność przeprowadzić doświadczenia w kilku elektrowniach o napędzie wodnym. Sprawa regulacji opornika wodnego była tu bardzo ważna, gdyż pomiary elektryczne były ściśle związane z pomiarami ilości wody.

Z zadania swego wywiązałem się przez zbudowanie obmysłonego przeze mnie opornika wodnego, który mógł przyjąć obciążenie kilku tysięcy kilowatów przy 10000 woltach napięcia.

Opornik ten działał zupełnie zadowalająco, regulacja odbywała się z łatwością w dużych granicach bez najmniejszego niebezpieczeństwa. Trzy płyty metalowe (patrz rysunek), które odpowiadają trzem fazom opornika, są umocowane zapomocą izolatorów do obręczy pływającej w wodzie na trzech beczkach i zapomocą drutów połączone z głównymi przewodnikami elektrowni.

Obręcz wykonana jest z rury, połączonej z wnętrzem trzech beczek i z pompą powietrzną. Beczki u dołu mają otwory, przez które napełniają się wodą, co wywołuje ich zanurzenie się. Głębokość zanurzenia możemy dowolnie regulować, wtłaczając powietrze lub wypuszczając je.

Opornik pozostawiony sam sobie zanurza się, ponieważ powietrze wychodzi z powodu złego uszczelnienia; również woda pod ciśnieniem wchłania część powietrza zawartego w beczkach. Ażeby więc utrzymać stałe obciążenie, należy od czasu do czasu wtłaczać nieco powietrza.

Opornik może być zastosowany do różnych napięć, płyty bowiem mogą być zmontowane zewnątrz lub wewnątrz rury; odległość płyt możemy również zmieniać dowolnie, umieszczając je na ramionach, umocowanych w zaciskach w ten sposób, aby je można było dowolnie przesunąć.