

PRZEGLĄD ELEKTROTECHNICZNY

ORGAN STOWARZYSZENIA ELEKTRYKÓW POLSKICH

pod naczelnym kierunkiem prof. M. POŻARYSKIEGO.

Rok XIX.

1 Sierpnia 1937 r.

Zeszyt 15.

Redaktor inż. WACŁAW PAWŁOWSKI

Warszawa, Królewska 15, tel. 690-23.

Teoria kwantowa metali

Prof. C. Białobrzeski

Rozpowszechnionym jest mniemanie, że mechanika kwantowa zajmuje się wyłącznie badaniem teoretycznym świata atomowego. W rzeczywistości tak nie jest: prawa rządzące w świecie atomowym mają znaczenie uniwersalne, muszą stosować się do ciał dostępnych zmysłom z tej prostej przyczyny, że wszystkie ciała przyrody są zbudowane z atomów. Powstało więc zadanie: poddać rewizji nasze poglądy na ogół zjawisk fizycznych i starać się je pogłębić na podstawie idei kierowniczych mechaniki kwantowej.

Najbardziej charakterystyczną cechą ciał dostępnych zmysłom jest występowanie ich w stanie stałym. Ciała w stanie gazowym niewiele się różnią od luźnego zbiorowiska atomów lub cząsteczek, ciecze zaś reprezentują stan przejściowy między stanami gazowym i stałym.

Swoista forma krystaliczna przysługuje prawie wyłącznie ciałom stałym.

Otóż właśnie teoria ciała stałego i w szczególności metali poczyniła w ostatnich latach, poczynając od r. 1928, postępy tak wielkie dzięki mechanice kwantowej, że bodaj już nadchodzi czas, gdy znajomość ich stanie się nieodzowną dla inżyniera, nie mówiąc już o fizyku doświadczalnym i chemiku.

Zamierzam przedstawić Państwu, jak najnowsza fizyka zapatruje się na budowę i własności ciała stałego, w szczególności metalu. Jest to nadzwyczaj trudne zadanie, ponieważ nie mogę przypuszczać u Państwa znajomości nawet elementarnych podstaw mechaniki kwantowej; muszę więc w toku wykładu podać wiele wiadomości przygotowawczych.

Sprawę utrudnia w niemińszym stopniu okoliczność, że mechanika kwantowa ma postać wysoce abstrakcyjną i w każdym poszczególnym przypadku trzeba szukać sposobów konkretnej interpretacji jej wyników.

Ażeby wywody mechaniki kwantowej przybrały charakter poglądowy i wyobraźalny, musimy używać obrazów nieścisłych i jednostronnych.

Kto chce osiągnąć całkowite zrozumienie nowej fizyki, musi przebyć trzy stopnie wtajemniczenia. Na pierwszym stopniu za podstawę służy obraz budowy atomu Rutherforda-Bohra, do którego doczepia się prawa kwantowe, niezbyt troszcząc się o to, ażeby budowa pojęciowa była pozbawiona sprzeczności.

Na drugim stopniu wysuwa się na pierwszy plan aparat matematyczny w postaci równania Schrödingera, ale interpretacja zachowuje w znacznej mierze cechy poglądowe. Wreszcie trzeci stopień wtajemniczenia opiera się na teorii grup i przekształceniach w abstrakcyjnej przestrzeni unitarnej Hilberta.

Nie potrzebuję dodawać, że w swym krótkim niniejszym wykładzie będę obracał się w granicach pierwszego stopnia wtajemniczenia.

Mimoходом jeszcze zauważę, iż trudności związane z konkretną interpretacją pojęć nowej fizyki nie stanowią poważnej podstawy do zarzutu, jakoby brak jej było treści fizycznej.

Zrozumiałość wyobrażeń fizyki klasycznej, łączących się naprzykład z pojęciami cząstki materialnej i siły, jest zupełną iluzją.

Nie mogę, oczywiście, wejść w rozstrząsanie tej kwestii, przytoczę więc tylko konkluzję analizy konkretnego sensu pojęć mechaniki klasycznej przez wybitnego filozofa francuskiego Meyersona: „Teorie mechaniczne uwiłdociły się dla nas jako nader skomplikowane i zarazem nieuleczalnie sprzeczne u swej podstawy, a więc jako niezmiernie mało zadowalające dla umysłu”.

Po tych wstępnych uwagach przechodzę do właściwego tematu.

W rozwoju fizyki istnieje ciągłość i niewątpliwa logika wewnętrzna: pragnąc więc zrozumieć nowe poglądy na własności ciała stałego, najlepiej zrobimy, jeśli za punkt wyjścia weźmiemy klasyczną teorię metali, powstałą w ostatnich latach ubiegłego stulecia.

Według tej teorii bryła metalu jest zespołem atomów, które można wyobrażać sobie poprostu jako kulki sztywne; w próżni pomiędzy atomami są rozsiane elektrony.

Zarówno atomy jak elektrony znajdują się w bezładnym ruchu cieplnym. Jeżeli jednak weźmiemy pod uwagę, że masa atomu jest wiele tysięcy razy większa od masy elektronu, to w przybliżeniu możemy zaniedbać ruch atomów. W dalszym ciągu to założenie usprawiedliwimy.

Elektrony swobodnie poruszają się między atomami: ten swobodny ruch jest wszakże wciąż przerywany wskutek zderzeń z atomami; podczas każdego takiego zderzenia kierunek ruchu elektronu ulega raptownej zmianie.

Przypuśćmy, że metal naprz. w postaci drutu jest włączony w obwód źródła elektryczności. Wtedy w metalu powstaje prąd elektryczny wywołany działaniem sił elektrycznych na elektrony. Postarajmy się zrozumieć mechanizm tego prądu.

Gdyby elektrony miały w metalu zupełną swobodę ruchu, to pod wpływem stałej siły elektrycznej nabrałyby ruchu jednostajnie przyspieszonego: prędkość ich ruchu, a więc i prąd elektryczny przez nie przenoszony, rosłyby nieograniczenie. W rzeczywistości, w metalu, jak wiemy, przepływa w tych warunkach stały prąd elektryczny. Jest to wynikiem tego, że ruch elektronów jest hamowany przez bezustanne zderzenia z atomami. Można udowodnić, że hamowanie jest zupełnie takie, jak gdyby elektron poruszał się w lepkiem ośrodku, który mu stawia opór proporcjonalny do prędkości ruchu. Oznaczmy przez e nabój elektronu, przez E natężenie pola elektrycznego wytworzo-

nego przez źródło elektryczności. Stała siła działająca na elektron będzie równa Ee .

Ponad to, gdy elektron pod wpływem tej siły nabeździe prędkości v , działa nań siła oporu, którą wyrazimy iloczynem kv , ponieważ jest ona proporcjonalna do prędkości (k oznacza stały współczynnik).

Gdy siła elektryczna zaczyna działać na elektron, prędkość jego z początku rośnie, ale wraz z prędkością rośnie opór i szybko staje się równy sile elektrycznej. Wtedy ustala się taki stan rzeczy, że na elektron działają dwie równe i przeciwne siły, skutkiem czego ruch elektronu staje się jednostajnym.

Warunek tego ustalonego ruchu wyraża się: $Ee = kv$, skąd $v = \frac{Ee}{k}$. Prąd niesiony przez elektron jest ev ; jeżeli oznaczymy przez N liczbę elektronów w jednostce objętości metalu, to gęstość prądu (prąd przechodzący przez jednostkę powierzchni ustawionej prostopadle do kierunku prądu) będzie Nev . Oznaczmy tę gęstość prądu przez i ; zatem

$$i = Nev = \frac{Ne^2}{k} E \dots \dots \dots (1)$$

Z drugiej strony prawo Ohma można napisać w postaci $i = CE$, w czym C jest to przewodność właściwa metalu.

Widzimy, że nasze rozważania oparte na elektronowej teorii metali, dały nam wzór na przewodność:

$$C = \frac{Ne^2}{k}$$

Warto jeszcze bliżej wejrzeć w mechanizm przewodzenia elektryczności, ażeby zrozumieć, od czego zależy ów opór, spowodowany zderzeniami elektronów z atomami. Wyobraźmy sobie elektron wewnątrz metalu: niech on właśnie w tej chwili zderzył się z atomem; zanim nastąpi nowe zderzenie, elektron przebiegnie swobodnie pewną drogę w próżni między atomami: średnią długość tej drogi obliczoną dla wielkiej ilości elektronów nazywamy średnią drogą swobodną elektronów w metalu; oznaczmy ją przez l . Niech dalej v_0 oznacza średnią prędkość swobodnego ruchu cieplnego elektronów; w takim razie średni czas przebycia drogi l będzie

$$\tau = \frac{l}{v_0} \dots \dots \dots (2)$$

Teraz weźmy pod uwagę działanie pola elektrycznego, wytworzonego w metalu; pod jego wpływem elektron będzie poruszał się ruchem jednostajnie przyspieszonym w kierunku siły E ; przyspieszenie tego ruchu, według drugiego prawa Newtona, równa się $\frac{Ee}{m}$ (ilorazowi siły przez masę).

Znaczy to, że w ciągu czasu τ przebiegu drogi swobodnej elektron nabywa w kierunku siły elektrycznej prędkości $\frac{Ee}{m}\tau$, która dodaje się do prędkości v_0 ruchu cieplnego. Cóż dzieje się dalej? Po przebyciu drogi swobodnej elektron zderza się z atomem: zakładamy, że średnio rzecz biorąc elektron całkowicie utraci ową prędkość nabytą w kierunku E . Zatem po zderzeniu gra rozpoczyna się nanowo: do następnego zderzenia elektron znów zdoła będzie tę samą prędkość $\frac{Ee}{m}\tau$ w kierunku siły i utraci ją przy zderzeniu. To samo dzieje się ze wszystkimi swobodnymi elektronami metalu. Jakież jest wynik tego mechanizmu? Istnieje stały ruch elektronów w kierunku działającej na nie siły elektrycznej z prędkością średnią równą $\frac{1}{2} \frac{Ee}{m}\tau$; jest to właśnie ta prędkość, którą wyżej oznaczyliśmy przez v . Stąd wynika nowy wzór na gęstość prądu w metalu; według (1) i (2)

$$i = Nev = \frac{1}{2} \frac{Ne^2}{m} E \tau = \frac{1}{2} \frac{Ne^2 l}{m v_0} E \dots \dots \dots (3)$$

i

$$C = \frac{Ne^2 l}{2 m v_0} \dots \dots \dots (4)$$

Można zarzucić temu rachunkowi, że nie uwzględniliśmy biorąc wyrażenie (2) czasu τ dodatkowej prędkości v .

Łatwy rachunek, który pomijamy, wykazałby, że v jest bardzo małe w porównaniu z v_0 i może być nie brane pod uwagę przy obliczaniu czasu τ . Przez porównanie (3) i (2) otrzymujemy wzór na zderzeniowy opór

$$k = \frac{2 m v_0}{l} \dots \dots \dots (5)$$

Sens konkretny tej zależności jest jasny: opór spowodowany przez zderzenia elektronów z atomami jest oczywiście tym większy, im zderzenia są częstsze; częstość zaś zderzeń jest tym większa, im mniejszą jest droga swobodna l i im większą jest prędkość ruchu elektronu v_0 . Ponadto przewodność jest tym większa i opór tym mniejszy, im większą jest prędkość v elektronów w ich ruchu uporządkowanym w kierunku siły E : ta prędkość zaś jest odwrotnie proporcjonalna do m .

Widzimy teraz, dlaczego atomy posiadające olbrzymią w stosunku do elektronów masę mogą być pominięte w rachunku przewodności, pomimo iż siły elektryczne na nie działają, ponieważ atomy metalu mają nabój dodatni kompensujący ujemny nabój elektronów.

Tak wygląda klasyczna teoria przewodności metali; odznacza się ona prostotą i pogładowością. Przy bliższym wejrzaniu jednak uwidoczni się w niej liczne i dotkliwe braki.

Najpierw na mocy współczesnych pojęć o budowie atomów chemicznych nie może nas zadowolić wyobrażenie atomów jako sztywnych kulek.

Według modelu Rutherforda - Bohra atom jest układem cząstek naelektryzowanych: w jego środku znajduje się jądro dodatnie, dokoła którego są ugrupowane elektrony ujemne, których łączny nabój równa się naboju jądra. Jasną jest rzeczą, iż taki układ odbiega daleko od wyobrażenia kulki sztywnej.

Dalej nie jest widoczne, jak się tworzą swobodne elektrony, od których zależy zdolność przewodzenia metali. W odosobnionym atomie metalu wszystkie elektrony są mocno i trwale związane z jądrem.

Wreszcie jeżeli nawet przyjmujemy, że w bryle metalu elektrony przynajmniej częściowo są uwolnione z więzów atomowych, to zbyt grubym wydaje się przypuszczenie, iż nie podlegają one żadnym siłom oprócz tych chwilowych sił, jakie działają podczas zderzeń z atomami. Jak zaznaczyliśmy, atomy pozbawione niektórych elektronów są jonami — posiadają nabój dodatni, skutkiem czego wywierają na elektrony swobodne siły przyciągające, natomiast pomiędzy sobą elektrony odpychają się.

Tego wszystkiego klasyczna teoria nie uwzględnia.

Ale to są braki raczej teoretyczne. Gorszymi w oczach fizyka są niezgodności z doświadczeniem. Najbardziej jaskrawą jest niezgodność dotycząca ciepła właściwego metali. Z fizyki elementarnej jest znane prawo Dulonga i Petit'a, według którego ciepło atomowe metali (i w ogóle ciał stałych) wynosi 6 kaloryj gramowych.

Miarą ciepła atomowego jest ilość ciepła potrzebna, ażeby ogrzać o jeden stopień temperatury tyle gramów metalu, ile wynosi jego ciężar atomowy. Istnieje odstępstwa od tego prawa, ale one nas tu nie obchodzą.

Otóż według kinetycznej teorii ciepła właściwego atomowe metalu winno równać się 9 kaloriom, z czego 6 kaloryj przypadałoby na atomy metalu, a 3 kalorie — na

elektrony swobodne (jeżeli ich liczba równa się liczbie atomów). Doświadczenie wskazuje, że na elektrony nie przypada, jakgdyby one nie uczestniczyły w bilansie cieplnym, co jest niezrozumiałe z punktu widzenia klasycznej fizyki.

Można byłoby usunąć tę sprzeczność z pomocą domysłu, że ilość elektronów swobodnych jest mała w porównaniu z ilością atomów, ale wówczas nie otrzymalibyśmy tej wielkości przewodności elektrycznej, jaką daje doświadczenie.

Poza tym zależność przewodności od temperatury wykazuje znaczne rozbieżności z teorią, szczególnie w temperaturach niskich.

Teoria kwantowa metali zdołała wszystkie wymienione braki usunąć. Postaramy się teraz, chociażby w zarysie najgrubszym, przedstawić jej kierownicze idee. — Metale mają budowę krystaliczną; weźmy więc pod uwagę kryształ jakiegokolwiek metalu, na przykład sodu: składa się on z niezmiernie licznych atomów sodu spojonych ze sobą. Rozpatrzmy z początku odosobniony atom sodu. Zajmuje on jedenaste miejsce w szeregu pierwiastków chemicznych: znaczy to, że atom sodu jest utworzony z 11 elektronów i jądro jego ma 11 nabożów elementarnych elektryczności dodatniej.

Elektrony każdego atomu mogą znajdować się, według teorii kwantów, tylko w określonych stanach tworzących szereg nieciągły: z każdym takim stanem jest związana oznaczona wartość czyli oznaczony poziom energii. W związku z tym przyjęto normalny stan całego atomu sodu oznaczać symbolem $1s^2 2s^2 2p^6 3s$. Tu $1s$, $2s$, $2p$, $3s$ służą do oznaczenia rozmaitych stanów elektronowych; liczba u góry wskazuje, ile elektronów znajduje się w danym stanie. Widzimy więc, że w stanie $1s$ znajdują się dwa elektrony, w stanie $2s$ — również dwa, w stanie $2p$ — sześć i w stanie $3s$ — jeden: razem — 11. Istnieje w mechanice kwantowej podstawowa zasada *Pauliego*, która głosi, że w każdym ze stanów kwantowych atomu może znajdować się ograniczona liczba elektronów. Mianowicie stany s mogą być obsadzone najwyżej przez 2 elektrony, stany p — przez 6 elektronów. Zatem w naszym atomie stany $1s$, $2s$, $2p$ posiadają największą możliwą liczbę elektronów, które tworzą w tych stanach, jak powiadamy, grupy zamknięte.

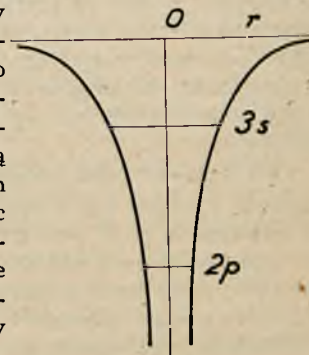
Natomiast stan $3s$, w którym mogą być dwa elektrony, jest obsadzony tylko przez jeden elektron. Ten ostatni 11-ty elektron zasługuje na naszą szczególniejszą uwagę. Jest on najslabiej z atomem związany, może być stosunkowo łatwo od niego oderwany i odgrywa najważniejszą rolę w oddziaływaniach chemicznych sodu. Nazywają go często elektronem wartościowości: wiadomo, że wartościowość chemiczna sodu równa się jedności.

Nadmienię, że stany w symbolu atomu są uszeregowane tak, że moc związku z jądrem ubywa, gdy przechodzimy od jednego stanu do następnego: najmocniej z jądrem są związane elektrony w stanie $1s$. W modelu *Rutherforda* wyobrażamy sobie, że elektrony krążą dookoła jądra. Najdalej od jądra znajduje się tor zakreślany przez elektron $3s$.

Przypuśćmy teraz, że atomy sodu z początku odosobnione zostały zbliżone tak, że z pary sodu wytworzył się spójny stały kryształ tego pierwiastka. Odległość jąder w sieci krystalicznej sodu wynosząca $3,72 \text{ \AA}$ ($\text{\AA} = 10^{-8} \text{ cm}$) jest taka, że tory elektronów $3s$ sąsiednich atomów zachodzą na się: wobec tego stany $3s$ ulegają w następstwie spójnienia atomów w kryształ ogromnemu zaburzeniu. Natomiast stany $1s$, $2s$, $2p$ głębszych grup elektronowych atomu są tylko słabo zakłócone w kryształ.

Zaburzenie elektronów $3s$ wywołuje doniosłą konsekwencję: powiększa się ich swoboda, dzięki czemu mogą z łatwością przechodzić od jednego atomu do drugiego. Postaramy się wytłumaczyć mechanizm tej zmiany towarzyszącej przejściu od atomu do kryształu. Wyobraźmy sobie, że od atomu sodu został oderwany jeden elektron, np. elektron $3s$ i zróbmy wykres zmian jego energii potencjalnej, gdy on z wielkiej odległości zbliża się do jądra atomowego. Niech w danej chwili elektron znajduje się w odległości r od jądra; miarą energii potencjalnej jego w tym położeniu jest praca, jaką musimy wykonać, ażeby oddalić go na odległość bardzo wielką: pracę wykonamy przeciw sile przyciągania atomu, który po oderwaniu elektronu ma nabój dodatni czyli jest, jak powiadamy, jonem dodatnim. Gdy pracujemy pokonując siłę przeciwdziałającą, to pomnaża się kosztem tej pracy energia układu. Znaczy to, że nasz układ jonu i elektronu ma największą energię wtedy, gdy elektron znajduje się w bardzo wielkiej odległości od jonu. W zagadnieniach fizycznych bezwzględna wartość energii zazwyczaj roli nie odgrywa. Dzięki temu wolno nam przyjąć, że energia potencjalna w bardzo wielkiej odległości od jądra jest zerem. Wtedy energia w odległościach mniejszych będzie ujemna i stale będzie się zmniejszać w miarę zbliżania się elektronu do jądra (bezwzględna liczbowa jej wartość przy tym oczywiście wzrasta).

Zauważmy, że, jeżeli nasz elektron znajduje się od jądra w odległości większej, niż elektrony, które pozostały w związku z atomem, to te elektrony osłaniają jądro: ich nabój ujemny osłabia przyciągające działanie jądra. Natomiast, gdy elektron zbliży się do jądra tak, że inne elektrony będą dalej od jądra, to przyciąganie jądra nie jest osłabione, ponieważ krążące elektrony prawie nie wywierają działania w punkcie leżącym wewnątrz ich torów. Wobec tego energia potencjalna w pobliżu jądra ubywa szczególnie szybko. Teraz zrozumiemy z łatwością wykres przedstawiony na rys. 1. Jądro atomu znajduje się w punkcie 0; na osi odciętych odkładamy odległości od jądra. Odpowiadającą każdej odległości energię potencjalną wyobraża rzędna poprowadzona nadół ze względu na to, że wartości energii są ujemne. Symetryczne krzywe z obu stron jądra dają przebieg zmian energii potencjalnej elektronu w zależności od odległości r . Tworzą one rodzaj lejka: mówimy więc obrazowo, że dokoła jądra atomowego istnieje lejkwate zagłębienie potencjału.

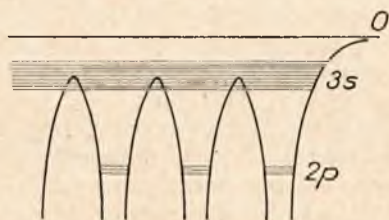


Rys. 1.

Dalej na rysunku są zaznaczone wartości energii posiadane przez elektrony w stanach $3s$ i $2p$ (ten drugi stan jest wielokrotny, ale możemy tu pominąć tę okoliczność): odcinki prostych równoległych do osi odciętych wyobrażają odpowiednie poziomy energii; poziom energetyczny zerowy zlewa się z osią odciętych (nadmienimy, że poziomowi odpowiadają całkowitej energii potencjalnej wraz z kinetyczną). Odległość każdego poziomu energetycznego od poziomu zerowego daje nam pracę niezbędną, ażeby elektron z tego poziomu wyswobodzić daleko nazewnątrż atomu: jest to tak zwany potencjał jonizacyjny elektronu. Obrazowo powiadamy, że atom jest otoczony wałem potencjału, którego elektrony nie mogą przekroczyć: wał ten jakby tworzą ściany naszego lejka. W istocie istnieje pew-

ne prawdopodobieństwo przejścia elektronu przez barierę potencjału, ale jest ono znikome w przypadku odosobnionego atomu. Zobaczymy, jakiej modyfikacji ten stan rzeczy ulega w kryształach sodu. Wskutek ścisłego zbliżenia atomów wały potencjału sąsiednich atomów zachodzą na się tak daleko, że wał pośrodku między atomami już prawie nie wznosi się ponad poziom 3s.

W tych warunkach elektrony mogą swobodnie poruszać się między atomami włączonymi w sieć krystaliczną. Jak widzimy, mechanika kwantowa uzasadnia trafność hipotezy twórców elektronowej teorii metali, głoszącej, że wewnątrz metalu jest wypełnione gazem elektronowym nie związanym z atomami.



Rys. 2.

Wykres poziomów energii i energii potencjalnej elektronu wewnątrz metalu jest przedstawiony na rys. 2.

Bariera potencjału dla elektronów wartościowości 3s pozostaje właściwie tylko na powierzchni metalu (prawy koniec rysunku); jej istnienie sprawia, że elektrony nie mogą wydostać się z wnętrza metalu w przestrzeń otaczającą.

Rys. 2 okazuje jeszcze inną niezmiernie ważną cechę rozkładu poziomów energii w metalu: pojedyncze poziomy energetyczne atomu przekształciły się w bryle metalu na pasy zawierające ogromną ilość zbliżonych do siebie poziomów. Rozszczepienie poziomów energii jest wynikiem oddziaływania na się atomów połączonych w sieci krystalicznej.

Prawa mechaniki kwantowej pouczają, że w bryle metalu utworzonej z N atomów poszczególne poziomy atomu rozpada się na N poziomów.

A więc zamiast każdego z poziomów 1s, 2s, 2p, 3s atomu sodu będziemy mieli w kryształach tego metalu pas składający się z N poziomów.

Między tymi pasami istnieje ważna różnica: pas odpowiadający elektronowi wartościowości 3s jest szeroki, inne zaś pasy są nader wąskie, tak że poziom energetyczny prawie zachowuje swą ostrość przy przejściu od atomu do bryły metalu. Nasze wykresy jasno okazują, że przy przejściu od luźnego zbioru atomów do kryształu sodu energia w zewnętrznych obszarach atomów ulega obniżeniu, wobec czego energia kryształu staje się mniejszą od sumy energii swobodnych atomów. Zgodnie z ogólną zasadą fizyczną stan równowagi trwałej charakteryzuje się najmniejszą wartością energii; siły w jakimkolwiek układzie działają w kierunku ubywającej energii, ponieważ każdy układ dąży do równowagi trwałej.

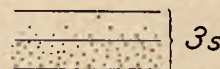
W naszym przypadku te siły powodują skupianie się atomów czyli są przyciągające.

Nasze dotychczasowe przedstawienie stosunków w ciałach stałych pozostawia niewyjaśnioną różnicę między przewodnikami takimi, jak metale, oraz izolatorami, niemal pozbawionymi zdolności przewodzenia elektryczności. Zdawałoby się, że, skoro wszystkie atomy chemiczne mają elektrony wartościowości, spojenie tych atomów w ciele stałym winno dawać im swobodę ruchów. Tak istotnie rzecz się ma, ale głęboką różnicę w zachowaniu się ciał w stosunku do przewodzenia elektryczności powoduje kombinacja nieciągłości stanów kwantowych ze wspomnianą

już wyżej zasadą Pauliego. Zwróćmy wpieryw uwagę na to, że oprócz stanów kwantowych danego atomu obsadzonych przez elektrony istnieje szereg innych możliwych stanów, których poziomy energetyczne są wyższe. W przypadku normalnego atomu sodu takimi wirtualnymi (nie zajętymi przez elektrony) stanami są 3p, 4s... Dostarczenie atomowi kwantu energii odpowiedniej wielkości przeprowadza go na wyższy poziom czyli w stan pobudzony.

Przy przejściu od atomu do ciała stałego o rozmiarach skończonych każdy wirtualny poziom rozciąga się w mniej lub więcej szeroki pas poziomów. Między pasami odpowiadającymi w ciele stałym kolejnym poziomom atomu mogą pozostawać przerwy: w nich mieszczą się wartości energii, których elektrony ciała posiadać nie mogą. W innych przypadkach pasy zachodzą na się wytwarzając nieprzerwany ciąg stanów, w których elektrony mogą się znajdować. Niemniej ważną jest okoliczność, że poziomy niektórych pasów energetycznych są tylko częściowo zajęte przez elektrony. Naprz. poziom 3s w atomie sodu jest obsadzony przez jeden elektron, tymczasem może on mieścić dwa elektrony podobnie, jak poziomy 1s i 2s. W bryle sodu odpowiada mu pas energetyczny składający się z N poziomów, które mogą być obsadzone przez $2N$ elektronów. Tylko więc połowa poziomów jest zajęta, ponieważ w N atomach sodu mamy tyleż elektronów 3s; innymi słowy, połowa pasa wyobrazonego na rys. 2-im jest pusta.

Te stosunki bezpośrednio tłumaczą zdolność przewodzenia elektryczności posiadaną przez sól metaliczny. W rzeczy samej, jeżeli w nim wytworzymy pole elektryczne, to jego oddziaływanie będzie zależało od zasady Pauliego, która żąda, ażeby każdy poziom pasa był obsadzony conajwyżej przez dwa elektrony. Pod wpływem pola energia tych elektronów, których kierunek ruchu jest zgodny z kierunkiem siły na nie działającej, będzie się powiększała. Znaczący to, że pole elektryczne zmusza te elektrony do przechodzenia na sąsiednie wyższe poziomy energetyczne, co jest możliwe według zasady Pauliego tylko wówczas, gdy te poziomy są puste. W sodzie i innych metalach te zmiany stanu elektronów wartościowości są umożliwiające przez to, że do zajętych poziomów energetycznych przylegają poziomy puste. Natomiast pasy energetyczne, które w ciele stałym odpowiadają zamkniętym grupom elektronowym atomu tego ciała, są całkowicie wypełnione przez elektrony. Jeżeli taki pas jest oddzielony od sąsiedniego przerwą, to zmiana energii należących doń elektronów jest niemożliwa pod działaniem stałej lub niezbyt szybko zmiennej siły elektrycznej; elektron musiałby wykonać skok kwantowy na sąsiedni pas, do czego jest potrzebny kwant energii, jakiego pole elektryczne nie może elektronowi dostarczyć. Przewodzenie elektryczności staje się w tych warunkach niemożliwe.



Rys. 3.

Zatem ciała izolujące i półprzewodniki wyróżniają się tą właściwością, że posiadają pasy energetyczne całkowicie napełnione elektronami oraz sąsiednie pasy puste, przy czym oba rodzaje pasów są oddzielone przerwami: wartości energii leżących w tych przerwach elektrony mieć nie mogą.

Charakterystycznym jest naprzykład, że kryształ sodu jest doskonałym przewodnikiem, posiadając pas 3s tylko w połowie zajęty przez elektrony; natomiast kryształ

solu kuchennej nie przewodzi elektryczności, ponieważ jest zbudowany z jonów sodu i chloru. Jon sodu jest to atom, który utracił elektron 3s: pozostałe elektrony tworzą, jak widzieliśmy, grupy zamknięte, którym w kryształach soli kuchennej odpowiadają pasy pełne nie mające pustych poziomów.

Jon chloru powstaje przez przyłączenie się straconego przez atom sodu elektronu do atomu chlorowego: skutkiem tego otrzymuje się ustrój, składający się podobnie, jak jon sodu, wyłącznie z zamkniętych grup elektronowych. Stąd wynika niezdolność kryształu soli kuchennej (NaCl) do przewodzenia elektryczności.

Zaznajomiliśmy się w sposób możliwie pogładowy z tymi pojęciami o budowie ciał stałych, jakie wytworzyły się na gruncie nowej mechaniki. Pozostaje nam jeszcze przekonać się, chociażby bardzo pobieżnie, że te nowe pojęcia prowadzą do usunięcia tych trudności, jakie napotykała klasyczna elektronowa teoria metali. Zobaczymy najpierw, jak rozwiązuje się zagadnienie ciepła właściwego metali. W tym celu powinniśmy zdać sobie sprawę z tego, jak wpływa temperatura na opisany przez nas stan bryły metalu, np. kryształu sodu. Zwróćmy znowu naszą uwagę na elektrony 3s i obsadzony przez nie do połowy pas poziomów energetycznych w metalu: jak wiemy, ogólna liczba tych poziomów jest N . Gdy energia kryształu jest najmniejsza, wtedy N najniższych poziomów energetycznych są obsadzone przez elektrony, wszystkie zaś N wyższych poziomów są puste.

Ten stan rzeczy mamy w temperaturze zera bezwzględnego, ponieważ według definicji jest to temperatura, w której energia ciała ma wartość najmniejszą.

Stara fizyka XIX wieku utrzymywała, że w zerze bezwzględnym ciała przyrody nie posiadają wcale energii. Pogląd nowej fizyki jest radykalnie odmienny: wpływ temperatury na energię całkowitą ciał jest nieznaczny i w temperaturze 0°K (zera bezwzględnego) jeszcze każde ciało jest w posiadaniu olbrzymiego zapasu energii, ale mniejszego, niż w temperaturach wyższych. Zaznaczę tutaj celem uniknięcia nieporozumień, że wartości ujemne energii atomu sodu w rozmaitych stanach, które są uwidocznione na rys. 1 i 2, są wynikiem umowy co do zerowego poziomu energetycznego: w rzeczywistości należy przypisywać wszystkim tym stanom energię dodatnią i to stosunkowo bardzo wielką. W naszych rozważaniach grały rolę różnice energii i skutkiem tego najdogodniej było pozostawić na uboczu kwestię całkowitej rzeczywistej wartości energii.

A więc te stosunki, jakie opisaliśmy powyżej, panują, ściśle rzecz biorąc, w zerze bezwzględnym temperatury. Jakież zmiany nastąpią w temperaturach wyższych?

W pasie energetycznym 3s, dla nas najważniejszym, zmiana będzie polegała na tym, że zniknie wyraźna granica między połową pasa obsadzoną przez elektrony i połową pustą. Niektóre elektrony zajmujące poziomy energetyczne zbliżone do granicy przejdą na poziomy wyższe leżące w połowie pasa pustej (w 0°K). Ale liczba tych elektronów powiększających swą energię jest znikoma, nawet w temperaturach zwykłych (około 300°K), w porównaniu z ilością elektronów pozostających na swych poziomach energetycznych czyli nie zmieniających swej energii. Skutkiem tego elektrony 3s nader mało przyczyniają się do wartości ciepła właściwego, którego miarą jest powiększenie energii przy podwyższeniu temperatury o 1° .

Elektronów obsadzających inne poziomy (1s, 2s, 2p) nie potrzebujemy w ogóle brać pod uwagę: im odpo-

wiadają pasy energetyczne całkowicie wypełnione elektronami, w których najwyższe dostępne doświadczeniu temperatury nie mogą wywołać żadnych zmian. Dopiero temperatury liczone na miliony stopni, jakie przypuszczalnie posiadają wewnętrzne warstwy gniazd, wystarczają do zniszczenia struktur atomowych.

Jak widzimy, teoria kwantowa tłumaczy fakt, że elektrony wchodzące w skład metalu nie wywierają prawie wpływu na jego ciepło właściwe. Inaczej zachowują się jądra atomowe, które też nie są w spoczynku, lecz wykonują ruchy drgające około swych położen równowagi w węzłach sieci krystalicznej. W temperaturach zwykłych ruchy jąder, dzięki ich wielkiej masie w porównaniu z masą elektronu, odbywają się z gruba według praw mechaniki klasycznej i skutkiem tego zależne od nich atomowe ciepło właściwe jest równe 6-ciu, w zgodzie z prawem Dulong'a i Petit'a. Jednakowoż w niskich temperaturach teoria przewiduje odstępstwa od tego prawa, które doświadczenie potwierdza.

Na końcu powróćmy do zagadnienia przewodności elektrycznej, które też nie znalazło zadowalającego rozwiązania na gruncie klasycznej fizyki.

Teoria kwantów wprowadza tu pojęcia, których należyte zrozumienie następcza znaczne trudności. Ograniczę się do nader ogólnikowego szkicu.

Prawa rządzące ruchem elektronów i jego zakłóceniami przez jądra atomowe mają charakter swoisty, pozornie paradoksalny. Wszystkim, którzy nieco się interesują współczesną fizyką, wiadomo, że elektron występuje w doświadczeniu najczęściej jako cząstka naelektryzowana ujemnie, ma więc naturę korpuskularną; ale obok tego przypisujemy mu naturę falową: naprzykład wiązka elektronów padająca na kryształ zachowuje się jak fala, ulegając uginaniu podobnemu do uginania promieni Roentgena. Do zrozumienia praw przewodności zarówno elektrycznej jak cieplnej, winniśmy właśnie uwzględnić, że z elektronem jest stowarzyszona fala zwana czasem falą materii, której natura jest zresztą dość zagadkowa.

Ażeby dać oparcie dla wyobraźni, określe tę falę jako kierującą ruchem elektronów: nie jest to dokładne określenie, ale będzie dla nas użyteczne. Pragnąc zbadać, jak się zachowują elektrony wewnątrz kryształu pod działaniem siły elektrycznej, musimy wiedzieć, jakie są prawa rozchodzenia się owej kierującej fali.

W przypadku swobodnego elektronu poruszającego się prostoliniowo i jednostajnie fala kierująca jest płaska i rozchodzi się w kierunku ruchu elektronu. Analogiczny charakter mają fale kierujące ruchem elektronów wewnątrz kryształu metalicznego z tą różnicą, że periodyczna budowa kryształu wywołuje modulację tych fal, podobnie jak fale radiowe są modulowane przez dźwięki mowy lub muzyki, które te fale przenoszą.

Dla naszych celów wystarczą ogólne własności ruchu falowego wspólne rozmaitym jego rodzajom. Jedną z takich własności uwidoczni się w tym, że fala nie ulega rozpraszaniu w kryształach doskonałym, którego atomy tkwią nieruchomo w węzłach sieci krystalicznej. Naprz. w kryształach przezroczystym fala świetlna załamuje się, ale prawie nie rozprasza zachowując regularny charakter. To się stosuje także do fal kierujących ruchem elektronów wewnątrz kryształu. Gdyby w kryształach sodu jądra atomowe były nieruchome, taka fala rozchodziłaby się niezakłócona. Znaczący to, że i kierowane przez nią elektrony poruszałyby się w metalu bez przeszkód, nie napotykałyby żadnego oporu. Innymi słowy, w tych warunkach przewodność metalu byłaby nieskończenie wielka.

W czystym kryształ sodu rozpraszanie się fal materii jest powodowane przez ruch cieplny jąder atomowych, wyprowadzający je z położeń równowagi, przez co narusza się doskonała periodyczność budowy kryształu. Gdy fala kierująca rozprasza się, kierunek ruchu niektórych elektronów ulega raptownej zmianie podobnie, jak w teorii klasycznej przy zderzeniu elektronu z kulka sztywną wyobrażającą atom. Wtedy więc pojawia się opór elektryczny.

Widzimy, jak istotnie obraz kwantowy stosunków w metalu różni się od obrazu klasycznego.

Pomimo radykalnej zmiany podstaw teoretycznych istnieje jednakże analogia między nowymi i starymi wyobrażeniami; co więcej, według nowej teorii przewodność w temperaturach znacznie wyższych od 0°K wyraża się w przybliżeniu tym samym wzorem (4), któryśmy wyprowadzili z grubych założeń starej teorii. Tylko w nim teraz v_0 oznacza prędkość ruchu elektronów prawie niezależną od temperatury i znacznie przewyższającą tę zmienną z temperaturą prędkość, jaka wynikała ze starej teorii.

Natomiast droga swobodna, której długość zależy od stopnia rozpraszania się fal materii, jest znacznie dłuższa w nowej teorii, niż w starej. Ponad to ta nowa droga swobodna wybitnie zależy od temperatury, co jest zrozumiałe, ponieważ rozpraszanie fali materii wywołuje się ruchem drgającym jąder atomowych: ten ruch odbywa się naogół zgodnie z prawami klasycznymi, a więc jego energia stale wzrasta wraz z temperaturą.

Matematyczne opracowanie tych pojęć daje zależność elektrycznego oporu od temperatury zgodną z doświadczeniem. Mianowicie, w temperaturach zwykłych i wyższych opór rośnie proporcjonalnie do temperatury bezwzględnej, w temperaturach zaś bardzo niskich opór jest proporcjonalny do 5-tej potęgi temperatury: tej ostat-

niej zależności niepodobna było wyprowadzić z dawnej teorii. Dalej teoria kwantowa odniosła wybitny sukces w zastosowaniu do aliaży. Jeśli naprz. weźmiemy stop złota i srebra, to okaże się, iż jego opór jest znacznie większy, aniżeli opór każdego ze składowych metali. Ten fakt jest zupełnie niezrozumiały na gruncie teorii klasycznej. Natomiast jest on naturalnym wynikiem nowej teorii. Gdy do kryształu złota wprowadzamy atomy innego pierwiastka, naprz. srebra, to naruszamy doskonałą periodyczność struktury sieci krystalicznej złota. Skutkiem tego fala kierująca elektronami ulega w stopie Au-Ag dodatkowemu rozpraszaniu, co pociąga za sobą powiększenie oporu elektrycznego. Obliczono to powiększenie i wyniki rachunku okazały się w doskonałej zgodności z doświadczeniem. Z tego, co dziś powiedziałem, wolno nie bacząc na pobieżność mego wykładu wyprowadzić konkluzję, że teoria metali i w ogóle ciał stałych znalazła w mechanice kwantowej trwałe podstawy.

Wprawdzie na tym jasnym tle są ciemne plamy. Najważniejszą luką teorii jest to, że dotychczas nie udało się wytłumaczyć nadprzewodności. Zjawisko nadprzewodności polega na tym, że opór elektryczny niektórych ciał raptownie zanika w temperaturach niedalekich od 0°K .

Jak widzieliśmy, opór metali w temperaturach niskich według teorii kwantów zmniejsza się bardzo szybko, bo odwrotnie proporcjonalnie do 5-tej potęgi temperatury, ale raptownego zaniku oporu teoria nie tłumaczy.

Jednakowoż znawcy nie przewidują z tego powodu potrzeby zmian w podstawach teorii i są zdania, że tu są winne trudności matematyczne, związane z dokładnym zbadaniem teoretycznym zachowania się metali w nader niskich temperaturach.

Obliczanie naprężeń w poprzecznikach dla słupów elektrycznych

Inż. Antoni Kumanowski

Przy budowie napowietrznych linii elektrycznych bardzo często stosowane są poprzeczniki złożone z dwu belek (najczęściej korytek) równoległych lub zbieżnych. Podawane w literaturze technicznej sposoby obliczania naprężeń jakie powstają w takich poprzecznikach nie są ścisłe i niedostatecznie uwzględniają wpływ wszystkich czynników na wielkość naprężeń wypadkowych. Takie obliczenia podawane są w technicznej literaturze niemieckiej, między innymi w przepisach na skrzyżowania z liniami prądów słabych, wydanych przez niemieckie Ministerstwo Poczty („Vorschriften für die bruchsichere Führung von Hochspannungsleitungen über Postleitungen”, wyd. 1924 r.), a również i w książce prof. St. Odrowąż-Wysockiego p. t. „Obliczanie słupów elektrycznych” (str. 89 i dalsze).

Jako przykład przytaczam sposób obliczania naprężeń podany w wyżej wspomnianych przepisach niemieckiego Min. Poczty. Obliczenie to polega na znalezieniu trzech naprężeń składowych, a mianowicie:

1) wywołanych działaniem sił pionowych (ciężkości)

$$p_1 = \frac{1}{2W_x} \left[G_1 w + G_2 \frac{w_1}{2} \right]$$

gdzie G_1 — ciężar przewodów i sadzi, G_2 — ciężar własny konstrukcji, izolatorów i trzonów, W — moduł przekroju, w i w_1 — wymiary zaznaczone na rys. 1.

2) wywołanych działaniem momentu $F \cdot t$ (pary sił $F - F''$)

$$p_2 = \frac{F \cdot t \cdot w}{e \cdot W_x}$$

3) wywołanych działaniem siły poziomej F'

$$p_3 = \frac{F' \cdot w}{e \cdot s}$$

gdzie s — przekrój belki dla siły ściskającej całkowitej, a dla siły rozciągającej zmniejszony o otwór na śrubę.

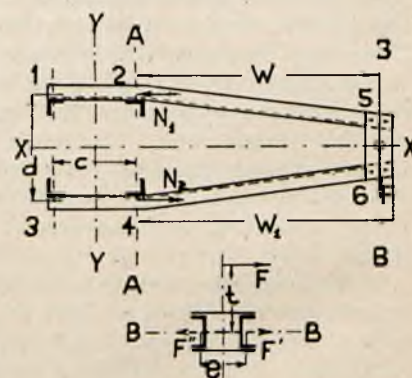
Naprężenie wypadkowe będzie

$$p = p_1 + p_2 + p_3.$$

Wyprowadzenie powyższych wzorów jest ogólnie znane i nie będę go przytaczał, w znacznej mierze wyjaśnia je zresztą dalsza część niniejszego artykułu.

Sposoby podawane przez inne źródła niewiele odbiegają od wyżej przytoczonego.

Wielkość naprężenia wypadkowego, jakie otrzymujemy przy pomocy wyżej podanych wzorów, w wielu



Rys. 1.

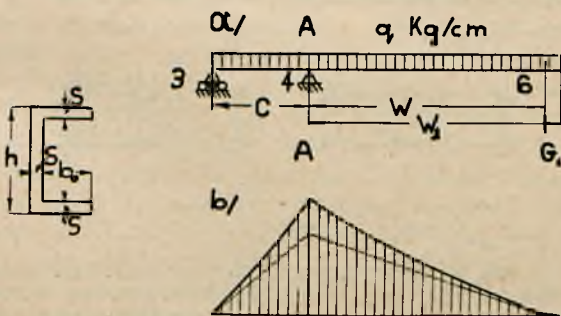
wypadkach znacznie odbiega od wielkości naprężeń występujących w rzeczywistości, zwłaszcza przy poporzecznikach złożonych z belek równoległych, oraz przy zastosowaniu izolatorów odciągowych wisiorowych ($F.t=O$) To też przy projektowaniu nowych poprzeczników przekroje belek nie możemy wybierać na podstawie obliczeń, lecz przyjmujemy je według doświadczeń z praktyki, a przeliczenia dokonywane są jedynie dla władz nadzorczych lub spokoju sumienia projektującego.

Obliczanie naprężeń wywołanych działaniem momentu $F.t$ zostało zakwestionowane przez p. inż. Kazimierza F. Hellera w artykule p. t. „Obliczanie poprzeczników dla słupów elektrycznych” (Przegl. Elektr. Nr. 20 z 1936 r.). Proponowany w tym artykule sposób obliczania jest, moim zdaniem, zupełnie błędny, a to skutkiem fałszywych założeń, mianowicie:

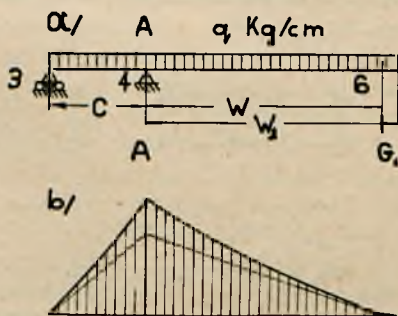
a) Błędny jest założenie przyjęte przy wyprowadzaniu wzoru I, że przy dwóch prętach, których jedno końce są utwierdzone, a drugie końce połączone ze sobą sztywno „materiał zachowuje się zupełnie jak gdyby stanowił część pełnego wału o osi 0—0”. Przy skręcaniu pełnego wału w przekrojach prostopadłych do osi skręcania występują tylko naprężenia styczne, podczas gdy przy skręcaniu dwóch prętów połączonych ze sobą w wyżej omawiany sposób w przekrojach prostopadłych do osi skręcania wystąpią zarówno naprężenia styczne, jak też i normalne i pręty w rzeczywistości ulegną równoczesnemu skręceniu i zgięciu, to też prętów tak połączonych w żadnym wypadku nie możemy traktować w ten sposób, jakgdyby wszystkie przekroje obu prętów prostopadłe do osi skręcania były zupełnie sztywne.

b) Drugim błędem jest twierdzenie, przyjęte przy wyprowadzaniu wszystkich trzech wzorów, że „największe naprężenie skręcające występuje w punkcie najdalszym od osi obrotu”. Twierdzenie to jest słuszne jedynie w wypadkach przekroju kołowego lub pierścieniowego, w innych wypadkach jest najzupełniej fałszywe. I tak np. dla przekroju eliptycznego największe naprężenia skręcające (styczne) występują na końcach osi krótszej, a dla przekroju prostokątnego w środku dłuższego boku. Dlatego też nie możemy obliczać wielkości naprężeń skręcających z wzoru $p = \frac{M_s}{W_0}$, gdzie W_0 „biegunowy moment wytrzymałości” $= \frac{I_0}{J}$. Łatwo się o tym przekonać, porównując ten wzór z wzorami podawanymi w literaturze technicznej dla obliczania naprężeń przy skręcaniu prętów o bardziej skomplikowanych przekrojach. (Np. dla korytka $M_s = \frac{2}{9} s^2 (h + 2b_1) \cdot p$ rys. 2).

c) Wreszcie nie zgadzam się z założeniami co do właściwości samej konstrukcji przyjętymi przy wyprowadzaniu wzorów II i III; wyjaśnienie tej sprawy wynika z dalszej części niniejszego artykułu.



Rys. 2.



Rys. 3.

Analiza ogólna i obliczanie naprężeń.

1) Siły pionowe (ciężkości):

Jako siły pionowe występują: ciężar przewodów i sadzi w połowie przęsła z jednej strony słupa i w połowie przęsła z drugiej strony, ciężar izolatora i trzona, oraz ciężar blach łączących obie belki podłużne. Sumę powyższych ciężarów oznaczamy przez G_1 . Poza tym działa ciężar własny belek o wielkości q kg/cm. Powyższe siły zwykle działają na poprzecznik symetrycznie, a więc rozkładają się równomiernie na obie belki.

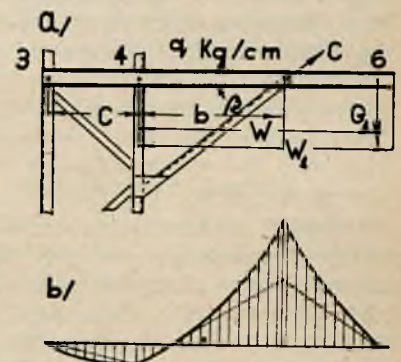
Schemat obciążenia dla belek równoległych pokazany jest na rys. 3 a, a wykres momentów na rys. 3 b. Największy moment zginający wystąpi w przekroju belki A — A o wielkości:

$$M_A = G_1 \frac{w}{2} + q \frac{w_1^2}{2} \dots \dots \dots (I)$$

a wywołane nim naprężenie wyniesie:

$$p_1 = \frac{M_A}{W_x} = \frac{1}{2 W_x} [G_1 w + q \cdot w_1^2] \dots \dots (II)$$

Oprócz wyżej pokazanego sposobu umocowania poprzecznika nieraz stosowane jest jeszcze dodatkowe podparcie (lub podwieszenie) belek ((rys. 4a), w tym wypadku belki podparte są w trzech punktach i mamy do czynienia z zagadnieniem statycznie niewyznaczalnym. Po rozwiązaniu powyższego zadania otrzymamy w tym wypadku rozkład momentów pokazany na rys. 4b, przy czym wielkości momentów możemy obliczyć z wzorów:



Rys. 4.

$$M_A = - G_1 \frac{b(w-b)}{2(b+c)} - q \frac{2wb(w-2b) + b^3 - c^3}{8(b+c)} (I')$$

$$M_C = G_1(w-b) + q \frac{(w_1-b)^2}{2} \dots \dots (II')$$

Wpływ obciążenia q na rys. 3b i 4b pokazany jest przesadnie.

Znak — przy wzorze I' oznacza, że moment M_A jest przeciwnie skierowany, niż moment M_C . Pierwsze wyrazy z prawej strony w tych wzorach dają wielkości momentów wywołanych siłą G_1 , a drugie — ciężarem własnym belki.

Znając wielkość momentów zginających, obliczymy naprężenia nimi wywołane z wzoru:

$$p_1' = \frac{M}{W_x} \dots \dots \dots (II')$$

Poza tym w belce między podporami 4 i C powstaną naprężenia rozciągające, wywołane siłą $C \cdot \cos \beta$ o wielkości:

$$p_1'' = \frac{1}{s} \left[G_1 \frac{w(3b+2c) - b^2}{2b(b+c)} + q \frac{2w(3wb - 2b^2 + 2wc) + b^3 - c^3}{8b(b+c)} \right] \text{ctg } \beta (III'')$$

gdzie s — przekrój belki zmniejszony o wielkość otworu na śrubę.

Przy poprzecznikach złożonych z belek zbieżnych wielkości momentów będą trochę inne, jednakże przy małych kątach zbieżności, jakie zwykle zachodzą w wy-

padkach, spotykanych w praktyce, możemy z dostatecznym przybliżeniem posługiwać się tymi samymi wzorami.

Oprócz momentów zginających (ewentualnie i siły rozciągającej) siły pionowe mogą wywołać w niektórych przekrojach belek również i momenty skręcające (zwłaszcza przy belkach zbieżnych). Rachunkowe ujęcie wpływu tych momentów na wielkość największego naprężenia wypadkowego nastrocza jednak znaczne trudności; po pierwsze bowiem oprócz momentów skręcających, wywołanych działaniem sił pionowych, powstaną również momenty skręcające, wywołane działaniem momentu $F \cdot t$, których wielkości nie da się obliczyć w sposób elementarny, po drugie zaś rozkład naprężeń stycznych, wywołanych skręcaniem, na powierzchni przekroju belki przy bardziej skomplikowanych przekrojach (np. korytka) nie da się również obliczyć w sposób elementarny (z rozkładem tych naprężeń dla przekroju w kształcie korytka nie spotkałem się w literaturze), a tym samym nie możemy dokonać sumowania tych naprężeń z naprężeniami normalnymi, wywołanymi przez momenty zginające i siły rozciągające. Przy obliczaniu naprężeń wypadkowych pomijam wpływ wspomnianych wyżej naprężeń stycznych i przyjmuję, że nieścisłość ta uwzględniona zostaje przez przyjęcie odpowiedniej wielkości naprężenia bezpiecznego (dopuszczalnego).

2) Działanie momentu $F \cdot t$

Sposób oddziaływania momentu $F \cdot t$ na belki podłużne poprzeczника nie jest bynajmniej prosty i w znacznej mierze zależy od właściwości samej konstrukcji; ścisłe obliczenie sił i momentów, jakie będą działały na belki, byłoby zbyt skomplikowane, to też musimy porzucić na przeliczeniach przybliżonych.

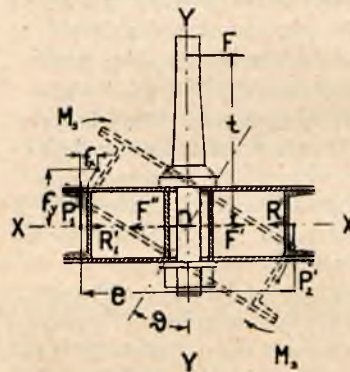
W celu ustalenia sposobu przybliżonego obliczania rozpatrzmy bliżej całe zagadnienie.

Na rys. 5 pokazany jest przekrój prostopadły do osi symetrii poprzeczника, przechodzący przez oś trzona izolatorowego. Jeżeli przyjmiemy, że pokazany przekrój jest idealnie sztywny, to pod wpływem działania momentu $F \cdot t$ (pary sił $F - F''$) przekrój ten obróci się dookoła punktu 0 i przyjmie położenie pokazane przesadnie na rys. 5 liniami kreskowanymi. Aby przekroje belek zajęły to położenie, muszą na belki działać: a) siły pionowe $P'_1 = -P'_2$ powodujące zginanie belek względem osi $X - X$, b) siły poziome $R'_1 = -R'_2$ powodujące zginanie belek względem osi $Y - Y$, c) momenty skręcające belki M_s . Z warunków równowagi mamy zależność $P'_1 \cdot e + 2 \cdot M_s = F \cdot t$; z drugiej strony wielkości odkształceń przekrojów belek uzależnione są od siebie i z wymiarów geometrycznych możemy ustalić związek pomiędzy wielkościami ugięć f_y i f_x , oraz kątem skręcenia przekroju ϑ , a znając warunki umocowania belek możemy znaleźć zależność odkształceń od sił i momentów wywołujących je, a co za tym idzie obliczyć wielkości sił i momentów w zależności od momentu $F \cdot t$. Takie obliczenie dałoby się stosunkowo łatwo przeprowadzić dla prostszych (pełnych) przekroi belek, ale dla przekroi bardziej skomplikowanych, a więc i dla najczęściej stosowanych przekroi w kształcie korytka, nie da się w sposób elementarny obliczyć zależności pomiędzy wielkością kąta skręcenia ϑ i momentem wywołującym to skręcenie (w literaturze technicznej zależność ta dla [nie jest podawana i prawdopodobnie miałaby formę bardzo skomplikowaną]. Skutkiem tego ścisłe obliczenie sił i momentów działających na belki, nawet przy przyję-

ciu idealnej sztywności rozpatrywanego przekroju, nie da się przeprowadzić *).

Odształcenia, jakie zachodzą w rzeczywistości, są zawsze stosunkowo małe, a wtedy zarówno ugięcie f_x jak też kąt skręcenia ϑ są bardzo małe w porównaniu z ugięciem f_y , a co za tym idzie również i naprężenia wywołane działaniem sił R' i momentów skręcających będą małe w porównaniu z naprężeniami wywołanymi działaniem sił P' i możemy je pominąć. Jeżeli w dodatku wielkość sił P obliczymy przyjmując, że tylko one równoważą działanie momentu $F \cdot t$ czyli $P = \frac{F \cdot t}{e}$, a więc $P > P'$, i obliczymy naprężenia w belkach wywołane przez te siły, to wynik otrzymany będzie dostatecznie dokładny dla celów praktycznych. Wielkość naprężeń obliczymy w ten sam sposób, jak dla sił pionowych z wzorów I i II (wzgl. I', I'', II' i III') wstawiając zamiast G_1 siłę $2P$ i przyjmując $q = 0$. Jeszcze prościej będzie, gdy wstawimy we wspomnianych wzorach od razu zamiast G_1 wielkość $G_1 + 2P$ (względnie $G_1 - 2P$), wtedy otrzymamy od razu naprężenia, wywołane w belce przez działanie zarówno sił pionowych, jak też i momentu $F \cdot t$.

Całe rozumowanie przeprowadziłem przy założeniu, że przekrój poprzeczника pokazany na rys. 5 jest idealnie sztywny. W rzeczywistości jednak tak nie będzie i skutkiem tego pod wpływem działania momentu $F \cdot t$ przekrój ten ulegnie odkształceniu i przyjmie kształt pokazany przesadnie na rys. 6. Jak widzimy, skręcenie be-

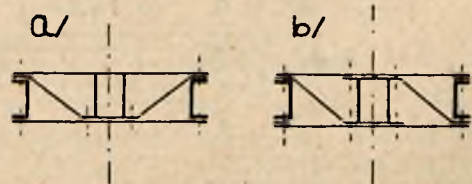


Rys. 5.



Rys. 6.

lek będzie w tym wypadku o wiele większe, a dokładność obliczenia naprężeń w wyżej podany sposób — zmniejszy się. Ponieważ w konstrukcjach żelaznych o ile możemy unikamy skręcania poszczególnych belek, przeto przy projektowaniu poprzeczników powinniśmy się starać o zapewnienie dostatecznej sztywności omawianego przekroju, przez co uzyskamy również dostateczną dokładność w obliczeniach. Sztywność przekroju przy małych odległościach (e) belek da się łatwo uzyskać przez przyjęcie odpowiednio grubych blach łączących, a przy większych odległościach — przez dodatkowe usztywnienie przekroju. (Np. jak na rys. 7a i 7b).



Rys. 7.

*) W powyższym rozumowaniu pominięte zostały jeszcze momenty zginające, jakie działać muszą na belki dla utrzymania płaskiego kształtu rozpatrywanego przekroju.

Dotychczas przyjmowałem, że w miejscu umocowania trzona pomiędzy blachy łączące belki wstawiony jest kawałek rurki, co dawało zupełnie sztywne połączenie trzona z blachami. W wypadku, gdybyśmy tej rurki nie dali, rozkład sił ulegnie zasadniczej zmianie. Pod wpływem działania momentu $F.t$ trzon będzie się starał obrócić, co wywoła pionowy nacisk kołnierza i podkładki $A = -B$ na blachy, a przy uwzględnieniu tarcia — również i siły poziome $T_1 = -T_2$ (rys. 8), skutkiem nacisku pionowego blachy się ugną i w pewnej chwili trzon oprze się o krawędzie otworów i będzie na nie naciskał w kierunku poziomym ($H_1 = -H_2$); z warunków równowagi trzona otrzymamy zależność $F.t = A(a + b) + (T_1 + H_1)n$. Wzajemny stosunek poszczególnych sił będzie zależny od właściwości konstrukcji, a w szczególności o odległości e , sztywności blach ($E.J$), wielkości luzu w otworach między trzonem i blachami, wielkości ugięcia belek i t. p. Siły powyższe będą oddziaływały na belki i tak: naciski A i B dadzą wypadkowe siły pionowe, oraz skutkiem istnienia momentów węzłowych w miejscach umocowania blach, również momenty skręcające belki w kierunku przeciwnym kierunkowi momentu $F.t$, a siły poziome będą skręcały belki w kierunku momentu $F.t$; poza tym będą działały na belki również i siły poziome. Nie będę się dłużej zatrzymywał nad tym zagadnieniem, zaznaczę tylko, że konstrukcja taka jest znacznie gorsza od poprzednio rozpatrywanej, na ogół bowiem daje znacznie większe skręcanie belek, a przy znacznej sztywności blach i dużym luzie w otworach między trzonem i blachami może dać wzrost sił pionowych działających na belki przy równoczesnym kręcaniu belek w kierunku przeciwnym kierunkowi momentu $F.t$, i dość duże siły poziome; w granicznym wypadku siła P'' zdąży do wartości $1,5 \frac{F.t}{e}$, a momenty skręcające do $\frac{F.t}{4}$. Wspomnę jeszcze, że obawa wyboczenia blach pod wpływem działania sił poziomych wydaje mi się nieuzasadnioną, gdyż przy wymiarach, stosowanych w praktyce, tylko wyjątkowo stateczność blach może się okazać zbyt małą.

3) Działanie siły poziomej F' .

Sposób obliczania naprężeń wywołanych działaniem siły poziomej, obecnie powszechnie stosowany, nasuwa największe wątpliwości.

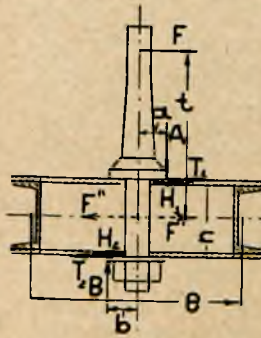
Chcąc obliczyć naprężenia w poszczególnych miejscach jakiegokolwiek konstrukcji, musimy znać siły zewnętrzne, jakie na nią działają, i dopiero z nich możemy obliczyć rozkład sił i naprężeń wewnętrznych przy uwzględnieniu właściwości danej konstrukcji. Siłami zewnętrznymi działającymi na konstrukcję są: zadane zgóry obciążenie oraz wywołane nim reakcje w punktach podparcia lub utwierdzenia. Konstrukcja pod wpływem działania sił zewnętrznych musi pozostawać w równowadze, innymi słowy wypadkowa wszystkich sił zewnętrznych musi być równa zero (lub, co jest równoznaczne, sumy rzutów wszystkich sił na poszczególne osie współrzędnych muszą być równe zero), oraz moment wypadkowy wszystkich sił zewnętrznych względem dowolnego punktu musi być równy zero.

Przy powszechnie używanym sposobie obliczania, przytoczonym na początku niniejszego artykułu, zostało przyjęte, że siła F' wywołuje w punktach podparcia 2 i 4 tylko reakcje o kierunku prostopadłym do siły F' . Na pierwszy rzut oka widać odrazu, że przy tym układzie sił zewnętrznych (F' , N_1 i N_2 , rys. 1) warunki równowagi nie są spełnione, a więc reakcje zostały przyjęte błędnie,

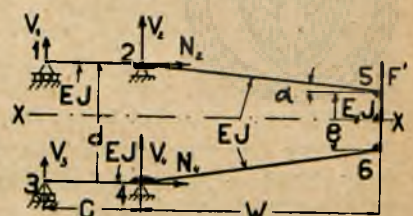
a co za tym idzie obliczanie na tej podstawie wielkości powstałych naprężeń nie ma żadnej wartości.

Jak widać z rys. 1, konstrukcja jest stale podparta w miejscach 1, 2, 3 i 4 (ściślej podparta i utwierdzona jest w sposób elastyczny skutkiem odkształceń słupa). Pod wpływem działania siły F' we wszystkich punktach podparcia powstaną reakcje posiadające składowe zarówno w kierunku osi $X-X$, jak też i osi $Y-Y$; mamy więc ogólnie 8 niewiadomych, podczas gdy warunki równowagi dostarczają nam tylko trzy równania, zagadnienie jest więc statycznie niewyznaczalne i dla rozwiązania go musimy się uciec do rozpatrzenia powstających odkształceń.

Znalezienie składowych reakcji w kierunku osi $X-X$ nastęrcza znaczne trudności, gdyż na rozkład tych reakcji wpływają nie tylko odkształcenia belek 1—2 i 3—4, wywołane ich ściskaniem lub rozciąganiem, ale również — i to w sposób decydujący — sposób umocowania konstrukcji na słupie, odkształcenia słupa i t. p., które to czynniki nie dadzą się rachunkowo ściśle ująć. Jednakże dla znalezienia największych naprężeń w poprzeczniku, możemy sprawę tą uprościć, przyjmując, że poprzecznik stale podparty jest tylko w punktach 2 i 4, a w punktach 1 i 3 jest swobodnie podparty; wówczas w punktach 1 i 3 powstaną reakcje tylko w kierunku osi $Y-Y$. Dla obliczenia największych naprężeń przyjęcie takie jest dopuszczalne, gdyż zmieni ono tylko rozkład sił i naprężeń w belkach 1—2 i 3—4, a w tych belkach w żadnym wypadku nie wystąpią interesujące nas naprężenia maksymalne. W ten sposób ograniczyliśmy ilość niewiadomych do 6-ciu.



Rys. 8.



Rys. 9.

W dalszym ciągu przyjmijmy, że belki 1—2, 2—5, 3—4 i 4—6 wykonane są z tego samego materiału i są o identycznym przekroju (w praktyce warunek ten jest zawsze spełniony), zaś belka 5—6 ma inny przekrój i może być z innego materiału. Wreszcie przyjmijmy, że belki połączone są ze sobą w punktach 2, 4, 5 i 6 za pomocą węzłów sztywnych. Schemat do obliczeń podaje rys. 9.

Dla znalezienia wielkości reakcji mamy do dyspozycji równania równowagi:

$$V_1 + V_2 + V_3 + V_4 + F' = 0$$

$$N_2 + N_4 = 0$$

$(V_1 + V_3) \cdot c - F' \cdot w + N_2 \cdot d = 0$ (równanie momentów względem punktu 4) oraz pięć równań różniczkowych linii ugięcia poszczególnych belek, o kształcie

$$E \cdot I \frac{d^2 y}{dx^2} = M$$

gdzie M — moment zginający w poszczególnych przekrojach belek,

E — moduł sprężystości materiału,

I — moment bezwładności przekroju belki względem osi zginania.

Wreszcie dla znalezienia stałych całkowania równań różniczkowych mamy warunki, że: ugięcia belek w punktach podparcia 1, 2, 3 i 4 są równe zeru, ugięcia belki 5—6 w punktach 5 i 6 są uzależnione od ugięć belek 2—5 i 4—6 w tych punktach, oraz, że kąty zawarte pomiędzy belkami w punktach węzłowych pozostają niezmiennione.

Po rozwiązaniu powyższych równań możnaby wywodzić wzory dla poszczególnych sił i momentów działających w różnych miejscach konstrukcji, podając ich wielkość w zależności od wielkości siły F' i przyjętych wymiarów konstrukcji. Takie wzory miałyby jednak dość skomplikowany kształt i byłyby dla obliczeń praktycznych niewygodne. Poniżej podaję wzór ogólny na obliczanie składowych reakcyj w kierunku osi $X-X$, oraz równania pośrednie, z których w łatwy sposób możemy obliczyć wszystkie inne potrzebne wielkości.

I tak:

$$N_2 = -N_3 =$$

$$\frac{F' \cdot w \cdot (2w \cdot d + 2c \cdot d \cdot \cos \alpha + w \cdot e)}{E_1 I_1 e^3 \cos \alpha + c \cdot \cos \alpha (e^2 - de + 2d^2) + 2w (de + d^2 + e^2)}$$

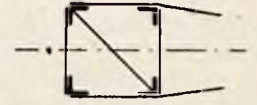
$$V_1 = V_3 = F' \frac{w}{2 \cdot c} - N_2 \frac{d}{2c} \quad V_2 = V_4 = - \left(V_1 + \frac{F'}{2} \right)$$

Wzory powyższe wyprowadzone zostały zupełnie ogólnie i ważne są zarówno dla poprzeczników o belkach zbieżnych, jak też i przy belkach równoległych (wtedy $\cos \alpha = 1$ i $d = e$), a także niezależnie od wzajemnego stosunku odległości punktów podparcia, byleby rozmieszczenie ich było symetryczne względem osi symetrii poprzecznika i osi do niej prostopadłej. Kształt przekroju belek i ich materiał mogą być dowolne przy zachowaniu jedynie warunków, podanych na początku obliczenia. Wreszcie sposób podparcia konstrukcji w kierunku pionowym nie wpływa na rozkład sił i naprężeń wywołanych siłą poziomą, a więc wzory są ważne również i przy dodatkowym podparciu konstrukcji (rys. 4a).

Przy wyprowadzaniu powyższych wzorów pominięty został — jak to ma miejsce przy wszystkich prawie obliczeniach technicznych — wpływ odkształceń spowodowanych działaniem sił ściskających i rozciągających, jak też i naprężenia wywołane przez siły poprzeczne (ściskające). Poza tym nieuwzględniony został wpływ przesunięcia się punktów podparcia, które to przesunięcia powstaną skutkiem odkształceń słupa. Słup ulegnie odkształceniom dwojakiego rodzaju: a) spowodowanych działaniem momentu skręcającego oraz b) spowodowanych działaniem momentu zginającego słup, wywołanego przez siłę poziomą (w pewnych wypadkach może powstać również zginanie słupa, spowodowane działaniem sił ciężkości). Powyższe odkształcenia zasadniczo nie mają żadnego wpływu na wielkość i rozkład naprężeń w poprzeczniku (poza zmianą wielkości i kierunku naciągu przewodu, które to zmiany dla poprzeczników sztywnych są bez znaczenia), o ile przekrój słupa w miejscu umocowania poprzecznika jest zupełnie sztywny, t. zn. wzajemne odległości wszystkich punktów podparcia poprzecznika pozostaną bez żadnej zmiany. W razie, gdy omawiany przekrój słupa nie jest sztywny i może ulec odkształceniom, rozkład sił i naprężeń w poszczególnych miejscach poprzecznika ulegną zmianie (w niektórych miejscach wzrosną, w innych — zmniejszą). To, czy dany przekrój jest sztywny, zależy od konstrukcji samego słupa. W wypadkach, gdy sztywność przekroju jest niedostateczna, należy ją odpowiednio zwiększyć (jest to również pożądaną dla uzyskania równomierniej-

szego rozkładu sił, wywołanych momentem skręcającym słup, na poszczególne jego ściany). Np. przekrój słupa kratowego w zasadzie nie jest dostatecznie sztywny, zupełną (praktycznie) sztywność przekroju uzyskamy przez dodanie połączeń, jak na rys. 10.

Poza tym przy wyprowadzaniu wzorów pominięty został wpływ momentów utwierdzających, jakie wystąpią w punktach podparcia; momenty te są jednak stosunkowo małe i wpływ ich możemy pominać.



Rys. 10.

Wzór na siłę N_2 możemy jeszcze uprościć uwzględniając, że w przypadkach zachodzących w praktyce, kąt α jest zwykle bardzo mały, a więc $\cos \alpha \approx 1$, poza tym $E_1 \cdot J_1$ jest zwykle znacznie większe od $E \cdot J$ i możemy, w większości wypadków, bez popełnienia dużego błędu przyjąć $\frac{E I}{E_1 I_1} \approx 0$. Wzór przybliżony będzie więc:

$$N_2 = -N_4 = F' \cdot w \frac{2wd + 2cd + we}{c(e^2 - de + 2d^2) + 2w(de + e^2 + d^2)}$$

Znając wielkość i kierunek sił zewnętrznych działających na poprzecznik, łatwo obliczymy momenty i siły występujące w poszczególnych przekrojach. Największe momenty zginające wystąpią w przekrojach $A-A$ o wielkości $M_2 = V_1 c$ i w $B-B$ o wielkości $M_5 = N_2 \frac{e}{2}$, przy czym momenty te będą przeciwnie skierowane. Na ogół będzie $|M_5| > |M_2|$ ($|M_5| < |M_2|$ będzie tylko w wypadkach, gdy $E_1 J_1$ jest dużo mniejsze od $E \cdot J$, a w wypadkach zachodzących w praktyce jest odwrotnie, jednakże nas interesują największe naprężenia wypadkowe jakie występują w poprzeczniku, a te prawie zawsze wystąpią w przekroju $A-A$, gdyż tam osiągają największą wartość momenty zginające, wywołane działaniem sił pionowych (siłami ciężkości i siłami wywołanymi działaniem momentu $F \cdot t$), podczas gdy w przekroju $B-B$ momenty te są równe zeru. W wypadkach zastosowania izolatorów odciągowych wisiorowych ($F \cdot t = 0$) oraz w wypadkach zastosowania dodatkowego podparcia konstrukcji określenie zgóry przekroju niebezpiecznego jest niemożliwe i trzeba przeliczyć naprężenia w różnych przekrojach dla każdego poszczególnego wypadku, co zresztą nie nastęrcza większych trudności.

Wielkość naprężeń w poszczególnych przekrojach obliczymy ze znanych wzorów:

$$p_3' = \frac{M}{W_y} \quad p_3'' = \frac{N}{s} \quad p_3 = p_3' + p_3''$$

gdzie s — przekrój belki dla sił ściskających całkowity, a dla sił rozciągających — zmniejszony o wielkość otworów, inne oznaczenia są dostatecznie jasne.

Sposób obliczania naprężeń najlepiej zobrazują przykłady.

Przykład I.

Poprzecznik z korytek równoległych.

Naciąg $F = 300$ kg; wymiary $w = 40$ cm; $w_1 = 45$ cm; $t = 20$ cm; $e = d = 30$ cm; $c = 20$ cm; $\cos \alpha = 1$ [Nr. 8 $s_{\text{brutto}} = 11$ cm²; $s_{\text{netto}} = 9,8$ cm²; $J_x = 106$ cm⁴; $W_x = 26,5$ cm³; $J_y = 19,4$ cm⁴; $W_y = 6,36$ cm³].

Blachy $2 \times (10 \times 1 \times 36,1)$ w cm.

Ciężary: przewodów i sadzi — 60 kg, izolatora i trzona — 3 kg, blach — ok. 6 kg.

Razem $G_1 = 69$ kg $q = 0,0864$ kg/cm

$$E = E_1$$

$$\frac{E J}{E_1 J_1} = 0,1165.$$

Obliczenie naprężeń:

$$P = \frac{F \cdot t}{e} = 200 \text{ kg}$$

$$2 \cdot P + G_1 = 469 \text{ kg}$$

$$p_1 + p_2 = \frac{1}{2 W_x} [(G_1 + 2P) \cdot w + q \cdot w_1^2] = 357,5 \text{ kg/cm}^2$$

$$N_2 = -N_1 = F \cdot w \frac{2c + 3w}{e(2c + 6w)} = 228,5 \text{ kg}$$

(wzór przybliżony przy belkach równoległych $e = d$)

$$V_1 = V_3 = F \frac{w}{2c} - N_2 \frac{d}{2c} = 128,5 \text{ kg}$$

$$M_2 = V_1 \cdot c = 2570 \text{ kg} \cdot \text{cm}$$

$$p_3' = \frac{M_2}{W_y} = 404 \text{ kg/cm}^2 \quad p_3'' = \frac{N_2}{s_{\text{brutto}}} = 20,8 \text{ kg/cm}^2$$

$$p_3 = p_3' + p_3'' = 424,8 \text{ kg/cm}^2.$$

Naprężenie wypadkowe w przekroju A — A

$$p = p_1 + p_2 + p_3 = 357,5 + 424,8 = 782,3 \text{ kg/cm}^2.$$

Przy obliczaniu p_3' obliczamy naprężenia w belce ściskanej i dla tego bierzemy przekrój całkowity; dla belki rozciąganej siły G_1 i P będą przeciwnie skierowane, a więc naprężenia wypadkowe będą mniejsze.

Obliczając siły N z wzoru ścisłego otrzymamy

$$N_2 = -N_1 = F \frac{w}{e} \frac{EJ}{E_1 J_1} \frac{2c + 3w}{e + 2c + 6w} = 226 \text{ kg},$$

a naprężenie wypadkowe będzie $p = 789,1 \text{ kg/cm}^2$, różni się więc o niecały 1% od wyniku otrzymanego za pomocą wzoru przybliżonego.

Jeżeli w powyższym przykładzie przeliczymy naprężenia za pomocą wzorów podanych w przepisach niemieckiego Min. Poczt, to otrzymamy wielkość naprężenia wypadkowego $p = 395,4 \text{ kg/cm}^2$, podobny wynik otrzymamy licząc za pomocą wzorów podanych przez prof. Wysockiego, mianowicie $p = 393,9 \text{ kg/cm}^2$.

Jak widzimy, wyniki powyższe różnią się znacznie od wyników otrzymanych za pomocą proponowanych wzorów.

Przykład II.

Poprzecznik o belkach zbieżnych.

Naciąg $F = 200 \text{ kg}$; wymiary $w = 100 \text{ cm}$; $w_1 = 105 \text{ cm}$; $t = 20 \text{ cm}$; $e = 7 \text{ cm}$; $d = 40 \text{ cm}$; $c = 30 \text{ cm}$; $\cos \alpha = 0,986$; [Nr. 10, $s_{\text{netto}} = 11,82 \text{ cm}^2$; $s_{\text{brutto}} = 13,5 \text{ cm}^2$; $J_x = 206 \text{ cm}^4$; $W_x = 41,2 \text{ cm}^3$; $J_y = 29,3 \text{ cm}^4$; $W_y = 8,49 \text{ cm}^3$.

Blachy $2 \times (10 \times 1 \times 13,1) \text{ w cm}$.

Ciężary jak w przykładzie I, $G_1 = 69 \text{ kg}$, $q = 0,106 \text{ kg/cm}$.

$$E = E_1$$

$$\frac{EJ}{E_1 J_1} = 0,176.$$

Obliczenie naprężeń:

$$P = \frac{F \cdot t}{e} = 572 \text{ kg}$$

$$G_1 + 2 \cdot P = 1213 \text{ kg}$$

$$p_1 + p_2 = \frac{1}{2 W_x} [(G_1 + 2P)w + q \cdot w_1^2] = 1489 \text{ kg/cm}^2$$

$$N_2 = -N_1 = F \cdot w \frac{2w'd + 2cd + we}{c(e^2 - ed + 2d^2) + 2w(de + e^2 + d^2)} = 467 \text{ kg}.$$

(wzór przybliżony)

$$V_1 = V_3 = F \frac{w}{2c} - N_2 \frac{d}{2c} = 22 \text{ kg}$$

$$M_2 = V_1 \cdot c = 660 \text{ kg} \cdot \text{cm}$$

$$p_3' = \frac{M_2}{W_y} = 77,7 \text{ kg/cm}^2 \quad p_3'' = \frac{N_2}{s_{\text{brutto}}} = 34,6 \text{ kg/cm}^2$$

$$p_3 = p_3' + p_3'' = 112,3 \text{ kg/cm}^2$$

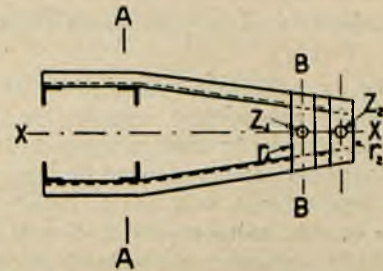
Naprężenie wypadkowe w przekroju A — A

$$p = p_1 + p_2 + p_3 = 1601,3 \text{ kg/cm}^2.$$

Obliczając siły N z wzoru ścisłego, otrzymamy różnicę dopiero na miejscach dziesiętnych.

Jeżeli naprężenia przeliczymy za pomocą wzorów podanych w przepisach niemieckiego Min. Poczt, to otrzymamy $p = 1528,8 \text{ kg/cm}^2$, w tym wypadku różnica jest więc niewielka; gdybyśmy jednak przeliczyli naprężenia dla tego poprzecznika przy przyjęciu izolatorów odciągowych wisiorowych t. j. $F \cdot t = 0$, to licząc według wzorów podanych w wyżej wspomnianych przepisach, otrzymamy naprężenie wypadkowe $p = 138,8 \text{ kg/cm}^2$, a licząc według proponowanych wzorów $p = 211,3 \text{ kg/cm}^2$, różnica byłaby więc znaczna.

Z podanych wzorów widzimy, że naprężenia wywołane działaniem siły poziomej F' maleją wraz ze zmniejszaniem się odległości e (przy niezmiennych innych wymiarach), a więc ze wzrastającą zbieżnością belek, równocześnie jednak wzrastają naprężenia wywołane działaniem momentu $F \cdot t$. Dla każdego poprzecznika możemy znaleźć najkorzystniejszą zbieżność belek, przy której naprężenia wypadkowe będą najmniejsze. Przeliczenia jednak wykazują, że najkorzystniejsza zbieżność będzie niewielka, a uzyskane przez to zmniejszenie naprężeń — w porównaniu z naprężeniami przy belkach równoległych — bardzo małe, tak że otrzymany efekt nie usprawiedliwia zwiększonych kosztów wykonania poprzecznika o belkach zbieżnych. Jak już poprzednio wspominałem, przy dużych odległościach e mogą powstać dodatkowe naprężenia (skręcające), wywołane małą sztywnością końcowego przekroju poprzecznika (B — B), w tych wypadkach wchodziłyby na grę konstrukcje pokazane na rys. 7a i b. Naturalnie przy zastosowaniu izolatorów odciągowych wisiorowych zastosowanie poprzeczników o belkach zbieżnych da zawsze pożądaną wynik.



Rys. 11.

Bardzo często stosowane jest zawieszenie przewodników na dwóch izolatorach. W tym wypadku belki połączone są ze sobą w dwóch miejscach (rys. 11). W chwili, gdy przewód zawieszony jest na izolatorze Z_1 , obliczenie naprężeń nie ulegnie zmianie (w tym wypadku połączenie blachami r_2 działa podobnie, jak zwiększenie J_1 blach r_1 , a i tak z dostateczną dokładnością końcowego wyniku przyjmowaliśmy $J_1 = \infty$). W chwili, gdy przewód zawieszony jest na izolatorze Z_2 , obliczenie naprężeń przy nieuwzględnianiu wpływu blach r_1 nie będzie ścisłe; w tym wypadku naprężenia powstałe w przekroju A — A zmniejszą, natomiast wzrosną naprężenia w przekroju B — B. Gdy przekrój niebezpieczny wypada w przekroju A — A, możemy więc z zupełną pewnością obliczać naprężenia przy nieuwzględnianiu wpływu blach r_1 , natomiast gdy przekrój B — B jest niebezpiecznym (co może zająć przy dodatkowym podparciu belek), musimy się liczyć z tym, że naprężenia rzeczywiste będą większe od naprężeń obliczonych.

Statystyka porażen elektrycznych w Polsce za rok 1936 i ich analiza na tle naszych przepisów bezpieczeństwa*)

Inż. Zdzisław Rychlik

G. Wypadki w zakładach przemysłowych.

16) Śmierć przy napięciu 220 V.

W cegielni poniósł śmierć robotnik Sz. podczas manipulowania przy lampie używanej do oświetlenia wnętrza pieca do wypalania cegieł, (prawdopodobnie wkręcał żarówkę). Stwierdzono, że przy oprawie brak było pierścienia izolacyjnego. Napięcie wynosiło 220 V.

Przyczyną wypadku była wadliwa lampa przenośna.

W drugim analogicznym wypadku poniósł śmierć robotnik K. w tartaku podczas czyszczenia kotła parowego. Stwierdzono, że stan lampy był zły i ochrona części gołych była niedostateczna. Używanie takiej lampy powinno być wogóle zabronione, a przy pracach przy kotle, gdzie niebezpieczeństwo porażenia jest zwiększone, winny być stosowane tylko doskonale przyrządy elektryczne, których izolacja i ochrona przed dotknięciem nie pozostawia nic do życzenia. Poza tym napięcie 220 V jest niedopuszczalne do użycia przy tego rodzaju pracach i stosowanie przy prądzie zmiennym napięcia nie wyżej 42 V jest bezwzględnie nakazane (por. PNE-10 § 31 p. 1 f). Przy prądzie stałym zaleca się w tych wypadkach lampy akumulatorowe.

17) Śmierć przy napięciu 150 V.

Wypadek wydarzył się w kuźni. Wyłącznik pokrętny do światła był uszkodzony i brak było kurka oraz izolacyjnej przykrywk. Uczeń kowalski W. chcąc zapalić światło przekręcił obcęgami ośkę wyłącznika. Przy tej okazji został śmiertelnie porażony.

Przyczyną wypadku była wadliwa instalacja.

18) Porażenie oczu przy spawaniu łukiem elektrycznym.

Wypadki w zakładach przemysłowych są bardzo różnorodne. Niżej opisany jest wypadek, w którym porażonych zostało kilkunastu ludzi, z których żaden nie dotknął wcale urządzeń elektrycznych. U wszystkich wystąpiły jednak tego samego dnia lub w dniach najbliższych silne bóle w oczach, które trwały 1 ÷ 4 dni. Bóle te po bliższym badaniu uznano za pochodzące od dłuższej pracy w sąsiedztwie łuku elektrycznego. Dlatego wypadek ten należało uznać za elektryczny. Bliższe szczegóły przedstawiają się następująco:

Przy spawaniu misy zasypowej wysokiego pieca w hucie żelaznej ustawiono spawaczy w ten sposób, iż 2 spawaczy łukiem elektrycznym spawało na 2 przeciwnych stronach misy, a pomiędzy nimi ustawiono 6 spawaczy acetylenem. Dla dozoru był również obecny mistrz i asystent ruchu, poza tym asystował strażak ze środkami opatrunkowymi i ślusarz do różnych robót pomocniczych.

Spawacze łukiem zaopatrzeni byli w przepisowe okulary i osłony ochronne, a spawacze acetylenem posiadali również każdy swoje okulary ochronne używane zawsze przy spawaniu. Inni nie posiadali wcale okularów. Cała praca trwała ok. 5 godzin.

Przyczyną wypadku było to, że poza spawaczami łukiem inne osoby nie posiadały osłon ochronnych, jakie

są przepisane przy spawaniu łukiem, przez co odniosły porażenie oczu. Przepisy SEP nie przepisują rodzaju okularów ochronnych przy spawaniu łukiem, natomiast regulują tę sprawę inne przepisy (Ochrony Pracy).

19) Śmierć od poparzenia przy napięciu 3 000 V.

Denat miał pracować wraz z innymi ludźmi pod nadzorem fachowego montera elektryka przy dołączaniu szyn zbiorczych w komórce 4. Do tego celu miał K., ślusarz lat 32, wywiercić otwory w ścianie działowej od komórki 4. Gdy monter oddalił się celem pobrania materiału, K. chciał rozmierzyć sobie otwory i przystąpił do pracy. Ponieważ jednak źle mu było wykonać to „od lewej ręki”, postanowił otworzyć sobie komórkę Nr. 4, która zresztą w tej chwili nie była pod napięciem, ale była zamknięta na klucz. K. otworzył sobie drzwi komórki jakimś narzędziem i wszedł do środka. W kilka chwil po tym kierownik robót nie wiedząc, że ktoś już pracuje na szynach wysokiego napięcia, dał rozkaz załączenia. K. dotykał podstawą czaszki jednej fazy, a uchem drugiej fazy. Po zwarciu przez ciało K. wyłączył automat w centrali po ok. 30 sekundach (wyzwalacze ciepłe jeszcze przedwojennej dostawy SSW). K. miał wypaloną skórę w podstawie czaszki, spalenie ucha i różne obrażenia wewnętrzne między innymi porażenie lewego płuca. Po 4 dniach zmarł w szpitalu.

Przyczyną wypadku jest samowolne otwarcie komórki wysokiego napięcia przez nieupoważnionego do tego i wynikający stąd brak porozumienia, które jest konieczne przy pracach na urządzeniach wysokiego napięcia.

Wypadków tego rodzaju, w których porażony umiera nie wskutek porażenia, ale wskutek odniesionych poparzeń lub innych obrażeń, było w roku 1936 kilka.

H. Wypadki w rolnictwie.

20) Śmierć od przewodów napowietrznych 33 kV.

P. wraz ze swym sąsiadem S. udali się do własnego lasu i wycięli tam jedno drzewo, które upadając czubkiem gałęzi zawisło na przewodach linii 33 kV. P. chwycił sosnę za pień pragnąc ją ściągnąć z drutów, został jednak momentalnie zabity. Towarzysz jego był wobec tego ostrożny.

Przyczyną wypadku była częściowo nieprzepisowa budowa linii, gdyż drzewa stały, jak widać, za blisko linii, częściowo zaś nieostrożność i nieznanomość rzeczy drwala P. Przy pracach tego rodzaju, co wyręb drzew w lesie w pobliżu linii wysokiego napięcia lub nawet ściągnięcie pnia z przewodów winien być bezwarunkowo obecny monter z elektrowni.

O odległościach, jakie powinny być zachowane pomiędzy drzewami, a linią wysokiego napięcia, mówią „Przepisy techniczne na elektryczne linie prądu silnego” § 69.

21) Poparzenie przy napięciu 220 V.

Właściciel folwarku, chcąc zabezpieczyć kilka kopiec siana przed złodziejami, otoczył je drutem żelaznym o średnicy 1 mm i przyłączył ten drut do instalacji oświetleniowej sąsiedniego budynku.

Przechodzący przypadkiem w sąsiedztwie K., lat 18, nie zauważył kopic z powodu ciemności i deszczu i wle-

*) Ciąg dalszy artykułu do str. 850 „P. E.” Nr. 14 r. b.

ciał na nie. Na krzyk porażonego wybiegł służący, który uwolnił K. z opresji przez wyłączenie prądu.

K. miał lekko poparzone palce u obu rąk. Z uwagi jednak na okoliczności wypadku, jest to skutek nadspodziewanie lekki. Sprawa karygodnego właściciela folwaruku została skierowana do prokuratora.

Zanotowano również drugi analogiczny wypadek w zupełnie innej okolicy, gdzie również właściciel domu otoczył całą realność płotem, na którym rozpięty był drut kolczasty. Ten drut został załączony pod napięcie. Kiedy dzieci bawiąc się wrzuciły piłkę do ogrodu, 15-letni H. usiłował przedostać się przez płot i odniósł przy tym lekkie poparzenia.

Jeden z podobnych wypadków zakończył się nawet w bieżącym roku śmiercią. Niestety bliższe szczegóły tego wypadku nie są znane.

We wszystkich tych wypadkach przyczyną wypadku było obce przewinięcie.

J. Wypadki różne.

22) Poparzenie w tramwaju od napięcia 600 V (?).

Wypadek wydarzył się na ulicy wielkiego miasta przy wsiadaniu do tramwaju. Pasażer dotykając jeszcze stopami ziemi, chwycił ręką za metalową antabę. W tym samym czasie motorowy włączył prąd, a wobec tego, że na tej ulicy prowadzone były właśnie roboty kanalizacyjne, wskutek czego szyny były stale zarzucane ziemią i zanieczyszczone, znalazł się wóz tramwajowy pod napięciem, jakie odpowiadało spadkowi napięcia na oporze przejściowym do szyn. Pasażer otrzymawszy to napięcie zemdlął, ale został wnet odratowany.

Wypadki podobne są znane i są spowodowane przez chwilowy zbyt duży opór oraz równoczesny duży prąd przy ruszaniu wozu. Napięcia spotykane przytem nie są bardzo niebezpieczne, tem niemniej jest to jeszcze jeden powód, dla którego zakazane jest wskakiwanie w ruch do tramwaju. Przepisów elektrycznych nie ma w tej sprawie. W praktyce poleca się owijanie uchwytów metalowych sznurkiem, lakierowanie blach itp., zresztą stosowane także z innych względów.

23) Śmierć i poparzenie przy kradzieży prądu od napięcia 220 V.

Wypadek wydarzył się ok. godz. 6, a 6.30 rano. 16-letni W. został porażony prądem z sieci 380 220 V w chwili, gdy usiłował podobno przyłączyć drut do przewodu linii napowietrznej dla wypróbowania radioaparatu(?). Matka W. spostrzegłszy go w chwilę później leżącego na drodze bez życia zaalarmowała innych synów, skutkiem czego wybiegł z mieszkania brat jego G. i próbował odciągnąć W. od przewodu, ale został również porażony prądem. Gdy trzeci brat H. próbował odciągnąć obu przez marynarkę został i on lekko porażony, doznał skurczu mięśni i nie mógł puścić brata. Dopiero czwarty brat L. zapomocą wełnianego szala poodciągał braci od fatalnego przewodu. H. przyszedł wnet do siebie, W. nieratowano wogóle, a G. podobno jeszcze żył. Ratowano go przez 5 minut, jednak G. nie odzyskawszy przytomności zmarł.

Być może, że ten tragiczny wypadek miałyby jednak może mniej tragiczne skutki, gdyby była udzielona właściwa i natychmiastowa pomoc. G. był boso, natomiast W. w trzewikach i w wełnianych rekawiczkach. Mimo więc, że znacznie dłużej pozostawał pod działaniem prądu, kto wie, czy nie byłby również do odratowania.

Bliższe badanie przewodów i innych okoliczności naprowadziło elektrownię na przypuszczenie, że opowiadanie o radioaparacie jest zmyślane, radioaparatu bowiem

nie znaleziono, natomiast stwierdzono, że przed mieszkaniem porażonych zarzucony był na izolowany przewód fazowy drut z haczykiem na końcu w miejscu, które już dawno musiało być odizolowane. Nasuwa się więc przypuszczenie, że cała ta instalacja była celowo zrobiona dla nielegalnego pobierania energii elektrycznej bez licznika, a we wczesnych godzinach porannych bywał przewód zdejmowany z linii dla usunięcia śladów. Przy takiej manipulacji właśnie wydarzył się wypadek.

Rodzina porażonych cieszyła się w okolicy opinią przemytników i złodziei.

Przyczyną wypadku jest więc prawdopodobnie własne przewinięcie; do pogorszenia skutków przyczyniło się niewłaściwe ratowanie porażonych.

24) Ciężkie poparzenie przy kradzieży miedzi pod napięciem 20 kV.

W sieci pewnej elektrowni okręgowej zdarzały się często kradzieże przewodów przeważnie aluminiowych pod napięciem. Przypadek pozwolił na wykrycie złodziei. A mianowicie jeden z nich, niejaki P., zgłosił się do lekarza z silnie poparzoną ręką przez prąd elektryczny. Lekarz musiał dwukrotnie amputować mu palce, a nawet zagrażało odjęcie całej ręki, rana bowiem została zakażona przez niewłaściwy opatrunek. Okazało się, że P. poparzył sobie rękę przy przecinaniu przewodu napowietrznego o napięciu 20 kV. Dotychczasowe kradzieże drutu wykonywał dotąd na napięciach niższych np. 2000 V, co mu uchodziło bezkarnie. Ale wspólnicy namówili go wreszcie na wycięcie przewodu z linii 20 kV, zapewniając go, że w razie wypadku nie oddadzą go w ręce policji, ale raczej zakopią w biedaszybie(?). Z tym zapewnieniem P. wlaź na słup kratowy żelazny i piłką ręczną, której trzonek izolował starą gazetą, usiłował przerznąć linkę miedzianą. Ta izolacja była jednak widocznie niedostateczną i P. został, jak wyżej opisano, silnie poparzony, przy czym stracił przytomność i został na kratkach słupa aż do odzyskania przytomności, t. j. ok. 25 minut.

Przyczyna wypadku jest jasna (por. wyp. Nr. 1). Przepisy budowy były zachowane.

K. Wypadki zwierząt.

25) Zabicie konia przy napięciu 220 V (radio).

W sali jadalnej domu wycieczkowego zainstalowany był radioaparat. Antena i uziemienie wykonane przy pomocy gołych linek miedzianych kończyły się wtyczkami radiowymi, a na ścianie znajdowało się gniazdko prądu silnego o napięciu 220 V dla przyłączenia radioaparatu. Ktoś z wycieczki przez głupotę lub z figlów wsadził wtyczkę od uziemienia do gniazdko prądu silnego. Cały przewód uziemiający znalazł się więc pod napięciem. Z powodu dużego oporu uziemienia bezpiecznik się nie spalił, zresztą był może łatany. Koń stojący przy ścianie budynku dotknął pyskiem linki (lub budynku) i został zabity; to samo groziło naturalnie także każdej osobie.

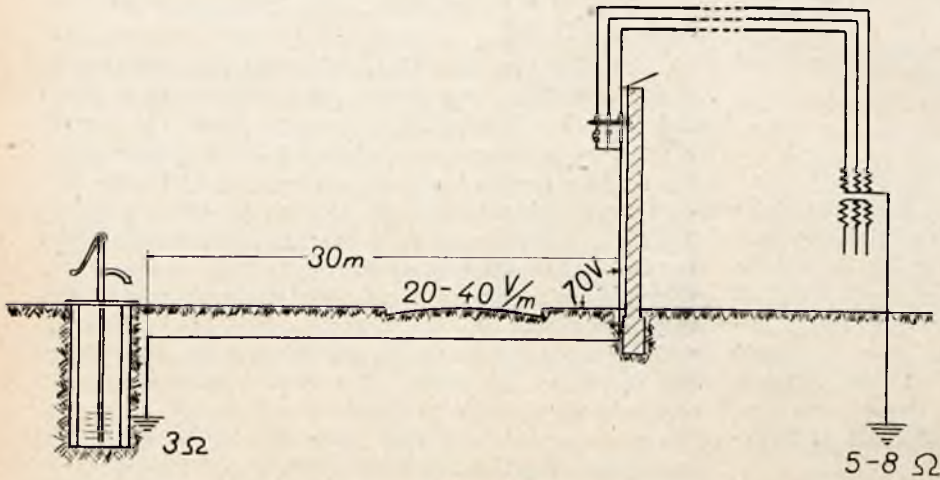
W roku 1936 wydane zostały „Przepisy bezpieczeństwa na urządzenia radiofoniczne, przyłączone do sieci prądu silnego” (PNE-36 1936). Niestety nie zawierają one przepisu, który by zapobiegł wypadkowi wyżej opisanemu; w tym celu musiałyby np. wtyczki radiowe być tak zbudowane, aby nie pasowały do gniazdek ściennych przeznaczonych dla prądu silnego.

W innym podobnym wypadku, w którym napięcie przedostało się do konstrukcji kratowej mostu żelaznego z instalacji oświetleniowej (miejsca błędu nie można było ustalić), również koń został zabity, podczas gdy woźnica

nie poniósł żadnej szkody. W wypadku tym stwierdzono że punkt zerowy transformatora był uziemiony oporem o wielkości 7 omów. Przez rzeczoznawcę, który badał ten wypadek, wysunięte zostało żądanie, aby uziemiać konstrukcję mostów żelaznych oraz prowadzić przewody na mostach ze zwiększonym bezpieczeństwem.

26) Zabicie kury od napięcia 220 V (odgromnik).

Na konsoli ściennej w sieci 380/220 V zainstalowane były odgromniki w 3 fazach. Wspólne uziemienie odgromników poprowadzone było po ścianie do ziemi, a następnie popod drogą zapomocą gołej linki lub taśmy żelaznej, aż do studni, która znajdowała się w odległości ok. 30 m. W pobliżu studni zakopana była płyta, której opór uziemienia osiągał wartość ok. 3 omów. Punkt zerowy trans-



Rys. 4.

formatora zasilającego 380/220 V był również uziemiony w pobliżu transformatora i posiadał opór uziemienia ok. $5 \div 8$ omów (zależnie od pory roku).

W czasie burzy z piorunami zareagował jeden z odgromników i na iskierniku powstało stopienie iskiernika i zwarcie, wskutek czego cała linka uziemiająca znalazła się pod napięciem. Konie przechodzące tą drogą zawsze skakały a nawet jakaś koza została zabita. Czy ktoś z ludzi został porażony niewiadomo. W każdym razie elektrownia w krótkim czasie defekt usunęła, przedtem jednak pomierzyła następujące napięcia. Na drodze istniał spadek napięcia (t. zw. krokowy) wielkości ok. 20 do 40 V na metr bieżący. Linka uziemiająca na ścianie wykazywała napięcie ok. 70 do 90 V względem ziemi. (Takie zatem było niebezpieczne napięcie dotyku dla ludzi).

Prąd jaki płynął przez uszkodzony odgromnik obliczyła elektrownia na ok. 30 A. Prąd ten nie mógł spalić bezpiecznika na transformatorze o wielkości 60 A, powodował natomiast wymienione wyżej spadki napięcia.

W następstwie opisanego wypadku zostały odgromniki przeniesione na inny słup, w którego pobliżu zostały uziemione. Wskazaną jest również kontrola odgromników po każdej burzy.

Co do oporów uziemienia, które w tym jedynym wypadku zostały zmierzone z wystarczającą dokładnością, nie można na podstawie polskich przepisów orzec, czy są one dostateczne, gdyż polskie przepisy dla uziemień nie są jeszcze opracowane.

Jeśli wziąć pod uwagę przepisy niemieckie (VDE),

to w opisanym wypadku mogą znaleźć zastosowanie „Leitsätze für Schutzmassnahmen” (w skróceniu L.E.S. 1). Wedle tych wskazówek uziemienie ochronne winno być tak wykonane, aby przy uszkodzeniu izolacji prąd zwarcia był tak duży, że w krótkim czasie odłączy uszkodzone odgałęzienie albo też przynajmniej nie wywoła większych spadków napięcia jak 65 V. Pierwszy przepis obowiązuje wtedy gdy punkt zerowy jest uziemiony, drugi, gdy nie jest uziemiony. W omawianym przypadku punkt zerowy był uziemiony. Zatem opór uziemienia opornika winien wynosić $\frac{220 \text{ V}}{2 J_w}$, przy czym J_w

oznacza t. zw. prąd wyłączający,

czyli w naszym wypadku $60 \cdot 2,5 = 150 \text{ A}$, a zatem opór uziemienia odbiornika winien być mniejszy od $\frac{110}{150} = 0,73 \text{ oma}$.

Poza tym ma jeszcze zastosowanie § 20 tychże LES 1, który głosi, że opór uziemienia punktu zerowego ma wynosić $\frac{65 \text{ V}}{J_w} = 0,43 \text{ oma}$.

Osiągnięcie tak małych oporów uziemień napotykałoby w praktyce oczywiście na wielkie trudności i jest wogóle niemożliwe bez stosunkowo znacznych kosztów. Niemieckie przepisy zdają sobie również sprawę z tych trudności i zalecają w takich przypadkach uziemianie za pomocą wodociągów lub wogóle wybór innego sposobu zabezpieczenia przed niebezpiecznym napięciem dotyku.

ORZECZNICTWO ELEKTRYCZNE

W sprawie kontroli anten radiowych właściwą jest sp. akc. „Polskie Radio”, a żydowskich przewodów rytualnych t. zw. „eryfu” władza administracji ogólnej I instancji, a nie właściciel zakładu elektrycznego.

Pozwoleniem policyjno-technicznym z dnia 19 października 1936 r. Nr. OP. 45/44/35 na uruchomienie oraz budowę sieci elektrycznej zobowiązał stanisławowski Urząd Wojewódzki miasto Stanisławów do przestrzegania między innymi warunków 9 i 12 a) i b) o brzmieniu następującym:

„9. Wszelkie prace na przewodach, w transformatorni i t. p. mogą być zasadniczo wykonywane tylko

wówczas, gdy odnośne urządzenia nie znajdują się pod prądem”.

„12. Przy prowadzeniu kontroli sieci elektrycznej napowietrznej należy przestrzegać:

a) aby anteny radiowe były zakładane i utrzymywane zgodnie z warunkami bezpieczeństwa podanymi w §§ 3, 13 punkt e), 18 i 19 „Przepisów budowy anten odbiorczych P. N. E.”, a w razie stwierdzenia uchybień zwracać się do miejscowego Urzędu Pocztowo-Telegraficznego z prośbą o wydanie odpowiednich zarządzeń usunięcia tych uchybień;

b) aby na przewody rytualne żydowskie, krzyżujące się z liniami elektrycznymi i prowadzone nad prze-

wodami albo bliżej, niż 1 metr pod przewodami, były stosowane przewody izolowane typu D. G. A. (hacketal), lub materiały nieprzewodzące prądu elektrycznego, a w razie stwierdzenia uchybień zwracać się do Starostwa Powiatowego w Stanisławowie o wydanie odpowiednich zarządzeń usunięcia tych uchybień”.

Przeciw tym warunkom wniosła gmina miasta Stanisławowa odwołanie z żądaniem ich uchylenia.

Załatwiając odwołanie Minister Przemysłu i Handlu decyzją z dnia 31 marca 1937 r. Nr. E-VI-3081/37 nie uwzględnił go, o ile chodzi o warunek 9, a w uwzględnieniu natomiast odwołania odnośnie do warunku 12 uchylił tenże warunek 12.

Powody rozstrzygnięcia są następujące: Nie ma sprzeczności warunku, zawartego w punkcie 9, z „Przepisami budowy i ruchu urządzeń elektrycznych prądu silnego” z 1932 r. a w szczególności z § 55 pkt. 1 i § 58 pkt. 1 i 2, ponieważ użyty w tym warunku wyraz „zasadniczość” zastępuje zastosowane w przepisach wyrazy „jeśli to możliwe”, silniej podkreślając konieczność unikania robót pod napięciem, nie stanowi to jednak bezwzględnego nakazu, wykluczającego odstępstwo od wyrażonej zasady.

W sprawie kontroli anten radiowych właściwą jest Sp. Akc. „Polskie Radio”, a żydowskich przewodów rytualnych t. zw. „eryfu” władza administracji ogólnej I instancji, a nie gmina, jako właścicielka zakładu elektrycznego.

Ponieważ warunek 12 zaskarżonego orzeczenia wyszedł poza właściwość miasta Stanisławowa, warunek ten z tego powodu uległ uchyleniu, co oczywiście nie zamyka miastu możliwości zawiadamiania Sp. Akc. „Polskie Radio” lub starostwa powiatowego o ewentualnie zauważonych przez nie, w czasie kontroli swej sieci elektrycznej, wadach w urządzeniach antenowych lub „eryfu”.

Do §§ 37, 50, 58, 60 i 61 uprawnień rządowych na zakłady elektryczne.

1. Gwarancje przewidziane w § 37 uprawnień rządowych dają uprawnionemu prawo do poszukiwania od abonentów prądu szkód i strat, jakiego poniósł wskutek nieużywania przyłączonych do sieci rozdzielczych urządzeń odbiorczych abonenta przez zagwarantowany okres czasu (rok, 3 lata).

2. Realizacja szkód i strat z tytułu niewykorzystania przez umówiony okres czasu przyłączonych do sieci urządzeń odbiorczych nie może odbywać się w drodze poboru opłat za ponowne „przyłączenie” i „sprawdzenie” urządzeń odbiorczych.

Powyższe stanowisko zajął Minister Przemysłu i Handlu w orzeczeniu z dnia 27 czerwca 1936 r. Nr. E—VI—240/4/36.

Treść orzeczenia w skróceniu jest następująca:

Wojewoda warszawski, wskutek zażaleń abonentów zakładu elektrycznego w Milanówku, decyzją z dnia 28 września 1933 r. Nr. PH. XI — 2 — 20 — 1/33 wyjaśnił eksploatującej ten zakład spółdzielni pod firmą „Sami Sobie”, że za sprawdzenie instalacji abonenta przysługuje spółdzielni prawo pobrania opłaty zł. 2.50 w złocie, czyli zł. 4.30 obiegowych, a nie zł. 3 w złocie, że za przyłączenie instalacji przysługiwałoby spółdzielni prawo pobrania opłat tylko na mocy § 44 uprawnienia i to nie w przypadku, gdy abonent przeprowadza się do lokalu, w którym instalacja była uprzednio przyłączona.

Wniesionego przeciw decyzji odwołania spółdzielni z 9.X.1933 r. L. dz. 321 Minister Przemysłu i Handlu orzeczeniem z 27.VI.1936 r. Nr. E—VI — 240/4/36 nie uwzględ-

nił z motywów w zaskarżonej decyzji przytoczonych z dalszym następującym uzasadnieniem.

Gwarancje, przewidziane w par. 37 uprawnienia rządowego Nr. 20 na prawo przetwarzania i rozdzielania energii elektrycznej na obszarze gminy Letnisko Milanówek, dają uprawnionej Spółdzielni „Sami Sobie” prawo do poszukiwania od abonentów szkód i strat, jakiego Spółdzielnia „Sami Sobie” poniosła wskutek nieużywania przez gwarantowany okres czasu (rok, 3 lata) przyłączonych do sieci rozdzielczej urządzeń odbiorczych abonenta.

Realizacja prawa Spółdzielni „Sami Sobie” do poszukiwania odszkodowania z tytułu niewykorzystania przez umówiony okres czasu przyłączonych do sieci urządzeń odbiorczych nie może odbywać się jednak w sposób przez spółdzielnię zastosowany. Spółdzielnia nie może przy zmianie lokalu i żądaniu w nowym lokalu dostawy energii pobierać opłat za ponowne „przyłączenie” i „sprawdzenie” na podstawie par. 61 uprawnienia Nr. 20, ponieważ par. 50 i 60 omawianego uprawnienia w sprawie sprawdzania instalacji i ponownego ich przyłączenia dotyczące jednego i tego samego urządzenia odbiorczego, a nie urządzeń różnych w innych lokalach.

Ponadto zgodnie z part. 58 tegoż uprawnienia odbiorca winien o odstąpieniu instalacji elektrycznej innej osobie zawiadomić uprawnionego w terminie 7-dniowym pod rygorem w par. 59 p. 2 uprawnienia przewidzianym. Oczywiście ten przepis ma zastosowanie przy przeprowadzce. Następny bowiem lokator musi przyjąć do wykonania umowę, a więc i gwarancję poprzedniego odbiorcy. Gdy zaś opróżniony lokal nie był zamieszkały, a instalacja uprzednio przyłączona do umówionego okresu czasu nie była używana, uprawnionemu służyłoby prawo do dochodzenia, jak to już wyżej przytoczono, szkód i strat z tytułu niedotrzymania gwarancji używania instalacji elektrycznych przez umówiony okres czasu.

Do § 82 upr. rząd. na zakład elektryczny.

Więzienny zakład pracy jest instytucją państwową w rozumieniu § 82 uprawnień rządowych na zakłady elektryczne.

Decyzją z dnia 27 maja 1936 roku L. PH-144/18 ex 1936 r. uznał Wojewoda Lwowski więzienny zakład pracy w Sanoku za instytucję państwową w rozumieniu par. 82 uprawnienia rządowego Nr. 48 na zakład elektryczny w Sanoku na tej podstawie, że ten zakład pracy nie ma charakteru przedsiębiorstwa przemysłowo-handlowego na zysk obliczonego, lecz jest instytucją w celach poprawczo-wychowawczych, integralnie złączoną z więzieniem sądowym.

Powyższe stanowisko podzielił Minister Przemysłu i Handlu orzeczeniem z dnia 28 lipca 1936 r. Nr. E-VI 2841/i/36, którym nie uwzględnił wniesionego przez m. Sanok odwołania.

GUGLIELMO MARCONI

W dniu 20 lipca b. r. zmarł Senator Markiz Guglielmo Marconi, znakomity uczony, członek honorowy Stowarzyszenia Elektryków Polskich i b. Stowarzyszenia Radiotechników Polskich. Stowarzyszenie wraz z Sekcją Radiotechniczną S. E. P. wysłało telegramy kondolencyjne do p. a. Italskiej Akademii Nauk w Rzymie i Stowarzyszenia Elektryków Italskich.

Życiorys i wspomnienie pośmiertne o senatorze Marconim ukaże się w jednym z następnych zeszytów „Przełądu”.

Z DZIEDZINY ELEKTRYFIKACJI

Obrót energii elektrycznej w maju

Wytwórczość energii elektrycznej w maju wynosiła 257 milionów kilowatogodzin, więcej o 14% niż w maju roku ubiegłego. Miara ściślejszą rozwoju elektryfikacji jest zwiększenie wytwórczości elektrowni okręgowych. Pod tym względem postęp jest wydatniejszy, gdyż przyrost wytwórczości elektrowni okręgowych wyniósł 22,5%, a wytwórczość ich stanowiła 26% ogólnej wytwórczości (67 mio kWh). Łącznie z elektrowniami lokalnymi udział elektrowni zawodowych w wytwórczości ogólnej stanowi 39% (100 mio kWh).

Poza dotychczasowymi odbiorcami energii elektrycznej wymienić należy węzeł kolejowy Warszawski po uruchomieniu trakcji elektrycznej w połowie miesiąca sprawozdawczego.

Zestawienie danych statystyki miesięcznej daje tab. 1.

Tab. 1. Wytwórczość zakł. el. o mocy ponad 1 000 kW (w milionach kilowatogodzin).

1935	1 9 3 6				1 9 3 7			
	I—XII	I—V	V	przyrost %	I—V	IV	V	przyrost %
2608	2867	1130	226	+9%	1321	273	257	+14%

Obecnie mogą być już podane liczby ogólne za rok 1935 i 1936, uzupełnione danymi otrzymanymi dla wszystkich zakładów elektrycznych w Polsce, jak podaje tab. 2.

Tab. 2. Produkcja energii elektrycznej w Polsce i moc instalowana.

Rok	Liczba zakładów	Moc inst. 1000 kW	Wytwórczość roczna	
			Ogółem mio kWh	na 1 mieszk.
1935	1021 (2839)	1525 (1551)	2788 (2817)	83
1936	1018 (2792)	1555 (1580)	3054 (3080)	89

Uwaga: liczby bez nawiasów nie obejmują zakładów wytw. energię el. wyłącznie dla celów prywatnych poniżej 101 kW mocy instalowanej.

Zaznaczmy, że w r. 1929 produkcja en. el. wynosiła 3023 (3048) mio kWh, natomiast na jednego mieszkańca wypadło 99 kWh.

Rozpatrując wytwórczość en. el. w zakładach prze-

mysłowych, która w mies. sprawozdawczym stanowiła 61% wytw. ogólnej (157 mio kWh), zaznaczyć należy przyrosty wytwórczości w odniesieniu do maja r. ub. w el. przy kopalniach węgla 11%, oraz znaczny przyrost 33,5% w fabr. chem. i 23% dla cementowni. W hutnictwie przyrost wyniósł tylko 3%, w fabr. włók. zauważyć się dał spadek — 7%.

W tablicy 3 podane jest zestawienie wytwórczości en. el. dla kwietnia i maja r. b. i r. ub.

Tab. 3. Liczby porównawcze wytw. en. el. w milionach kWh.

	1 9 3 6		1 9 3 7	
	kwiecień	maj	kwiecień	maj
El. okręgowe	54	55	71	67
El. lokalne	32	32	38	33
El. w kop. węgla	63	62	73	69
„ „ hutach	16	18	20	18
„ „ fabr. chem.	22	25	33	33
„ „ cementowniach	8	8	8	10
„ „ pozost. zakł. przem. (łącznie z włókien.)	27	26	30	27
Razem	221	226	273	257

W r. b. wytwórczość w maju jest mniejsza niż w kwietniu (wyjątek — cementownie). Wpływ wywiera tutaj mniejsza ilość dni roboczych w maju. Poza tym, w roku ubiegłym święta wielkanocne przypadały w kwietniu, podczas gdy w r. bieżącym Wielkanoc wypadła w marcu. Czynniki te okazują wpływ na ustosunkowanie wytwórczości przemysłowej, a pośrednio i en. elektrycznej. Jak wiadomo ze statystyki węglowej, w maju wydobyte węgla było mniejsze niż w kwietniu, lecz zważywszy na mniejszą ilość dni roboczych, przeciętne dzienne wydobyte było większe niż w kwietniu (o 12%).

W zmniejszeniu wytwórczości en. elektr. w elektrowniach przy fabrykach włókienniczych znalazł wyraz spadek produkcji wyrobów włókienniczych na skutek likwidowania zapasów, nagromadzonych w poprzednim okresie (według danych Instytutu bad. konj. gosp. i cen).

Analogie te zostały na tym miejscu przeprowadzone dla wykazania, jak różne czynniki wpływają na ustosunkowanie wytwórczości energii elektrycznej w danym miesiącu do liczb z okresów poprzedzających.

inż. St. Rylke.

STOWARZYSZENIE ELEKTRYKÓW POLSKICH

IX-te WALNE ZGROMADZENIE STOWARZYSZENIA ELEKTRYKÓW POLSKICH W WARSZAWIE.

Protokół

z posiedzenia dla załatwienia spraw formalnych
z dn. 25.V. 1937.

(Ciąg dalszy).

6) Wnioski o zmianę statutu S. E. P.

Przewodniczący komunikuje, że są zgłoszone w sprawie zmiany statutu trzy wnioski. Zanim jednak je

rozpatrzmy, uważa za potrzebne ogłosić rezultat obliczenia głosów, nadesłanych na referendum w sprawie ankiety dotyczącej zmiany statutu. Przewodniczący odczytuje protokół z wynikiem referendum.

W dniu 15 maja r. b. Komisja w składzie:

Prezes S. E. P. — prof. J. Groszkowski,

I Wiceprezes — inż. A. Kühn,

II Wiceprezes — inż. F. Karśnicki,

Skarbnik — inż. T. Arlitewicz,

Delegaci Oddziałów:

Krakowskiego — inż. L. Zgliński,

Warszawskiego — inż. B. Zabłocki

oraz Sekretarz Generalny — inż. J. Podoski,

sprawdziła ilość nadesłanych kopert oraz na listach członków, nadesłanych przez Zarządy poszczególnych Oddziałów zaznaczyła nazwiska kolegów, którzy przesłali swoje głosy.

Ogólna ilość nadesłanych kopert wynosiła 829. Unieważniono 66 nadesłanych głosów, ponieważ członkowie wysyłający te koperty zalegali ze składkami za rok 1936.

Pozostało do otwarcia 763 koperty.

Przystąpiono do otwarcia tych 763 kopert, przy czym unieważniono 14 głosów, ponieważ nie odpowiadały wymaganiom instrukcji oraz odrzucono 4 głosy puste, razem unieważnionych i pustych było 18 głosów.

Przystąpiono do obliczenia kartek z wnioskami A, B i C.

Za wnioskiem A, który brzmiał:

„W poczet członków zwyczajnych i współdziałających Stowarzyszenia mogą być przyjmowane tylko osoby narodowości polskiej i przyjmowanie ma się odbywać wyłącznie w drodze balotowania. (Balotowanie nie dotyczy oficerów w służbie czynnej)” oddano głosów 142.

Za wnioskiem B, który brzmiał:

„W poczet członków Stowarzyszenia nie mogą być przyjmowane osoby narodowości żydowskiej lub pochodzenia żydowskiego” oddano głosów 455.

Za wnioskiem C, który brzmiał:

„Jestem przeciwny wprowadzaniu do statutu S. E. P. wymagań, wymienionych na kartce A i B” oddano głosów 148.

Unieważnionych i pustych jak wyżej — 18 głosów, razem 763 głosy.

Przewodniczący skończywszy czytanie protokołu komunikuje, że niezależnie od tych wniosków Zarząd Główny zgłosił jeszcze wniosek trzeci, dotyczący cenzusu naukowego członków zwyczajnych Stowarzyszenia. Wobec tego do głosowania są następujące trzy wnioski:

Nr. 1 — Zarządu Głównego do par. 10 Statutu, zmieniony stosownie do uchwały zjazdu Prezesów Oddziałów S. E. P. z dnia 17.IV w sposób następujący:

„Przyjmowanie do Stowarzyszenia odbywa się przez balotowanie, przy czym balotowanie nie dotyczy oficerów w służbie stałej”.

Nr. 2. — Grupy członków S. E. P. Zagłębia Węglowego do § 7 statutu:

„W poczet członków Stowarzyszenia nie mogą być przyjmowane osoby narodowości żydowskiej lub pochodzenia żydowskiego”.

Nr. — 3. — Zarządu Głównego do § 7 Statutu:

„Członkami zwyczajnymi Stowarzyszenia Elektryków Polskich mogą być inżynierowie elektrycy, mający odpowiednie kwalifikacje etyczne, posiadający dyplom szkoły akademickiej oraz mogą być osoby innych specjalności, odpowiadające powyższym wymaganiom, pracujące na polu elektrotechniki.

Osoby nie odpowiadające powyższym wymaganiom mogą być przyjmowane na członków zwyczajnych S. E. P. wyłącznie przez Zarząd Główny na wniosek Zarządów odpowiednich Oddziałów”.

Inż. Szpotański zgłasza wniosek formalny:

„Walne Zgromadzenie uchwała nie otwierać dyskusji w sprawie wniosków Nr. 1 i 2”.

Inż. Sprusiński jest zdania, że wniosek kol. Szpotańskiego jest zupełnie słuszny. Mielśmy dużo czasu na przestudiowanie zgłoszonych wniosków Nr. 1 i 2. Zresztą 75% kolegów w Oddziałach S. E. P. wyraziło zgodę na nie. Wszyscy więc dobrze rozumiemy, że nie trzeba tu nic argumentować. Jeżeliby jednak ktoś chciał dyskutować na ten temat, gotowi jesteśmy w każdej chwili dyskusję podjąć.

Przewodniczący poddaje wniosek kol. Szpotańskiego o nieotwieranie dyskusji — pod głosowanie.

Wniosek przechodzi ogromną większością przy dwu głosach przeciwnych.

Przewodniczący komunikuje, że wpłynął wniosek kol. Szpotańskiego treści następującej:

„Zgłaszam wniosek formalny o głosowanie poprawki do § 10 (wniosek Nr. 1) oraz poprawki do § 7 (wniosek Nr. 2) łącznie (en bloc)”.

Inż. Bujnicki jest przeciwny temu wnioskowi. Uważa, że należy wniosek Nr. 1 i 2 głosować oddzielnie.

Inż. Sprusiński — zmiana § 10 dotyczy procedury przyjmowania członków. Wniosek zaś Nr. 2 dotyczy

§ 7, który mówi, kogo przyjmujemy. Te rzeczy nie są więc sprzeczne i możemy je dla ułatwienia głosować en bloc.

Przewodniczący poddaje wniosek kol. Szpotańskiego pod głosowanie. Powstaje zamieszanie wynikłe z rozdzielania głosów i trudności obliczenia głosów. Celem ułatwienia postępowania inż. Szpotański cofa swój wniosek.

Przewodniczący oświadcza, że wobec wycofania wniosku kol. Szpotańskiego będziemy głosować każdy wniosek oddzielnie. Głosowanie odbędzie się na kartkach, przytem na oba wnioski na jednej kartce. Kto jest za wnioskiem Nr. 1 napisze — „tak”, jeżeli przeciw napisze — „nie”, wstrzymujący się napisze kreskę. Tak samo należy postąpić z wnioskiem Nr. 2. Dla kontroli głosowania, głosujący oddając kartkę oddawcą będą legitymację uprawniającą do wstępu na formalne posiedzenie.

Dla obliczenia głosów na skrutatorów powołano: kol. kol. A. J. Morawskiego, W. Szumilina, J. Koźniewskiego, Z. Bentkowskiego, M. Zdralewicza. Przez czas obliczania głosów posiedzenie prowadzone jest w dalszym ciągu. Przewodniczący otwiera dyskusję nad wnioskiem Nr. 3.

Inż. Toczyłowski wypowiada się przeciwko wnioskowi Zarządu Nr. 3 z dwóch względów. Po sprecyzowaniu kwalifikacji naukowych i etycznych, którym muszą odpowiadać kandydaci na członków Stowarzyszenia, wniosek Zarządu mówi, że „osoby nie odpowiadające powyższym wymaganiom mogą być przyjmowane na członków zwyczajnych S. E. P. przez Zarząd Główny na wniosek Zarządów odpowiednich Oddziałów”.

Rozumie jaka była intencja wnioskodawcy. Z treści jednak wynika, że osoby nie odpowiadające wymaganiom, a więc nawet ludzie nieetyczni mogą być przyjmowani do Stowarzyszenia na zasadzie uchwały Zarządu. Sądzi, że litera każdego przepisu prawnego winna odpowiadać intencjom prawodawcy, dlatego sprzeciwia się wnioskowi w takiej redakcji.

Drugi motyw dotyczy wymaganych kwalifikacji naukowych kandydata. W obecnym brzmieniu § 7 nie ma ograniczenia wymagającego posiadania dyplomu inżynierskiego. Wniosek takie ograniczenie wprowadza. Wydaje się, że proponowana przez Zarząd zmiana wymaga gruntownego uzasadnienia.

Dla powzięcia takiej, czy innej decyzji należy rozważyć trzy czynniki, które grają główną rolę. Za wymaganiem dyplomu przemawiać może troska o poziom naszego Stowarzyszenia, następnie chęć dopasowania naszego Statutu do wymagań Naczelnej Organizacji Inżynierskiej, której posunięcia są dotychczas dość tajemnicze, z drugiej strony przeciwko wprowadzeniu proponowanego przez Zarząd ograniczenia przemawia prąd panujący obecnie w społeczeństwie i rządzie dążący do wytworzenia w Polsce stanu średniego. Prąd ten znajduje obecnie swój wyraz w prasie, w formie agitacji za wstępowaniem do szkół zawodowych.

Dlaczego więc w tym stanie rzeczy, mamy zamykać drogę do prac naszego Stowarzyszenia tym wszystkim, którzy po ukończeniu gimnazjum obiorą sobie karierę elektryka, lecz nie uzyskają dyplomu akademickiego?

Przewodniczący stwierdza w wyjaśnieniu, iż nie ulega najmniejszej wątpliwości, że żaden Zarząd nie zgłosi wniosku o przyjęcie nieetycznego człowieka do Stowarzyszenia. Złagodzone zatem wymagania mogą dotyczyć tylko kwalifikacji zawodowych.

Prof. Pożaryski jest zdania, że najszcześliwiej byłoby, aby wniosek ten został przez Zarząd wycofany. Istota jego znajduje się w dziedzinie dyplomu akademickiego. Uważa, że nie jest dobrze taki wniosek rozpatrywać w tej chwili, kiedy sprawa Szkoły Wawelberga nie jest jeszcze ustalona. Proponuje więc na razie go wycofać.

Inż. Szpotański uważa, że wniosek Nr. 3 Zarządu Głównego, dotyczący kwalifikacji na członków S. E. P. jest dotkliwie wymierzony przeciwko szkole Wawelberga i szkole poznańskiej. Obie te uczelnie dały nam ogromną ilość dzielnych ludzi. Wniosek ten wypłynął z biurokratycznego podziału ludzi na kategorie według papierków. Prosi aby Zarząd nie tylko nie popierał tego wniosku, ale i z całym siłą przeciw niemu wystąpił. My technicy dobrze wiemy, że nie papierek, a osobista dzielność stanowi o wartości człowieka.

Przewodniczący komunikuje, że Zarząd nie upiera się przy tym wniosku. Jeżeli zebrani zadecydują, może on być cofnięty, lub odłożony na dalszy termin.

Inż. Sprusiński uważa, że sprawa jest na prawdę ważna. Dowiedzieliśmy się o niej zaledwie kilka dni temu. W Zagłębiu jest wielu techników, którzy o takim wniosku Zarządu wcale nie słyszeli. Ponieważ sprawa określenia „akademicki czy nieakademicki” jest bardzo niejasna, należy ją odłożyć do czasu, kiedy będziemy wyraźnie wiedzieli, kto z punktu widzenia zawodowego mógłby z nami pracować, a kto nie. Może więc Zarząd Główny sam wstrzymałby się ze zgłoszeniem tego wniosku do zjazdu przyszłorocznego.

Inż. Podoski udziela wyjaśnień z ramienia Zarządu Głównego i komunikuje, że sprawa nadania charakteru inżynierskiej organizacji Stowarzyszeniu Elektryków Polskich omawiana była na Zarządzie Głównym S. E. P. od stycznia r. b. a wniosek zgłoszony na Walne Zgromadzenie uzyskał jednogłośnie aprobatę Zjazdu Prezesów Oddziałów S. E. P. z Zarząd Głównym. Są dwie przyczyny, które skłoniły Zarząd Główny do wystawienia tego wniosku: jedna wynika ze spraw ustroju szkolnictwa, druga ze spraw ustroju świata technicznego. Mianowicie, został wprowadzony nowy typ uczelni, t. j. liceum elektryczne. Szkoła tego typu jest obniżeniem uczelni typu Wawelberga i Rotwanda i Poznańskiej Szkoły Budowy Maszyn i Elektrotechniki, których wychowankowie na mocy obecnego statutu mogą być przyjmowani do S. E. P. na członków zwyczajnych. Wobec dużego zachęcania ze strony władz oświatowych do wstępowania do liceów, liczba ich wychowanków może z biegiem paru lat znacznie przekroczyć liczbę inżynierów elektryków, a ponieważ obecny statut pozwala na przyjmowanie wychowanków liceów na równi z dyplomowanymi inżynierami, może z czasem nastąpić majoryzacja elementu inżynierskiego przez techników i przez to obniżenie ogólnego poziomu naukowego S. E. P.

Drugi wzgląd jest natury organizacyjnej i polega na tym, że zostały złożone odnosnym władzom projekty ustawowej organizacji świata technicznego. Zarówno projekt opracowany przez Związek Polskich Zrzeszeń Technicznych jak też i projekt opracowany przez Naczelną Organizację Inżynierską, przewiduje możliwie ścisły podział organizacji technicznych na inżynierskie i techników. Powstała nawet specjalna organizacja techników — Naczelna Organizacja Stowarzyszeń Techników — N. O. S. T., analogia do NOI. Wtedy organizacje typu mieszanego, jak S. E. P. nie znajdują miejsca w odpowiednich organizacjach centralnych i członkowie S. E. P. będą musieli rejestrować się w innych organizacjach wchodzących w skład ustawowo przewidzianych organów centralnych, reprezentujących świat techniczny. Taka ewentualność niewątpliwie osłabiłaby znaczenie S. E. P. Nawet Stow. Techników Polskich w Warszawie już przeprowadziło u siebie odpowiednią zmianę statutu, nadającą temu stowarzyszeniu charakter organizacji ściśle inżynierskiej.

Słusznym jest pogląd, że zanim nie została rozstrzygnięta sprawa Szkoły Wawelberga nie należy utrudniać absolwentom tych uczelni wstępowania do S. E. P. Trzeba jednak mieć nadzieję, że sprawa tych uczelni znajdzie rychło należyte rozwiązanie, a wychowankowie jej uzyskają odpowiedni tytuł naukowy. Można zresztą tę sprawę specjalnie omówić w statucie, nie należy jednak zapominać, że dziś już mamy w Stowarzyszeniu około 27% członków, nie mających dyplomu szkoły akademickiej, a z czasem procent ten może się znacznie zwiększyć. Znajdziemy się w takiej sytuacji, że organizacja nasza nie będzie mogła się znaleźć w reprezentacji świata inżynierskiego.

Przewodniczący oświadcza, iż wobec tego, że sprawa ta wymaga głębszego przygotowania, po porozumieniu się z kilkoma członkami Zarządu zgłasza odłożenie tego wniosku.

Inż. Porębski stwierdza, że sprawa jest pilna i piękna. Uważa, że byłoby wskazany głosowanie tego jeszcze dziś, proponuje nie dyskutować w tej sprawie, ale od razu przystąpić do głosowania.

Przewodniczący zapytuje kto jest za głosowaniem wniosku Nr. 3 Zarządu. Walne Zgromadzenie ogromną większością głosów sprzeciwiło się głosowaniu, wobec czego wniosek został zdjęty z porządku dziennego Walnego Zgromadzenia.

7) Ogłoszenie wyników referendum w sprawie wyboru prezesa i członków Zarządu Głównego S. E. P.

Sekretarz Generalny inż. J. Podoski odczytuje wyciąg z protokołu posiedzenia Komisji Czterech Mężów Zaufania z dnia 21 marca r. b.

Skład Komisji dokonującej obliczenia głosów:

Przewodniczący — p. Janusz Groszkowski.

Członkowie — p. Wacław Günther, p. Jerzy Roman, p. Kazimierz Szpotański.

W posiedzeniu wziął, zgodnie z regulaminem, udział również Sekretarz Generalny p. Podoski Józef.

W wyniku głosowania, które dało ważnych głosów 726 — został wybrany nowy Prezes i członkowie Zarządu Głównego S. E. P., a mianowicie: Prezes — inż. Hoffmann Alfons.

Członkowie Zarządu Głównego z Warszawy — inż. Morawski Adolf Jan, inż. Szumilin Włodzimierz.

Członkowie Zarządu Głównego z prowincji — inż. Marian Boj.

Zastępcy z Warszawy — inż. Konczykowski Stanisław, Kühn Stanisław.

Zastępca z prowincji — inż. Witwiński Bolesław.

Wybór inż. Hoffmanna na prezesa zebrani powitali długotrwałymi i hucznymi oklaskami.

Przewodniczący zabrał głos witając nowego prezesa w osobie kol. Hoffmanna i wyraził nadzieję, że Jego zdolności i energia, jaką wykazuje na polu swojej działalności zawodowej, przyniesie niewątpliwie naszej organizacji jak najwięcej korzyści.

Inż. Hoffmann wygłosił następujące przemówienie:

„Szanowni Koledzy. Przede wszystkim dziękuję za duże zaufanie i szacunek. Mam nadzieję, że przyszła nasza praca będzie mogła być wykonywana w atmosferze zaufania i że będzie wydajna. Będę się starał poświęcić główne moje wysiłki tylko SEP-owi. Sam jednak nie wiele zdołam zrobić, odwołuję się więc do Szanownych Kolegów, żebyście mnie poparli i żebyśmy wspólnymi wysiłkami przynieśli Stowarzyszeniu jak największe korzyści.

Chciałbym pracować w kilku kierunkach z większym wysiłkiem. Przede wszystkim chciałbym dobrze poprowadzić pracę naukową, w której to pracy mam nadzieję uzyskać pomoc byłego prezesa p. prof. Groszkowskiego. Tu chciałbym włożyć dużo zdolności, które mnie przypisują: — zdobywanie pieniędzy. Obawa o brak środków materialnych będzie moim największym kłopotem. Liczę przy tej pracy na dużą pomoc tych Kolegów, którzy są przy źródle pieniędzy. Tak samo chciałbym wyzyskać moje dawniejsze stosunki, które mnie łączą z elektrowniami i fabrykami, celem gremialnego zgłaszania wyrobów fabryk do Biura Znaku SEP. Chodzi mi o to, aby fabryki zrozumiały, że każda szanująca się fabryka produkować musi tylko wyroby znakowane przez SEP.

W tej całej pracy będzie koniecznie potrzebna pewna decentralizacja. Bez wysiłków i inicjatywy w Oddziałach nie będziemy mogli powiększyć produktywności naszej pracy. Liczę bardzo na wszystkich Kolegów, że część naszej pracy zdecentralizujemy, że poszczególne Oddziały przyjmą pewne kierunki pracy i będą przygotowywać pewne zadania dla ogółu, względnie dla Komisji centralnych.

Jednym z moich celów jest również konsolidacja świata elektrotechnicznego.

Jeżeli ta praca ma się udać, trzeba mieć pewną ideę. Jako ideę dla naszej pracy i jej najwyższy cel stawiam obronę kraju. Jeżeli we wszystkich poczynaniach w 90% będziemy mieli na względzie obronę kraju, to potrafimy pracą swoją uzupełnić nawet braki materialne.

Zyczę wszystkim serdecznie, aby wspólna praca dała jak najlepsze wyniki”.

8) Wybór członków Komisji Rewizyjnej.

Przewodniczący prosi o zgłaszanie kandydatur.

Inż. Karśnicki komunikuje, że ceniony członek Zarządu p. Kühn opuszcza swoje stanowisko w Zarządzie Głównym, gdzie przez 4 lata pełnił obowiązki prezesa i wiceprezesa. Wobec tego stawia jego kandydaturę do Komisji Rewizyjnej, na miejsce ś. p. inż. E. Potempskiego. Pozostały skład komisji w osobach inż. Antoniego Krzyckowskiego, inż. Józefa Lenartowicza, prof. Mieczysława Pożaryskiego i inż. Tadeusza Sułowskiego proponuje pozostawić bez zmiany.

Innych kandydatur nie zgłoszono, wniosek p. Karśnickiego został przyjęty jednogłośnie.

Inż. S t r a s z e w s k i wnosi, aby podziękować ustępującym członkom Zarządu. Zgromadzenie przyjmuje wniosek oklaskami.

9) Wybór miejsca przyszłego Walnego Zgromadzenia S. E. P.

Sekretarz Generalny inż. J. Podoski komunikuje, że są w tej sprawie dwie propozycje, a mianowicie jeszcze w ubiegłym roku otrzymaliśmy zaproszenie do odbycia Walnego Zgromadzenia na polskim morzu. Sprawa ta nie doszła w tym roku do skutku, gdyż nie mogliśmy otrzymać okrętu. Obecnie mamy już zapewnienie otrzymania jednego z motorowców polskich na czerwiec 1938 r. Nic przeto nie stoi na przeszkodzie, abyśmy nasz zamiar zeszłego roku zrealizowali w roku przyszłym, odbywając nasz Zjazd na morzu. Druga propozycja przychodzi od naszej bratniej organizacji z Czechosłowacji. Elektrotechniczny Svaz Czechosłowacki przysłał nam zaproszenie na wspólne odbycie w przyszłym roku naszego Walnego Zgromadzenia z XX Jubileuszowym Zjazdem E. S. C. w Pradze. Ponieważ jest to połączone z całym szeregiem rozmaitych okoliczności, nie możemy dziś w tej sprawie powziąć decyzji. Proponuje więc podziękować bardzo serdecznie za zaproszenie, a decyzję co do wyboru miejsca pozostawić Zarządowi Głównemu.

Inż. H o f f m a n n jest za tym, abyśmy forsowali wycieczkę na morze, gdyż byłoby to symbol wyjścia świata elektrotechnicznego na polskie morze. Byłoby to serdecznym połączeniem naszego Stowarzyszenia z morzem. W każdym wypadku wyszłoby to wszystkim na dobre. Gdy w zeszłym roku odbywał się w Holandii zjazd Międzynarodowego Związku Elektrowni, na którym był z ramienia Związku Elektrowni, obserwowaliśmy podczas podobnej dwudniowej wycieczki na morzu ogromne korzyści tego rodzaju imprezy. W serdecznej rodzinnej atmosferze obrady dały dużo pożytku, a uczestnicy niezwykle mile spędzili czas.

Zmiany statutu (c. d.).

Przewodniczący odczytuje wynik głosowania na wprowadzenie zmian statutowych według wniosków Nr. 1 i Nr. 2. Razem głosów oddano 543.

	głosowało za	przeciw	wstrzym.	unieważn.
wniosek Nr. 1	455	74	14	—
„ „ 2	398	139	3	3

Wobec tego, że kwalifikowana większość 2/3 wymagana do zmian statutu wynosi 362 głosy, — oba wnioski przeszły.

Wynik głosowania został przyjęty oklaskami.

Inż. S p r u s i ń s k i składa następującą deklarację:

Wstępny etap walki o odzyskanie i rzeczywiste spolszczenie elektrotechniki jest za nami. Zapał, którego byliśmy świadkami na obecnym zjeździe dowodzi, że ogół kołegów zdaje sobie sprawę z wagi i doniosłości rozpoczętej akcji. Powiadamy, że wstęp jest uczyniony. Obecnie stoi przed nami etap drugi, etap walki gospodarczej z przemysłem obcym lub polskim tylko z nazwy, a więc etap trudniejszy jeszcze i wymagający większych wysiłków.

My przedstawiciele młodego pokolenia, osiągnąwszy zwycięsko pierwszy cel postawiony rok temu, oświadczamy, że obecnie zmierzać będziemy nieugięcie do celu dalszego, którym jest pełna elektryfikacja kraju, dokonana rękami polskiego robotnika pod kierunkiem inżyniera Polaka, z polskich surowców, przerobionych w polskich fabrykach.

Kapitał obcy przychodzący do kraju musi wiedzieć, że poza godziwym zyskiem innych korzyści gospodarczych ani politycznych osiągać mu nie pozwolimy.

Inż. L e j z e r o w i c z odczytuje następującą deklarację:

Uchwała powzięta przez Walne Zgromadzenie, uniemożliwiająca dalszy dostęp do Stowarzyszenia osobom narodowości żydowskiej lub pochodzenia żydowskiego, jest w wyraźnej sprzeczności z podstawami systemu prawnego Państwa Polskiego, opierającego się na Ustawie Konstytucyjnej, przepojonej duchem równości obywatelskiej.

Uchwała ta, zrywająca z trzycjami polskiej tolerancji, przesiąknięta jest zatrutą atmosferą hasel rasistowskich, będących hańbą naszych czasów. Jest to tym bardziej rażące, że powzięta została przez zebranie o charakterze naukowym, a nie politycznym, w myśl nierealnych, mistycznych przesłanek, całkowicie zdyskredytowanych w oczach współczesnej wiedzy.

Szkodliwość tej decyzji jest niewątpliwa, jeśli się weźmie pod uwagę dotychczasową przyjazną współpracę wszystkich kolegów bądź w komisjach naukowych i normalizacyjnych, bądź przy opracowywaniu wszelkich spraw, dotyczących całokształtu zadań elektrotechniki. Członkowie SEP indywidualni i zbiorowi usilnie starali się podnieść znaczenie i rolę Stowarzyszenia w życiu gospodarczym kraju, współdziałając w rozwoju rodzimego przemysłu elektrotechnicznego, a także honorując i dbając o przestrzeganie znaku przepisowego.

Polityka ma charakter koniunkturalny, natomiast nauka jest wieczna i dlatego uchwała ta, przeniesiona na nasz grunt przez wiatry obce i wrogie naszym założeniom ideologicznym, nie zdoła żadną miarą zmasać wybitnych zasług, położonych nad rozwojem polskiej elektrotechniki i zorganizowaniem naszego Stowarzyszenia.

Mając na względzie wyżej wymienione przesłanki, członkowie Stowarzyszenia Elektryków Polskich, nie zgadzający się z brzmieniem powziętej uchwały, w poczuciu słuszności i przysługujących im praw składają uroczysty protest, nadmienając, że całkowitą odpowiedzialność za wytworzony stan rzeczy ponoszą członkowie, którzy głosowali za omawianą uchwałą, i oświadczają, że w razie usankcjonowania prawnego obecnie uchwalonego wniosku zgłoszą solidarnie wystąpienie z SEP. Obecnie opuszczają Walne Zgromadzenie i aż do czasu ostatecznej decyzji wstrzymują się od wszelkiej współpracy w Stowarzyszeniu.

Inż. M a u b e r g zgłasza wniosek o złożenie Prezydium podziękowania za prowadzenie obrad. Zebrani przyjmują ten wniosek przez akklamację.

Przewodniczący zamyka posiedzenie.

Przewodniczący: (—) inż. A. Kühn.

Asesorowie: (—) inż. A. Hoffmann,

(—) inż. W. Przelaskowski.

ODDZIAŁ ŁÓDZKI.

Sprostowanie.

W Nr. 8-ym „P. E.” podano na tym miejscu mylnie imię nowoprzyjętego do S. E. P. na członka zwyczajnego kol. inż. K o p c z y ń s k i e g o, któremu na imię jest Z b i g n i e w, a nie Tadeusz.

Przyjęty na członka zwyczajnego:

Ś w i d e r s k i J a r o s ł a w, inż., Łódź, Cegielnia-
na 82.

ODDZIAŁ WYBRZEŻA MORSKIEGO.

Zgłoszony na członka zwyczajnego*):

G ü n t h e r E d w a r d, inż., Gdynia, Ujejskiego 34.

ODDZIAŁ ZAGŁĘBIA WĘGLOWEGO.

Przyjęci na członków zwyczajnych:

B o h o s i e w i c z W ł a d y s ł a w, inż., Katowice,,
3-go Maja 9, Śl. Z. E.,

G o e t z e n Z e n o n, inż., Sosnowiec, Lwowska 3,
blok V m. 37.,

K a w a J ó z e f, inż., Łaziska Górne, Zakłady
„Elektro”,

L u c z k i e w i c z A d a m, inż., Janów k. Katowic,
El. św. Jerzego,

S o b o l e w s k i C y r u s, inż., Radlin 1, G. Śl., kop.
„Ema”.

PROJEKT 1*).

PNE
66 — 1937

PRZEPISY NA AKUMULATORY).**

Uwaga. Wszelkie prawa przedruku zastrzeżone przez Stowarzyszenie Elektryków Polskich.

A. PRZEPISY OGÓLNE.

I. WSTĘP.

§ 1. Zakres przepisów.

Przepisy niniejsze dotyczą akumulatorów kwasowych i zasadowych do wszelkich celów.

§ 2. Termin ważności.

Przepisy niniejsze wchodzią w życie z dniem...

§ 3. Określenia ogólne.

1. *Akumulator* jest to ogniwo elektrochemiczne, w którym energia elektryczna gromadzi się podczas ładowania przez zamianę energii elektrycznej na chemiczną, a jest oddawana podczas wyładowania przy odwrotnym procesie chemicznym.

2. *Baterię akumulatorów* stanowią dwa lub więcej ogniwa, połączone ze sobą elektrycznie.

3. *Płyta akumulatorowa* jest to odpowiednio zbudowana elektroda, zaopatrzona w masę czynną lub zdolna do wytwarzania jej we właściwym elektrolicie pod wpływem przepływającego przez nią jednokierunkowego prądu elektrycznego.

4. *Masa czynna* jest to substancja płyty, w której zachodzą zmiany chemiczne przy przejściu jednokierunkowego prądu elektrycznego podczas ładowania i wyładowania akumulatora.

5. *Szkielet płyty* jest to jedno lub wielokomórkowa rama, przeznaczona do utrzymywania masy czynnej.

6. *Zespół płyt akumulatorowych* jest to pewna liczba płyt tej samej biegunowości, połączonych ze sobą za pomocą mostka lub sworznia biegunowego.

*) Uwagi do niniejszego projektu należy nadsyłać w terminie do dnia 1 października 1937 r. p. a.: Stowarzyszenie Elektryków Polskich, Warszawa, ul. Królewska 15.

**) Opracowane przez Komisję Akumulatorów. W pracach brali udział pp.: Braun Edmund, Fiderkiewicz Władysław, Gamoła Roman, Golde Aleksander, Hornziel Gustaw, Jagoszewski Konrad, Jakubowski Boleśław, Jordan Zygmunt, Muszyński Stanisław (przewodniczący), Müller Franciszek, Prochnau Wacław, Radwański Antoni Sobik Wilhelm, Spychała Jakób, Strzelczyk Bronisław, Wasylkiewicz Tadeusz, Winawer Maksymilian, Zelenay Adolf, Żuchowicz Kwiryn.

7. *Zestaw płyt akumulatorowych* tworzą zespoły płyt przeciwnych biegunowości, należące do tego samego ogniwa.

8. *Ucho* jest to wystająca część płyty, służąca do zawieszania płyty lub do złączenia jej z mostkiem biegunowym.

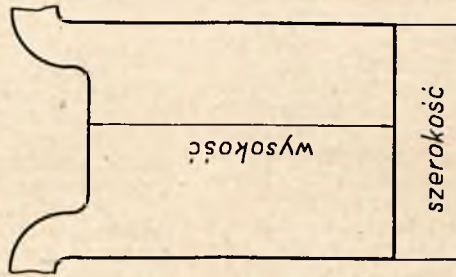
9. *Mostek biegunowy* (listwa biegunowa) jest to listwa lub sworzeń, służący do połączenia ze sobą kilku płyt.

10. *Biegun baterii* jest to słupek, zaopatrzony lub niezaopatrzony w końcówkę do przyłączenia przewodu zewnętrznego.

11. *Przekładka izolująca* jest wykonana z materiału izolacyjnego o odpowiednim kształcie i służy do oddzielania płyt różnych biegunowości.

12. *Długość naczynia* jest to wymiar w kierunku prostopadłym do powierzchni płyt.

Szerokość naczynia jest to wymiar w kierunku poziomym równoległym do powierzchni płyt (rys. 1).



Rys. 1.

13. *Elektrolit* w znaczeniu niniejszych przepisów jest to płyn, w którym są zanurzone płyty. W akumulatorach kwasowych elektrolitem jest rozcieńczony kwas siarkowy, a w zasadowych — wodny roztwór pewnych wodorotlenków.

14. *Napięcie akumulatora* określa się:

- a) jako napięcie nominalne i w tym przypadku oblicza się je przyjmując 2 V na ogniwo akumulatorów kwasowych i 1,2 V na ogniwo akumulatorów zasadowych;
- b) jako napięcie średnie, które ustala się jako przeciętne napięcie pracy określonej warunkami zastosowania akumulatora.

ładowania do ilości energii zużytej do uprzedniego przepisowego naładowania akumulatora.

23. *Nominalna sprawność elektryczna* akumulatora jest to stosunek ilości elektryczności otrzymanej podczas przepisowego wyładowania do ilości elektryczności zużytej do uprzedniego przepisowego naładowania akumulatora.

Warunki pomiarów sprawności podane są w przepisach szczegółowych.

§ 4. Oznaczenia.

Na każdym akumulatorze, względnie baterii przenośnej, należy umieścić w sposób widoczny i trwały następujące oznaczenia:

1) nazwa lub znak wytwórni,

2) typ,

3) pojemność nominalna w amperogodzinach (Ah) i prąd wyładowania w amperach (A) przy podanym rodzaju wyładowania (ciągłym lub przerywanym),

4) maksymalny prąd ładowania dla akumulatorów ołowianych, a normalny prąd dla żelazo-niklowych w amperach (A),

5) maksymalny prąd wyładowania dla akumulatorów ołowianych, a normalny prąd dla żelazo-niklowych w amperach (A),

6) nominalne napięcie wyładowania w voltach (V),

7) ciężar właściwy elektrolitu w stanie naładowanym akumulatora.

Uwaga 1. Przy akumulatorach nieprzenośnych oznaczenia powyższe należy umieścić w miejscu widocznym i dostępnym w pobliżu baterii.

Uwaga 2. Typ akumulatora, względnie baterii, powinien być określony przez grupę liczb i liter o następującej kolejności:

I liczba arabska oznacza liczbę ogniw baterii.

II grupa liter i cyfr arabskich — oznacza fabryczną nazwę typu płyty,

III grupa cyfr arabskich oznacza liczbę płyt dodatnich w jednym ogniwie.

Oprócz tego mogą być jeszcze podane w dalszej kolejności inne oznaczenia fabryczne.

Poszczególne grupy powinny być oddzielone od siebie kreskami w przypadku powtarzania oznaczenia tego samego rodzaju.

II. WYMAGANIA OGÓLNE.

§ 5. Uwagi ogólne.

Materiały, używane do wyrobu części akumulatorów, stykające się z elektrolitem, nie mają zawierać składników, mogących zanieczyścić elektrolit i wpływać szkodliwie na działanie akumulatorów.

Części akumulatora, znajdujące się na zewnątrz naczynia, wrażliwe na działanie elektrolitu, powinny być możliwie uodpornione na jego wpływ.

Napięcie k o ń c o w e wyładowania jest to napięcie, po osiągnięciu którego wyładowanie jest uważane za ukończone i powinno być przerwane.

Wielkość tego napięcia dla określonych warunków wyładowania podają odpowiednie przepisy szczegółowe.

15. *Srednie natężenie prądu* ładowania lub wyładowania określa się jako średnią arytmetyczną pomiarów, wykonanych w równych odstępach czasu.

16. *Ładowanie* jest to czynność, polegająca na przepuszczeniu przez akumulator prądu jednokierunkowego w celu nagromadzenia w nim energii elektrycznej w postaci energii chemicznej.

Akumulator jest całkowicie naładowany wtedy, gdy dalsze ładowanie nie może już spowodować powiększenia nagromadzonej w nim ilości energii elektrycznej.

17. *Wyładowanie* jest to pobieranie z akumulatora energii elektrycznej.

18. *Samowyładowanie* jest to wyładowanie akumulatora w stanie nieczynnym.

19. *Pojemność akumulatora lub baterii* jest to ilość elektryczności, wyrażona w amperogodzinach, która może być pobrana z akumulatora lub baterii w przepisowych warunkach wyładowania.

20. *Spółczynnik cieplny pojemności* jest to procentowa zmiana pojemności, odpowiadająca zmianie temperatury elektrolitu o 1° C.

21. *Próba ciągła i próba przerywana* stanowi podstawę do oceny i porównywania akumulatorów.

a) *Próba ciągła* — przez próbę ciągłą akumulatora rozumie się jego nieprzerwane wyładowanie do napięcia, określonego szczegółowymi przepisami przy obciążeniu jednostajnym np.: stałym natężeniu prądu lub stałym oporze zewnętrznym.

b) *Próba przerywana*. — Przez próbę przerywaną rozumie się próbę, złożoną z szeregu kolejnych wyładowań i przerw; prąd wyładowań i czas trwania wyładowań i przerw jest podany dla danego typu akumulatora w przepisach szczegółowych.

Akumulatory w praktyce na ogół pracują przy zmiennym obciążeniu z przerwami bliżej nieokreślonymi; ponieważ dokładne odtworzenie takiej pracy akumulatora jest przy próbach nie wykonalne, przeto w przepisach przyjęto jako podstawę do oceny i porównywania akumulatorów tzw.: a) próbę ciągłą i b) próbę przerywaną. Wybór próby zależy od typu akumulatora. Dla pewnych typów mogą być stosowane obie metody prób.

22. *Nominalna sprawność energetyczna* akumulatora jest to stosunek ilości energii pobranej podczas przepisowego wy-

W akumulatorach kwasowych wszystkie lutowania muszą być wykonane przez spawanie czystym ołowiem w płomieniu redukującym i zapewnić dokładne i trwałe połączenie.

Akumulator powinien być zmontowany w sposób dostosowany do warunków jego pracy.

§ 6. Podział akumulatorów.

Akumulatory w zależności od ich budowy dzielą się na kwasowe i zasadowe.

Akumulatory ze względu na sposób ich zestawienia dzielą się na: a) stacyjne i b) przenośne.

Akumulatory stacyjne są ustawiane na stałe w miejscu ich pracy i nie są przeznaczone do przenoszenia z miejsca na miejsce.

Akumulatory przenośne są zmontowane w sposób umożliwiający ich przenoszenie z miejsca na miejsce, np.: zastosowanie ich w pojazdach.

§ 7. Rodzaje płyt.

Ze względu na sposób tworzenia masy czynnej płyty dzielimy na:

a) płyty wielkopowierzchniowe, na których masa czynna jest wytworzona elektrolitycznie z materiału samych płyt,

b) płyty masowe (pastowane), których szkielec wypełniony jest mechanicznie masą czynną.

§ 8. Płyty i zespol płyt.

1. Konstrukcja płyt.

Do wyrobu szkielec płyt akumulatorów kwasowych powinien być używany ołów chemicznie czysty lub ewentualnie z domieszką antymonu. Masa czynna powinna wypełniać komórki w szkielecach ściśle i w sposób zapewniający jak najmniejszy opór przejściowy. Płyty nie powinny być wypaczone. Płyty odlewane i szkielec płyt masowych nie powinny wykazywać pęknięć, otworów, porowatości i wzdęć na powierzchni. Płyty dostarczone osobno w stanie suchym nie mogą wykazywać pęknięć, otworów, porowatości i wzdęć na powierzchni. Płyty dostarczone z długotrwałego magazynowania w wilgotnych miejscach. Płyty dostarczone osobno na miejsce ustawienia baterii powinny się znajdować w stanie wstępnego sformowania.

2. Konstrukcja zespolów płyt.

Płyty do zespolów tego samego akumulatora powinny być tak dobrane, aby nie wykazywały widocznych różnic w wyglądzie zewnętrznym. Zespoły płyt, połączone ze sobą za pomocą mostka, nie powinny wykazywać w miejscach połączeń dostrzeżalnych usterek, mających wpływ na zwiększenie oporów przejściowych, jako też pęknięć, skaz itp.

(C. d. n.)

Zjazd przedstawicieli elektrowni miejskich

W dniu 28 kwietnia b. r., bezpośrednio po zakończeniu obrad Zjazdu Miast, odbył się pierwszy zjazd przedstawicieli elektrowni miejskich, zorganizowany przez Związek Miast Polskich.

Zjazd ten był wynikiem dawno już odczuwanej potrzeby wejścia w bezpośrednią styczność z Prezydentami i Burmistrzami miast oraz Kierownikami elektrowni miejskich na gruncie gospodarki elektrycznej w miastach w celu wymiany zdań i doświadczeń, odnoszących się do tej może obecnie najważniejszej gałęzi technicznej gospodarki samorządowej.

Wobec ciągłej redukcji źródeł dochodowych miast, która spowodowała zmniejszenie się dochodów globalnych, dochodzące do 50%, elektrownie jako przedsiębiorstwa przemysłowe są często podstawą i ratunkiem budżetów miejskich, przynosząc miastu pewny i stały dochód.

Przedsiębiorstwa te zasługują zatem bezsprzecznie na to, aby uwaga Zarządów Miejskich była skierowana w ich stronę, nie tylko już ze względu na ich znaczenie finansowe i społeczne, ale i przez to, że bezpieczeństwo publiczne niemożliwe jest do utrzymania bez należytego oświetlenia ulic, podwórz, klatek schodowych i mieszkań.

Elektrownie prowincjonalne w miastach średnich i małych, bo o takich tu przede wszystkim mowa, poddawano niejednokrotnie ostrej krytyce. Wytykano im wysokie koszty własne produkowanej energii, zaniedbanie technicznych urządzeń, rabunkową gospodarkę, polegającą na nieczynieniu odpisów amortyzacyjnych i funduszy na odnowienie, niedostatecznie wykwalifikowane kierownictwo i t. p.

Niewątpliwie dużo jest w tych zarzutach słuszności,

ale, jak zwykle, prawda omija najczęściej punkty skrajne, sadowiąc się gdzieś pośrodku.

Trzeba więc wziąć pod uwagę ciężkie warunki pracy elektrowni prowincjonalnych, których kierownicy zdają sobie często sprawę z braków swych zakładów, lecz niedostateczne środki finansowe stoją na przeszkodzie do wszelkich poczynań melioracyjnych.

Zjazd został utworzony i uczestnicy Zjazdu powitani przez Prezydenta miast Bydgoszczy, P. Barciszewskiego, który wygłosił przemówienie wstępne, podnosząc wagę zagadnienia elektryfikacji Państwa. Praca to olbrzymia, wymagająca szeroko zakreślonego planu, obliczonego na długie lata. Elektrownie miejskie nie mogą być rozpatrywane tylko jako gminne przedsiębiorstwa dochodowe, gdyż mają doniosłe zadania gospodarcze i społeczne do spełnienia.

Związek Miast Polskich zajął się tym zagadnieniem na odcinku elektrowni komunalnych i utworzył Sekcję Przedsiębiorstw Miejskich wraz z Podsekcją Elektryczną, wychodząc z założenia, że elektrownie stanowią elementy administracji miejskiej, majątek miasta i społeczny dorobek i że w ramach Związku powinno się znaleźć miejsce dla badań i prób racjonalnego rozwiązania spraw technicznych i organizacyjnych tych przedsiębiorstw.

Na propozycję P. Prezydenta Barciszewskiego na Przewodniczącego Zjazdu jednomyślnie powołano Pana Ministra A. Kühna, który objął przewodnictwo Zjazdu.

Po wybraniu Prezydium Zjazdu przystąpiono do wykonania porządku dziennego, składającego się z trzech referatów i dyskusji nad nimi.

Pierwszy referat wygłosił p. inż. Jan Tymowski, dyrektor elektrowni miejskiej w Bydgoszczy, p. t. „Stan obecny elektrowni miejskich”.

Jak wskazuje tytuł, celem referatu było przedstawienie stanu posiadania elektrowni miejskich, oparte na licznych danych statystycznych.

W drugim z kolei referacie inżyniera L. Jętkiewicza p. t. „Braki i wady techniczne elektrowni miejskich” prelegent zajął się niedomaganiem, najczęściej podnoszonymi przy rozpatrywaniu elektrycznej gospodarki miejskiej.

Jednak i na tym odcinku gospodarki miejskiej widać znaczne polepszenie, wyrażające się przede wszystkim w zainteresowaniu się władz miejskich własnymi sprawami elektrycznymi i coraz częstszym zwracaniu się o poradę i wskazówki do Związku Miast oraz innych instytucji i osób opiniodawczych.

Trzeci referat, wygłoszony przez p. Dębowskiego, Inspektora Związku, p. t. „Niedomagania organizacyjne elektrowni miejskich” był odpowiednikiem drugiego, ale w dziedzinie administracji i rachunkowości elektrowni.

Przy rozpatrywaniu tej gałęzi gospodarki miejskiej nasuwają się tak poważne i dotąd nieujęte w ogólną formę regulującą zagadnienia, jak sprawa podziału kompetencji w bezpośrednim zarządzaniu zakładem elektrycznym, inwentaryzacja majątku elektrowni, tworzenie kapitału amortyzacyjnego i renowacyjnego, stosunek do abonentów i przeznaczenie nadwyżek z eksploatacji.

Układanie budżetów elektrowni, unormowane pierwotnie rozporządzeniem Ministra Spraw Wewnętrznych, następnie zaś znolizowane, odbywa się obecnie w zależności od indywidualnych potrzeb i zapatrywań poszczególnych Zarządów Miejskich. Również i rachunkowość elektrowni w większości wypadków nie stoi na wysokości zadania. Referent w sposób przejrzysty i poglądowy dotknął najbardziej palących niedomagań i podał sposoby ich unikania.

Po odczytaniu wszystkich referatów przewodniczący utworzył dyskusję nad nimi.

Pierwszą z ważniejszych spraw, podniesionych w dyskusji, było stosowanie prądu stałego w wielu zwłaszcza mniejszych elektrowniach prowincjonalnych. Czy tę formę prądu elektrycznego z zasady należy uważać za przeżytek i zjawisko niepożądane?

W dyskusji wyjaśniono, że z punktu widzenia technicznego prąd stały w małych miastach, posiadających niezbyt rozległą sieć rozdzielczą, może spełniać swoje zadanie całkowicie, o ile oczywiście krańcowe punkty sieci nie wykazują przekraczającego zwykle normy spadku napięcia, a więc jeżeli przewody posiadają dostateczne przekroje. Jednak ze względu na naturalny rozwój elektryfikacji, wyrażający się w przyłączaniu mniejszych elektrowni do sieci zakładów okręgowych i związków sieciowych, pożądane jest już obecnie przygotowanie się do przejścia na prąd zmienny trójfazowy. Nowe zaś elektrownie należy zasadniczo budować na prąd zmienny. Do takiej normalizacji rodzaju prądu skłaniają również względy na wymagania obrony Państwa.

Jeden z pp. Burmistrzów podniósł bardzo ważną sprawę tych elektrowni miejskich, które znalazły się w obrębie obszarów uprawnienia różnych związków elektryfikacyjnych i wyraził obawę, że miasta te mogą być pozbawione prawa prowadzenia własnych elektrowni, a tym samym i dochodów, płynących z tego źródła.

Obawa ta została uznana za zupełnie uzasadnioną, lecz tylko dla tych miast, które nie posiadają uprawnień rządowych na wytwarzanie, przetwarzanie, przesyłanie i rozdział energii lub też nie korzystających z t. zw. praw nabytych. Uprawnienia rządowe dla związków i towarzystw elektryfikacyjnych zawierają zawsze gwarancję poszanowania tych praw i miasta takie nie potrzebują się obawiać pogwałcenia swych praw nadanych lub nabytych.

Inaczej rzecz się ma z miastami, nie korzystającymi z żadnych praw. Pomimo, że uprawnienia rządowe prze-

widują obowiązek wykupu tych przedsiębiorstw przez uprawniony związek lub towarzystwo, to warunki, w których taki wykup się odbywa, nie są dla miast dogodne i nie stanowią ekwiwalentu utraty własnego zakładu elektrycznego. Dla takich miast istnieje tylko jedna droga zabezpieczenia stanu posiadania, a tą jest uzyskanie uprawnienia elektrycznego dla swojego terenu.

W dyskusji dawały się słyszeć skargi, z którymi zresztą miasta zwracają się i do Związku Miast na brak kredytów na konieczne inwestycje dla miejskich zakładów elektrycznych. Znikoma suma, przeznaczona na tego rodzaju prace w roku ostatnim przez Fundusz Pracy, nie wystarcza nawet na ułamek tych prac, z innych zaś źródeł uzyskać środki na ten cel jeszcze jest trudniej. Tymczasem stan techniczny wielu elektrowni jest opłakany i, jeżeli nie uzyskują one odpowiednich pożyczek, bezpieczeństwo publiczne podczas nadchodzącej zimy będzie wystawione na poważne niebezpieczeństwo.

Stan prawny i finansowy elektrowni miejskich, jako też sposób prowadzenia spraw administracyjnych i rachunkowych, były tematem obszernej dyskusji.

Elektrownie prowincjonalne w zasadzie nie są przedsiębiorstwami, wydzielonymi z ogólnej administracji miejskiej, rzadko które mają oddzielne statuty, regulujące sposób zarządzania i prowadzenia rachunkowości. Uważane są one najczęściej jako narzędzie do otrzymywania pewnej nadwyżki z eksploatacji, łączonej ażurowy budżet miejski, wiecznie potrzebujący pozycji dochodowych. W tych warunkach potrzebne inwestycje nie są dokonywane we właściwym czasie i stają się często przedmiotem zainteresowania wtedy, gdy jest już zapóźno.

Gospodarka materiałowa elektrowni, a więc zapasy paliwa, rezerwowe części maszyn, materiały instalacyjne i przyrządy elektryczne, przeznaczone na sprzedaż — wszystkie te sprawy traktowane są w różnych miastach rozmaicie — a więc lepiej lub gorzej.

Stwierdzono w dyrekcji, że ingerencja władz administracyjnych w gospodarkę przedsiębiorstw miejskich idzie częstokroć zadaleko. Tak np. w jednym mieście skreślono w budżecie elektrowni wszystkie odpisy na renowację oraz sumy na rozbudowę sieci. Zdarza się, że skreśleniu podlega część wydatków na części zapasowe, a nawet na materiały pędne! Nie zgadzano się na przyjęcie kancelisty, jakkolwiek personel nie mógł dać sobie rady z pracą i t. p.

W imieniu Związku Miast Polskich zakomunikowano, że Sekcja Przedsiębiorstw Miejskich Związku opracowuje obecnie projekt rozporządzenia ministerialnego o tworzeniu, prowadzeniu i znoszeniu przedsiębiorstw miejskich. Aktem tym zostaną załatwione wszystkie sprawy podstawowe, jak: statut przedsiębiorstwa, dysponowanie kapitałami, organizacja władz, sprawy rachunkowości i budżetu i t. p.

W końcowym swym przemówieniu przewodniczący stwierdził, że starania zarządów miejskich idą w dwóch kierunkach.

Pierwszy — aby elektryfikacja dotarła do najdalszych zakątków Państwa i stała się dobrem powszechnym, drugi — aby przez uporządkowanie prowadzenia elektrowni na zasadach handlowych uczynić z nich przedsiębiorstwa możliwie dochodowe, przysparzające środków kasie miejskiej.

Wnioski referentów Zjazdu zostały wydrukowane i rozdane uczestnikom. Zarząd Związku Miast po rozważeniu ich i opracowaniu poda je do wiadomości publicznej. Do współpracy w Podsekcji Elektrycznej zgodnie z propozycją Przewodniczącego zgłosił się szereg osób z pośród biorących udział w Zjeździe. **Inż. L. Jętkiewicz.**

B I B L I O G R A F I A

Dr. Inż. Stefan Neumark, Docent Politechniki Warszawskiej. **Mechanika techniczna.** Podręcznik dla Szkół Zawodowych. Tom I. Warszawa 1937. Nakładem Towarzystwa Kursów Technicznych z częściową zapomogą Minist. Wyzn. Relig. i Oświec. Publ. Skład główny w księgarni „Trzaska, Evert i Michalski”, Warszawa. Str. VIII i 327. Rys. 317.

Streszczając zaraz na wstępie wrażenie ogólne, odniesione przy czytaniu tej doskonałej książki, muszę zaznaczyć, iż nie jest mi znany ani w polskiej, ani też w zagranicznej literaturze technicznej podręcznik dostosowany do średniego poziomu nauczania, w którym wiadomości podstawowe z mechaniki oraz statyka byłyby wyłożone w sposób równie umiejętny.

Podręcznik Dra Neumarka wyrósł z wykładów, wygłaszanych na Kursach Budowy Maszyn i Elektrotechniki, które z tak wielkim pożytkiem dla naszego przemysłu prowadzi w Warszawie Towarzystwo Kursów Technicznych. Zmierając do stworzenia książki przydatnej dla szkół średnich o różnym poziomie i o różnym kierunku nauczania, rozszerzył jednak Autor zakres przedmiotu poza ramy wpraw w wspomnianych wykładach, umożliwiając przez to nauczycielowi każdej szkoły technicznej dostosowanie podręcznika do potrzeb danej szkoły. Wytknięty w ten sposób cel, któremu podręcznik ma służyć, zmusił Autora do posługiwania się w zasadzie jedynie elementarną matematyką. Trudności spowodowane zrezygnowaniem z użytku matematyki wyższej zostały jednak pokonane w sposób niezwykle szczęśliwy.

Charakterystyczną cechą podręcznika jest równoległe traktowanie w wykładzie metod rachunkowych i metod wykreślnych statyki, przedstawiające dla uczącego się niemałe korzyści dydaktycznej natury. Poza tym uderza w oczy wybitnie techniczny charakter podręcznika, ujawniający się zarówno w wyborze przedmiotu, jak też i w doborze bardzo licznych przykładów. Rozwiązania przykładów, uzupełniających i pogłębiających znakomicie treść wykładu, są podane w sposób nader wyczerpujący. Wybitne uzdolnienie pedagogiczne Autora przejawia się przy tym w uwagach i wskazówkach ogólnych, wplecionych umiejętnie w treść rozwiązań. Dzięki tym uwagom i wskazówkom staje się podręcznik Dra Neumarka szczególnie przydatnym dla techników, zmierzających do rozszerzenia i pogłębienia wiadomości z zakresu statyki na drodze samouctwa.

Zewnętrzna szata podręcznika, wydanego na skutek inicjatywy Prezesa Towarzystwa Kursów Technicznych prof. M. Pożaryskiego, robi nader dodatnie wrażenie. Na szczególne wyróżnienie zasługują rysunki wykonane bardzo starannie. Autorowi, który w stworzenie podręcznika o niepospolitych walorach włożył ogrom pracy, należy się szczerza wdzięczność polskiego świata technicznego. Niechaj mi będzie wolno zakończyć moją ocenę życzeniem, aby zapowiadany tom II-gi „Mechaniki technicznej” Dra Neumarka ukazał się rychło i aby stanowił na równi z tomem I-szym ozdobę naszej literatury podręcznikowej.

prof. M. Broszko.

S Z K O L N I C T W O

Państwowa Wyższa Szkoła Budowy Maszyn i Elektrotechniki im. H. Wawelberga i S. Rotwanda w Warszawie.

Rada Wydziału Elektrycznego na posiedzeniu w dniu 5 kwietnia 1937 r. przyznała dyplomy technologów elektryków 27 absolwentom. Sekcję silnoprządową ukończyło 15 absolwentów:

Dębek Józef, Dobkowski Aleksander, Federowicz Władysław, Galarda Jerzy, Godlewski Stanisław, Kiela Stefan, Kronenberg Henryk, Kumanowski Mieczysław, Lewi Henryk, Pawłowicz Mirosław, Samet Aleksander, Samplawski Stanisław, Szemetyło Tadeusz, Trześniewski Roman i Wojciechowski Waław.

Sekcję teletechniczną ukończyło 11 absolwentów:

Alpert Wulf, Chmielewski Witold, Derulski Aleksander, Kapica Edward, Mierenkow Włodzimierz, Pawłowski Franciszek, Queck Eugeniusz, Tyblewski Jerzy, Umański Leon, Walczak Jerzy i Wierzbicki Mirosław; jeden z absolwentów Wdowiński Aron ukończył jednocześnie obie sekcje.

Na mocy zarządzenia Pana Ministra Wyznań Religijnych i Oświecenia Publicznego z dn. 17 czerwca r. b. na kurs I przyjmowani będą od nowego roku szkolnego 1937/38 tylko kandydaci, którzy przedstawiają: 1. świadectwo dojrzałości szkoły średniej ogólnokształcącej,

2. świadectwo ukończenia szkoły średniej technicznej o podbudowie 6 kl., szkoły średniej ogólnokształcącej, 3. inne świadectwo uznane przez władze szkolne za równoznaczne dwum poprzednim.

Kandydaci muszą złożyć egzamin sprawdzający z wynikiem dodatnim w zakresie programu gimnazjum starego typu matematyczno-przyrodniczego z matematyki, fizyki i rysunków odręcznych. Podania o przyjęcie należy wraz z dokumentami składać w kancelarii Szkoły, Mokołowska 6 w czasie od 1-go lipca do 31 sierpnia r. b. Egzamin sprawdzający odbędzie się w czasie od 7-go do 15-go września r. b.

Sprostowanie. W zesz. 11 na str. 792 mylnie podano nazwisko autora, powinno być „Henryk Karczmarski”.

Red.

W artykule „Nomogram do obliczenia wysokości słupów linii wys. napięcia”, wzór przy nomogramie: Odstęp przewodów miedzianych $b = 10 \sqrt{f + \frac{U}{1500}}$ odnosi się do przewodów glinowych, zaś dla przewodów miedzianych wzór brzmi $b = 75 \sqrt{f + \frac{U}{1500}}$.

Nomogram obliczony został dobrze (dla przewodów miedzianych). *Jan Kozieł.*

PRZEDPŁATA:
 kwartalnie zł. 9.—
 rocznie zł. 36.—
 zagranicą + 50%
 za zmianę adresu
 (znaczkami pocztowymi) gr. 50

Biuro Redakcji i Administracji: Warszawa Królewska 15, II piętro
 telefon Nr 690-23.

Administracja otwarta codz. od godz. 9 do 15 w soboty od 9 do 13

Konto czekowe w P. K. O. Nr. 363

**Ceny ogłoszeń
 podaje administracja
 na zapytanie.**

Wydawca: Wydawnictwo Czasopisma „Przegląd Elektrotechniczny”, Spółka z ograniczoną odpowiedzialnością.

S. A. Z. G. „Drukarnia Polska”, Warszawa, Szpitalna 12. Tel. 5.87-98 w dzierżawie Spółki Wydawniczej Czasopism Sp. z o. o.