

PRZEGLĄD ELEKTROTECHNICZNY

ORGAN STOWARZYSZENIA ELEKTRYKÓW POLSKICH

pod naczelnym kierunkiem prof. M. POŻARYSKIEGO.

Rok XIX.

1 Czerwca 1937 r.

Zeszyt 11.

Redaktor inż. WACŁAW PAWŁOWSKI

Warszawa, Królewska 15, tel. 690-23.

Zarys teorii pracy cewki zapłonowej

Inż. Stanisław Lubdziecki

Wstęp.

Zapłon mieszanki silników spalinowych, pracujących według obiegu Otto, odbywa się obecnie prawie wyłącznie za pośrednictwem elektrycznego wyładowania iskrowego.

W celu uzyskania w odpowiedniej chwili w poszczególnych cylindrach silnika spalinowego iskry zapłonowej stosuje się urządzenie zapłonowe, t. j. zespół przyrządów połączony przewodami, służący do wytwarzania iskier zapłonowych. Zespół ten, w przypadku zapłonu bateryjnego, składa się z cewki zapłonowej, rozdzielacza zapłonu, świec zapłonowych i źródła prądu stałego. Zamiast zapłonu bateryjnego bywa również stosowany zapłon przy pomocy iskrownika (magneta) lub też zapłon mieszany, t. j. połączenie zapłonu bateryjnego i zapłonu przy pomocy iskrownika.

W rozważaniach niniejszych będzie uwzględniony jedynie zapłon bateryjny ze specjalnym wyróżnieniem pracy cewki zapłonowej.

Zważywszy, iż cewka zapłonowa, używana w urządzeniach zapłonowych na pojazdach mechanicznych (samochody, ciągniki, motocykle i t. d.), będąc w zasadzie zwykłą cewką Ruhmkorffa, przystosowaną do trudnych i specjalnych warunków pracy, stanowi tylko jeden z elementów urządzenia zapłonowego, musimy, przystępując do rozważań nad jej pracą, uwzględnić jej współpracę z pozostałymi przyrządami zapłonowymi, a w pierwszym rzędzie współpracę z rozdzielaczem zapłonu bateryjnego.

Ponieważ terminologia omawianych przyrządów nie była dotychczas ujednostajniona, przeto dla uniknięcia nieporozumień, przytaczam następujące określenia:

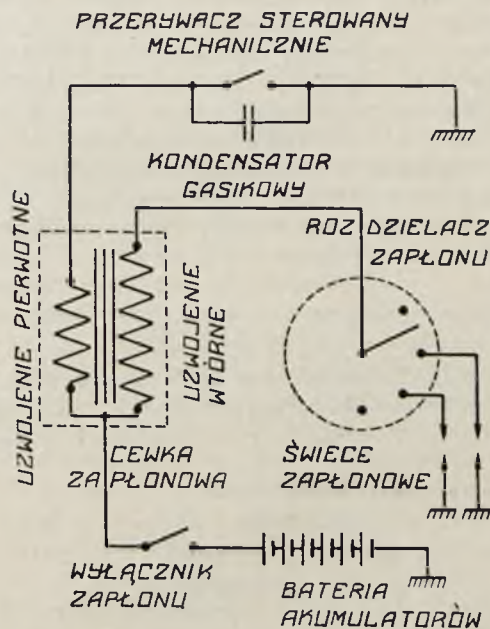
Cewką zapłonową nazywamy przyrząd, służący do transformacji przerywanego przez mechaniczny przerywacz pierwotnego prądu niskiego napięcia na prąd wysokiego napięcia, powodujący zapłon. Posiada ona rdzeń z miękkiego żelaza o obwodzie magnetycznym otwartym lub zamkniętym *).

Na rdzeniu są nawinięte dwa uzwojenia, z których jedno jest uzwojeniem pierwotnym (uzwojeniem niskiego napięcia), wykonanym z grubego drutu izolowanego o niewielkiej ilości zwojów. Drugie uzwojenie, nawinięte cienkim drutem izolowanym o bardzo dużej ilości zwojów, stanowi uzwojenie wtórne (uzwojenie wysokiego napięcia).

Rozdzielaczem zapłonu bateryjnego nazywamy przyrząd, składający się z rozdzielacza właściwego, mechanicznego przerywacza prądu pierwotnego i

samoczynnego regulatora zapłonu, zmontowanych w jedną całość. Zwykle do korpusu rozdzielacza zapłonu bateryjnego jest przymocowany kondensator gasikowy, włączony równolegle do styków przerywacza. Rozdzielacz zapłonu bateryjnego służy do rozdzielenia pomiędzy poszczególne cylindry silnika spalinowego energii elektrycznej, wywołującej zapłon mieszanki w danym cylindrze wówczas, gdy szczotka rozdzielacza włączy elektrody świecy zapłonowej, umieszczonej w owym cylindrze, w obwód elektryczny wysokiego napięcia.

Świecą zapłonową nazywamy przyrząd posiadający metalowe elektrody, pomiędzy którymi następuje elektryczne wyładowanie iskrowe, wywołujące w odpowiedniej chwili zapłon mieszanki w jednym z cylindrów silnika spalinowego.



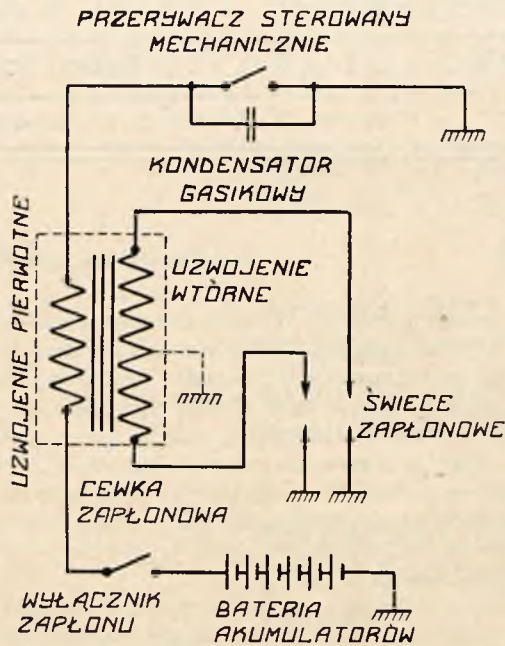
Rys. 1.

Urządzenie zapłonowe (rys. 1) składa się z dwóch obwodów: pierwotnego (niskiego napięcia) i wtórnego (wysokiego napięcia czyli zapłonowego). W obwodzie pierwotnym znajduje się uzwojenie pierwotne cewki zapłonowej, przerywacz sterowany mechanicznie i źródło prądu stałego (zwykle bateria akumulatorów 6 lub 12 V, ładowana w czasie szybkiej jazdy przez prądnicę samochodową). W obwodzie wtórnym mamy uzwojenie wtórne cewki zapłonowej, rozdzielacz zapłonu i świecy zapłonowe.

Na schemacie urządzenia zapłonowego (rys. 1) widzimy, iż jeden z końców uzwojenia wtórnego cewki za-

*) Obecnie cewek zapłonowych o rdzeniu zamkniętym, o ile nam wiadomo, nie stosuje się ze względu na dużą indukcyjność, a w związku z tym — długi czas ustalenia się prądu w obwodzie pierwotnym.

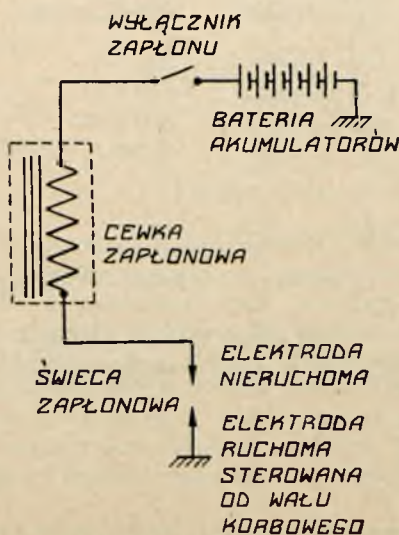
plonowej jest połączony z uzwojeniem pierwotnym, drugi zaś jest wyprowadzony do gniazda wysokiego napięcia, znajdującego się w głowicy cewki. Jest to normalny układ cewki zapłonowej samochodowej.



Rys. 2.

Istnieją również cewki, w których oba końce uzwojenia wtórnego są wyprowadzone na zewnątrz, zaś obydwie uzwojenia są starannie od siebie odizolowane. Są to cewki dwuiskrowe, stosowane niekiedy w instalacjach elektrycznych na motocyklach z silnikami dwucylindrowymi. Pracują one bez rozdzielaczy zapłonu bateryjnego, gdyż wyładowanie iskrowe występuje w tym przypadku jednocześnie między elektrodami świec obydwu cylindrów, wywołując w jednym z nich zapłon mieszanki (rys. 2). W obwodzie pierwotnym stosuje się wówczas przyrząd zwany przerywaczem zapłonu bateryjnego, utworzony z wbudowanych do wspólnego korpusu — przerywacza właściwego i samoczynnego regulatora zapłonu.

Dawniej dla otrzymania zapłonu stosowano urządzenia zapłonowe niskiego napięcia (rys. 3). Wskutek bardzo dużej samoindukcji cewki zapłonowej, wykonanej



Rys. 3.

w omawianym urządzeniu zapłonowym niskiego napięcia, w postaci jednego tylko uzwojenia, uzyskiwano zapłon dzięki powstawaniu, pod wpływem SEM samoindukcji, wyładowania iskrowego lub łukowego między rozsuwającymi się elektrodami świecy zapłonowej.

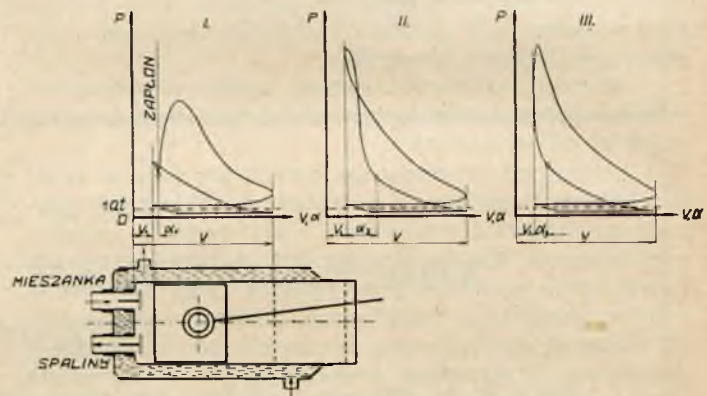
Rozsuwanie się elektrod świecy zapłonowej było sterowane od wału korbowego. System ten w ciągu ostatniego trzydziestolecia prawie że wyszedł z użycia, ustępując miejsca urządzeniom zapłonowym wysokiego napięcia.

Przed przystąpieniem do dalszych rozważań zastanówmy się nad tym, jakim warunkom powinno odpowiadać nowoczesne urządzenie zapłonowe.

Wymagania ogólne stawiane urządzeniom zapłonowym.

Dla wyjaśnienia zasadniczych wymagań, stawianych urządzeniom zapłonowym, rozpatrzmy wykresy indykatorowe silnika czterosurowego, pracującego według obiegu Otto. Na rys. 4 podane są trzy wykresy indykatorowe, różniące się między sobą chwilą wyładowania iskrowego między elektrodami świecy zapłonowej.

Wykres I ilustruje nam przebieg pracy silnika spalinyowego w przypadku, gdy wyładowanie zapłonowe nastąpiło dopiero po przejściu tłoka przez górne martwe położenie, t. j. po ukończeniu suwu sprężania. Z wykresu tego widzimy, iż zapłon nastąpił tu za późno, toteż ciśnienie gazów w cylindrze nie mogło zbyt wznosić wobec zwiększającej się objętości, co pociągnęło za sobą zmniejszenie się mocy silnika.



Rys. 4.

Na wykresie II widzimy przebieg pracy silnika spalinyowego przy zapłonie przedwczesnym. Wyładowanie iskrowe między elektrodami świecy zapłonowej nastąpiło tutaj zbyt wcześnie, przed dojściem tłoka do górnego martwego położenia, wskutek czego ciśnienie osiągnęło swą wartość największą wtedy, gdy tłok przesuwiał się jeszcze w kierunku górnego martwego położenia. W wyniku moc uzyskana w silniku będzie i tym razem mniejsza od mocy, osiągalnej przy zapłonie zachodzącym w odpowiedniej chwili.

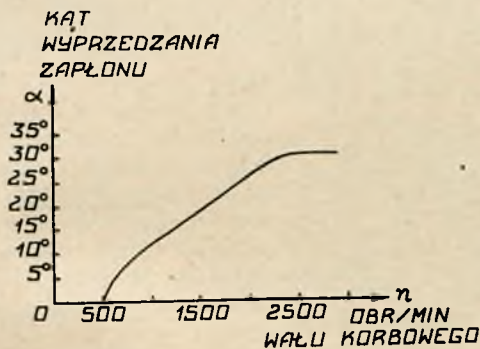
Wykres III obrazuje nam przebieg pracy silnika w przypadku, gdy początek wyładowania iskrowego następuje we właściwej chwili, wybranej przez konstruktora silnika z uwzględnieniem szybkości spalania się mieszanki i szybkości posuwu tłoka.

Porównyując powierzchnie trzech wykresów indykatorowych, podanych na rys. 4, widzimy, iż największą powierzchnię posiada wykres III, czyli w tym przypadku silnik wykazuje największą moc. Dlatego też zapłon powinien następować nieco wcześniej, przed osiągnięciem przez tłok górnego martwego położenia. Wielkość α stanowi początkową wartość kąta, o jaki chwila wyładowa-

nia iskrowego między elektrodami świecy zapłonowej wyprzedza chwilę dojścia tłoka do górnego martwego położenia. Kąt α będziemy nazywać w skróceniu kątem wyprzedzania zapłonu.

Jeżeli założymy, iż szybkość spalania się mieszanki jest niezmienna przy różnej ilości obrotów na minutę wału korbowego, to okaże się, iż dla uzyskania palenia się całej mieszanki do chwili dojścia tłoka do górnego martwego położenia, kąt wyprzedzania zapłonu musi być większy przy dużej ilości obrotów, a odpowiednio mniejszy przy małej ilości obrotów wału korbowego.

Zależność pomiędzy kątem wyprzedzania zapłonu a ilością obrotów na minutę wału korbowego, podana przez E. Klaiber'a [10], pokazana jest na rys. 5. Krzywa $\alpha = f(n)$ wskazuje, iż urządzenie zapłonowe powinno być zaopatrzone w regulację zapłonu. Regulacja ta może być ręczna, samoczynna lub kombinowana.



Rys. 5.

W czasie rozruchu silnika spalinowego wyładowanie iskrowe między elektrodami świecy zapłonowej powinno następować wówczas, gdy tłok minął o $5 \div 10^\circ$ swe górne martwe położenie. Natomiast podczas normalnej pracy silnika urządzenie zapłonowe winno umożliwiać regulację kąta wyprzedzania zapłonu aż do $30 \div 35^\circ$ przed osiągnięciem przez tłok górnego martwego położenia.

W ten sposób regulacja kąta wyprzedzania zapłonu powinna się odbywać w granicach do 45° , licząc w stosunku do wału korbowego.

W ostatnich latach rozpowszechniają się coraz bardziej silniki o dużej ilości obrotów na minutę wału korbowego. Często widuje się silniki o ilości obrotów wału korbowego, wynoszącej $3\ 000 \div 6\ 000$ obr/min. Przy tak dużej ilości obrotów czas przeznaczony na spalanie mieszanki okazuje się zbyt krótkim, toteż wówczas stosuje się zapłon nie w jednym punkcie cylindra, lecz w dwóch krańcowo przeciwległych. Stosowanie silników o dużej ilości obrotów wału korbowego i dużej ilości cylindrów powiększyło wymagania stawiane urządzeniom zapłonowym, ponieważ ilość wyładowań iskrowych dochodzi w nich do 36 000 iskier na minutę. O otrzymaniu tak wielkiej ilości wyładowań w urządzeniach zapłonowych niskiego napięcia nie może być mowy, bowiem bezwładność przyrządu przerywającego jest zbyt wielka. Jest to jeden z wielu powodów dla których urządzenia zapłonowe niskiego napięcia wyszły z użycia.

Zastanówmy się teraz nad przebiegiem zapłonu mieszanki. Wyładowanie iskrowe, odbywające się między elektrodami świecy zapłonowej, musi wytworzyć w warstwie gazu, otaczającej drogę przeskoku iskry, wzrost temperatury, umożliwiający zapłon mieszanki. Wspomniany wzrost temperatury następuje wskutek preistoczenia się pewnej ilości energii elektrycznej wyładowania iskrowego

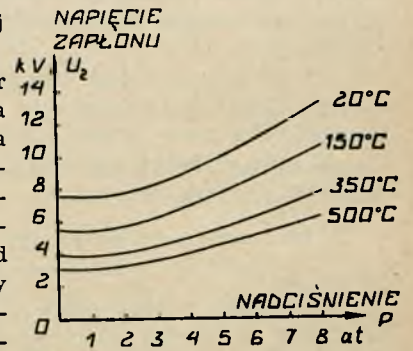
w energię cieplną. Dla uzyskania zapłonu temperatura mieszanki w warstwie otaczającej iskrę musi wzrosnąć do temperatury zapłonu. W tym celu wyładowanie iskrowe, występujące między elektrodami świecy zapłonowej, musi posiadać odpowiednią moc zapłonu.

Dla otrzymania wyładowania iskrowego między elektrodami świecy zapłonowej musi wystąpić odpowiednia różnica potencjałów, czyli napięcie zapłonu. Wielkość tego napięcia jest zależna od kształtu i odległości elektrod świecy zapłonowej oraz od ciśnienia, temperatury i chemicznego składu gazu, otaczającego elektrody.

Zależność pomiędzy napięciem zapłonu i ciśnieniem gazu, panującym wewnątrz cylindra silnika, przy odstępnie elektrod świecy zapłonowej, wynoszącym 0,5 mm, podana przez E. Klaiber'a [10], pokazana jest na rys. 6.

Wielkość napięcia na elektrodach świecy zapłonowej zależy nie tylko od wielkości SEM indukowanej we wtórnym uzwojeniu, ale również od stanu samej świecy.

Ponieważ izolator świecy zapłonowej styka się w cylindrze silnika z gorącymi gazami, przeto jego powierzchnia pokrywa się warstwą sadzy, przewodzącą prąd i bocznikującą elektrody świecy. Im większe będzie nawarstwienie kopciucha na izolatorze, tym większa będzie przewodność bocznika, co powoduje zmniejszenie różnicy potencjałów na elektrodach. Zmniejszenie oporności świecy sprzyja zjawieniu się przedwczesnego prądu w uzwojeniu wtórnym, zaś pole wytworzone przez ten prąd będzie przeciwdziałać zmniejszaniu się głównego pola magnetycznego, wytwarzanego, do chwili rozwarcia styków, przez prąd uzwojenia pierwotnego. To pociąga za sobą zmniejszenie się SEM, indukowanej we wtórnym uzwojeniu.



Rys. 6.

Wydawałoby się, że wystarczy powiększyć ilość zwojów wtórnego uzwojenia w celu skompensowania zmniejszenia się SEM, ale powiększenie ilości zwojów uzwojenia wtórnego powoduje, że przy tym samym prądzie wtórnym, jaki był przy małej oporności świecy, mielibyśmy większą ilość amperozwojów, przeciwdziałających maleniu strumienia magnetycznego w rdzeniu cewki.

Różny stan świecy stawia urządzeniu zapłonowemu różne wymagania. Przy pracy z niezanieczyszczonymi świecami, w miarę zwiększania stosunku ilości zwojów wtórnych do ilości zwojów pierwotnych, powiększa się napięcie na elektrodach. Przy pracy ze świecami o zmniejszonej oporności jest pożądane, by stosunek ten był mniejszy.

Te dwa sprzeczne dążenia da się pogodzić przez wprowadzenie do wtórnego obwodu dodatkowej przerwy iskrowej, umieszczonej poza cylindrem silnika.

Zwykle przerwę tę stanowi pewna odległość pomiędzy szczotką i stykami rozdzielacza zapłonu.

Obecność dodatkowej przerwy iskrowej wskutek dużej jej oporności uniemożliwia zjawienie się przedwczesnego prądu we wtórnym uzwojeniu, a tym samym i powstanie od owego przedwczesnego prądu pola, które by przeciwdziało zanikaniu głównego strumienia magnetycznego w rdzeniu cewki, dzięki czemu powiększa

się napięcie na zaciskach wtórnego uzwojenia i ładuje się pojemność wtórnego obwodu.

Pojemność tę tworzą przewody wysokiego napięcia i masa, przedzielone warstwą powietrza.

Gdy tylko napięcie dostatecznie wzrośnie, by móc przebić dodatkową przerwę iskrową, zjawia się wyładowanie iskrowe, przy tym ilość elektryczności, nagromadzona w pojemności wtórnego obwodu, wyładowuje się w ciągu kilku stutysięcznych części sekundy między elektrodami dodatkowej przerwy iskrowej, między elektrodami świecy, oraz poprzez oporność, bocznikującą elektrody świecy.

Wielkość dodatkowej przerwy iskrowej waha się w granicach od 0,5 do 1,8 mm.

W normalnych warunkach pracy urządzenie zapłonowe, biorąc pod uwagę tworzenie się na świecy zapłonowej kopcia przewodzącego prąd elektryczny, a więc bocznikującego elektrody świecy zapłonowej, powinno wytwarzać napięcia zapłonu rzędu $15\ 000 \div 20\ 000$ woltów.

Powyższe rozważania wykazują jak wielkie znaczenie ma dokładne dostosowanie urządzenia zapłonowego do warunków pracy silnika spalinowego.

Z kolei zajmijmy się zjawiskami, zachodzącymi przy przebiegu przerwy iskrowej.

Wyładowania iskrowe między elektrodami świecy zapłonowej.

Przestrzeń między elektrodami świecy zapłonowej, pracującej na silniku spalinowym, jest wypełniona mieszaniną gazów.

Jak wiadomo z teorii kinetycznej, gazy składają się z cząsteczek, utworzonych przez grupy atomów. W środku każdego atomu znajduje się jądro, posiadające ładunek dodatni, w którym ześrodkowana jest prawie cała masa atomu. Dokoła jądra na niezwykle dużych w porównaniu do swych wielkości odległościach, poruszają się elektrony, obdarzone ładunkiem ujemnym. Wszystkie elektrony posiadają jednakową masę i jednakowy ładunek elektryczności. Jeżeli algebraiczna suma ładunków jądra atomu i jego elektronów jest równa zeru, to atom, na odległościach znacznie przewyższających jego wymiary, okazuje się elektrycznie neutralnym.

Każdy z elektronów atomu krąży dokoła jądra, poruszając się do swojej orbicie. Przy przejściu elektronu z jednej orbity na inną zostaje wydzielona lub pochłonięta energia. Przejście elektronu z orbity, znajdującej się dalej od jądra, na orbitę bliższą jądra jest połączone z wypromieniowaniem energii. W przypadku odwrotnym zachodzi pochłanianie energii.

Pochłanianie energii może nastąpić albo w postaci pochłaniania fal świetlnych albo w postaci pochłaniania energii kinetycznej zderzającego się z atomem ciała. Im większa jest częstotliwość promieni, naświetlających atom, tym na dalszą orbitę od jądra zostanie przesunięty elektron, aż przy pewnej częstotliwości krytycznej elektron może być zupełnie usunięty z atomu. Takie zjawisko nazywa się jonizacją atomu.

Zjonizowany atom, t. j. atom posiadający nadmiar ładunku elektrycznego jednego znaku, nazywamy jonem. Atomy pozbawione jednego lub kilku elektronów stanowią jony dodatnie czyli aniony. Jonami ujemnymi lub kationami nazywamy swobodne elektrony oraz atomy obdarzone nadmierną ilością elektronów.

W zwykłych warunkach gazy są w stanie prawie niezjonizowanym, naturalne bowiem jonizatory, jak promienie ciał radioaktywnych skorupy ziemskiej, radiacja

kosmiczna i szereg innych promieniowań, są o tyle słabe, że przenoszenie ładunków elektryczności przez elektrony i jony, powstałe pod wpływem wzmiankowanych jonizatorów, powodują przepływ prądu elektrycznego o natężeniu, leżącym na granicy mierzalności (mniej niż 10^{-18} A), oczywiście jeśli tylko pole elektryczne nie jest zbyt silne.

Przewodność gazów może być znacznie powiększona w wypadku współdziałania intensywniejszych jonizatorów od wyżej wymienionych. Bardzo silne nagrzewanie (powyżej $1\ 500^{\circ}\text{C}$), naświetlanie elektrod promieniami ultrafioletowymi, działanie preparatów ciał radioaktywnych oraz promieni Rentgena bardzo znacznie wzmagają jonizację gazów.

Należy tu zaznaczyć, iż gazy posiadają własność przewodzenia prądu elektrycznego jedynie w czasie działania jonizatorów.

Jonizacja gazów w przestrzeni międzyelektrodowej świecy zapłonowej odbywa się pod wpływem pola elektrycznego. Zależność pomiędzy natężeniem prądu, płynącego przez zjonizowany gaz, a różnicą potencjałów na elektrodach pokazana jest na rys. 7.

W strefie OA natężenie prądu jest proporcjonalne do przyłożonego napięcia. Z ogólnej ilości jonów, tworzących się pod wpływem jonizatorów, część porusza się w kierunku od jednej elektrody do drugiej, część zaś zderzając się z jonami przeciwnego znaku, tworzy atomy obojętne. W miarę zwiększania natężenia pola elektrycznego rośnie szybkość jonów, przy tym coraz rzadziej zdarzają się wypadki łączenia się jonów przeciwnych znaków.

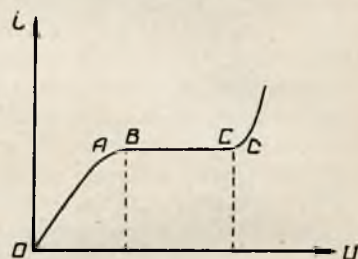
Dzięki temu odpowiednio więcej jonów dobiega do elektrod, a przez to wzrasta natężenie prądu. Gdy wszystkie jony, znajdujące się w przestrzeni międzyelektrodowej, będą dobiegać do elektrod, prąd osiągnie stan nasycenia i dalsze zwiększanie napięcia nie spowoduje w strefie BC wzrostu prądu. Wyładowanie odpowiadające strefie OC nazywamy wyładowaniem ciemnym w przeciwieństwie do innych postaci wyładowań, przy których występują zjawiska świetlne.

Przy dalszym podnoszeniu napięcia powstają nowe jony od zderzenia rozpędzonych jonów ujemnych z atomami niezjonizowanymi, które przy tym tracą swój elektron kosztem pochłonięcia energii kinetycznej przy uderzeniu.

W miarę dalszego wzrostu napięcia (punkt D) zaczynają brać udział w procesie jonizacji bodźczej mniej ruchliwe jony dodatnie. W ten sposób liczba jonów powiększa się, a w związku z tym wzrasta prąd.

Po przekroczeniu pewnej określonej wartości natężenia pola (w praktyce ok. $30\ \text{kV/cm}$) zjawisko wyładowania staje się samodzielnym i odbywa się bez pomocy zewnętrznego jonizowania, przy tym związane jest ze zjawiskami świetlnymi oraz z wydzielaniem się ciepła.

Jednakże badania wykazały, iż wyładowanie w postaci iskry można również otrzymać i wówczas, gdy gazy nie były uprzednio poddane działaniu jakiegokolwiek bądź jonizatora. Przebieg takiego zjawiska można sobie wytłumaczyć w następujący sposób: powietrze jak również wszelkie gazy zawierają w sobie nieznaczne ilości jonów, powstałych wskutek promieniowania ciał radioaktywnych, znajdujących się w ziemi i w powietrzu oraz



Rys. 7.

pod wpływem promieni kosmicznych i szeregu innych promieniowań.

Przy niewielkiej różnicy potencjałów jony te nie posiadają dostatecznej energii kinetycznej, umożliwiającą powstawanie jonizacji bodźczej, natomiast w przypadku przyłożenia do elektrod odpowiednio wysokiego napięcia jony nabierają ogromnej szybkości i jonizacja odbywa się lawinowo.

W wyniku tworzą się w gazie w niezmiernie krótkim czasie olbrzymie ilości jonów i elektronów, powodując wyładowanie bezpośrednie, występujące w postaci iskry bez żadnych form przejściowych.

Jak to już wspomniano wielkość napięcia, przy którym następuje wyładowanie iskrowe, zależy od kształtu i odległości elektrod świecy zapłonowej oraz od ciśnienia, temperatury i chemicznego składu gazu, otaczającego elektrody.

Wielkość napięcia wyładowania jest tym mniejsza, im większa jest krzywizna powierzchni elektrod. Dlatego napięcie wyładowania w wypadku elektrod ostrzowych jest mniejsze, niż w przypadku elektrod płaskich kulistych lub walcowych.

Doświadczalnie stwierdzono, iż dla niezbyt wielkich ciśnień i temperatur napięcie przebijające przerwę iskrową jest wprost proporcjonalne do ciśnienia barometrycznego, a odwrotnie proporcjonalne do temperatury bezwzględnej. Wzór na obliczenie napięcia przebicia przerwy iskrowej w zależności od ciśnienia i temperatury podał F. W. Peek:

$$U_{b,t} = U_0 \frac{b}{360} \cdot \frac{273 + 20}{273 + t} = \frac{0,386 b}{273 + t}$$

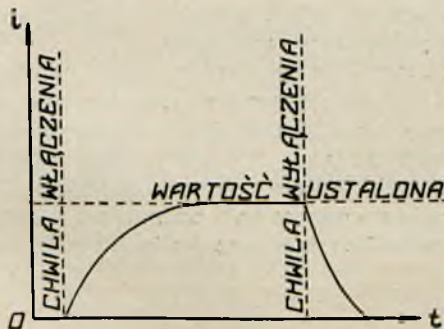
gdzie

- $U_{b,t}$ — szukane napięcie przebicia przerwy iskrowej, odpowiadające ciśnieniu b i temperaturze t .
- U_0 — napięcie przebicia w warunkach normalnych ($b = 760$ mm Hg, $t = 20^\circ$ C)
- b — ciśnienie barometryczne w mm słupa rtęci.
- t — temperatura w stopniach Celsjusza przestrzeni otaczającej elektrody.

W dalszym ciągu zajmiemy się zjawiskami, zachodzącymi w cewce zapłonowej w czasie jej pracy.

Przebieg pracy cewki zapłonowej.

W chwili zwierania styków przerywacza w zamkniętym obwodzie pierwotnym urządzenia zapłonowego zjawia się prąd, wywołany przez SEM baterii akumulatorów. Prąd ten wzrasta stopniowo od zera i dąży do swej wartości ustalonej (rys. 8).



Rys. 8.

Ponieważ natężenie prądu pierwotnego wzrasta od chwili zamknięcia obwodu aż do chwili osiągnięcia stanu ustalonego lub do chwili rozwarcia styków przerywacza, przeto wzbudzony w żelaznym rdzeniu cewki strumień

magnetyczny również będzie odpowiednio wzrastał. Gdy natężenie prądu pierwotnego zmieni się o wartość di , to strumień magnetyczny zmieni się o wielkość:

$$d\Phi = L_1 di,$$

gdzie L_1 — jest współczynnikiem samoindukcji, określonym przez zależność:

$$L_1 = \frac{0,4 \cdot \pi \cdot Z_1^2}{l \cdot Q \cdot \mu}$$

przy tym

- Z_1 — oznacza ilość zwojów pierwotnych cewki,
- l — oznacza jej długość,
- Q — powierzchnię przekroju uzwojenia cewki,
- μ — współczynnik przenikalności magnetycznej.

Gdyby w obwodzie pierwotnym nie było samoindukcji, to natężenie prądu po zamknięciu obwodu wzrosło by błyskawicznie do swej wartości ustalonej. Ponieważ jednak cewka posiada indukcyjność, przeto przy wzroście prądu zjawia się w niej SEM samoindukcji o wartości ujemnej

$$e_1 = -L_1 \frac{di}{dt}$$

skierowana przeciw prądowi i przeciwdziałająca w szybkim osiągnięciu wartości ustalonej, lecz zmuszająca prąd do wzrastania powolnego (rys. 8).

Przy rozwieraniu styków przerywacza prąd w obwodzie pierwotnym stopniowo zanika, gdyż zjawia się SEM samoindukcji, dążąca do podtrzymania przerywanego prądu. W miejscu przerwy obwodu występuje wyładowanie iskrowe. W celu uchronienia styków przerywacza przed nadpalaniem oraz dla zwiększenia szybkości zanikania prądu pierwotnego, dzięki czemu uzyskuje się zwiększenie szybkości zmian strumienia magnetycznego, a więc i wzrost SEM we wtórnym uzwojeniu, włączamy równolegle do styków przerywacza kondensator gasikowy o odpowiedniej pojemności.

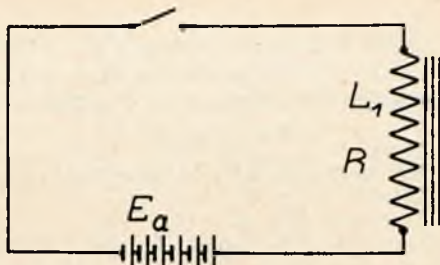
Pod wpływem zmian strumienia magnetycznego, wywołanych przez zmiany natężenia prądu pierwotnego, indukuje się w uzwojeniu wtórnym SEM, równa:

$$e_2 = -Z_2 \frac{d\Phi}{dt} \cdot 10^{-8} \text{ woltów.}$$

Przy rozwieraniu obwodu pierwotnego, czyli przerywaniu w nim prądu, wznieca się w uzwojeniu wtórnym cewki zapłonowej SEM indukowana, której kierunek jest zgodny z kierunkiem przepływu prądu pierwotnego. Każde natomiast zamknięcie obwodu pierwotnego i przepływ prądów wywołuje w obwodzie wtórnym SEM indukowaną, skierowaną przeciwnie, niż prąd pierwotny.

Zarówno w uzwojeniu pierwotnym jak i wtórnym wartość SEM samoindukcji, występującej przy przerywaniu obwodu prądowego, jest znacznie większa od wartości SEM samoindukcji zjawiającej się przy zamykaniu obwodu. Wyładowanie iskrowe między elektrodami świecy zapłonowej następuje w chwili rozwarcia styków przerywacza, przy tym napięcie wtórne osiąga tym wyższą wartość, im większy jest stosunek zwojów wtórnych do pierwotnych cewki, im większy jest strumień magnetyczny w żelaznym rdzeniu cewki, oraz im szybciej ten strumień zanika przy przerywaniu obwodu pierwotnego.

Zajmijmy się z kolei określeniem wielkości prądu pierwotnego. Jeśli pominiemy, dla uproszczenia, wpływ obwodu wtórnego na obwód pierwotny, to na podstawie II-go prawa Kirchhoffa będziemy mogli dla obwodu, podanego na rys. 9 ułożyć następujące równanie:



Rys. 9.

$$E_a + E_s = i_1 R; \quad E_s = -L_1 \frac{di_1}{dt},$$

gdzie

- E_a — SEM baterii akumulatorów,
- E_s — SEM samoindukcji,
- L_1 — współczynnik samoindukcji obwodu pierwotnego,
- i_1 — wartość chwilowa natężenia prądu pierwotnego,
- R — oporność rzeczywista (omowa) obwodu pierwotnego.

$$E_a - L_1 \frac{di_1}{dt} = i_1 R;$$

Po przekształceniu i scałkowaniu tego równania w granicach od zera do t oraz od zera do i_1 otrzymamy zależność zmian natężenia prądu w funkcji czasu dla zamkniętego stanu obwodu:

$$\int_0^t \frac{dt}{L_1} = \int_0^{i_1} \frac{di_1}{E_a - i_1 R};$$

stąd ostatecznie

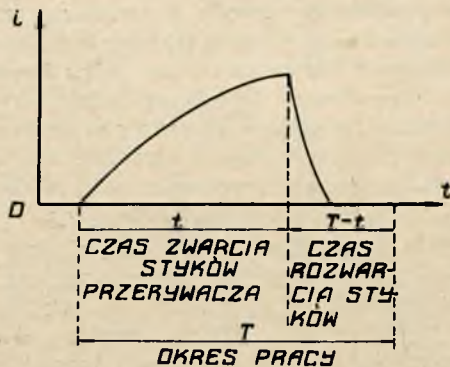
$$i_1 = \frac{E_a}{R} \left(1 - e^{-\frac{R}{L_1} t} \right) \dots \dots \dots (1)$$

Z otrzymanej zależności wynika, że im krótszy jest czas, w którym styki przerywacza są zwarte, tym mniejszą wartość osiąga natężenie prądu.

Zastanówmy się nad tym, od jakich czynników zależy czas przepływu prądu pierwotnego w urządzeniu zapłonowym.

Oznaczmy stosunek czasu t zwarcia styków przerywacza do czasu T jednego pełnego okresu pracy rozdzielacza (rys. 10) przez β .

$$\frac{t}{T} = \beta; \quad t = \beta \cdot T; \dots \dots \dots (2)$$



Rys. 10.

W ciągu jednej minuty ilość okresów f_m , tj. ilość zwierań i rozwarcia styków przerywacza (rys. 11), pracującego na silniku czterosuwowym, wyrazi się wzorem:

$$f_m = \frac{n \cdot c}{2}$$

gdzie

- n — ilość obrotów na minutę wału korbowego, zaś
- c — ilość cylindrów silnika spalinowego.

Ilość okresów f_s w ciągu jednej sekundy wynosi:

$$f_s = \frac{n \cdot c}{2 \cdot 60}$$

Czas T odpowiadający jednemu okresowi jest równy odwrotności ilości okresów:

$$T = \frac{1}{f_s} \text{ lub } T = \frac{2 \cdot 60}{n \cdot c}$$

Podstawmy otrzymaną zależność do wzoru (2):

$$t = \beta T = \beta \frac{120}{n \cdot c}$$

Wzór (1) przybierze zatem następującą postać:

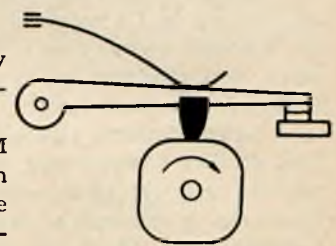
$$i_1 = \frac{E_a}{R} \left(1 - e^{-\frac{R}{L_1} \cdot \frac{120}{n \cdot c} \cdot \beta} \right) \dots \dots \dots (3)$$

Spółczynnik β dla rozdzielaczy samochodowych jest zawarty w następujących granicach:

$$\beta = 0,3 \div 0,9.$$

Ze wzoru (3) możemy wyciągnąć następujące wnioski:

- a) Im większa jest SEM baterii akumulatorów, tym większe otrzymamy natężenie prądu w uzwojeniu pierwotnym.
- b) Przy mniejszej ilości obrotów na minutę wału korbowego silnika i mniejszej ilości cylindrów, obsługiwanych przez przerywacz, natężenie prądu w uzwojeniu pierwotnym staje się większe, gdyż styki przerywacza są dłużej w stanie zwarte.
- c) Powiększenie współczynnika samoindukcji przyczynia się do zmniejszenia natężenia prądu w uzwojeniu pierwotnym.



Rys. 11.

Prąd pierwotny cewki zapłonowej powinien osiągnąć wartość ustaloną przed rozwarciem styków przerywacza.

Możemy różnymi sposobami dążyć do uzyskania możliwie dużego prądu pierwotnego o wartości ustalonej w chwili rozwierania obwodu pierwotnego, mianowicie:

1. powiększając współczynnik β rozdzielacza zapłonu baterijnego przez nadanie odpowiedniego kształtu garbom przerywacza, lub przez równoległe włączenie dwóch przerywaczy;
2. zmniejszając oporność rzeczywistą obwodu pierwotnego;
3. zmniejszając współczynnik samoindukcji uzwojenia pierwotnego;
4. zmniejszając ilość cylindrów silnika, obsługiwanych przez jedną cewkę zapłonową.

Rozpatrzmy i oceńmy każdy sposób oddzielnie:

1. Na rys. 12 pokazane są trzy odmiany kształtów garbów przerywacza. Kształt garbów przerywacza należy tak zaprojektować, aby, w ciągu każdego okresu pracy rozdzielacza, styki przerywacza były jaknajkrócej rozwarłe, jednakże bez występowania nadmiernej vibracji. Jeśli bowiem promień krzywizny garbu będzie zbyt mały, np.,



Rys. 12.

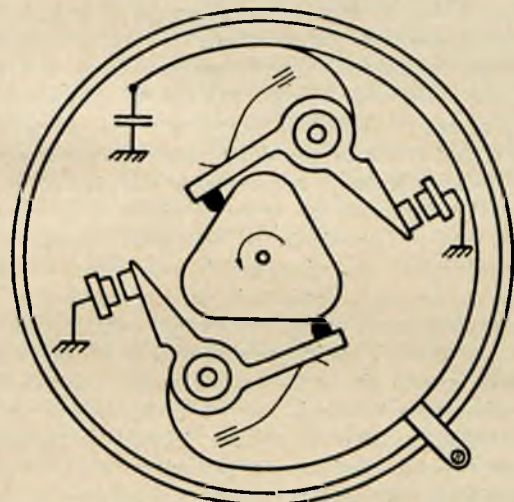
jak to jest pokazane na rys. 12-I, to wówczas, dzięki szybkiemu podniesieniu ruchomego styku przy rozwieraniu i gwałtownemu opuszczeniu przy zwieraniu, powstaje wibracja w czasie, gdy ruchomy styk powinien dotykać do styku nieruchomego, przez co uniemożliwia się zamknięcie obwodu pierwotnego. Zastosowanie mocniejszej sprężyny, dociskającej dźwignię z ruchomym stykiem przerywacza, może zmniejszyć wibrację, ale spowoduje szybsze zużywanie się styków.

Widzimy więc, iż garby o kształcie, uwidocznionym na rys. 12-I nie mogą zadość uczynić stawianym wymaganiom.

Bardziej racjonalny kształt garbów pokazany jest na rys. 12-II, gdyż daje on łagodniejsze opuszczanie się styku ruchomego.

Do silników, dla których wymagana ilość isker na minutę nie przekracza 5 000, stosuje się dość często garby o kształcie pokazanym na rys. 12-III.

Jeśli przy tej samej ilości cylindrów silnika i przy tej samej ilości obrotów na minutę wału korbowego zmniejszy dwukrotnie ilość garbów oraz zastosujemy dwa przerywacze (rys. 13), pracujące kolejno, to możliwość powstawania wibracji znacznie się zmniejszy, zaś czas zwarcia styków przerywacza, przypadający na jeden



Rys. 13.

okres pracy rozdzielacza zapłonu, okaże się wydatnie powiększony.

Biorąc pod uwagę, iż ilość ruchów każdego z przerywaczy jest w takim urządzeniu dwukrotnie mniejsza, co przyczynia się do długotrwałości styków, zaś napięcie prądu pierwotnego bardziej zbliżone do wartości ustalonej, należy stwierdzić, iż rozdzielacz o dwóch przerywaczach pomimo bardziej skomplikowanej budowy ma przewagę nad rozdzielaczem o jednym przerywaczem, zwłaszcza przy pracy na wielocylindrowych silnikach szybkoobrotowych.

2. Jeżeli w szereg z uzwojeniem pierwotnym cewki zapłonowej włączymy dodatkową oporność rzeczywistą, wykonaną z materiału o dużym współczynniku cieplnym oporności (np. z żelaza), to wówczas oporność rzeczywista uzwojenia pierwotnego może być bardzo mała. Dzięki dużemu współczynnikowi cieplnemu oporności drutu opornika jego oporność wzrasta i nie pozwala na przepływ zbyt dużego prądu w obwodzie pierwotnym. Przy powiększaniu ilości rozwierań obwodu pierwotnego wzrasta oporność indukcyjna a przez to rośnie i oporność pozorną. Ponieważ SEM baterii akumulatorów pozostaje niezmienną, przeto napięcie prądu w obwodzie pierwotnym zmaleje i obniży się temperatura dodatkowego opornika. Po obniżeniu temperatury przewodność rzeczywista wzrośnie i napięcie prądu osiąga prawie poprzednią wartość.

Widzimy więc, iż opornik dodatkowy reguluje napięcie prądu, płynącego w obwodzie pierwotnym.

3. Zmniejszanie współczynnika samoindukcji uzwojenia pierwotnego nie jest wskazane ze względu na powodowanie obniżenia SEM indukowanej we wtórnym uzwojeniu.

4. W celu przedłużenia czasu przepływu prądu pierwotnego w ciągu jednego okresu pracy rozdzielacza zapłonu, a w związku z tym dla umożliwienia osiągnięcia wartości ustalonych prądu w chwili rozwierania styków przerywacza, stosuje się w przypadku wielocylindrowych silników dwa rozdzielacze i dwie cewki zapłonowe. Wówczas każde z dwóch urządzeń zapłonowych, dzięki obsłudze dwa razy mniejszej ilości cylindrów silnika, będzie miało znacznie lepsze warunki pracy.

(C. d. n.)

O fizyce technicznej i możliwościach jej rozwoju w Polsce

Dr. Witold Majewski

Streszczenie. Autor omawia ścisły związek, jaki istnieje pomiędzy techniką a najnowszymi badaniami współczesnej fizyki, zaznaczając, iż w obecnych czasach bardzo często wykorzystuje się w zastosowaniach praktycznych takie dziedziny zjawisk, które nie są jeszcze w należyty sposób uporządkowane i zbadane przez fizykę „czystą”. Wywołuje to potrzebę organizowania przez przemysł Badawczych Instytutów i przyciągania do pracy w nich fizyków-naukowców. Koniecznym warunkiem uniezależnienia naszego przemysłu od kapitału zagranicznego, a więc w związku z tym rozwoju badań fizyki technicznej jest celowo zorganizowana ścisła współpraca fizyka z technikiem. W danej chwili jest rzeczą nieodzowną u nas stworzyć warunki sprzyjające rozwojowi nauk fizycznych i fizyko-technicznych.

W ostatnich czasach tempo życia ludzkiego w różnych jego dziedzinach staje się coraz szybsze. W dużym stopniu przyczynia się do tego nadzwyczajny rozwój techniki, która swymi wynalazkami i udoskonaleniami przekracza nieraz granice najśmielszych marzeń umysłu ludz-

kiego z lat ubiegłych. Fantastyczne pomysły z powieści Jules Verne'a lub przeróżnych bajek stają się w obecnych czasach rzeczywistością, wchodząc często w skład naszych codziennych zwykłych potrzeb kulturalnych. I tak np. możliwość przesyłania mowy ludzkiej po przez morza i góry nikogo już obecnie nie zadziwia. A przecież upłynęło zaledwie cztery dziesiątki lat od chwili, gdy Marconi'emu po raz pierwszy udało się uzyskać połączenie telegraficzne przy pomocy fal Hertza poprzez zatokę Brytolską w Anglii *). Radio w czasach obecnych stało się potrzebą kulturalną szerokich mas ludności; odbiornik radiowy znajduje się w domu bogacza, ale również i u biedaka, w domu profesora Uniwersytetu i małorolnego właściciela z dalekich kresów Rzeczypospolitej. Pomimo to czyż wciąż jeszcze nie jest rzeczą oszałamiającą, niesłychaną, by siedząc wygodnie w fotelu w swym pokoju móc się

*) Por. art. „Radio” w „Świecie i życiu” t. IV zesz. 3, marzec 1936.

porozumiewać (na falach radiowych) z podróżnikiem zgubionym w lodach dalekiej Północy, któremu może w danej chwili grozi śmiertelne niebezpieczeństwo, lub z osadnikiem prążonym przez słońce gdzieś pod równikiem — i to tracąc przy tym mniej energii, niż to ma miejsce w żarówce naszej lampy stojącej na biurku. Nie ruszając się z miejsca, a jedynie przez zmianę położenia gałki odbiornika, możemy przenosić się z New Yorku do Paryża, Rzymu, Moskwy lub bliskiej Warszawy, słuchając nadawanej stamtąd muzyki lub odczytów. Czyż nie przypomina nam to czarownych bajek z lat dziecińczych o różnych wrózkach, dla których przestrzeń nie istniała?

Pomimo tych wszystkich „cudów” technicznych naszej epoki wynalazczość umysłu ludzkiego nie zatrzymuje się na zdobytych już pozycjach, lecz z zawrotną wciąż szybkością przebiega ku nowym dalszym odkryciom i zdobyczom. Dziś robi się już próby przesyłania na odległość obrazów, a nawet widoków i całych scen z natury. Może już niedaleka jest chwila, gdy siedząc u siebie w domu będziemy mogli na ekranie naszego odbiornika telewizyjnego podziwiać np. grozę wzburzonego oceanu na brzegach Bretanii lub piękno natury słonecznej Italii czy mroźnej Norwegii.

Ten stały i ciągły pęd ku nowym zdobyczom na polu technicznym wywołuje u techników wzrost zainteresowań *najnowszymi* zdobyczami fizyki współczesnej, spowodowany chęcią uzyskania wiadomości oraz danych, które dałyby się wykorzystać do nowych zastosowań praktycznych lub do udoskonalenia dawnych.

Ścisły związek między fizyką i techniką istniał zawsze, przecież technika jest w rzeczywistości *fizyką stosowaną*. Według słów Zennecka, wygłoszonych na VI-ym Zjeździe Niemieckich Fizyków i Matematyków w Salzbrunnie, „fizyka dnia dzisiejszego jest techniką jutra”.

Jednak w obecnych czasach daje się zauważyć jakby pewne przesunięcie w ustosunkowaniu się obu tych gałęzi wiedzy ludzkiej. Polega ono na znacznym skróceniu okresu czasu upływającego między jakimś naukowym odkryciem, zbadaniem przez fizykę nowego zjawiska, a jego wykorzystaniem przez technikę. Nawiązując do słów Zennecka, przeciąg czasu od „dziś” do „jutra” stale się zmniejsza. W związku z tym wytwarza się nieraz taka sytuacja, iż technika stara się wykorzystywać w zastosowaniach praktycznych takie dziedziny zjawisk, które nie są jeszcze w należyty sposób uporządkowane i zbadane przez fizykę „czystą”. Powstaje wtedy dla techniki paląca konieczność uzyskania z tej dziedziny potrzebnych jej do celów praktycznych danych. Danych tych jednak zazwyczaj nie można uzyskać bez przeprowadzenia *systematycznych badań przy zastosowaniu naukowych metod pracy, stosowanych w badawczych laboratoriach „czystej” fizyki*. I tu nieraz powstaje konieczność ścisłej *współpracy fizyka z technikiem*.

Zrozumiał to przemysł zagraniczny (w Niemczech, Stanach Zjednoczonych A. P. i Rosji Sowieckiej), łącząc bardzo duże sumy na podobne badania przeprowadzane pod kierunkiem fizyków w Badawczych Instytutach, organizowanych przez wielkie firmy przemysłowe (np. A. E. G. — Niemcy, Phillips — Holandia, R. C. A. — Stany Zjednoczone, oraz szereg Laboratoriów techniczno-badawczych w Rosji). Badania prowadzone w tych instytutach nieraz mają charakter czysto naukowy i na pozór nie mają nic wspólnego z potrzebami techniki. Wyniki badań tych instytutów są ogłaszane w naukowych czasopismach fizycznych oraz w specjalnych wydawnictwach danej firmy (czasopisma, broszury, monografie itp.).

W związku z powyższym zdarza się nieraz, iż technika i „czysta” fizyka poszukują rozwiązań tych samych zagadnień pomimo odmiennego do nich podejścia oraz mając na względzie różne cele.

Pod często dziś spotykaną nazwą „fizyki technicznej” *) należy więc w konsekwencji wyżej powiedzianego rozumieć te działy „czystej” fizyki, które w danej chwili interesują bliżej technikę ze względu na możliwość wyzyskania ich w zastosowaniach technicznych. Do takich dziedzin należy zaliczyć np. zjawiska emisji elektronów przez ciała stałe, wtórną emisję elektronów, cały dział geometrycznej optyki elektronów a nawet całą elektronikę, powstawanie drgań niegasnących o bardzo wielkich częstotliwościach itd. Są to tematy, które w danej chwili nie są „modne” **) na gruncie fizyki „czystej”, i dlatego badane są obecnie tylko przez nielicznych fizyków, mających na uwadze jedynie cele „naukowe”. Są to więc tereny chwilowo leżące odłogiem pod względem badań naukowych.

Metody pracy fizyki technicznej, jej podejście do zagadnienia nie powinno w niczym różnić się od metod przyjętych w pracowniach naukowych „czystej” fizyki. Każde zjawisko fizyczne, każda teoria fizyczna może być tematem badań fizyki technicznej zależnie od stanu i zainteresowań, które w danej chwili panują w technice. Fizyka techniczna nie stanowi więc działu *jednoznacznie* określonego, jej zakres może ulegać zmianom w zależności od czasu, a nawet i kraju. Należy tu specjalnie podkreślić, że pracowni fizyki technicznej nie powinny pod względem metod pracy zasadniczo niczym, poza może tematami badań, różnić się od pracowni poświęconych „czystej nauce”. Muszą się zaś znacznie różnić w stosowanych metodach pracy i podejściu do badanego zagadnienia od dotychczas często organizowanych przez przemysł t. zw. pracowni badawczych, mających na celu wyłącznie zastosowania praktyczne. Szereg wiadomości potrzebnych technice do zastosowań praktycznych można nieraz uzyskać drogą empiryczną, drogą kolejnych prób. Jednak otrzymanie wówczas szukanych danych jest dziełem szczęśliwego przypadku. Systematyczne badania odpowiedniej dziedziny zjawisk zwiększają prawdopodobieństwo tego szczęśliwego przypadku, często doprowadzając do celu szybciej, niż chaotyczne przeprowadzanie doświadczeń pozbawionych myśli przewodniej. Dowodem nieodpartym, że naukowe, systematycznie prowadzone, badania pewnych zjawisk opłacają się technice, jest utrzymywanie przez firmy przemysłowe zagranicą bardzo kosztownych Instytutów Badawczych oraz zatrudnianie w nich szeregu fizyków-naukowców.

Rozwój fizyki technicznej w danym kraju zależy: 1) od stanu przemysłu, jego niezależnienia się od przemysłu i kapitału zagranicznego, 2) od stanu badań „czystej” fizyki, istnienia oraz tempa życia ośrodków naukowych, poświęconym badaniom fizycznym. Przykładem krajów, w których fizyka techniczna stoi na bardzo wysokim poziomie są, Niemcy i Rosja Sowiecka. W Niem-

*) Nie wydaje mi się słusznym nazywanie fizyki technicznej fizyką stosowaną. Moim zdaniem termin fizyka stosowana jest synonimem techniki. Ciekawe dane o stanie fizyki technicznej zagranicą znajdujemy w artykule doc. dr. A. J a b ł o ņ s k i e g o zatytułowanym: „O konieczności zorganizowania w Polsce badawczego Instytutu Fizyko-Technicznego” w Nauce Polskiej t. XXI, Warszawa, 1936, str. 287 — 293.

**) Co do elementu subiektywnego w badaniach naukowych zob. E. S c h r ö d i n g e r. O wpływie środowiska na rozwój nauk przyrodniczych (Zagadnienia współczesnej nauki — nakł. Mathesis Polskiej, Warszawa 1933).

czech od lat siedemnastu wychodzi specjalne pismo fachowe o wysokim poziomie naukowym, poświęcone pracom z dziedziny fizyki technicznej (Zeitschrift für technische Physik). Jest ono wydawane przez Towarzystwo fizyki technicznej (Deutsche Gesellschaft für technische Physik) istniejące obok Towarzystwa fizycznego. W Rosji przed wojną światową fizyka techniczna prawie nie istniała. Przemysł rosyjski był słabo rozwinięty i w dużym stopniu uzależniony od zagranicy. Fizycy grupowali się głównie wokół katedr uniwersyteckich i nie utrzymywali bliższego kontaktu z przemysłem. W ciągu ostatnich dziesięciu lat wraz ze wzrostem uprzemysłowienia Rosji oraz uniezależnienia jej przemysłu od zagranicy rozwinęły się w sposób bardzo wydatny również i badania fizyki technicznej, których poziom dziś jest już bardzo wysoki, nie ustępując pracom innych krajów z tej dziedziny. W Rosji wychodzą dwa fachowe czasopisma, poświęcone badaniom fizyki technicznej: jedno po rosyjsku (Żurnał Techn. Fizyki), drugie w językach obcych (Technical Physics of the USSR). Liczba prac z dziedziny fizyki technicznej ogłaszanych tam rocznie dochodzi do kilkuset.

Stan badań fizyki technicznej jest *nirozzerwalnie* związany ze *stanem przemysłu danego kraju*. Rozrost przemysłu, jego uniezależnienie od zagranicy jest nie do pomyślenia w obecnych warunkach bez jednoczesnego rozwoju badań fizyki technicznej. Również nie należy przypuszczać możliwości zorganizowania i wydajnego rozwoju badań fizyki technicznej w oderwaniu od przemysłu danego kraju, jego zainteresowań i możliwości. Wszelkie próby organizowania badań fizyki technicznej, czy to przez samych fizyków, czy też samych techników, *bezwzględnie* muszą zakończyć się *całkowitym niepowodzeniem*.

Zagadnienia badań nie mogą być fizyce technicznej a priori narzucane, muszą one wynikać z rzeczywistych potrzeb przemysłu danego kraju. Stawianie i formułowanie tych problemów musi wynikać ze ścisłej *współpracy* inżyniera i fizyka. Przemysł wskazuje dziedziny zjawisk, które mogłyby być przezeń wykorzystane w zastosowaniach praktycznych, oraz umożliwia fizykowi przeprowadzanie badań naukowych z tej dziedziny, mających na celu dostarczenie potrzebnych technice wiadomości i danych liczbowych. Należy zdawać sobie jasno sprawę, że technikę interesują jedynie *końcowe wyniki badań*, których osiągnięcie jest jednak związane bardzo często ze *zmuśniami i długimi badaniami*. Fizyk *nie może* w swych badaniach być zbyt krępowany, musi mu być pozostawiony *wolny wybór* metod i dróg badawczych, którymi będzie się posługiwał. Z drugiej jednak strony musi on być w stałym kontakcie z techniką danego kraju, by móc odczuwać jej potrzeby i dostarczać jej odpowiedniego materiału tak doświadczalnego, jak i teoretycznego, umożliwiającego wydajną pracę inżynierom, a nawet w pewnych przypadkach, aby móc występować z inicjatywą, wskazując nowe drogi rozwoju technicznego. Podkreślam raz jeszcze, iż *warunkiem koniecznym choć niewystarczającym dla rozwoju badań fizyki technicznej, jest współpraca fizyka z technikiem*.

U nas w danej chwili taka współpraca prawie wcale nie istnieje. Większość fizyków grupuje się przede wszystkim przy Uniwersytetach, zupełnie nie będąc w kontakcie z życiem technicznym, nie interesując się wcale, ewentualnie w stopniu nieznacznym, zagadnieniami fizycznymi, które mogłyby być wykorzystane w krajowym przemyśle. Zatrudnionych w naszym przemyśle fizyków prawie że nie ma, (jeżeli są, to tylko nieliczne jednostki).

Zapotrzebowania fizyków do pracy w przemyśle zupełnie nie ma. Tymczasem w niemieckich czasopismach fachowych prawie w każdym numerze spotyka się ogłoszenia firm przemysłowych, poszukujących fizyków z uniwersyteckim wykształceniem, którzy mogliby się wykazać pracą naukową i badawczo-laboratoryjną w pewnych dziedzinach fizyki.

Kontakt pomiędzy naukowymi pracownikami w pracowniach fizycznych a pracownikami przemysłu jest w Polsce żaden. Brak u nas ośrodka naukowego, który by przyciągnął jednych i drugich, sprzyjając ich zbliżeniu się. Brak również czasopisma, które będąc postawione na odpowiednim poziomie, poruszałoby aktualne zagadnienia fizyki i techniki. A przeciwliczna frekwencja inżynierów tak z prowincji jak i z Warszawy, na odczytach, dotyczących zagadnień fizyki współczesnej, zorganizowanych przez SEP w roku bieżącym, wskazywałaby na istnienie wśród techników zainteresowań tymi zagadnieniami. W czasopiśmie francuskim Revue Generale d'Electricité; wydawanym przez związki i komitet elektrotechniczny (l'Union des syndicats de l'Electricité et du Comité elektrotechnique français), w każdym numerze jest zawsze między innymi I) dział naukowy i techniczny: (Section scientifique et technique), w którym podawane są artykuły oryginalne lub kompilacyjne z dziedziny fizyki i techniki oraz zamieszczany jest przegląd, krytyka i informacje, dotyczące tak prac fizycznych jak i technicznych, oraz II) przegląd prasy naukowej, technicznej i przemysłowej (Documentation — Section scientifique, technique et industrielle).

Polska jest niestety krajem słabo uprzemysłowionym. Stan przemysłu technicznego pozostawia wiele do życzenia. Poza tym przemysł nasz jest zależny w dużym stopniu od przemysłu i kapitału zagranicznego, wykorzystując w większości przypadków licencje zagraniczne. Instytutów badawczych analogicznych do AEG, Telefunken w Niemczech, Philipsa w Holandii lub licznych laboratoriów techniczno-naukowych w Rosji — u nas niema. A więc i fizyka techniczna prawie wcale u nas nie istnieje, — nie ma odpowiednich warunków dla jej rozwoju.*) Należy zdać sobie jasno sprawę, że tych warunków nie stworzyłoby się przez wybudowanie wspaniałego gmachu, wyposażenie go we wszelkie techniczne urządzenia i ściągnięcie doń wszystkich wybitnych polskich fizyków czy nawet sprowadzenie wybitnych specjalistów zagranicznych. Istnieją w Europie zakłady bardzo dobrze wyposażone, rozporządzające dużymi funduszami, a mimo to tempo ich pracy naukowej jest bardzo ospałe, gdy tymczasem wre ono pełnią życia w pracowniach znacznie skromniejszych. O pracy naukowej pewnego zespołu ludzi decydują ich osobiste zalety, ich wzajemne życie się oraz zapał i wola uzyskania jaknajlepszych wyników, stworzenia *wspólnymi siłami* rzeczy wartościowych, a przede wszystkim *wiara*, że ich praca, wysiłki są rzeczywiście celowe i potrzebne dla kraju i społeczeństwa. Przypomnijmy sobie pierwsze lata organizowania po odzyskaniu niepodległości szkół akademickich ów zapał, który ożywiał wszystkich. Nie chodziło wtedy o zaszczyty i tytuły. Zdawano sobie bowiem sprawę, iż dokonywana praca organizacyjna jest konieczna i pożyteczna, chciano ją też wykonać możliwie szybko i dobrze.

*) O potrzebie zorganizowania u nas badań fizyki technicznej mówi się już od wielu lat. Na Zjeździe Fizyków Polskich w Warszawie w 1932 r. prof. Wolfke, prof. Malarski i ś. p. prof. Natanson mówili o konieczności zapoczątkowania badań z fizyki technicznej.

Rozwój fizyki technicznej w Polsce jest uzależniony w pierwszym rzędzie od powstania w naszych kołach przemysłowych silnego dążenia do uniezależnienia się od przemysłu obcego *) oraz zrozumienia znaczenia dla rozwoju techniki rodzimej systematycznych badań naukowych jak również konieczności ścisłej współpracy fizyków w przemyśle. Stworzenie warunków umożliwiających współpracę inżyniera i fizyka, uświadomienie sobie przez koła wpływowe, iż bez tej współpracy nie może być mowy o właściwym rozwoju przemysłu i badań fizyki technicznej jest pierwszym krokiem do budowy solidnych podstaw dla rodzimego przemysłu uniezależnionego od zagranicy. W tym celu należałoby przyciągać fizyków do pracy w przemyśle przy jednoczesnym kierowaniu inżynierów dobrze obznajmionych z pewnym działem techniki do naukowych pracowni fizycznych w celu zapoznania się ich z naukowymi metodami pracy badawczej. Następnie należałoby przy różnych zakładach przemysłowych czy też instytutach technicznych zorganizować ze współudziałem fizyków laboratoria mające na celu systematyczne badania naukowe. Wykorzystałoby się w ten sposób istniejące już urządzenia, przyczyniając się jednocześnie do podniesienia poziomu naszej wytwórczości technicznej. Również koniecznym byłoby wprowadzenie w jed-

*) Ta dążność może powstać samoistnie lub pod presją Państwa.

**) Oddzielne artykuły z dziedziny fizyki technicznej ukazują się co pewien czas w Przeglądzie Elektr. Chodziłoby tu jednak o stałe i systematyczne informowanie czytelnika o najnowszych badaniach z tej dziedziny, czy to w postaci krótkich notatek czy też dłuższych artykułów.

Również i w czasopiśmie Przyroda i Technika warto by więcej uwagi i miejsca poświęcić zagadnieniom fizyki technicznej — wprowadzając w każdym numerze odpowiedni dział, mający na celu popularyzację naukowych zagadnień techniki.

nym z czasopism technicznych np. w każdym numerze Przeglądu Elektrotechnicznego na wzór Revue Générale d'Electricité nowego działu poświęconego zagadnieniom naukowym fizyki technicznej **). Wreszcie na terenie SEP-u wskazanym byłoby zorganizowanie sekcji fizyki technicznej, w której winniby współpracować fizycy i technicy. Sekcja taka powinna mieć między innymi na celu ułatwianie inżynierom zaznajamiania się z rozwojem i postępami fizyki współczesnej, zaś fizykom — z zainteresowaniami i potrzebami naukowymi techniki rodzimej.

Dopiero po pewnym czasie w miarę wzrostu liczby prac ogłaszanych z fizyki technicznej oraz liczby pracowników na tym polu (tak fizyków jak i inżynierów) stałaby się aktualna budowa specjalnego gmachu dla Instytutu Fizyki Technicznej ***).

Biorąc pod uwagę nadzwyczajny rozwój przemysłu a w związku z tym i badań fizyki technicznej u obu naszych sąsiadów z Zachodu i Wschodu sprawa uniezależnienia naszego przemysłu od zagranicy, rozwoju badań fizyki technicznej staje się palącą, choćby już tylko ze względu na obronę Państwa. Praca w tym kierunku winna być prowadzona systematycznie i celowo, mając na względzie jak największą wydajność przy minimalnym obciążeniu budżetu Państwa.

***) Drogi proponowane przez Doc. Dr. A. Jabłońskiego w Nauce Polskiej (loc. cit.) mające na celu zorganizowanie instytutu badawczo-technicznego są w naszych warunkach przedwczesne i nierealne. Przeniesienie wzorów zagranicznych na nasz grunt musi, jak to wykazało już życie, odbywać się bardzo ostrożnie, przy uwzględnieniu naszych warunków oraz cech naszego charakteru, pod wieloma względami bardzo różnych od cech innych narodów. Jeszcze raz podkreślam, że przede wszystkim należy stworzyć warunki sprzyjające rozwojowi nauk fizycznych i fizyko-technicznych.

Urządzenia elektryczne w pociągach podmiejskich zelektryfikowanego Węzła Kolejowego Warszawskiego *)

Inż. St. Plewako

Nastawnik posiada dwa wałki: główny oraz kierunkowy. Prócz tego znajduje się na nim kontakt „przycisku czuwania”. Palec „P” na wałku kierunkowym otrzymuje potencjał dodatni (plus) od głównego wyłącznika sterującego (w kabinie sterowniczej), kiedy ten ostatni jest w położeniu „Zaś.”, zaś kontakty na wyłączniku pneumatycznym, umieszczonym w głównym przewodzie hamulcowym, są wtedy włączone. Główny wyłącznik sterujący zasilany jest z przewodów głównych niskiego napięcia B 2.

Przestawiając rączkę nastawnika „naprzód” lub „w tył” łączy się palec „P” z przewodem N 9, przez co wzbudza się przekaźnik CMS zasilania silnika rozrządnika. Przekaźnik ten zamyka kontakty i wzbudza pole silnika pozwalając na przepływ prądu do opornikowego wyłącznika Nr. 2 — LR 2, kontaktów przekaźnika silnika rozrządnika CMR i cewki uruchamiającej przekaźnik CMR, przez przewód S 1.

W tym położeniu jest również umożliwiony przepływ prądu od przewodów głównych niskiego napięcia B 2 do wyłącznika hamulcowego przez wałek kierunkowy za pośrednictwem przewodów B 2. Kiedy wałek kierunkowy zostanie przestawiony w jedno ze swych położenia ruchu „przycisk czuwania” DMH musi być naciskany na-

dół, w przeciwnym bowiem razie odpowiednie kontakty w nastawniku przerwą zasilanie do głównego wału nastawnika, uruchamiając jednocześnie hamulec przez otwarcie zaworu bezpieczeństwa hamulca.

Rozruch wagonu może być ręczny lub samoczynny, zależnie od ustawienia rączki kierunkowej na nastawniku.

Przy rozruchu ręcznym wyłączanie oporów rozruchowych następuje po przesunięciu korby nastawnika jazdy z jednego kontaktu na drugi. Przy rozruchu samoczynnym przesuujemy szybko korbę z położenia zerowego na ostatni kontakt bezoporowy względnie na ten kontakt bezoporowy, który jest przewidziany dla danej pozycji i jazdy.

Wyłączanie oporów (jak również przełączanie silników z połączenia szeregowego w równoległe i bocznikowanie) odbywa się wtedy automatycznie po zmniejszeniu się prądu na każdym kontakcie do pewnej wielkości (od 135 do 160 A, w zależności od nastawienia przekaźnika samoczynnego rozruchu).

Rozruch ręczny przewidziany jest głównie dla manewrów, może się jednak zdarzyć konieczność użycia jego również przy rozruchu normalnym.

Przy naciśnięciu „przycisku czuwania” DMH i rączce kierunkowej ustawionej na „naprzód ręcznie” potencjał przechodzi z palca P na palec 9 na wałku kierunko-

*) Ciąg dalszy artykułu do str. 655 „P. E.” Nr. 9 r. b.

wym i z 9 do P1 na kontaktach „przycisku czuwania” DMH. Jeżeli rączka kierunkowa zostanie ustawiona na tym położeniu, palec P1 połączy się z przewodem 8 i palcem P2 a stąd z przewodem F przez segment na wałku kierunkowym. W ten sposób powoduje się przestawienie nawrotnika, o ile już nie jest w odpowiednim położeniu.

Gdy nawrotnik obróci się, to połączy przewody F i F3, co spowoduje przepływ prądu przez cewkę włączającą LR1, kontakty dwóch przekaźników nadmiarowych (wtedy zamkniętych) i palec E1 na regulatorze położenia, który w położeniu otwartym kontaktuje z uziemionym segmentem regulatora położenia. Na skutek tego opornikowy wyłącznik liniowy LR1 zamknie się.

Kontakty na LR1 pozwolą wtedy na przepływ prądu z S1 od kontaktów przekaźnika CMS, do cewki włączającej opornikowego wyłącznika liniowego LR2 i do ziemi. Dzięki temu LR2 zamknie się, przez co zamyka obwód od przewodu 8 do cewek włączających dwóch wyłączników liniowych LB1 i LB2, które wtedy włączają się, łącząc główny odłącznik i pantografy z silnikami trakcyjnymi poprzez opory rozruchowe.

Wtedy popłynie prąd główny do silników trakcyjnych i przekaźnik zanikowy włączy się; dając przez swe kontakty dodatkową drogę dla cewki LR1 do ziemi, poprzez kontakty na LR1 (zamknięte) i kontakty przekaźnika zanikowego NV.

Kontakty na wyłącznikach liniowych LB1 i LB2 przełączają wirnik silnika rozrządnika. Po zamknięciu wyłączników liniowych kontakty te przerywają połączenie elektryczne od palca E8 na regulatorze pozycji do przekaźnika CMR, tworząc obwód od cewki CMR do E6, palców na regulatorze pozycji, kontaktów przekaźnika samoczynnego rozruchu CLR oraz kontaktów przekaźnika ręcznego rozruchu MR, do jednego kontaktu na przekaźniku zanikowym NV do E11, palca na regulatorze pozycji i przekaźników pozycji PR4 i PR5.

Jednocześnie silniki trakcyjne uruchamiają się ze wszystkimi oporami włączonymi w szereg. Przy przesuwaniu korby nastawnika do następnych położen, pierwszy pierścień na nastawniku jest stale zasilany ze źródła niskiego napięcia za pośrednictwem palca P1. Po przestawieniu korby nastawnika do drugiego położenia prąd z nastawnika zasila cewkę przekaźnika regulatora pozycji Nr. 1 PR1 przez kontakty wyłącznika obwodu sterującego. Jednocześnie kontakty zamkniętego przekaźnika PR1 dają ziemię do palca 1B na regulatorze pozycji co pozwala na wzbudzenie cewki włączającej przekaźnika CMR, który zamyka swe kontakty i pozwala na przepływ prądu do wirnika silnika rozrządnika.

Silnik rozrządnika obraca się i przestawia sterowniczy wał kulakowy oraz regulator pozycji dotąd póki palec 1B kontaktuje z odpowiednim segmentem. Z chwilą gdy rozrządnik zaczyna się obracać palec E6 daje dodatkową ziemię do kontaktów przekaźnika samoczynnego rozruchu CLR. Jakikolwiek zadziałanie tych przekaźników przez to nie wpłynie na rozrządnik, który w dalszym ciągu będzie się obracał dotąd, aż palec E6 zejdzie z segmentu. Po zejściu palca E6 przerywa się przepływ prądu przez cewkę CMR co spowoduje otwarcie kontaktów CMR oraz połączenie jednej strony wirnika silnika rozrządnika do ziemi, zwierając go z ziemią przy pełnym wzbudzeniu. Silnik niezwłocznie zatrzymuje się pozostawiając rozrządnik w tym położeniu, zaś pierwszy stopień oporowy wtedy jest włączony przez zamknięcie kontaktów Nr. 5. Kolejność działania urządzenia na pozycjach Nr. 3 i 4 jest taka sama jak dla pozycji Nr. 2. Przesta-

wiając korbę nastawnika na pozycję Nr. 5, PR1, PR2 i PR3 tracą wzbudzenie, PR4 jest wzbudzony i zamyka swe kontakty dając ziemię do przekaźnika silnika rozrządnika CMR przez uziemiony segment na regulatorze pozycji. Rozrządnik przesuwa się do pozycji Nr. 5 i palec 4B schodzi z segmentu uziemionego pozbawiając wzbudzenia CMR i rozrządnik zatrzymuje się. Począwszy od 5 pozycji do drugiej pozycji pola osłabionego przekaźnik PR4 jest stale wzbudzony z nastawnika i kontakty PR4 pozostają zamknięte. Gdy korba nastawnika jest przesunięta do pozycji 6, PR1 ponownie zamyka się tworząc obwód od cewki CMR przez kontakty PR4 do palca 4B na segmentach regulatora, do palca 1B, z tego zaś przez kontakty PR1 do ziemi. Rozrządnik posuwa się do położenia 6 i palec 1B i 4B schodzą z segmentów regulatora pozbawiając wzbudzenia CMR wobec czego silnik zatrzymuje się.

Zakładając, że żaden z silników nie jest odłączony i korba nastawnika jest przesunięta do pozycji 7 (pierwsza równoległa), wtedy PR2 i PR4 są zamknięte i cewka CMR jest uziemiona przez kontakty PR4, kontakty na odłączniku silników trakcyjnych (COWS), palec 4C, segmenty regulatora, palec 2B i kontakty PR2. Wirnik silnika rozrządnika zostaje wzbudzony i rozrządnik przechodzi przez położenie przejściowe zatrzymując się na pierwszym równoległym położeniu po zejściu palców 2B i E6 z segmentów regulatora pozycji. Gdyby jedna para silników była wyłączona, obwód od kontaktów PR4 palca 4C regulatora byłby przerwany przez kontakty na odłączniku silników trakcyjnych, rozrządnik zaś nie mógłby obrócić się poza położenie odpowiadające pełnemu szeregowemu połączeniu silników trakcyjnych niezależnie od położenia korby nastawnika. Przestawiając korbę nastawnika do pozycji 8 przekaźniki PR3 i PR2 są wzbudzone i zamknięte, PR4 jest zamknięte, dając ziemię do cewki CMR przez palce 4C i 3B oraz odpowiednie segmenty regulatora pozycji. Rozrządnik przesuwa się do położenia 8 i palce 4C, 3B i E6 zchodzą z segmentów regulatora, powodując zatrzymanie się rozrządnika. Przestawiając korbę nastawnika na pozycję 9 — PR5 i PR4 zostają wzbudzone i zamknięte zaś przekaźnik CMR zamyka się gdyż cewka jego zostaje uziemiona przez palec 5C oparty na uziemionym segmencie regulatora, rozrządnik przesuwa się do położenia 9 poczem zatrzymuje się.

Dla pozostałych położen przekaźnik CMR zostaje uziemiony kolejno przez przekaźniki PR1, PR2, PR3 i PR5. Przy cofnięciu korby nastawnika na położenie otwarte wszystkie przekaźniki położenia (PR) są pozbawione wzbudzenia i otwierają swe kontakty, zasilanie do cewki włączającej LR1 jest przerwane na skutek przerwania kontaktu palca P1 z pierwszym pierścieniem wałka nastawnika, przez co palec P2 jest pozbawiony wzbudzenia. Wyłącznik LR1 otwiera się włączając opór ograniczający w obwód główny powodując jednocześnie otwarcie wyłącznika LR2, natychmiast potem, przez rozłączenie kontaktów „LR2 Zał.” w przewodzie 8A. Wtedy wyłączniki liniowe otwierają się przerywając obwód główny i odłączając silniki trakcyjne od sieci.

Po otwarciu wyłączników liniowych LB1 i LB2 kontakty na nich zmieniają połączenia wirnika silnika rozrządnika i przerywają obwód od przekaźnika CMR do regulatora pozycji oraz przekaźników PR4 i PR5 zamykając jednocześnie obwód od cewki CMR do palca E8 na regulatorze pozycji. Palec E8 znajduje się wtedy na uziemionym segmencie a przez to CMR jest wzbudzony i silnik rozrządnika obraca się ustawiając rozrządnik w po-

łożeniu otwartem. Rozrządnik nie może powrócić do położenia otwartego zanim nie otworzą się wyłączniki liniowe co w konsekwencji daje pewność, że na kontaktach rozrządnika nie przerywa się żaden prąd.

Po osiągnięciu położenia otwartego palec E 8 schodzi z segmentu uziemionego i rozrządnik zatrzymuje się w położeniu zerowym na skutek pozbawienia wzbudzenia CMR oraz uziemienia wirnika silnika rozrządnika.

Jeżeli rączka kierunkowa jest ustawiona na „naprzód automatycznie”, przełącznik MR nie będzie wzbudzony, ponieważ palec M nie będzie kontaktował z segmentem na wałku kierunkowym. Wtedy obwód zasilający od cewki CMR zostaje zamknięty przez regulator pozycji, przełącznik pozycji, kontakty na przełączniku samoczynnego ruchu CLR i do ziemi.

Przełącznik samoczynnego rozruchu został już poprzednio opisany. Jak wiemy, jest on uruchamiany przez prąd obwodu głównego, przy czym kontakty jego otwierają się, gdy prąd główny osiągnie określone maksimum zaś zamyka się ponownie, gdy prąd osiągnie pewną ściśle określoną wartość.

Przypuśćmy, że korba nastawnika jest od razu ustawiona w położeniu odpowiadającym pełnemu równoległemu połączeniu silników trakcyjnych, wtedy włączniki liniowe natychmiast się zamykają zaś silniki trakcyjne rozpoczynają rozruch, prąd główny dochodzi do pewnej wartości, przy której kontakty CLR otwierają się i przerywają obwód od przełącznika CMR do regulatora pozycji.

Rozrządnik przeto nie może obracać się, jakkolwiek przełączniki PR 1 i PR 4 są obydwie zamknięte. Przy dalszym rozruchu silników trakcyjnych prąd główny spada aż osiągnie wartość, która pozwoli kontaktom CLR zamknąć się ponownie. Wtedy rozrządnik obraca się dalej aż pierwszy stopień oporów rozruchowych zostanie wyłączony i prąd główny ponownie wzrośnie na tyle, aby otworzyć kontakty CLR, pozbawiając wzbudzenia CMR. Palec E 6 kontaktując z segmentem uziemionym regulatora zapewnia, niezależnie od szybkości otwierania się przełącznika CLR, niemożność zatrzymania się rozrządnika przed osiągnięciem granicznego położenia, przy którym odpowiedni kontakt rozrządnika jest zamknięty i dociśnięty.

To samo działanie ma miejsce, gdy korba nastawnika jest ustawiona na drugim położeniu bocznikowym. Rozrządnik obraca się niezawodnie, kierowany przez przełącznik samoczynnego rozruchu CLR, który pozwala na obrócenie się do następnego położenia wtedy gdy prąd główny spadnie do wartości z góry określonej. Palec E 7 na regulatorze pozycji tworzy obwód od cewki bocznikowej przełącznika CLR, gdy rozrządnik jest między dwoma położeniami granicznymi. Cewka ta wzmacnia działanie głównej cewki prądowej i zapewnia prawidłowe funkcjonowanie przełącznika. Gdyby prąd główny wzrastał powoli, np. wtedy gdy pociąg rusza na wzniesieniu, prąd na niektórych pozycjach może nie wzrosnąć wystarczająco, tak aby zapewnić działanie przełącznika. Cewka bocznikowa zapobiega zbyt powolnemu działaniu przełącznika.

Przełącznik zanikowy służy do tego, aby gdy nastąpił zanik napięcia w sieci, rozrządnik powrócił do położenia otwartego lub 1-go, przy czym nie może być przestawiony do dalszego położenia, zanim napięcie w sieci nie powróci.

Z chwilą gdy napięcie w sieci zjawi się, rozrządnik powróci automatycznie do tego położenia, które jest zgodne z odpowiednim położeniem korby nastawnika. Jeżeli zastosowany jest „rozruch ręczny”, to korba nastawnika musi być cofnięta do położenia otwartego i następnie ustawiona na pozycję 1, aż do chwili powrotu napięcia.

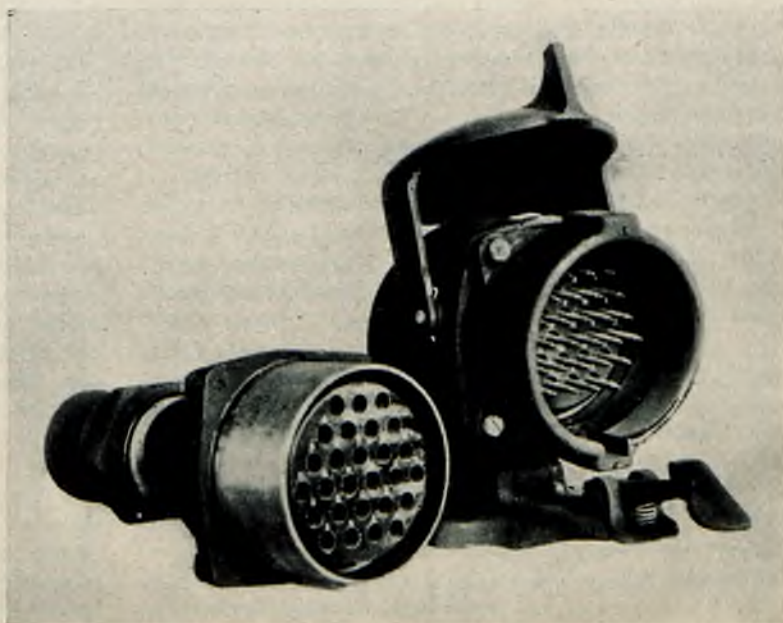
O ile zajdzie przeciążenie, kontakty przełączników nadmiarowych OL 1 i OL 2 otwierają się, na skutek czego wyłącznik liniowy LR 1 otworzy się, poczem w kolejności już wyżej opisanej otworzą się wyłączniki liniowe. Aby umożliwić włączenie ponowne przełączników należy korbę nastawnika ustawić w położeniu otwartym zaś wyłącznik główny sterowania przestawić na chwilę do położenia „sterowanie” i znów przestawić do położenia „złączone”. W ten sposób wzbudza się cewki włączające przełączników OL przez przewód 7 od segmentu na nastawniku, co może nastąpić jedynie przy korbie nastawnika w położeniu otwartym.

Wyłącznik uruchamiający podnoszenie i opuszczanie pantografu połączony jest z przewodami głównymi niskiego napięcia B 2. Przestawiając go w położenie „podniesiony” lub „opuszczony” odpowiednie cewki przełącznika sterujące podnoszenie lub opuszczanie pantografu są wzbudzone przez przewody U i D oddziałując na zawory elektro-pneumatyczne pantografu — w odpowiednim kierunku.

Odłącznik silników trakcyjnych odłącza wybraną parę silników otwierając kontakty w obwodzie przełączników PR 5 i PR 4 oraz palca 4 C na regulatorze, co zapobiega obracaniu się rozrządnika do położenia równoległego w tym elektrowagonie, w którym jedna para silników jest odłączona. Poza tym uzależnienie mechaniczne na odłączniku pozwala na odłączanie jednoczesne tylko jednej pary silników.

8. Rozrząd wielokrotny.

Dzięki przyłączeniu do wspólnego przewodu sterowniczego idącego wzdłuż całego pociągu wszystkich elektromagnesów, służących do sterowania podnoszenia pantografów, wystarczy włączyć prąd na ten przewód sterowniczy z dowolnego miejsca w pociągu, aby wszystkie elek-



Rys. 26.

Gniazdo i wtyczka kabli do rozrządu wielokrotnego.

tromagnesy podnoszenia zostały jednocześnie wzbudzone, co spowoduje jednoczesne podniesienie się wszystkich pantografów na wszystkich elektrowagonach.

Sterowanie wielokrotne wymaga przeprowadzenia wzdłuż całego pociągu całego szeregu przewodów sterowniczych (w opisywanym elektrowagonie jest ich 27), dla jednoczesnego kierowania wszystkimi ważniejszymi przyrządami.

Dzięki zastosowaniu wielokrotnego sterowania może jeden motorniczy prowadzić z jednej kabiny kilka elektrycznych jednostek pociągowych połączonych w jeden pociąg.

Przy przestawianiu korby jednego nastawnika jazdy włącza on jednocześnie wszystkie silniki, wyłącza te same elementy oporników rozruchowych itp.

Pozostałe nastawniki jazdy są nieczynne zarówno wskutek ustawienia korby i rączek kierunkowych tych nastawników na kontaktach zerowych jak i wskutek wyłączenia prądu zasilającego do nich, przez otwarcie wszystkich głównych wyłączników obwodu sterowniczego z wyjątkiem wyłącznika znajdującego się przy czynnym nastawniku.

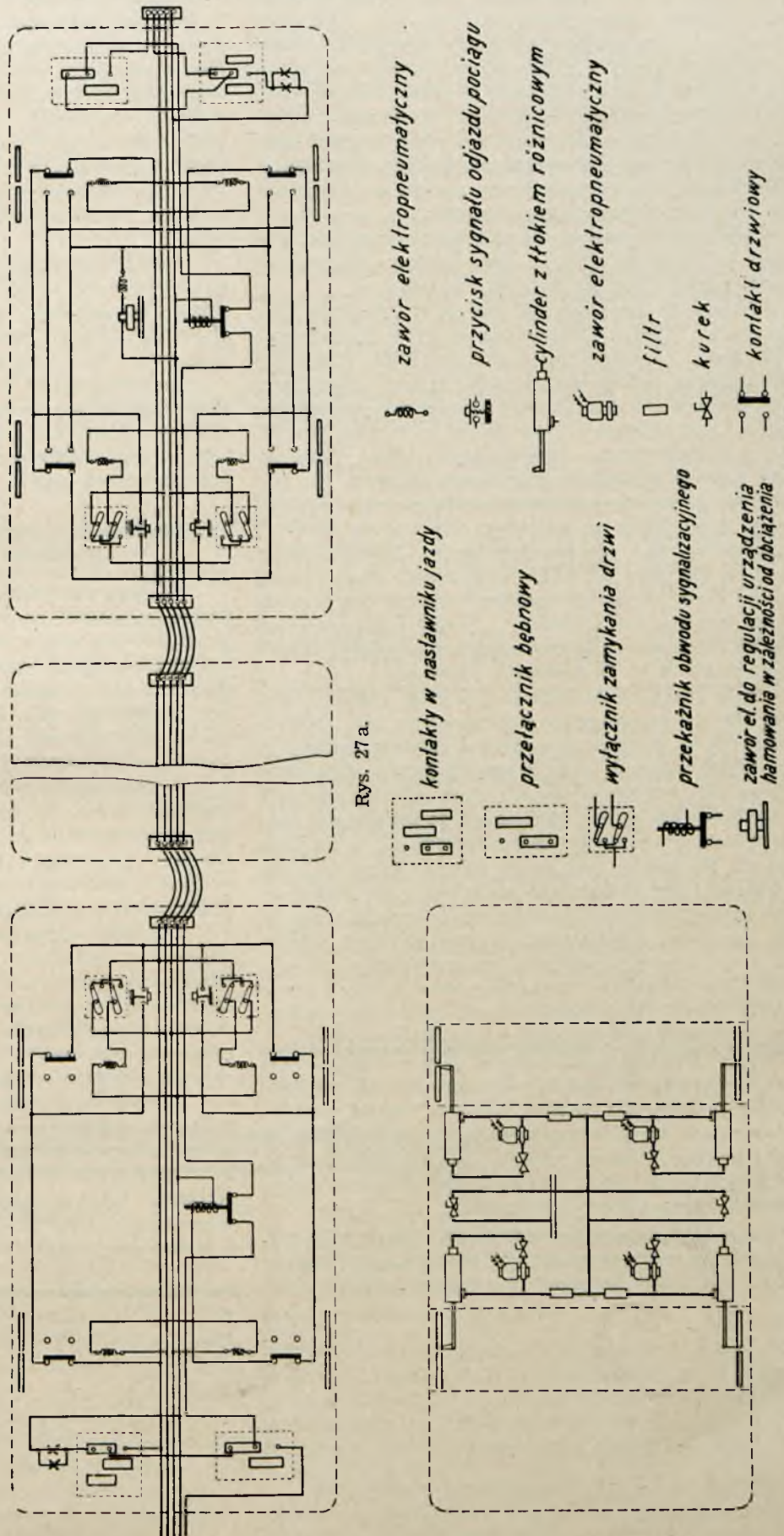
Należy pamiętać, że mimo wspólnego sterowania wszystkich jednostek pociągu elektrycznego każda z nich posiada osobne zasilanie prądem zarówno wysokiego napięcia (własny zbieracz prądu, który musi być podniesiony) jak i niskiego napięcia (własna przetwornica i baterie akumulatorów).

9. Samoczynne zamykanie i otwieranie drzwi (rys. 27).

Urządzenie do zamykania i otwierania samoczynnego drzwi składa się z 3 części: napędowej, sterującej i sygnalizacyjnej.

Zamykanie drzwi jest zupełnie automatyczne, natomiast otwarcie drzwi przy pomocy sprężonego powietrza może nastąpić dopiero po zwolnieniu rygli utrzymujących każde drzwi w stanie zamkniętym. To dodatkowe uzależnienie ma na celu zmniejszenie oziębienia pociągu w zimie, wskutek zbyt częstego otwierania wszystkich drzwi w pociągu. Przy zastosowaniu rygli, które mechanicznie zamykają drzwi przy naciśnięciu przez

nie, wskutek zbyt częstego otwierania wszystkich drzwi w pociągu. Przy zastosowaniu rygli, które mechanicznie zamykają drzwi przy naciśnięciu przez



Rys. 27 a.

Rys. 27 c.

Rys. 27 b.

Schemat urządzenia do samoczynnego otwierania i zamykania drzwi.

podróżnego kłamki, otwierają się tylko te drzwi, przez które wchodzi lub wychodzi podróżni. Pozostałe drzwi w pociągu pozostają zamknięte. W lecie, gdy oziębianie pociągu nie odgrywa roli, rygle można unieruchomić i drzwi wtedy zupełnie automatycznie otwierają się i zamykają po otwarciu lub zamknięciu wyłącznika przez konduktora.

W czasie podróży drzwi są stale zamknięte aż do chwili zwolnienia ich z pod ciśnienia powietrza przez konduktora po zatrzymaniu się pociągu. Zamykanie wszystkich drzwi pociągu dokonywane jest również przez konduktora, przy czym całe urządzenie posiada sygnalizację zamknięcia drzwi, motorniczy zaś ma prawo ruszyć do piero po otrzymaniu świetlnego sygnału.

Napęd drzwi odbywa się za pomocą sprężonego powietrza o ciśnieniu około 7 atm., dostarczanego przez sprężarkę znajdującą się na elektrowagonie.

Urządzenie napędowe składa się z cylindrów powietrznych z tłokiem różnicowym, zaworów elektropneumatycznych i przewodów powietrznych. Tłok różnicowy dzieli cylinder powietrzny na dwie komory, z których jedna jest zasilana bez przerwy sprężonym powietrzem, druga zaś jest napełniana i opróżniana za pomocą zaworu elektropneumatycznego. Powierzchnia czynna tłoka od strony komory o ciśnieniu stałym jest mniejsza niż powierzchnia po stronie przeciwnej, skutkiem czego, z chwilą wejścia powietrza wpuszczonego przez zawór elektropneumatyczny, tłok przesuwa się pod wpływem różnicy sił t. j. w kierunku położenia zamkniętych drzwi. Chcąc otworzyć drzwi, wystarczy wypuścić powietrze za pomocą zaworu elektropneumatycznego z jednej komory tłoka skutkiem czego stałe ciśnienie panujące w drugiej komorze przesunie drzwi do położenia otwartego.

Część sterująca zasilana jest prądem stałym o napięciu 110 V z przetwornicy elektrowagonu lub z baterii akumulatorów. Sterowanie zaworów elektropneumatycznych wpuszczających lub wypuszczających powietrze sprężone do cylindrów powietrznych uruchamiających drzwi odbywa się jak już wspomniano za pomocą podwójnych wyłączników sterujących umieszczonych z boku przy drzwiach. Na każdą parę drzwi wagonu (Rys. Nr. 27) przewidziany jest jeden taki wyłącznik. Jak widać ze schematu wyłącznik ten pozwala na otwieranie i zamykanie wszystkich drzwi pociągu z jednej strony za wyjątkiem drzwi, z których odbywa się sterowanie (wył. a), w końcu zaś pozwala na zamknięcie również i tych drzwi (wył. b). Umożliwia to konduktorowi otwieranie i zamykanie wszystkich drzwi pociągu z dowolnego wagonu.

Część sygnalizacyjna zasilana jest z tego samego źródła co i sterująca i ma za zadanie zawiadamianie motorniczego o gotowości pociągu do ruchu. Obwód sygnalizacyjny składa się z przewodu głównego przechodzącego przez wszystkie wagony pociągu, lampek sygnalizacyjnych znajdujących się w kabinach sterowniczych, przekaźników, przełączników i przycisków.

Lampy sygnalizacyjne zapalają się dopiero wówczas, gdy elektromagnesy przekaźników obwodu sygnalizacyjnego na wszystkich wagonach zostaną wzbudzone. Prąd

uruchamiający powyższe przekaźniki przechodzi jednocześnie przez wszystkie kontakty drzwiowe umieszczone w obramowaniu drzwi. W przypadku więc, gdy chociaż jedne drzwi są otwarte obwód sygnalizacyjny jest przerwany, gdyż przekaźnik w tym wagonie nie został wzbudzony i lampy sygnalizacyjne nie zapalają się. Jeżeli konduktor sterujący uruchamianie drzwi nie zamknie tych drzwi przy których stoi, a chce dać motorniczemu sygnał gotowości do odjazdu, naciska przycisk sygnałowy, znajdujący się tuż pod podwójnym wyłącznikiem, przez co kontakt drzwiowy zostaje zwarty i zamyka obwód elektryczny wzbudzający odpowiedni przekaźnik, co z kolei zamknie obwód powodując zapalenie się lamp sygnałowych.

Prócz wymienionych części obwodu sygnalizacyjnego zmontowane są w wagonach przełączniki bębnowe służące do połączenia obwodów świetlnych kilku jednostek wagonowych. Jednocześnie na nastawniku jazdy są kontakty, które służą do wyłączania obwodu świetlnego w tych jednostkach, w których kabina sterownicza jest nieczynna. W ten sposób lampy sygnalizacyjne palą się tylko w czynnej kabinie sterowniczej. Lampy te palą się stale w ciągu jazdy pociągu i gasną dopiero po otwarciu którychkolwiek drzwi.

10. Urządzenie do regulacji hamowania w zależności od obciążenia wagonu. (Rys. 27).

W wagonach doczepnych istnieje dodatkowe urządzenie polegające na tym, że nacisk klocków hamulcowych jest zmienny w zależności od obciążenia wagonów, dzięki czemu praktycznie droga hamowania pociągu obciążonego jak i pustego jest prawie niezmienna. Daje to duże dogodności przy gęstym ruchu pociągów hamowanych z dość znacznej szybkości przy niezbyt długich peronach na przystankach.

Urządzenie to zastosowano tylko w wagonach doczepnych dlatego, że waga podróznich w elektrowagonie jest w stosunku do jego wagi własnej stosunkowo niewielka i nie wpływa zbyt na drogę hamowania. W wagonach doczepnych — znacznie lżejszych — waga podróznich daje proporcjonalnie dość dużą różnicę.

Działanie opisanego urządzenia polega na tym, że ciśnienie w cylindrach hamulcowych jest automatycznie regulowane przez aparat o charakterze wentyla regulacyjnego, który jest nastawiany przez dźwignię opartą z jednej strony o pudło wagonu, a z drugiej o nieodsprężynowaną część wózka. W miarę osiadania pudła dźwignia zmienia położenie i reguluje nastawienie aparatu.

Sterowanie urządzenia jest elektryczne, związane z obwodem elektrycznym drzwi przez kontakty drzwiowe, które wzbudzają je tylko po otwarciu drzwi.

Wchodzenie i wychodzenie podróznich na stacjach powoduje natychmiastowe przeregulowanie aparatu. W wagonach, w których ilość podróznich nie zmienia się i nastawienie całego urządzenia pozostaje niezmiennione.

Z DZIEDZINY ELEKTRYFIKACJI

Obrót energii elektrycznej w marcu

Wytwórczość energii elektrycznej w marcu osiągnęła 272 miliony kilowatogodzin przy przyroście 19% względem tegoż miesiąca roku ubiegłego. Okazała się ona wyższą nie tylko od liczby osiągniętej w lutym (248 mio kWh) lecz również i za m. styczeń (270 mio kWh), świadcząc o intensywnym wzroście, pod którego wpływem zacierają się wpływ sezonowości, który w latach ubiegłych powodował zmniejszanie się z miesiąca na miesiąc wytwórczości w pierwszym półroczu.

Miesiąc sprawozdawczy zamyka okres pierwszego kwartału r. b., w którym wytworzono ogółem 790 milionów kilowatogodzin, wykazując przyrost 15,8% wobec 683 mio kWh wytworzonych w pierwszym kwartale r. ub., a w porównaniu z wytwórczością w IV kwartale 1936 r. zmniejszenie wynosi tylko ok. — 3,5%, ponieważ w październiku, listopadzie i grudniu r. ub. wytworzono ogółem 818 mio kWh. Na uwagę zasługuje rozwój wytwór-

Tablica 1.

Wytwórczość elektrowni zawodowych i niezawodowych w pierwszym kwartale.

Zakłady elektryczne	Wytwórczość w pierwszym kwartale roku							
	1937		1936		1935		1934	
	mio kWh	%	mio kWh	%	mio kWh	%	mio kWh	
El. zawodowe	332 (323)	19	279 (286)	8,1	258	—8,5	282	
El. niezawodowe	458 (495)	13,3	404 (434)	5,2	385	1,7	328	
Razem el. zawodowe i niezawodowe	790 (818)	15,8	683 (720)	6,2	643	5,4	610	
Średnia wytwórczość wszystkich zakładów elektr. obliczona na dzień kalendarzowy	8,8		7,5		7,1		6,8	

Uwaga: w nawiasach podana en. elektr. wytworzona w IV kwartale roku poprzedzającego.

czości elektrowni zawodowych, które w I kwartale r. b. wytworzyły 332 mio kWh z nadwyżką 9 mio kWh, czyli ok. 3%, wobec 323 mio kWh wytworzonych w IV kwartale 1936 r. Zwykle ostatni kwartał stanowił okres najwyższej wytwórczości: tabl. 1.

Liczyby porównawcze wytwórczości energii elektrycznej za lat kilka przedstawione są w zamieszczonej tablicy 1. Przyrosty procentowe wytwórczości wyrażają się obecnie liczbami znacznie większymi, niż w latach ubiegłych.

Przyrost wytwórczości pokrywany jest przez wykorzystywanie zespołów maszyn dotychczas niedostatecznie wyciskanych. Moc instalowana elektrowni jest w r. bież. zaledwie o 2% większa, niż w r. ub., natomiast polepszenie wykazał współczynnik wyciskania mocy instalowanej, który osiągnął 0,26 w I kwartale r. b. wobec 0,23 w I kwartale roku ubiegłego.

Tablica 2.
Wyzyskanie mocy instalowanej.

Okres czasu	Moc instalowana 1000 kW	Wytwórczość mio kWh	Ilość godzin użytkowania w odniesieniu do 1 roku	Współczynnik wyciskania elektrowni
I kwartał 1936 r.	1385	683	1980	0,23
I „ 1937 r.	1414	790	2240	0,26

Zaznaczony na wstępie intensywny rozwój wytwórczości znalazł wyraz w liczbach statystyki za marzec. Elektrownie okręgowe osiągnęły przyrost 24%, lokalne 22%. Wśród przemysłowych zakładów elektrycznych el. w kopalniach węgla wytworzyły o 13,5% więcej niż w odpowiednim miesiącu r. ub., co stanowi przyrost znaczny w porównaniu z notowanym dotychczas. Fabryki chemiczne nadal wykazują znaczny przyrost wytworzonej energii elektrycznej 26%. Poza tym we wszystkich gałęziach przemysłu zanotowane zostały mniej lub więcej znaczne przyrosty wytwórczości energii elektrycznej.

Inż. St. Rylke.

STOWARZYSZENIE ELEKTRYKÓW POLSKICH

IX WALNE ZGROMADZENIE S. E. P.

W tegorocznym Zjeździe S.E.P., który się odbył w Warszawie, wzięło udział 675 osób zapisanych na Zjazd oraz kilkadziesiąt osób w charakterze gości. W ten sposób Zjazd liczył ponad 700 uczestników, było to przeto najliczniejsze Walne Zgromadzenie S.E.P. po Zjeździe polsko-czeskim z roku 1933.

Obrady Zjazdu były bardzo owocne. Zarówno prace w Sekcjach, których wynikiem było przyjęcie szeregu doniosłych rezolucji, jak też uchwały formalnego zebrania, które wzbudziły ogromne zainteresowanie nie tylko wśród elektryków, lecz i wśród szerokiego społeczeństwa — wpłynęły na ożywienie prac zjazdowych.

Gmach Stowarzyszenia Techników Polskich w Warszawie w czasie czterech dni zjazdowych wypełniony był po brzegi uczestnikami Zjazdu, gorąco dyskutującymi na tematy prac poszczególnych sekcji lub też na temat wniosków o zmianę statutu S.E.P.

Wycieczki techniczne i turystyczne na ogół dopisały bardzo dobrze, należy jedynie żałować, iż ze względu na niespodziewany napływ uczestników w ostatniej chwili, liczba tych wycieczek była nie wystarczająca tak, że niektóre z nich miały zbyt dużą ilość uczestników.

Szczegółowe sprawozdania z poszczególnych Sekcyj zjazdowych drukowane będą w najbliższych numerach „Przełądu Elektrotechnicznego”, również w niedługim

czasie drukowane będzie sprawozdanie z otwarcia i zamknięcia Zjazdu oraz protokół formalnego posiedzenia.

Zarząd Główny zbierze się w dniu 12 czerwca i na posiedzeniu tym nastąpi przekazanie urzędowania nowemu Prezesowi. Zarząd w zmienionym składzie rozpocznie prace nowego okresu 1937/1938, którego zakończeniem ma być X Walne Zgromadzenie S.E.P. na Polskim Morzu.

ODDZIAŁ POZNANSKI.

Odczyt o elektryfikacji Okręgu Kaliskiego.

W dniu 10 maja br., wygłosił odczyt na terenie Oddziału Poznańskiego dyr. elektrowni w Kaliszu, inż. I. Bujnicki na temat: „Elektryfikacja Okręgu Kaliskiego”. Prelegent najprzód omówił historię utworzenia tego Okręgu, który z uwagi na niewielki obszar, obejmujący tylko 6 powiatów, oraz na charakter rolniczy przedstawia się nie ciekawie, a z uwagi na niską opłacalność nie mógł znaleźć elektrykatora. Wobec tego Elektrownia Kaliska postanowiła wystąpić sama w roli elektrykatora i stara się o uprawnienia, wychodząc z założenia, że lepiej zacząć choćby skromnymi środkami i wywalczać „lepsze czasy”, niż czekać z założonymi rękami „lepszych czasów”, które same nie przyjdą.

Poza tym prelegent przedstawił szczegółowo na podstawie cyfr możliwości konsumpcyjne Okręgu Kaliskiego i oparł na nich kalkulację cen zarówno dla odbiorców prądu hurtowego jak i detalicznego. Wspomniał również o aspiracjach elektryfikacyjnych tego Okręgu przez Elektrownię w Ostrowie Wlkp., która to elektrownia zarówno wobec małej mocy maszyn jak i napędu silnikami spalinowymi do tego celu nie nadaje się.

Dyr. Bujnicki poruszył również kwestię sfinansowania elektryfikacji Okr. Kaliskiego, które w pierwszych 9 latach wymagać będzie wkładów na sumę ca 5 milj. złotych.

Odczyt, tchnący dużą dozą optymizmu, wzbudził nieklamane zainteresowanie obecnych, to też został nagrodzony rześnymi oklaskami, a dyskusja na ten interesujący temat przeciągnęła się do godz. 23.30.

ODDZIAŁ LWOWSKI.

Zgłoszenie na członka zbiorowego S. E. P. *):

Zakład Elektryczny Okręgu Lwowskiego Spółka Akcyjna, Lwów, ul. Pełczyńska 53/55. Reprezentantami Z. E. O. L. na Walnym Zgromadzeniu S.E.P. będą: inż. Maurycy Altenberg i inż. Stanisław Kozłowski — członkowie zwyczajni Stowarzyszenia w Oddziale Lwowskim.

Przyjęci na członków zwyczajnych:

Arbesbauer Antoni, inż., Lwów, Obertyńska 7, I p., m. 4,
Barzyński Jan, inż., Elektr. Okr. w Sierszy Wodnej, p-ta Trzebinia 2,
Merczyński Józef, Lwów, Św. Teresy 2-a,
Rokicki Stanisław, inż., Lwów, Częstochowska 28,
Sieprawski Władysław, Przemyśl, Mickiewicza 53, m. 23,
Świeykowska Zofia, inż., Lwów, Studentek 1.

ODDZIAŁ WARSZAWSKI.

Zgłoszeni na członków zwyczajnych *):

Klarner Tadeusz, inż., Warszawa, Madalińskiego 15.
Langner Stanisław, inż., Warszawa — Żolibórz, Śmiała 51,
Milewski Stanisław, tchlg, Warszawa, Targowa 66 m. 5,
Raźniewski Stanisław, inż., Warszawa, Ursynowska 20 m. 3,
Reicug Zbigniew, tchlg, Warszawa, Krucza 40 m. 21.

Przyjęci na członków zwyczajnych:

Bartkiewicz Czesław, inż., Warszawa 26, Washingtona 59 m. 4,
Bogusławski Jan, tchlg, Warszawa, Grochowska 15 m. 8,
Bujnicki Ignacy, inż., Kalisz, Al. Piłsudskiej 2,
Gajl Jan, tchlg, Warszawa 26, Washingtona 118 m. 10,
Głowacki Władysław, inż., Brześć n. Bugiem, Elektrownia Kolejowa,
Goerst Władysław, tchlg, Warszawa 4, Nieporęcka 12 m. 14,
Goszyński Leszek, inż., Warszawa, Szopena 12 m. 3,
Horodyski Władysław, tchlg, Warszawa 4, Genewska 25,
Judycki Stanisław, inż., Warszawa, Filtrowa 71, m. 13,
Juszczakowski Jan, inż., Warszawa — Mokotów, Olimpijska 21 m. 2,
Kiliński Antoni, inż., Warszawa, Wypiańskiego 11 m. 2,
Kodym Karol, inż., Piastów, Mickiewicza 42,
Lebida Czesław, inż., Warszawa, Czerniakowska 208 m. 5,
Maliszewski Paweł, inż., Warszawa — Saska Kępa, Walecznych 17 m. 2,
Nagórski Henryk Józef, tchlg, Warszawa, Nowy Świat 26 m. 7,
Nowicki Henryk, tchlg, Warszawa, Wybrzeże Kościuszkowskie 43,
Ossowiecki Feliks, inż., Warszawa 12, Al. Szustra 58,
Porczyński Kazimierz, inż., Warszawa — Mokotów, Łowicka 51 m. 20,
Przanowski Karol, inż., Grodzisk Mazowiecki, Szeroka 15,
Przanowski Ryszard, tchlg, Włochy pod Wawą, Rakowska 13 m. 2,
Ryżow Jan, inż., Warszawa, Świętokrzyska 13 m. 16,
Sypniewski - Odrowąż Stanisław, inż., Warszawa, 3-go Maja 5 m. 10,
Szczepański Józef, tchlg, Warszawa 4, Lubelska 23 m. 24,
Wolff Stanisław Tadeusz, inż., Kalisz, Pułaskiego 18 m. 5,
Zejdler Zbigniew, tchlg, Warszawa, Gęsia 49 m. 12,
Życzkowski Henryk, Warszawa, Mińska 7 m. 4.

*) Uwaga: Zgodnie z § 10 Statutu S.E.P. każdy członek Stowarzyszenia ma prawo złożenia właściwemu Zarządowi oddziału w ciągu 4 tygodni od daty niniejszego ogłoszenia umotywowanego protestu przeciwko przyjęciu powyższych kandydatów.

Ś. P. MICHAŁ BERESZKO

W dniu 1 kwietnia 1937 r. zmarł w Będzinie po krótkiej, lecz ciężkiej chorobie śp. inż. Michał Bereszko.



Zgon ten przedwczesny okrył żałobą Oddział Zagłębia Stowarzyszenia Elektryków Polskich, którego

Zmarły był jednym z założycieli oraz członkiem Zarządu, piastując bez przerwy aż do ostatnich dni urząd Skarbnika.

Śp. Kol. Michał Bereszko pochodził z Zagłębia i całe swe pracowite życie na jego terenie spędził. Urodził się w Będzinie w 1895 r. i tu uczęszczał do szkoły Handlowej.

Po jej ukończeniu wstępuje na Wydział Elektrotechniki Politechniki Warszawskiej, gdzie bierze udział w kształtowaniu się życia akademickiego, czynnie współpracując m. in. przy wydawnictwie pierwszych skryptów.

W 1922 r. kończy uczelnię jako jeden z pierwszych w Polsce niepodległej inżynierów — wychowanków Politechniki Warszawskiej.

Niezwłocznie też wraca do rodzinnego Zagłębia i tu pracuje przez szereg lat w Tow. Siemens.

Jest jednocześnie czynnym członkiem SEP i licznych organizacji społecznych i koleżeńskich.

Wszyscy, którzy go bliżej znali, żywo mają w pamięci Jego rzadkie poczucie koleżeństwa i szczerą przyjaźń dla ludzi, skromną pracowitość i poważny stosunek do swych obowiązków.

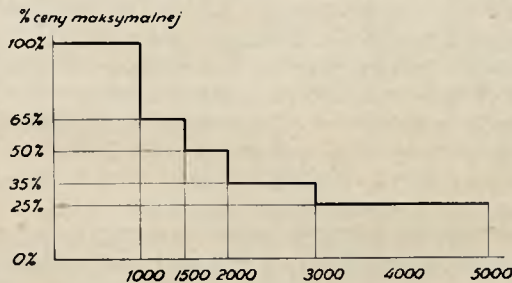
W dniu 4 kwietnia 1937 r. rodzina, przyjaciele i koledzy oddali Mu pośmiertny hołd, odprowadzając tłumnie na miejsce wiecznego spoczynku.

Cześć Jego pamięci!

Z P R A K T Y K I

Konkurencja silników na gaz ssany przy napędzie młynów

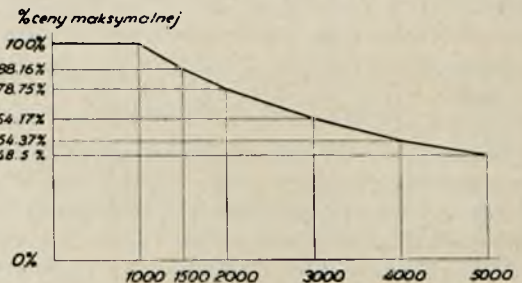
Ceny energii elektrycznej dla silników określone przez uprawnienia rządowe przewidują taryfę zmienną w zależności od ilości godzin użytkowania mocy nominalnej przyłączonych silników. Taryfa ta zmienia się w/g następującego pravidła: za pierwsze 1000 godzin użytkowania mocy przyłączonej upustów się nie daje, za następne 500 godzin — 35% rabatu, za dalsze 500 godzin — 50% rabatu, za dalsze 1000 godzin — 65% rabatu, a po przekroczeniu 3000 godzin — 75% rabatu. W % ceny maksymalnej otrzymujemy następującą krzywą zmienności taryfy silnikowej



Rys. 1.
Ceny za 1 kWh.

Ilość godzin użytkowania mocy nominalnej.

Biorąc pod uwagę, że młyny posiadają zwykle dużą ilość godzin użytkowania, wahającą się w granicach 2000,5000 godzin, otrzymamy przy założeniu przeciętnej w Polsce taryfy silnikowej maksymalnej w kwocie 35 gr., że ceny przeciętne wynoszą tu od 78,75% do 48,5% t. j. od 27,5 do 17 gr. Otóż, jak wynika z praktyki, ceny te są dla młynów zbyt duże i przy tych cenach oplaca się napęd własny z silników na gaz ssany.



Rys. 2.
Ceny przeciętne.

Silniki na gaz ssany napędzane są gazem wytwarzanym w miejscu spożycia w t. zw. generatorach. Gaz można wytwarzać z koksu, węgla, torfu, drzewa twardego i węgla drzewnego. Aby ocenić najekonomiczniejszy materiał do wytwarzania gazu, należy korzystać z zależności podanej w następującej tabelce, podającej ilość gazu z 1000 kg materiału.

Drzewo bukowe	Torf	Węgiel kamienny	Koks, węgiel drzewny
2 800 kg	3 000 kg	4 500 kg	7 500 kg

Uwzględniając ceny tych materiałów w zł. (za 1000 kg*)

Drzewo bukowe	Węgiel kamienny kostka	Koks	Węgiel drzewny
16,0 zł.	36,0 zł.	62,0 zł.	100 zł.

otrzymamy koszt 1000 kg gazu.

*) Ceny torfu nie uwzględniono z uwagi na zmienność jej charakter i zależności od okolicy, obfitującej w torf. Inne ceny wzięte są dla środkowej części Polski (woj. Lubelskie) przy odległości od kopalń ok. 480 km.

Drzewo bukowe	Węgiel kamienny	Koks	Węgiel drzewny
5,7 zł.	8,0 zł.	8,25 zł.	13,4 zł.

Z powyższego wynika, że najtańszą energię przy napędzie na gaz ssany otrzymamy z drzewa, gdyż koszty inwestycyjne dla różnych rodzajów napędu niewiele różnią się od siebie (tylko w generatorach) i mogą być przyjęte jako stałe.

Biorąc pod uwagę, że na kWh przy pełnym obciążeniu silnika o mocy 40 KM potrzeba ok. 3,25 kg gazu, otrzymamy następujące ilości materiałów napędowych na kWh, oraz koszt tych materiałów na kWh.

		Drzewo bukowe	Węgiel kamienny
Na 1 kWh pracy przy pełnym obciążeniu silnika o mocy 40 KM	Ilość materiałów	1,41 kg	0,875 kg
	Koszt materiału	2,27 gr.	3,15 gr.

Już z tego porównania wynika, że konkurencja silników na gaz ssany jest dla elektrowni groźna, gdyż tak mały rozchód paliwa na kWh spotyka się tylko w b. dużych elektrowniach. Aby dobrze zdać sobie sprawę z powyższego, należy sobie uprzytomnić, że działają tu dwie przyczyny; z jednej strony gospodarka cieplna dla instalacji na gaz ssany jest ekonomiczniejszą od parowoturbiny, bo z 1,41 kg reprezentujących $1,41 \times 3600 = 5080$ Cal otrzymamy 1 kWh, czyli sprawność cieplna wynosi tu $\frac{860}{5080} = 16,9\%$, podczas kiedy sprawność cieplna instalacji kotłowoturbiny dla turbiny o wielkości 1000 kW wynosi $\frac{860}{6500} = 13,2\%$ przyjmując, że kWh otrzymuje się z 1 kg węgla. Przy powyższym porównaniu trzeba pamiętać, że zestawienie dotyczy silnika na gaz ssany 40 KM z 1000 kW turbiną. Drugą przyczyną mniejszych kosztów paliwa na kWh, w silnikach na gaz ssany jest mniejszy koszt 1 Cal z drzewa, gdyż 1 milion Cal z drzewa kosztuje przy powyższych danych $\frac{16}{3,6} = 4,45$ zł., podczas kiedy z węgla $\frac{36}{6,5} = 5,52$ zł.

Takie porównanie cen energii wytwarzanej z instalacji na gaz ssany t. j. przyjmowanie tylko rozchodu paliwa, do którego czasem dolicza się obsługę i smary, przedstawiane jest do kalkulacji w targach o ceny dla młynów o napędzie elektrycznym. Właściciele tych młynów utrzymują, że są rujnowani przez elektrownię pobierającą kilkugroszowe np. 7 gr. opłaty za 1 kWh, gdyż, jak twierdzą, wydatki na drzewo w młynach o napędzie na gaz ssany kosztują parę razy taniej. Jeżeli jeszcze wziąć pod uwagę bałamutną reklamę firm usiłujących sprzedawać silniki na gaz ssany, a mam przed sobą w pięknym kredowym papierze prospekt w którym podaje się po wymianie zalet silnika, że „zużycie paliwa w naszych motorach wynosi: drzewa twardego 200 gr na KMg, oliwy zwykłej maszynowej 4 gramy na KMg”, to koszty paliwa i smaru na 1 kWh wyniosą tu (0,2 kg. 1,6 gr. + 0,004 kg. 90 gr.) $1,36 = 1,08$ gr./kWh. W tych warunkach nie trudno dojść do przekonania, że atak na elektrownie w kierunku obniżki cen jest wprost nadzwyczajny.

Dla znalezienia rzeczywistych kosztów 1 kWh wytworzonej przez silniki na gaz ssany podam wyniki, jakie zebrałem dla silników będących w ruchu o mocy 20, 40 i 80 KM.

Tablica 1
Bezpośrednie roczne koszty ruchu silników na gaz ssany w zł

Moc silnika	Ilość godzin użytkowania mocy zainstalowanej	1000*)	2000*)	3000	4000	5000
20 KM	Drzewo	780	1 550	2 050	2 750	3 450
	Smary i czyszczenie	230	460	580	700	820
	Obsługa	2 000	2 400	2 550	2 700	2 850
	Remonty	150	200	250	300	350
	Razem	3 160	4 610	5 430	6 450	7 470
40 KM	Drzewo	1 400	2 800	3 700	4 950	6 200
	Smary i czyszczenie	400	800	1 000	1 200	1 400
	Obsługa	2 500	3 000	3 250	3 500	3 750
	Remonty	300	400	500	600	700
	Razem	4 600	7 000	8 450	10 250	12 050
80 KM	Drzewo	2 700	5 400	7 150	9 500	11 800
	Smary i czyszczenie	660	1 320	1 600	2 000	2 400
	Obsługa	3 000	3 500	3 750	4 000	4 250
	Remonty	550	730	910	1 100	1 280
	Razem	6 910	10 950	13 410	16 600	19 730

W tablicy powyższej rozchód drzewa podany został wraz z drzewem na rozpalenie generatora po czasie postoju. Rozumie się, że rzeczywisty ogólny rozchód drzewa musi być tu znacznie wyższy, niż obliczony w/g danych z nowego silnika i przy pełnym obciążeniu.

Cena drzewa 1,6 gr./kg, t. j. 8 zł. 30 gr./m³, ułożony w szczapach.

Obsługę policzono p/g płac rzeczywistych na prowincji, t. j. robotnik zwykły 1 zł. 80 gr. do 2 zł. za 8 godz. pracy, robotnik wykwalifikowany obsługujący silnik 80 zł./mies. dla silnika 20 KM; 120 zł./mies. dla silnika 40 KM i 140 zł./mies. przy silniku 80 KM. Płace te nawet przy obecnie panujących cenach mogą wydawać się małe, nie mniej przeto są one rzeczywiście płacone w młynarstwie na prowincji. W dużym mieście kalkulacje zmieniają cenę robocizny, ale tej wielkości młyny przeważnie są na prowincji.

Przy racjonalnej kalkulacji do kosztów bezpośrednich należy doliczyć koszty pośrednie t. j. koszty kapitału. Składają się one z oprocentowania i amortyzacji. Uwzględniając oprocentowanie kapitału w wysokości 8%, oraz licząc amortyzację silnika i generatora na 20 lat z tym, że po przepracowaniu powyższego czasu urządzenia te przedstawiają 10% początkowej wartości, i licząc amortyzację budynków w stosunku 50 lat otrzymamy poniższe cyfry.

Tablica 2
Roczne koszty kapitału

Moc urządzenia	20 KM	40 KM	80 KM
Koszt maszyn	10 000 zł.	18 000 zł.	32 000 zł.
Koszt budynków	1 500 „	2 500 „	3 750 „
Oprocent. kosztu maszyn .	800 „	1 440 „	2 560 „
Amortyzacja maszyn . . .	200 „	350 „	630 „
Oprocentowanie i amortyzacja budynków	123 „	205 „	310 „
Całkowite koszty kapitału	1 123 zł.	1 995 zł.	3 500 zł.

*) Przy 1 000 i 2 000 godzin użytkowania mocy zainstalowanej ilość godzin ruchu silnika i generatora jest stosunkowo większa niż przy większym czasie użytkowania.

Należy tu zwrócić uwagę, że, o ile uwzględnia się oprocentowanie kapitału zainwestowanego, to amortyzację należy liczyć w/g rachunku procentów składanych. W ten sposób przy wyższej stopie procentowej odpisy amortyzacyjne wypadają niższe.

Zestawiając powyższe wyliczenia otrzymamy jak kształtują się ceny energii wyprodukowanej przez silniki na gaz ssany, napędzane gazem z drzewa.

Tablica 3
Ceny energii elektrycznej silników na gaz ssany

Moc siln.	Ilość godzin użytkowania mocy zainstalowanej	1000	2000	3000	4000	5000
20 KM	Ilość wyprod. energii kWh . .	14 720	29 440	44 160	58 880	73 600
	Koszty bezpośrednie zł.	3 160	4 610	5 430	9 450	7 470
	Koszty kapitału zł.	1 123	1 123	1 123	1 123	1 123
	Koszty całkowite zł.	4 283	5 733	6 553	7 573	8 593
	Koszty bezpośr. na 1 kWh gr. . .	21,5	15,7	12,3	11,0	10,1
	Koszty całkowite na 1 kWh gr. . .	29,1	19,5	14,8	12,9	11,7
40 KM	Ilość wyprod. energii kWh . .	29 440	58 880	88 320	117 760	147 200
	Koszty bezpośrednie zł.	4 600	7 000	8 450	10 250	12 050
	Koszty kapitału zł.	1 945	1 995	1 995	1 995	1 995
	Koszty całkowite zł.	6 595	8 995	10 445	12 245	14 045
	Koszty bezpośr. na 1 kWh gr. . .	15,7	11,9	9,6	8,8	8,2
	Koszty całkow. na 1 kWh gr. . .	22,4	15,3	11,9	10,4	9,6
80 KM	Ilość wyprod. energii kWh . .	58 880	117 760	176 640	235 520	294 400
	Koszty bezpośrednie zł.	6 910	10 950	13 410	16 600	19 730
	Koszty kapitału zł.	3 500	3 500	3 500	3 500	3 500
	Koszty całkowite zł.	10 410	14 450	16 910	20 100	23 230
	Koszty bezpośr. na 1 kWh gr. . .	11,8	9,3	7,6	7,1	6,7
	Koszty całkow. na 1 kWh gr. . .	17,7	12,3	9,6	8,5	7,9

Powyższą tabelę łatwo jest przez proste przeliczenie oparte na zasadach podanych wyżej zastosować do innych cen materiału i robocizny.

Poza tym przy porównywaniu kosztów energii elektrycznej należy zwrócić uwagę na światło. Przy napędzie własnym światło wytwarza się we własnym zakresie najczęściej przez prądnicę prądu stałego. W młynie zelektryfikowanym za światło elektrownia wystawia rachunki według taryfy oświetleniowej. Ze w stosunku rocznym rachunki te są okazałe, świadczy fakt, że młyn o mocy 60 KM zużywał w konkretnym wypadku przeszło 3 000 kWh rocznie zadawając się skąpym oświetleniem, bo wszystkiego o mocy 1 335 W przy 34 żarówkach.

Należy się zastanowić, czy kalkulację cen energii elektrycznej należy oprzeć tylko na kosztach bezpośrednich, czy też na kosztach całkowitych. W praktyce mamy do czynienia z 3 alternatywami:

1. klient posiada instalację na gaz ssany i zastanawia się nad zmianą jej na instalację elektryczną.
2. klient posiada instalację elektryczną.

3. klient buduje młyn i zastanawia się nad rodzajem napędu.

Klient posiadający własny napęd na gaz ssany w dobrym stanie nie zgodzi się na przejście na napęd elektryczny, o ile elektrownia liczy mu będzie droższe ceny, niż go kosztują koszty bezpośrednie. Słabą pocięgą jest likwidacja starego urządzenia, gdyż ze sprzedaży używanych maszyn uzyskuje się b. słabe ceny. Klient taki pozbywając się samodzielnego napędu na rzecz nawet tak wygodnego i idealnie równego napędu, jak elektryczny, co w młynarstwie ma specjalne znaczenie z uwagi na t. zw. szancowanie i dodatkowe straty, nie zgodzi się na zamianę napędu po cenach wyższych, niż jego koszty bezpośrednie. W dodatku do takiego klienta trzeba budować linię i transformatornię na własny koszt elektrowni, zostawiając mu jedynie elektryfikację samego młyna na jego koszt. Chcąc uzyskać większe ceny od takiego młynarza, trzeba czekać latami długimi, aż instalacja na gaz ssany będzie u niego tak zniszczona, że będzie zmuszony zmienić ją na nową, względnie przejść na napęd elektryczny. Jednak przy tej ewentualności trzeba na długo zrezygnować z elektryfikacji młyna.

W drugiej alternatywie, t. j. gdy klient posiada instalację elektryczną, znajduje się on poniekąd w rękach elektrowni. Nie tak łatwo jest grozić mu przejściem na napęd na gaz ssany, gdyż wymaga to dużych kosztów, straty czasu, a ponadto zorganizowania po długich namysłach kalkulacyjnych zmiany napędu; te przeszkody w praktyce stanowią taką trudność, że elektrownia może uzyskiwać od takiego klienta ceny wyższe nawet od kosztów całkowitych wytwarzania przez silniki na gaz ssany. Wydaje się jednak, że polityka wyzyskiwania do maksimum klienta nie powinna być stosowana, gdyż: 1. osłabia jego możliwości konkurencyjne w stosunku do posiadacza silnika na gaz ssany, a przez to odbija się w mniejszym zużyciu energii i niemożności rozszerzenia przedsiębiorstwa; 2. stanowi odstraszący przykład dla posiadaczy silników na gaz ssany. Argument, że przy prawidłowej gospodarce posiadacz silnika na gaz ssany powinien wliczać koszty kapitału w praktyce nie ma większego znaczenia, a uwzględniając, że rozpiętość między kosztami bezpośrednimi i całkowitymi jest nie wielka, zwłaszcza przy dużym czasie użytkowania 4 000 do 5 000 godzin, co z reguły występuje w przemyśle młynskim, należy przyjść do wniosku, że i tu podstawą do obliczenia ceny kWh winny być koszty bezpośrednie.

W ostatniej alternatywie, gdy klient buduje młyn, jak wynika z powyższego rozumowania, należy również oprzeć ceny na kosztach bezpośrednich, można tu jednak żądać pokrycia kosztów linii i transformatorni przez klienta. Oczywiście, kwota wpłacona w ten sposób zostaje następnie zwrócona prądem. Jest to doskonała gwarancja, że inwestycja nie pójdzie na marne, a transakcja taka nie jest sprzeczna z obowiązkiem dostawy prądu w/g uprawnienia, gdyż sprzedaż energii odbywa się po cenach niższych, niż uprawnieniowe. Muszę dodać do doświadczenia, że klienci chętnie wpłacają taki awans, gdyż jest to wydatek zwrotny w porównaniu do wydatku na instalację na gaz ssany, który przepada. Robią to tym chętniej, że normalnie koszty inwestycji elektrycznych są znacznie mniejsze, niż koszty instalacji na gaz ssany.

Uwzględniając tak niskie ceny przy dużej ilości godzin użytkowania energii wytwarzanej przez silniki na gaz ssany, łatwo dojść do wniosku, że nawet turbinowe małe elektrownie nie są w stanie z nimi konkurować. Jeżeli taka elektrownia, której rzeczywiste koszty wy-

tworzenia są większe, decyduje się na sprzedaż energii dla młynów, to musi zrezygnować z normalnej kalkulacji. Jest jedna racjonalnie uzasadniona możliwość dostawy energii dla młynów nawet przy kosztach wytwarzania wynoszących znacznie więcej, niż cena sprzedażna. Jeżeli elektrownia rozporządza nadmiarem mocy, to dla takiego klienta, którego czas użytkowania wynosi 4 000 czy 5 000 godzin, opłaca się zrobić wyjątek i w kalkulacji ceny uwzględnić tylko koszty węgla i kapitału w urządzeniach rozdzielczych służących tylko dla powyższego odbiorcy.

Koszty węgla dla elektrowni o mocy 1 500 kW przy obciążeniu szczytowym 700 kW i 3 500 godzin użytkowania tej mocy, wynoszą około $1,2 \text{ kg} \times 0,023 \text{ zł.}$ (cena miała) = 2,78 gr., jest więc dosyć duży dystans między nimi, a ceną, jaką można uzyskać z młyna. Jednakże taka kalkulacja może być uzasadniona tylko nadmiarem mocy, a w żadnym razie nie może być brana pod uwagę przy budowie czy rozszerzeniu elektrowni.

Z porównania kosztów wytwarzania energii przez silniki na gaz ssany, wynika jeszcze jeden ciekawy wniosek. Otóż rozpiętość kosztów w małej instalacji i przy nie wielkiej ilości godzin pracy w porównaniu do instalacji dużej i dużej ilości godzin pracy jest znaczna, bo w granicach kilkuset procent. Tak więc przy napędzie na gaz ssany konkurencja małego młyna pracującego dorywczo jest niemożliwa z konkurencją dużego młyna pracującego ciągle. Dopiero dostawa energii elektrycznej przez odpowiednią politykę cen może wyrównać tę różnicę i umożliwić pracę małych młynów, których wypłacalność jest z reguły lepsza, w sąsiedztwie dużych młynów. Ponad to należy pamiętać, że tendencja do budowy małych młynów jest zawsze silniejsza niż do budowy dużych, z uwagi na małe koszty inwestycji.

Koszty wytwarzania energii przez silniki na gaz ssany są bezspornie w obecnych stosunkach najtańsze dla

drobnych urządzeń w porównaniu do kosztów wytwarzania czy to przez silniki spalinowe, napędzane benzyną czy ropą, czy też przez lokomobile parowe, co należy wziąć pod uwagę przy budowie małych elektrowni. Dla ilustracji podam, ile wynoszą koszty paliwa na 1 kWh dla nowego silnika 40 KM przy pełnym obciążeniu i dzisiejszych cenach oraz odległości od kopalń węgla ok. 480 km.

Koszty paliwa na 1 kWh dla silnika 40 KM.

Rodzaj silnika	Koszt paliwa na 1 kWh gr		Cena paliwa gr
Silnik benzynowy	16,0 gr.		75 gr./kg
Silnik ropowy	6,8 gr.		25 gr./kg
Lokomobila parowa	7,4 gr. na wydmuch	4,15 gr. z konden- sacją	2,3 gr./kg
Silnik na gaz ssany	2,27 gr.		1,6 gr./kg

Jeżeli chodzi o przyszłość silników na gaz ssany, to wydaje się, że na dalszy dystans drzewo nie może odegrać tej roli, co dziś. Obecne ceny drzewa spowodowane ogromną podażą z uwagi na wycinanie lasów będą musiały się podnieść, kiedy stan zalesienia przestanie się zmniejszać, jak to się dzieje obecnie w Polsce. Pozostanie jednak możliwość wytwarzania energii przez silniki na gaz ssany z generatorami węglowymi, które aczkolwiek podnoszą koszty eksploatacji będą jednak zawsze groźnym konkurentem dla cen energii elektrycznej.

Ceny materiałów, podane w niniejszym artykule odnoszą się do stanu z września 1936 r., obecnie uległy one zmianie, szczególnie co do drzewa. Ceny rzeczywiste energii z silników na gaz ssany dla danego miejsca i czasu łatwo jest wypośredkować, posługując się danymi z powyższego artykułu. inż. el. **Henryk Kaczmarczyk.**

R Ó Ż N E

Konkurs na stypendium Sp. Akc. „Perun” dla inżyniera pragnącego odbyć studia w Wyższej Szkole Spawania w Paryżu.

Wyższa Szkoła Spawania w Paryżu jest jedynym zakładem naukowym, który specjalnie i wyłącznie kształci inżynierów spawaczy, i dlatego na studia w tej szkole zjeżdżają się inżynierowie z całego świata. Ponieważ w Polsce daje się silnie odczuć zapotrzebowanie na inżynierów wyspecjalizowanych w dziedzinie spawania, a nasze politechniki nie posiadają jeszcze osobnych katedr tego przedmiotu, Sp. Akc. „Perun” przeznaczyła stypendium w sumie zł. 6 000 dla inżyniera narodowości polskiej, do lat 30, który pragnąłby odbyć studia jednoroczne w Wyższej Szkole Spawania w Paryżu. Stypendium to całkowicie wystarcza do pokrycia kosztów studiów i pobytu w Paryżu.

Początek roku akademickiego 1 listopada, zakończenie 30 czerwca. Program studiów i wszelkie informacje, dotyczące Wyższej Szkoły Spawania, są podane w Nr. 7 1936 r. „Spawania i Cięcia Metali”.

Warunkiem niezbędnym dla otrzymania stypendium jest dobra znajomość języka francuskiego. Ponadto inżynierowie, którzy mogą się wykazać znajomością metaloznawstwa, mają pierwszeństwo. Znajomość spawania pożądana, ale niekonieczna.

Stypendium jest bezwrotne: jedynym zobowiązaniem stypendysty jest rzetelna praca dla otrzymania dyplomu.

Inżynierowie, pragnący ubiegać się o to stypendium, proszeni są o zgłaszanie swoich kandydatur wraz z życiorysem i szczegółowymi danymi ze studiów i praktyki p. a. Sp. Akc. „Perun”, Warszawa 1, ul. Jasna 1.

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

Biurowisko 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 „Przeгляд 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.