

Największe gęstości prądu według Arnolda są następujące:
dla szczotek metalowych od 15 do 40 amperów na centymetr kwadratowy powierzchni styku szczotki z komutatorem,
dla szczotek węglowych bardzo miękkich od 8 do 11 A na cm²,
dla szczotek miękkich od 6 do 10 A na cm²,
dla szczotek średniej twardości od 5 do 7 A na cm²,
dla szczotek twardych od 4 do 6 A na cm²,
dla szczotek węglowo-metalowych od 15 do 30 A na cm²,
zależnie od rodzaju i składu materiałów, użytych do wyrobu tych szczotek.

Odległość po obwodzie komutatora pomiędzy sąsiednimi szczotkami musi wynosić dokładnie $\frac{360^\circ}{2p}$. Przesuwając cały układ szczotek, należy znaleźć miejsce, gdzie szczotki całkiem nie iskrzą, lub iskrzą najmniej.

Zazwyczaj fabryka znaczy czerwoną kreską najwłaściwsze położenie trzymadła szczotkowego. Gdyby tego znaku nie było, to trzymadło szczotkowe należy przy biegu jałowym maszyny, nastawić w ten sposób, aby szczotki dotykały tych wycinków komutatora, które są połączone bezpośrednio z drutami uzwojenia twornika, znajdującymi się w środku pomiędzy biegunami magnesu.

15. Prądnica magnetoelektryczna.

Gdy pole magnetyczne, wzniesające napięcie w tworniku, mamy od stałego magnesu stalowego, to taką prądnicę nazywamy magnetoelektryczną.

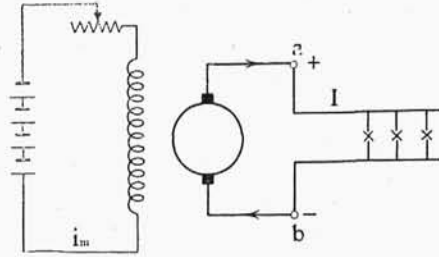
Strumień magnetyczny takich magnesów z czasem zawsze słabnie i wogóle nie ma takiej gęstości linii, jaką można osiągnąć zapomocą elektromagnesów, przeto prądnice magnetoelektryczne stosowane są rzadko, np., do zapalania mieszanki w silnikach spalinowych i t. p.

16. Prądnica obcowzbudna.

Gdy elektromagnesy prądnicy są zasilane prądem z obcego źródła, np., z baterji akumulatorów, lub z innej prądnicy, to taką prądnicę nazywamy obcowzbudną.

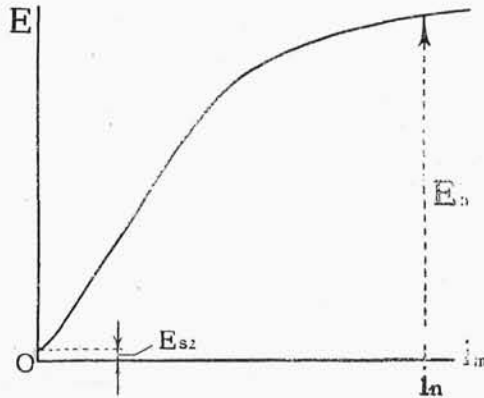
Przy stałej szybkości wirowania twornika, siła elektromotoryczna w tworniku jest wprost proporcjonalna do wielkości strumienia magnetycznego, przenikającego twornik.

Zapomocą opornika, rys. 53, w obwodzie elektromagnesów, możemy zmieniać natężenie prądu magnesującego i_m , przez co



Rys. 53.

zmieniać się będzie również strumień magnetyczny, a więc i siła elektromotoryczna. Wobec zmiennych własności magnetycznych żelaza, strumień Φ nie rośnie proporcjonalnie do natężenia prądu magnesującego i_m , przeto siła elektromotoryczna przy zmianie prądu magnesującego nie zmienia się proporcjonalnie do i_m , lecz według wykresu podanego na rys. 54.



Rys. 54.

Przy $i_m = 0$ siła elektromotoryczna pod wpływem magnetyzmu szczątkowego, ma wartość E_{sz} , która wynosi zazwyczaj około 5 do 10% siły elektromotorycznej normalnej.

Przy wzrastaniu prądu i_m , siła elektromotoryczna początkowo rośnie niemal proporcjonalnie do natężenia prądu magnesującego, dalej jednak linia wykresu zakrzywia się, a potem znowu idzie prawie prosto, pod małym kątem względem osi prądu, co powoduje przy jednakowym wzroście prądu, znacznie mniejszy wzrost napięcia.

Wielkość normalna siły elektromotorycznej E_n prądnicy, bywa zwykle tuż za zagięciem linii wykresu.

Z powyższych rozważań wynika, że zapomocą opornika w obwodzie elektromagnesów możemy regulować siłę elektromotoryczną prądnicy obcowzbudnej w granicach od 0,1 do 1 i wyżej od normalnej wartości.

Przy obciążeniu prądnicy, np., w miarę dodawania równolegle połączonych lamp, w obwodzie zewnętrznym powstaje prąd I , stopniowo wzrastający, ze względu na to, że oporność obwodu zewnętrznego maleje.

Przy wzrastaniu prądu obciążającego I , maleje napięcie na zaciskach prądnicy. Przyczyn tego jest kilka. Mamy spadek napięcia wywołany przez opór twornika i przejście prądu przez styki między szczotkami i kolektorem:

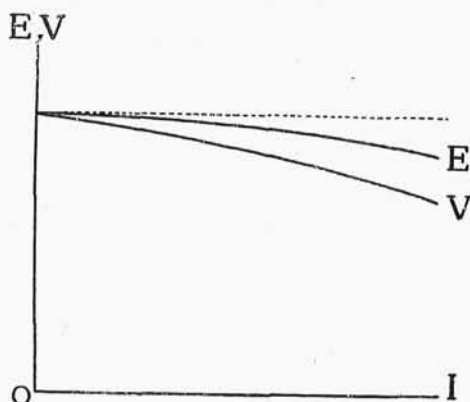
$$Ir_t + 2\Delta v.$$

r_t — oporność twornika¹⁾; Δv — spadek napięcia przy przejściu prądu przez styk szczotek jednego bieguna.

Wobec tego napięcie na zaciskach prądnicy wyniesie:

$$V_{ab} = E - (Ir_t + 2\Delta v)$$

Przy wzrastaniu natężenia prądu, jak jasno wynika z powyższego wzoru, napięcie na zaciskach prądnicy spada. Spadek napięcia V_{ab} ma jednak miejsce nie tylko skutkiem zwiększenia wartości Ir_t ,



Rys. 55.

¹⁾ Jeżeli maszyna posiada bieguny zwrotne, mające uzwojenie połączone w szereg z twornikiem, to w powyższym wzorze zamiast r_t będziemy mieli oporność łączną $r_t + r_z$, twornika i uzwojenia biegunów zwrotnych.

lecz jeszcze skutkiem pewnego zmniejszenia się siły elektromotorycznej E , wobec osłabienia strumienia magnetycznego elektromagnesów przez reakcję twornika. Na rys. 55, widzimy przebieg E i V przy zmianie I .

Funkcja:

$$E = f(I)$$

nazywa się charakterystyką wewnętrzną prądnicy, a

$$V = f(I)$$

charakterystyką zewnętrzną.

Normalny spadek napięcia od biegu luzem do pełnego obciążenia, w prądnicach obcowzbudnych bez biegunów zwrotnych wynosi: od 8 do 12%, a z biegunami zwrotnymi tylko od 6 do 10%, ze względu na mniejsze odkształcenie strumienia magnetycznego.

17. Prądnica samowzbudna bocznikowa. Samowzbudzanie się prądnicy.

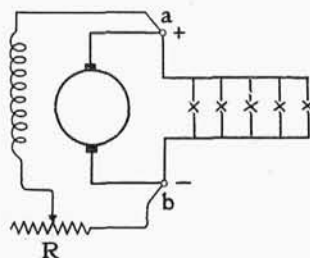
Prąd z twornika prądnicy bocznikowej rozgałęzia się na prąd w elektromagnesach i prąd w obwodzie zewnętrznym, rys. 56.

Gdy puszcza się prądnicę w ruch, obwód zewnętrzny zwykle jest otwarty. Wtedy prąd płynie tylko w obwodzie elektromagnesów, utworzonym z twornika, uzwojenia elektromagnesów i opornika — R , regulującego ten prąd.

Gdy wprowadzimy w ruch wirnik twornika prądnicy, to w uzwojeniach twornika powstanie słaba siła elektromotoryczna pod wpływem magnetyzmu szczątkowego w rdzeniach elektromagnesów.

Ta mała siła elektromotoryczna wywoła w zamkniętym obwodzie uzwojenia elektromagnesów niewielki prąd. Gdy połączenie uzwojenia elektromagnesów ze szczotkami będzie odpowiednie, to prąd powyższy wzmocni strumień magnetyczny elektromagnesów, przez co powiększy się siła elektromotoryczna, wzniecona w tworniku.

Dla zorientowania się, od czego zależy wzrastanie siły elektromotorycznej twornika, przeprowadzimy następujące rozumowanie analityczne.



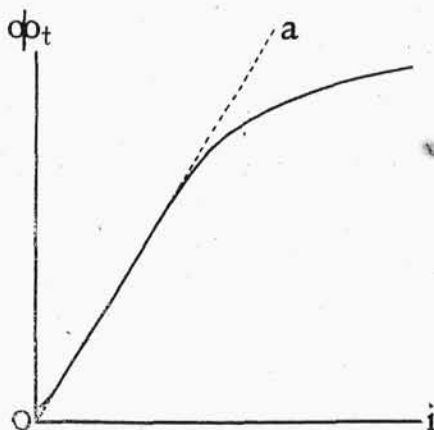
Rys. 56.

Oznaczmy przez i_t — prąd w obwodzie elektromagnesów w chwili t , przez E_t — siłę elektromotoryczną w tworniku w chwili t , przez R — oporność omową całego obwodu elektromagnesów w czasie samowzbudzania, a więc łącznie z opornością twornika, przez L — indukcyjność tego obwodu.

Wtedy prąd w tym obwodzie w chwili t czynić musi zadość równaniu:

$$i_t R = E_t - L \frac{di_t}{dt} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (1)$$

Strumień magnetyczny, w zależności od prądu w elektromagnesach, zmienia się według krzywej, wykreślonej linią ciągłą na



Rys. 57.

rys. 57. Załóżmy narazie, że strumień zmienia się według linii prostej kropkowanej oa , wtedy:

$$\Phi_t = C_1 i_t$$

gdzie C_1 — oznacza stały współczynnik, zależny od oporności magnetycznej obwodu magnetycznego: im oporność ta jest mniejsza, tem C_1 jest większe.

Siła elektromotoryczna w tworniku jest proporcjonalna do wielkości strumienia magnetycznego, jeżeli więc C_2 będzie współczynnikiem stałym, to:

$$E_t = C_2 \Phi_t$$

Stała C_2 jest wprost proporcjonalna do szybkości wirowania twornika. Zapomocą powyższych dwóch zależności możemy w równaniu (1) zastąpić i_t przez E_t , wtedy równanie (1) przybierze postać:

$$\frac{E_t}{C_1 C_2} R = E_t - L \frac{1}{C_1 C_2} \frac{dE_t}{dt}$$

stąd:

$$dE_t = \frac{1}{L} E_t (C_1 C_2 - R) dt$$

Wzrost siły elektromotorycznej może mieć miejsce tylko wtedy gdy:

$$dE_t > 0$$

stąd powstaje warunek:

$$C_1 C_2 - R > 0$$

Uwzględniając powyżej podany wpływ oporności obwodu magnetycznego na czynnik C_1 i szybkości wirowania twornika na czynnik C_2 , z powyższej nierówności wypada, że prądnica wzbudzi się tylko wówczas, gdy oporność obwodu magnetycznego będzie dość mała, szybkość wirowania twornika dość wielka, i oporność elektryczna obwodu elektromagnesów dość mała, aby istniała nierówność:

$$C_1 C_2 > R$$

Z tych wywodów nie widać narazie, co kładzie kres wzrastaniu siły elektromotorycznej, gdyż, póki $C_1 C_2 > R$, przyrost siły elektromotorycznej jest zawsze dodatni. Dla wyjaśnienia okoliczności, przy których siła elektromotoryczna, wzniecona w tworniku, przestaje rosnać, należy zwrócić uwagę na to, że powyższe rozumowania opierały się na założeniu prostoliniowej zależności Φ_t od i_t , w rzeczywistości zaś wykres $\Phi_t = f(i_t)$ zagina się ku dołowi, skutkiem wzrostu oporności magnetycznej obwodu, w którym przebiega coraz większy strumień magnetyczny. Powoduje to zmniejszenie się współczynnika C_1 , skutkiem czego w pewnej chwili zachodzi równość:

$$C_1 C_2 = R$$

wtedy $dE_t = 0$ i dalszy wzrost siły elektromotorycznej ustaje.

Siłę elektromotoryczną prądnicy wzbudzonej można wyznaczyć z dwóch zależności funkcyjnych, podanych wykresowo na rys. 58. Mamy tu wykres (linja I), wyrażający zależność siły elektromotorycznej w tworniku od prądu w obwodzie elektromagnesów. Ze wzorów:

$$E = C_2 \Phi \quad \Phi = C_1 i$$

wypada:

$$E = C_2 C_1 i$$

gdzie C_1 jest współczynnikiem zmiennym zależnym od stopnia nasycenia żelaza przez strumień magnetyczny. A pozatem mamy również zależność ustalonej siły elektromotorycznej od stałego prądu w elektromagnesach na zasadzie prawa Ohma

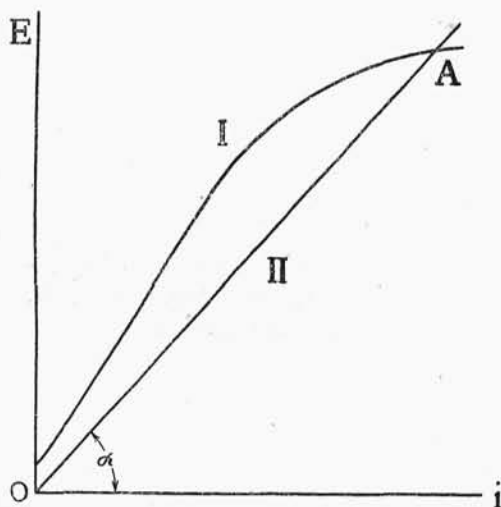
$$i = \frac{E}{R}$$

stąd:

$$E = R i$$

Na rys. 58 linja II, tu $\operatorname{tg} \alpha = R$.

Ustalony prąd i i ustalona siła elektromotoryczna muszą czynić zadłość obu wykresom, więc szukaną ich wielkość wskazuje punkt prze-



Rys. 58.

cięcia A obu linii, które są wykreślone razem na rys. 58. Z rys. 58, widzimy również, że, im niżej przebiega linja I i wyżej linja II, tem mniejszą otrzymamy siłę elektromotoryczną wzbudzonej prądnicy. W szczególności, gdy prosta II przy dużej oporności R , a więc i znacznym kącie α będzie styczną do krzywej I-ej, prądnica wogóle nie wzbudzi się, gdyż, jak widać z wykresu, przecięcie nastąpi w pobliżu punktu, odpowiadającego szczątkowemu magnetyzmowi. Z tych wszystkich rozważań wynika, że dla wzbudzenia się prądnicy niezbędne są następujące warunki:

1. Istnienie szczątkowego magnetyzmu.
2. Właściwy kierunek prądu w elektromagnesach, przy którym prąd ten sprzyja wzrostowi strumienia magnetycznego.
3. Dostateczna szybkość wirowania twornika (taka, jak wskazana na tabliczce cechowej maszyny).
4. Dość mała oporność magnetyczna obwodu magnetycznego (nie za szeroka szczelina powietrzna).
5. Dość mała oporność obwodu elektrycznego elektromagnesów, a więc dobrze przyszlifowane i przyciśnięte szczotki, dobre kontakty we wszystkich złączach i odpowiednia oporność opornika regulacyjnego.

18. Charakterystyka obciążenia prądnicy bocznikowej.

Gdy będziemy włączać coraz więcej lamp w obwodzie zewnętrznym prądnicy, oporność tego obwodu maleje i przez to prąd rośnie. Napięcie zaś na zaciskach prądnicy spada. Składają się na to różne przyczyny.

Z przepływu prądu na rys. 56, widzimy, że:

$$V_{ab} = E - [(I + i) r_t + 2 \Delta v]$$

W miarę wzrostu prądu I , zwiększa się spadek napięcia w tworniku $(I + i) r_t$, rośnie nieco również i spadek napięcia $2 \Delta v$ na styku szczotek. Poza to siła elektromotoryczna E nie zachowuje swej wartości, a zmniejsza się pod wpływem reakcji twornika i malejącego prądu w elektromagnesach.

Przez to, w miarę zwiększania się prądu, napięcie spada coraz więcej, tak, że tym samym przyrostom prądu odpowiadają coraz większe spadki napięcia.

Przy normalnem obciążeniu w prądnicach bez biegunów zwrotnych napięcie spada od 15 do 20%, a z biegunami zwrotnymi od 10 do 15%.

Napięcie prądnicy bocznikowej można przy obciążeniu utrzymać stałym przesuwając rączkę opornika R , rys. 56, w obwodzie elektromagnesów. Chcąc podwyższyć napięcie, zmniejszamy oporność opornika, wtedy prąd w elektromagnesach wzrasta, a zatem wzrasta strumień magnetyczny, co powoduje wzrost siły elektromotorycznej. Obniżyć napięcie na zaciskach prądnicy bocznikowej można, tylko niewiele, np., od napięcia normalnego do 0,6 normalnej wartości; przy próbach dalszego obniżenia napięcia, napięcie spada zupełnie, mówimy wtedy, że prądnica rozmagnesowuje się.

Zazwyczaj stosowane napięcia prądnic wynoszą:

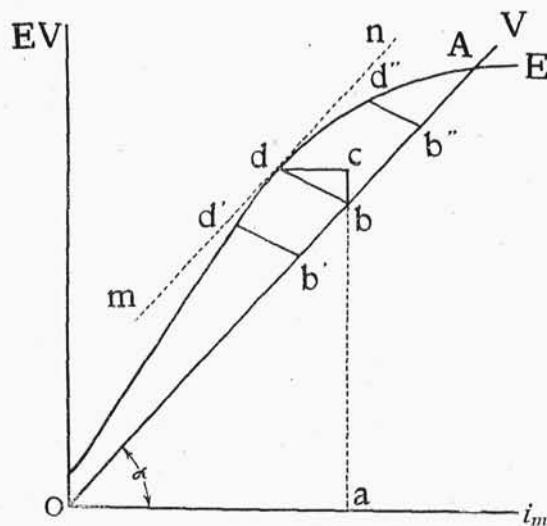
115 — 230 — 460 woltów.

Wyjątkowo do ładowania akumulatorów budują się specjalne prądnice z regulacją napięcia: w granicach od 115 do 160, albo od 230 do 320 woltów. W tych przypadkach przy wyższych napięciach prądnice powinny być obciążone najwyżej połową prądu dopuszczalnego przy napięciach niższych.

W kolejnictwie elektrycznym stosowane są prądnice o napięciu jeszcze wyższym. Napięcia prądu pomiędzy przewodem ślizgowym a szynami w urządzeniach tramwajowych wynoszą: 500 do 800 woltów, a na kolejach zamiejskich i międzymiastowych: 750 do 2500 woltów.

19. Zachowanie się prądnicy bocznikowej przy przeciążeniu.

Zachowanie się prądnicy przy przeciążeniu łatwo przewidzieć teoretycznie na podstawie wykresu, rys. 59, charakterystyki biegu



Rys. 59.

jałowego, wyrażającej zależność siły elektromotorycznej E w tworniku od prądu magnesującego w uzwojeniach elektromagnesów, przy biegu jałowym (gdy obwód zewnętrzny jest przerwany), oraz

zależności napięcia na szczotkach również od prądu w elektromagnesach według prawa Ohma:

$$i_m = \frac{V_{ab}}{R_m}$$

stąd:

$$R_m = \frac{V_{ab}}{i_m} = \operatorname{tg} \alpha \text{ — wielkość stała.}$$

R_m — oznacza tu oporność uzwojenia elektromagnesów łącznie z oporem opornika regulacyjnego. Pomiedzy prostą V i krzywą E mieści się charakterystyczny trójkąt bcd , którego boki mają następujące znaczenie.

$$\text{Bok } \overline{bc} = (I + i) r_t + 2 \Delta v$$

co stanowi spadek napięcia w uzwojeniu twornika i na stykach szczotek z kolektorem.

Bok \overline{dc} przedstawia prąd kompensujący reakcję twornika.

Wielkość tego prądu może być wyrażona zapomocą prądu w tworniku w sposób następujący:

$$\overline{dc} = \frac{(I + i) z'}{z_m}$$



Tu z' — oznacza liczbę zwojów z prądem twornikowym odpowiadającą pełnej reakcji twornika ¹⁾, a z_m — liczbę zwojów w cewkach elektromagnesów. A więc:

$$\overline{bd} = (I + i) \sqrt{(r_t + q)^2 + \left(\frac{z'}{z_m}\right)^2}$$

gdzie:

$$q = \frac{2 \Delta v}{I + i}$$

uważać będziemy w przybliżeniu za wielkość stałą.

Wtedy odcinek \overline{bd} może być uważany za proporcjonalny do prądu w tworniku, a więc wyraża w pewnej skali ten prąd. Odpoc-

¹⁾ Amperozwoje rozmagnesowujące twornika składają się z amperozwojów wyraźnie przeciwdziałających amperozwojom elektromagnesów i z części reszty amperozwojów twornikowych tak zwanych poprzecznych, które muszą być również w pewnej mierze zrównoważone, gdyż one wywołują zgęszczanie strumienia magnetycznego w jednej połowie, a przy tym zgęszczaniu zmniejsza się przenikalność magnetyczna żelaza, co powoduje ogólne zmniejszenie strumienia.

wiadające temu prądowi napięcie na zaciskach prądnicy wyraża odcinek \overline{ab} , a siłę elektromotoryczną odcinek \overline{ac} .

Przy zmianie obciążenia prądnicy zmienia się długość odcinka \overline{db} , ale kierunek jego pozostaje stały, gdyż stały jest stosunek boków \overline{dc} i \overline{cb} według poprzednich rozważań. W miarę zwiększania się obciążenia prądnicy odcinek \overline{db} przesuwa się w dół od punktu A . Punkt A odpowiada biegowi jałowemu prądnicy, o ile prąd w elektromagnesach uważać będziemy za nieznaczący.

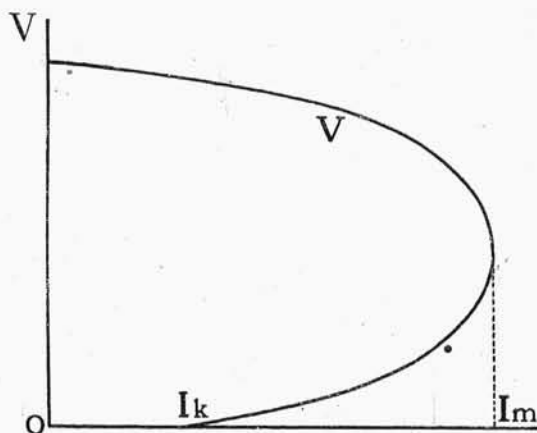
Wobec tego, że prąd w elektromagnesach jest zwykle bardzo mały w porównaniu do prądu obciążenia, w przybliżeniu możemy uważać odcinek \overline{db} za wyrażający prąd obciążenia.

Z długości odcinków \overline{db} , na rys. 59, wynika, że przeciążenie prądnicy prądem jest ograniczone.

Największy możliwy prąd wyraża odcinek \overline{db} poprowadzony z punktu, w którym prosta mn , równoległa do prostej OA , jest styczną do krzywej siły elektromotorycznej E .

Jeżeli po osiągnięciu tego prądu, będziemy w dalszym ciągu włączali w obwód zewnętrzny prądnicy, np., lampy w równoległym układzie, to prąd nie wzrośnie, lecz zmaleje, gdyż odcinek \overline{db} przesunie się na wykresie poniżej maksymalnej wielkości.

Wobec tego zależność napięcia od prądu w obwodzie zewnętrznym t. j. charakterystyka zewnętrzna wyraża się wykresem $V = f(I)$,



Rys. 60.

rys. 60. Tu I_m jest prądem maksymalnym jaki może wytworzyć prądnica, a I_k — prądem zwarcia, gdy zaciski prądnicy zostaną zwarte znikomym oporem.

Doświadczenie wskazuje, że prąd I_m — maksymalny, określony przez odpowiednią próbę, wypada nieco większy od obliczonego teoretycznie; tłumaczy się to tem, że w rzeczywistości w miarę zgęszczania się strumienia magnetycznego, reakcja twornika rośnie niezupełnie proporcjonalnie do natężenia prądu, wobec wzrostu oporności magnetycznej żelaza. Przy znacznych zatem obciążeniach reakcja jest nieco słabsza, niżby to wypadało z zasady proporcjonalności.

20. Prądnica samowzbudna głównikowa (szeregowa).

W prądniczy szeregowej, rys. 61, twornik, uzwojenie elektromagnesów i obwód zewnętrzny tworzą jeden obwód zamknięty, w którym przebiega ten sam prąd elektryczny.

Przy wyłączonych odbiornikach mamy prąd przerywany i napięcie na zaciskach prądnicy V_{ab} równa się sile elektromotorycznej wywołanej magnetyzmem szczątkowym.

Przy zmniejszeniu oporności obwodu zewnętrznego, prądnica zaczyna się wzbudzać, natężenie prądu rośnie początkowo powoli, potem zaś prędkiej.

Mamy tu narazie stan nieustalony, tak, że szeregu punktów przejściowych osiągnąć na stałe nie można. Ze wzrostem prądu bowiem rośnie działanie magnesujące cewek elektromagnesów i przez to otrzymuje się coraz wyższe napięcie.

Związek pomiędzy siłą elektromotoryczną i napięciem wyraża się wzorem:

$$V_{ab} = E - [I(r_t + r_m) + 2\Delta v]$$

$I(r_t + r_m)$ wyraża spadek napięcia w tworniku i uzwojeniach elektromagnesów, a $2\Delta v$ — na stykach szczotek.

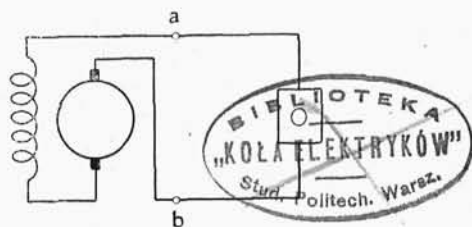
Przy przeciążeniu prądnicy napięcie zaczyna spadać.

Na rys. 62, mamy wykres charakterystyki wewnętrznej $E = f(I)$ i wykres charakterystyki zewnętrznej $V = f(I)$.

Największy prąd będzie przy zwarcu.

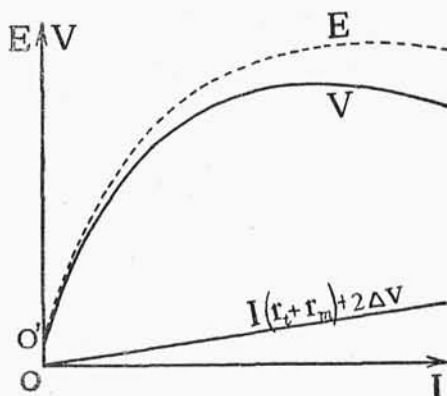
Wtedy $V_{ab} = 0$

$$E = I_k(r_t + r_m) + 2\Delta v_k$$



Rys. 61.

Wykres siły elektromotorycznej w zależności od prądu $E = f(I)$, czyli charakterystyka wewnętrzna, wskazuje, że przy znacznym przeciążeniu reakcja twornika powoduje spadek siły elektromotorycznej.



Rys. 62.

Prąd zwarcia znajdziemy, przeprowadzając prostą pod kątem α do osi I ; kąt ten czynić powinien zadość równaniu:

$$\operatorname{tg} \alpha = r_l + r_m + \frac{2 \Delta v}{I}$$

Punkt przecięcia tej prostej z krzywą $E = f(I)$ odpowiada prądowi zwarcia.

Z wykresu:

$$V_{ab} = f(I)$$

wynika, że prądnica szeregową nie może być użyta do zasilania obwodów o stałym napięciu, stosowanych obecnie do oświetlenia i przesyłania siły.

21. Prądnica samowzbudna bocznikowo-głównikowa.

W celu uniknięcia przy zmiennym obciążeniu, potrzeby regulowania napięcia prądnicy bocznikowej zapomocą opornika w obwodzie bocznika, dodaje się na elektromagnesach uzwojenie pomocnicze, szeregowo, rys. 63¹⁾. Kierunek prądu w uzwojeniu szerego-

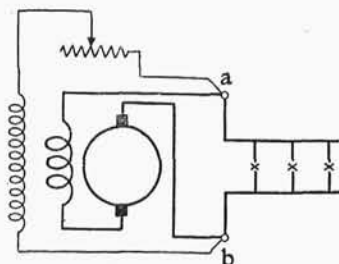
¹⁾ Obwód bocznika można odgałęzić od zacisków prądnicy za uzwojeniem szeregowym, lub też od szczetek. Zwykle dogodniej jest odgałęziać od zacisków prądnicy.

wem bierzemy taki, aby ono współdziałało z uzwojeniem bocznikowym.

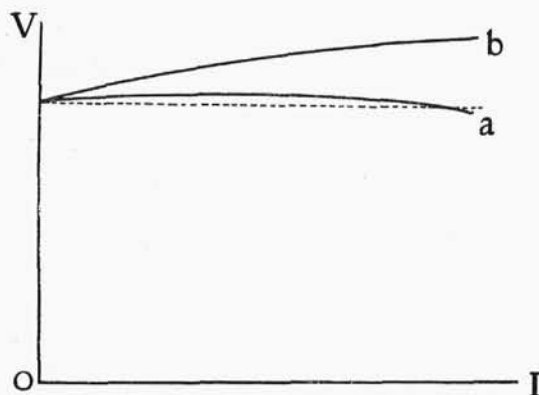
W miarę wzrostu prądu w tworniku przy obciążeniu prądnicy zwiększa się magnesujące działanie uzwojenia głównikowego, równoważąc reakcję amperozwojów twornika, a nawet, zwiększając nieco strumień magnetyczny, wzniecający siłę elektromotoryczną w tworniku.

Przez to, w miarę obciążenia prądnicy, siła elektromotoryczna twornika wzrasta i, równoważąc spadek napięcia w tworniku, daje napięcie na zaciskach stałe, albo nieco wzrastające, stosownie do ilości amperozwojów głównikowych.

Gdy odbiorniki znajdują się w pobliżu prądnicy, stosuje się prądnica, mająca charakterystykę *a*, rys. 64; jeżeli zaś odbiorniki



Rys. 63.



Rys. 64.

są daleko i trzeba wyrównać spadek napięcia w długich przewodach, to bierzemy prądnicę z charakterystyką *b*. Wtedy napięcie na zaciskach prądnicy w miarę obciążenia nieco rośnie, natomiast na odbiornikach pozostaje stałe.

Prądnice bocznikowo-szeregowe są stosowane do sieci, zasilających odbiorniki o nagłych zmianach obciążenia, wymagające dla prawidłowego działania napięcia stałego.

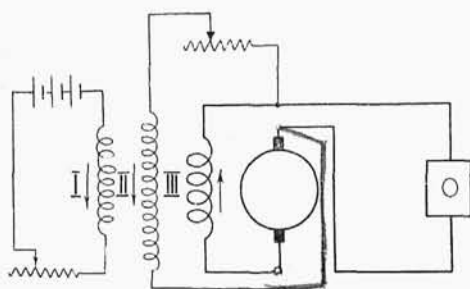
Samoregulacja napięcia takich prądnic szczególnie jest odpowiednia przy obciążeniu mieszanym przez światło i siłę.

Wtedy unikamy znacznych zmian jasności lamp, przy wahaniami w obciążeniu silników elektrycznych.

Dokładne wyregulowanie napięcia takich prądnic odbywa się opornikiem włączonym w szereg z uzwojeniem bocznikowym i oporami włączonymi równolegle do uzwojenia szeregowego magnesu. Opory te są stałe i dobierają się przy próbach w fabryce.

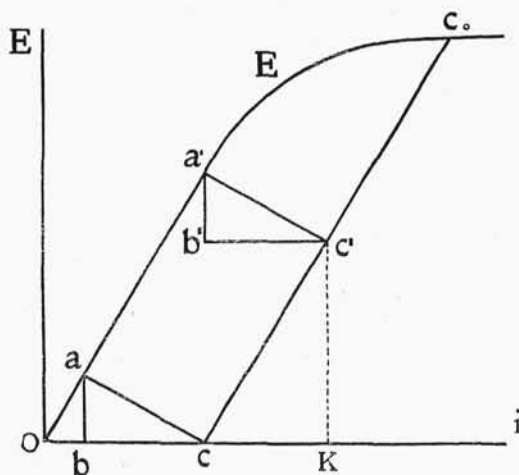
22. Prądnicą na stały prąd o potrójnem wzbudzeniu.

Do spawania elektrycznego i do lamp łukowych w projektach potrzebna jest prądnicą, dająca niemal stałe natężenie prądu przy znacznych zmianach oporności obwodu zewnętrznego.



Rys. 65.

Jeden ze sposobów osiągnięcia tego celu polega na zastosowaniu potrójnego wzbudzenia.



Rys. 66.

W prądnicę pomysłu Ch. Krämera elektromagnesy mają trzy uzwojenia, rys. 65: I — do wzbudzania obcego, II — do wzbudzania bocznikowego i III do wzbudzania głównikowego.