

Akumulatory.

110. Wstęp.

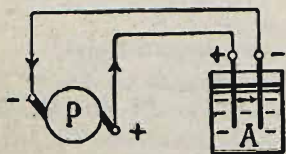
Akumulatorami elektrycznymi nazywamy przyrządy, dostarczające prąd przez pewien czas aż do wyczerpania, a następnie doprowadzane do stanu pierwotnego zapomocą prądu elektrycznego, który z obcego źródła przepuszczamy przez akumulator w kierunku odwrotnym. Składają się one z płytek metalowych, pograżonych w roztworze kwasu lub ługu.

W akumulatorze płytki metalowe ulegają przemianom chemicznym i z tego względu mówimy zwykle, że skutkiem pracy prądu, płynącego do akumulatora z obcego źródła, gromadzi się w nim energia chemiczna, a gdy prąd z akumulatora płynie do lamp i t. p. przyrządów, to wtedy energia chemiczna wytwarza pracę prądu elektrycznego.

Jeżeli przez akumulator przepuszczamy prąd z obecnego źródła, to mówimy, że akumulator **ładuje się**, natomiast, gdy z akumulatora bierzemy prąd, to akumulator **wyładowuje się**.

Przy ładowaniu akumulatora, rys. 280, prąd z prądnicy *P* płynie przez akumulator *A* w kierunku od (+) do (-).

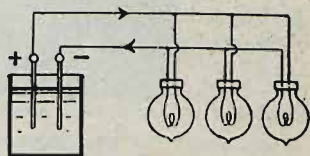
W akumulatorach najczęściej stosujemy płytki ołowiane, a w roztworze kwas siarkowy. Pod wpływem prądu kwas ulega elektrolizie, na biegunie ujemnym wydzielą się gaz wodór, a na



Rys. 280.

dodatnim gaz tlen. Wodór nie łączy się z ołowiem, pod wpływem zaś tlenu powierzchnia ołowiu nagryza się i powstaje połączenie ołowiu z tlenem, zwane dwutlenkiem ołowiu; jest to rodzaj rdzy, barwy czerwonej, bardzo podobnej do rdzy na żelazie. Po pewnym czasie, gdy wytworzy się dosyć dużo dwutlenku ołowiu, akumulator będzie naładowany i można będzie z niego czerpać prąd, czyli wyładować.

Przy wyładowaniu akumulatora, płyty jego łączymy np. z lampami, rys. 281. Wtedy prąd przebiega wewnątrz akumulatora od (—) do (+), odwrotnie jak przy ładowaniu. Kwas siarkowy znowu ulega elektrolizie. Gaz wodór wydziela się teraz na biegunie dodatnim i zabiera tlen z rdzy ołowianej. Na biegunie ujemnym wydziela się tlen, łączący się z ołowiem. Gdy obie płyty będą jednakowo nasycone tlenem, to prąd przestaje płynąć. Wtedy akumulator jest wyładowany, niema w nim siły elektromotorycznej.



Rys. 281.

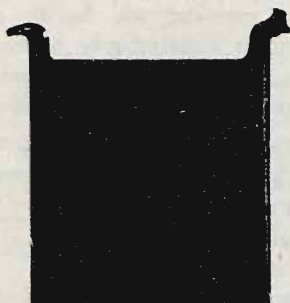
Wyładowany akumulator można znowu naładować, włączając go w obwód, według układu połączeń, wskazanego na rys. 280. Wodór, wydzielający się na minusie, zabiera tlen z rdzy i otrzymujemy tu zupełnie czysty ołów, a na plusie wydziela się tlen, który z ołowiem tworzy rdzę.

111. Budowa i własności akumulatorów.

Najczęściej używane akumulatory Tudora *), mają płyty dodatnie odlane z ołowiu w kształcie ramki z bardzo gęstymi przegródkami, rys. 282, w celu zwiększenia powierzchni styku ołowiu z kwasem. Na rys. 283 widzimy w powiększeniu kawałek poprzecznego przecięcia takiej płyty.

*) Czytaj Tiudora.

Przez przepuszczenie prądu pomiędzy temi płytami, po-
grążonemi w rozstworze kwasu siarkowego wytwarzamy na
powierzchni ołowiu warstwę rdzy ołowianej.



Rys. 282.

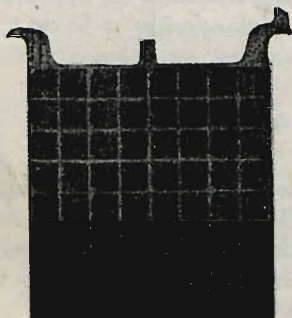


Rys. 283.

Płyty bieguna ujemnego zrobione są inaczej. Mają one
kratki ołowiane z dużemi okienkami, wypełnionemi masą oło-
wianą, przykrytemi z obu stron dziurkowaną blachą ołowianą.
rys. 284.

Na rys. 285 mamy pokazany kawałek takiej płyty w po-
większeniu.

Przygotowanie płyt akumulatorowych z czystego ołowiu,
tak zwane **formowanie**, było wynalezione przez Plante'go.



Rys. 284.



Rys. 285.

Natomiast sporządzanie mieszaniny glejty z minją w postaci ciasta, utworzonego przez zmieszanie tych proszków z kwasem siarkowym i zastosowanie jej do wypełnienia krutek, wynalazł Faure *). Wyżej wskazani wynalazcy budowali obie płyty dodatnią i ujemną każdy na swój sposób. Z czasem jednak przekonano się, że lepiej jest jeden sposób zastosować do wyrobu płyt dodatnich, a drugi do wyrobu płyt ujemnych; tylko do akumulatorów przenośnych stosowane są obie płyty, zrobione według sposobu Faure'a. Tego rodzaju płyty są mniej trwałe, ale przy tej samej pojemności elektrycznej, lżejsze. Pojemnością akumulatorów nazywamy tu ilość amperogodzin elektryczności, którą można otrzymać przy wyładowaniu akumulatora.

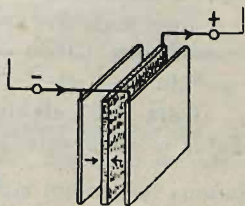
Formowanie płyt akumulatora sposobem Planté, również ma na celu zwiększenie jego pojemności, ponieważ im większa ilość ołowiu ulegnie przemianom chemicznym, tem więcej elektryczności otrzymujemy w prądzie przy wyładowaniu.

Napięcie naładowanego akumulatora ołowianego wynosi 2,1 wolta. Przy wyładowaniu w ciągu kilku minut spada ono do 2 woltów, następnie powoli do 1,8 wolta, a potem już znacznie szybciej do zera. Aby uniknąć stwardzenia i pęknięcia płyt, akumulatory należy wyładowywać przy pełnym prądzie tylko do napięcia 1,8 wolta.

Akumulator ma bardzo małą oporność wewnętrzną, wynoszącą zaledwie drobne części oma, więc zamykając obwód akumulatora przewodnikiem o małym oporze r , rys. 286, możemy otrzymać prąd bardzo silny. Załóżmy np., że siła elektromotoryczna akumulatora wynosi 2 wolty, oporność wewnętrzną — 0,05 oma, a oporność drutu, łączącego płytki przeciwnych bie-



Rys. 286.



Rys. 287.

*) Czytaj For.

gunów 0,002 oma; ogólny opór w obwodzie wyniesie wtedy 0,052 oma, a prąd według prawa Ohma:

$$I = \frac{2}{0,052} = 38 \text{ A.}$$

Prąd taki dla małego akumulatora jest niebezpieczny. Przy tym prądzie zachodzą tak gwałtowne przemiany chemiczne, że płyty łatwo wykrzywiają się i pękają.

Z jednego decymetra kwadratowego zwykłych płyt dodatnich Tudora można brać najwyżej 1,3 ampera.

W celu zabezpieczenia trwałości płyt dodatnich płyty ustawiamy zawsze w ten sposób, aby prąd dopływał do nich z obu stron. Najmniejszy akumulator ma jedną płytę dodatnią w środku, a dwie ujemne po bokach rys. 287.

Zazwyczaj całe płyty pogrążają się w roztworze kwasu siarkowego, więc jeżeli szerokość płyty dodatniej stanowi 15 cm., a wysokość 20 cm., to cała dwustronna powierzchnia, przez którą prąd wchodzi do płyty dodatniej, wyniesie:

$$20 \times 15 \times 2 = 600 \text{ cm}^2 = 6 \text{ dm}^2$$

Prąd największy, który można brać z tego akumulatora bez obawy o uszkodzenie wyniesie:

$$1,3 \times 6 = 7,8 \text{ A.}$$

Taki prąd nazywać będziemy **pełnym**, albo **normylnym** prądem akumulatora.

Przy wyładowywaniu takim prądem, napięcie na płytkach akumulatora spada od 2,1 do 1,8 wolta zwykle w ciągu 3 godzin.

Cała ilość elektryczności, która przepłynie przy wyładowaniu, w zaokrągleniu wypadnie:

$$8 \times 3 = 24 \text{ Ah}^*).$$

Więc pojemność takiego akumulatora wynosi 24 amperogodziny.

*) Czytaj amperogodzin.

Wyładowując ten sam akumulator prądem słabszym, możemy brać prąd dłużej, gdyż napięcie spada wolniej. Tak np. przy dwóch amperach, dopiero po upływie 12 godzin spostrzeżemy zbliżanie się napięcia do 1,8 woltów. W tym czasie przebiegnie również:

$$2 \times 12 = 24 \text{ Ah}$$

elektryczności.

Chcąc doprowadzić napięcie dokładnie do 1,8 wolta, możemy wziąć z akumulatora jeszcze pewną ilość amperogodzin. Im słabszym prądem wyładowujemy akumulator, tem większą ilość amperogodzin możemy wziąć z niego, a więc tem większa jest pojemność tego akumulatora. Tłómaczymy to sobie w ten sposób, że przy słabszym prądzie przemiany chemiczne zachodzą powolniej i głębiej przenikają do materiału płyt, przez co większa jest ilość tego materiału, który przyjmuje udział w przemianach chemicznych.

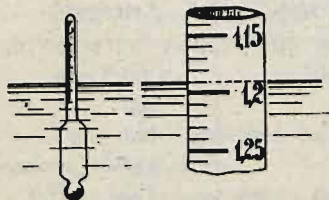
Dla przykładu podajemy zestawienie prądu, czasu wyładowania i pojemności jednego z akumulatorów Tudora.

Natężenie prądu	Czas wyładowania	Pojemność
68,5 A	1 godzina	68,5 Ah
33,3 „	3 „	100 „
22,2 „	5 „	111 „
16,2 „	7,5 „	122 „
13,4 „	10 „	134 „

Ładowanie akumulatorów uskuteczniamy zazwyczaj pełnym prądem i prowadzimy tak długo, aż napięcie wzrośnie od 2,1 do 2,7 wolta. Przy końcu ładowania lepiej jest zmniejszyć prąd do połowy, ponieważ silny prąd ujemnie wpływa na trwałość płyt. Przy rozpoczęciu ładowania napięcie od razu podnosi się od 1,8 do 2,1, a przy rozpoczęciu wyładowania od razu spada od 2,7 do 2,1 wolta.

Koniec ładowania zaznacza się nie tylko przez odpowiedni wzrost napięcia, lecz również przez wydzielanie się wielkiej ilości gazu. Gdy cały ołów, który bierze udział w przemianach chemicznych, wszedł już w związki chemiczne, to, tworzące się przy ładowaniu, gazy: tlen i wodór, zaczynają wydzielać się w postaci pęcherzyków. W końcu ładowania ilości tych pęcherzyków jest tak wielka, że zdaje nam się jakgdyby ciecz w akumulatorach kipiała. Z tego względu ładowanie uważamy za skończone, gdy roztwór kwasu mocno kipi i ilość pęcherzyków jest tak wielka, że kwas ma barwę mleczną.

Najlepiej jednak określa przebieg pracy akumulatora gęstość kwasu. Przy wyładowaniu gęstość kwasu zmniejsza się, a przy ładowaniu wzrasta. Gdy kwas jest odpowiednio rozcieńczony wodą, to przy wyładowywaniu gęstość kwasu zmniejsza się do 1,17, a przy ładowaniu zwiększa się do 1,21. Liczby te wyrażają, ile razy roztwór kwasu, znajdujący się w akumulatorze, jest gęstszy od czystej wody. Do mierzenia gęstości kwasu stosują się przyrządy zwane areometrami.



Rys. 288.

Rys. 289.

Areometr jest to rurka sklana, rys. 288, rozszerzona nieco w dolnej części i zaopatrzona u dołu w odpowiedni ciężarek. W wodzie czystej rurka ta zanurza się prawie cała. W rurce znajduje się papierek z kreskami. Liczbą jeden oznaczamy tę kreskę, która zatrzymuje się

na powierzchni wody czystej. Jeżeli w kwasie rurka będzie pływać tak, że na powierzchni kwasu, rys. 289, znajduje się np. kreska czwarta, licząc w dół od kreski, oznaczonej liczbą 1,15, to gęstość kwasu, w którym pływa areometr, wynosi 1,19.

W celu uproszczenia rachunku na niektórych areometrach zamiast powyższych liczb napisane są inne, według skali, obmyślonej przez Baumé'go*), podług takiego areometru:

*) Czytaj Bomego.

czysta woda o gęstości	1	ma	0	stopni Baumé'go
kwas o gęstości	1,1	"	13	"
"	1,2	"	24	"
"	1,3	"	33	"

Stąd wypada, że podług areometru Baumé'go gęstość kwasu przy wyładowywaniu zmniejsza się do 20 stopni, a przy ładowaniu wzrasta do 25 stopni.

Napięcie poszczególnych akumulatorów nie zależy od wielkości i ilości płyt, połączonych równolegle.

Dla wszystkich akumulatorów ołowianych z kwasem siarkowym napięcie wynosi średnio około 2 woltów. Największy zaś prąd dopuszczalny zależy, jak widzieliśmy, od powierzchni płyt.

Budują akumulatory rozmaite, dla prądów od kilku do tysiąca amperów. Odpowiednią powierzchnię płyt osiągamy zwiększając szerokość i wysokość płyt, a także łącząc w jednym naczyniu po kilka płyt równolegle. Ujemnych płyt bierzemy zawsze o jedną więcej, dodatnie płyty umieszczamy pomiędzy ujemnymi.

Naczynia niewielkich akumulatorów stałych są szklane, a dużych—drewniane lub rubelitowe. Skrzynki drewniane wyłożone są w środku ołowiem, a płyty akumulatorowe zawieszają się na płytach szklanych. Pomiedzy płytami dodatnimi a ujemnymi, jako izolacja służą rurki szklane, umieszczone między płytami, lub też drewniane patyczki i cienkie deseczki fornierowe, mające szerokość i wysokość, równą wysokości i szerokości płyt. Te deseczki zabezpieczają płyty od zetknięcia się nawet wtedy, gdy po wielokrotnych wyładowaniach i ładowaniach płyty zaczynają wykrzywiać się.

Naczynia do akumulatorów przenośnych robią się najczęściej z ebonitu albo celuloиду i umieszczają się w skrzynkach drewnianych.

Naczynia akumulatorów stałych są zawsze znacznie wyższe od płyt. U dołu zostawione jest miejsce na osad, który powstaje z cząstek, odpadających z płyt i stopniowo gromadzących się na dnie naczynia.

112. Baterje akumulatorów.

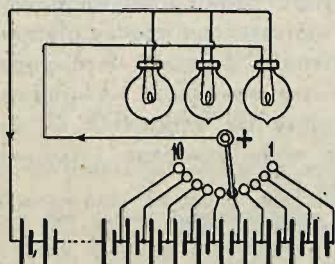
W celu osiągnięcia wyższego napięcia zestawiamy baterje akumulatorów, łącząc poszczególne akumulatory w szereg. Np. jeżeli źródło prądu ma mieć stale napięcie 110 woltów, to zestawiamy baterję z tylu ogniów akumulatorowych, aby, niezależnie od stanu wyładowania, zawsze można było osiągnąć powyższe napięcie. Jeżeli założymy, że najniższe napięcie akumulatora wynosi 1,85 wolta, to liczbę akumulatorów, połączonych w szereg, znajdziemy, dzieląc napięcie całej baterji przez napięcie jednego akumulatora:

$$\frac{110}{1,85} = \text{prawie } 60.$$

Na początku wyładowania napięcie poszczególnego akumulatora jest wyższe, wynosi 2,1 wolta, więc ogniów akumulatorowych wypadnie włączyć mniej a mianowicie:

$$\frac{110}{2,1} = \text{prawie } 52.$$

W celu utrzymania na przewodach stałego napięcia, jeden z przewodów łączymy z baterją przez przełącznik, wskazywany na rys. 290:

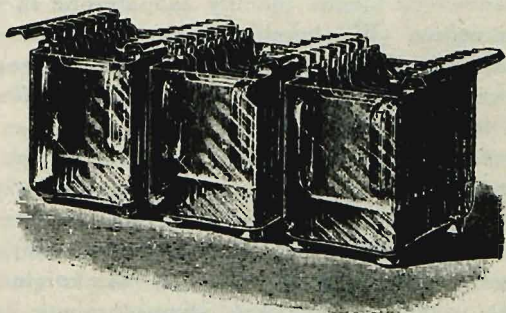


Rys. 290.

Kontaktów w przełączniku mamy dziesięć, więc 9 ogniów można wyłączyć. Na początku wyładowania ustawiamy rączkę przełącznika na kontakcie 10-tym, a następnie stopniowo przesuwamy ją w prawo, tak że, przy końcu wyładowania rączka znajduje się na kontakcie pierwszym.

Sposób łączenia poszczególnych ogniów akumulatorowych w baterję wskazany jest na rys. 291, dodatnie płyty jednego ogniwa są spojone z ujemnymi płytami następnego zapomocą ołowianych korytek.

Naczynia akumulatorów stałych ustawiamy na porcelanowych nóżkach. Pomiędzy nóżki i naczynia kładziemy krążki ołowiu, aby naczynia pewniej się oparły. Nóżki porcelanowe stoją zazwyczaj na jedno lub dwustopniowych pokładach drewnianych. Dla zapewnienia dobrej izolacji od ziemi podkłady



Rys. 291.

nie leżą wprost na podłodze, a opierają się na grubych klockach szklanych i drewnianych nóżkach pod klockami.

Praca prądu elektrycznego, otrzymana z baterji akumulatorów, jest mniejsza od pracy prądu ładowania. Różnica tych prac daje ciepło w akumulatorach przy ładowaniu i wyładowaniu, a także wytwarza gazy, unoszące się w powietrze. Sprawnością baterji nazywamy stosunek pracy prądu przy wyładowaniu do pracy prądu przy ładowaniu. Stosunek ten dla dobrej baterji, przy prawidłowem ładowaniu i wyładowaniu, wynosi około 0,75, t. j. ćwierć pracy prądu ładującego traci się. Jeżeli jednak obliczymy stosunek amperogodzin prądu, wyładowującego akumulator, do amperogodzin prądu ładującego, to stosunek ten wypadnie większy — około 0,9

113. Akumulatory zasadowe.

Oprócz akumulatorów z płytami ołowianemi i z kwasem siarkowym, obecnie są używane jeszcze akumulatory zawiera

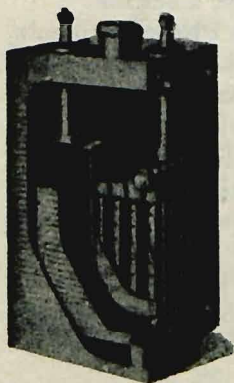
jące roztwór ługu potasowego*) w którym są pogrążone płytki z niklowanej blachy stalowej. W tych blachach wycięto okienka i w okienkach mocno osadzono puszki dziurkowane wypełnione odpowiednimi proszkami.

W akumulatorach wynalezionych przez Edisona płytki stanowiące biegun dodatni mają proszek zawierający nikiel, a płytki stanowiące biegun ujemny zaopatrzone są w proszek zawierający żelazo. W akumulatorach wynalezionych przez Jungnera zamiast żelaza znalazł zastosowanie znacznie rzadszy metal kadm, pomimo to własności akumulatorów Edisona i Jungnera są bardzo podobne.

W tych akumulatorach przy ładowaniu tlen wędruje z płyt ujemnych na dodatnie, a przy wyładowaniu zpowrotem z dodatnich na ujemne. Rostwór ługu pozostaje bez zmiany.

Dla zabezpieczenia ługu od szkodliwego wpływu powietrza, naczynia tych akumulatorów są zamknięte szczelnie i mają tylko wentyl samoczynny, wypuszczający nazewnątrz gazy, powstające w naczyniu przy ładowaniu.

Naczynia tych akumulatorów sporządzone są również z niklowanej blachy stalowej. Płytki i końcówki, wyprowadzone przez pokrywkę, są dobrze izolowane twardą gumą rys. 292.



Rys. 292.

Napięcie na zaciskach tych akumulatorów jest niższe, niż napięcie akumulatorów ołowianych.

Napięcie prądu w jednym ogniwie przy wyładowaniu wynosi od 1,4 do 1 wolta, a przy ładowaniu od 1,5 do 1,82 wolta.

Główną zaletą tych akumulatorów jest ich trwałość. Silne, nadmierne nawet prądy krótkotrwałe nie psują ich. Sprawność jednak jest nieco niższa od ołowianych. Sprawność akumulatorów

*) W chemji ług nazywamy zasadą, stąd te akumulatory nazywamy zasadowymi.

zasadowych wynosi od 55 do 60%. To znaczy, że co najmniej 40% kilowatogodzin, włączonych do akumulatora, traci się.

Te akumulatory używane są przeważnie jako przenośne lub przewoźne.

114. Obsługa akumulatorów.

Baterje akumulatorów stałych należy umieszczać w pokojach jasnych, zasłoniętych od bezpośrednich promieni słonecznych. Ściany i sufit należy wymalować farbą olejną, nie wrażliwą na działanie kwasu słabego. Podłoga najlepsza—asfaltowana lub też wyłożona tafelkami terrakotowymi; można także wykładać podłogę mocno wypaloną cegłą, tak zwanym klinkierem. Szczeliny pomiędzy tafelkami i cegłami należy zalewać asfaltem. Pokój akumulatorowy powinien być dobrze przewietrzany w celu usuwania cząsteczek kwasu i gazów, unoszących się w powietrzu przy ładowaniu.

Oświetlenie sztuczne może być tylko elektryczne, gdyż przy ładowaniu wydziela się mieszanina tlenu i wodoru, wybuchająca przy zetknięciu z płomieniem. Były wypadki zniszczenia całych budynków od takiego wybuchu. Z tego też względu nie można w pokoju akumulatorowym zapalać zapalek, palić papierosów, fajek i t. p.

Przy obsłudze akumulatorów z kwasem najlepiej nosić ubranie wełniane, fartuchy ceratowe, obuwie nacierane woskiem lub parafiną. Plamy od kwasu usunąć amoniak. Ręce należy przemywać w słabym roztworze sody.

Ciecz w akumulatorach paruje, więc co kilka dni należy dolewać wody destylowanej lub kwasu, stosownie do wskazania areometru. Jeżeli widzimy, że kwas jest zagęsty, to dolewamy czystej wody destylowanej, gdy zaś jest dobry, to odpowiedniego kwasu. Przyrządzając roztwór kwasu, należy dolewać stężony kwas do wody, a nie na odwrót i pamiętać, że przy roztrzaskaniu się kwasu w wodzie mieszanina mocno się rozgrzewa, więc naczynie musi być trwale np. kamienne.

W akumulatorach ciecz powinna stać tak wysoko, aby tylko boczne uszy płyt wystawały na powierzchnię, a cała płyta była zanurzona na głębokość 10 mm. pod powierzchnia cieczy.

Przy wyładowaniu trzeba przede wszystkim pilnować, aby prąd nie był większy od pełnego, a przy ładowaniu unikać przeładowania baterji. Dokładną kontrolę ładowania i wyładowania można prowadzić zapomocą licznika amperogodzin i ładować tylko o dziesięć procent więcej, niż wyładowano. Raz na miesiąc można baterję nieco przeładować dla wyrównania stanu poszczególnych ogniów.

Ładować należy niezwłocznie po wyładowaniu, baterja bowiem, pozostająca przez czas dłuższy w stanie wyładowanym, psuje się, płyty twardnieją i potem z trudnością ulegają przemianom chemicznym.

Szczególną uwagę zwracać należy na dobrą izolację płyt dodatnich od ujemnych, Drobne cząstki rdzy ołowianej, zatrzymujące się pomiędzy płytami, wywołują prądy krótkiego zwarcia, niszczące akumulatory. Obsługujący ogląda akumulatory, przyswieceając sobie lampką i przeczyszczając szczelinę pomiędzy płytami szklaną pałeczką.

Akumulator naładowany w dobrym stanie powinien mieć na biegunie dodatnim płytę koloru czekoladowego, a na ujemnym jasnoszarego.

Akumulator wyładowany skutkiem zwarcia ma płyty ciemnoczekoladowe na obu biegunach, napięcia pomiędzy płytami prawie niema, kwas jest bardzo rzadki.

Stan poszczególnych akumulatorów należy badać zapomocą woltomierza ze skalą do 3 woltów i areometru.

Fabryka, dostarczająca akumulatory, podaje zazwyczaj przepisy, dotyczące obsługi; tam są wskazane: napięcie, prąd i gęstość kwasu przy ładowaniu i wyładowaniu.

Jeżeli akumulatory przez czas dłuższy mają pozostać nieczynne, to należy je co kilka tygodni trochę doładowywać. A można także po pełnem naładowaniu wylać kwas i na to miejsce wlać wodę destylowaną.

W akumulatorach przenośnych dbać trzeba głównie o to, aby nie stały wyładowane bez użytku i aby miały dostateczną ilość cieczy.

115. Zastosowanie akumulatorów stałych.

Stałe baterje akumulatorów ustawiamy w elektrowniach w celu zastąpienia prądnic w tych godzinach, kiedy prądnice są nieczynne, np. w nocy. W elektrowni bez akumulatorów prądnice muszą znajdować się w biegu w ciągu całej doby; akumulatory umożliwiają zatrzymanie wszystkich lub części prądnic już to dla naprawy, już to dla zapewnienia maszynistom odpoczynku.

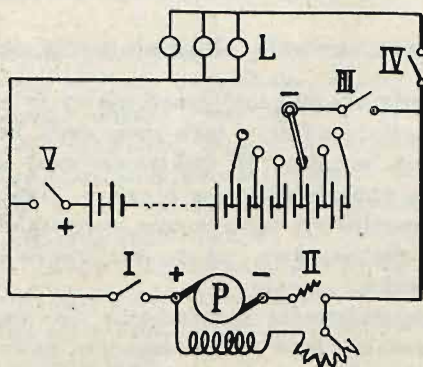
Baterje akumulatorów przyłączamy do prądnic równolegle i pozostawiamy je w tem połączeniu nawet wtedy, gdy cały prąd do sieci dają prądnice; wtedy akumulatory samoczynnie wyrównywują napięcie między przewodami. Przy wahanii siły elektromotorycznej prądnicy zmienia się natężenie prądu, dostarczonego przez prądnice, a akumulatory chwilami to dają prąd do sieci, to biorą prąd z prądnic i skutkiem tego napięcie na przewodach mamy prawie stałe, odpowiednie do stanu akumulatorów. Bez akumulatorów napięcie prądnic waha się znacznie przy każdej zmianie siły elektromotorycznej.

116. Równoległe połączenie baterji akumulatorów z prądnicą za pomocą ładownicy pojedynczej.

Równoległe z akumulatorami łączą się tylko prądnice bocznikowe, wyjątkowo szeregowobocznikowe.

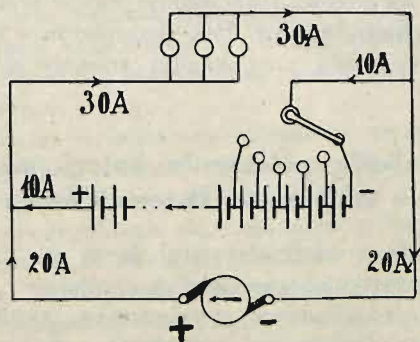
Zależnie od budowy przełącznika akumulatorowego, czyli tak zwanej ładownicy, rozróżniamy dwa rodzaje połączeń. Połączenie z ładownicą pojedynczą wskazane jest na rys. 293. Prądnica i akumulatory mogą być połączone zapomocą odpowiednich wyłączników z lampami *L*. Prąd do lamp może dostarczać prądnica sama, odłączona od akumulatorów,

wtedy wyłączniki *V* i *III* są otwarte, a *IV*, *II* i *I* zamknięte. Kiedy prądnica jest nieczynna, a prąd płynie do lamp z akumulatorów, to wyłącznik *V*, *III* i *IV* są zamknięte, a *II* i *I*



Rys. 293.

otwarte. Zamknąwszy wszystkie wyłączniki i wprowadzając prądnice w ruch, możemy zasilać lampy jednocześnie z prądnicy i akumulatorów w ten sposób, że część prądu dostar-



Rys. 294.

czają akumulatory, a część prądnica. Na rys. 294 wskazane jest rozgałęzienie prądów w tym przypadku; 20 amperów dostarcza tu prądnica, a 10 amperów akumulatory. Taki roz-

dział prądów osiągamy przez odpowiednie ustawienie rączki opornika bocznikowego prądnicy. Tu siły elektromotoryczne prądnicy i akumulatorów są większe od napięcia między przewodami.

Zwiększając siłę elektromotoryczną prądnicy przez zmniejszenie oporu w jej obwodzie bocznikowym, można podnieść prąd w prądnicę i napięcie na przewodach do tego stopnia, że siła elektromotoryczna baterji akumulatorów stanie się równa napięciu na przewodach, wtedy akumulatory przestaną dostarczać prądu, cały prąd 30 amperów płynąć będzie do lamp z prądnicy.

Przełącznik akumulatorowy służy do nastawiania odpowiedniego napięcia na przewodach lamp, tak przy zasilaniu ich prądem z samych akumulatorów, jak też przy równoległej pracy z prądnicą.

Przy wyładowaniu akumulatorów i przy pracy równoległej prądnicy z akumulatorami nastawiamy ładownicę w ten sposób, aby napięcie na przewodach było odpowiednie do zasilania lamp.

Założmy, że napięcie to wynosi 115 woltów. Przy końcu wyładowania rączka ładownicy stoi na ostatnim kontakcie z prawej strony, wtedy 115 woltów otrzymamy z 64 ogniw licząc po 1,8 na ogniwo.

$$1,8 \times 64 = \text{prawie } 115 \text{ V.}$$

Przy ładowaniu akumulatorów, należy lampy odłączyć od źródeł prądu, gdyż wtedy napięcie na baterji jest znacznie wyższe od tego, jakie powinno być pomiędzy przewodami, prowadzącymi prąd do lamp.

Przy ładowaniu wszystkie wyłączniki, rys. 293, oprócz wyłącznika IV są zamknięte. Prąd płynie przez baterję w kierunku od plusa do minusa. Na początku ładowania przełącznik akumulatorowy, czyli ładownicę, ustawiamy na kontakcie z prawej strony, tak, że prąd przepływa przez wszystkie ogniwa baterji, ostatnie ogniwa są jednak najmniej ładowane, więc naładują się prędzej, niż reszta ogniw, z tego względu rączkę ładownicy przesuwamy stopniowo w lewo w miarę tego, jak poszczególne ogniwa będą naładowane.

Przy ładowaniu akumulatorów napięcie na akumulatorach musi być większe od napięcia przy wyładowaniu, ze względu na to, że przy ładowaniu ono pokonywa opór baterji i siłę elektromotoryczną, działającą wbrew prądowi.

Poprzednio już mówiliśmy, że napięcie na poszczególnych ogniwach wzrasta przy końcu ładowania do 2,7 wolta, więc mają np. 64 ogniwa w baterji, wypadnie zastosować przy ładowaniu napięcie:

$$2,7 \times 64 = 173 \text{ V.}$$

Napięcie to jest o 50% wyższe od poprzedniego, które wynosiło zaledwie 115 woltów. Prądnica więc musi być tak zbudowana, aby w razie potrzeby można było zapomocą opornika bocznikowego, przez zmniejszenie jego oporu, podnieść napięcie do 173 woltów. Przy końcu ładowania prąd zwykle zmniejszamy do połowy, więc powyższe podwyższenie napięcia prądnicy uskuteczniamy przy zmniejszeniu prądu do połowy.

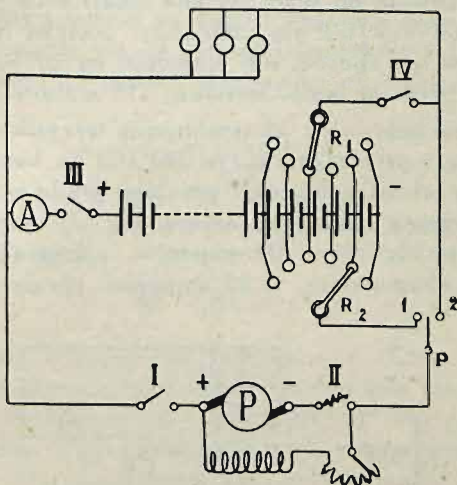
117. Równoległe połączenie baterji akumulatorów z prądnicą za pomocą ładownicy podwójnej.

Wielką niedogodność układu z ładownicą pojedynczą stanowi konieczność wyłączenia lamp w czasie ładowania baterji. Wtedy nie można korzystać ani z prądnicy ani z akumulatorów, jako ze źródeł prądu do zasilania sieci.

W celu umożliwienia zasilania sieci chociażby niepełnym prądem w czasie ładowania, zaopatrujemy baterję akumulatorów w ładownicę podwójną. Na rys. 295 wskazany jest układ połączeń prądnicy i baterji akumulatorów z taką ładownicą. Kontakty ładownicy, wskazane na rysunku podwójnie, w rzeczywistości są tylko dłuższe, niż w ładownicy pojedynczej i skutkiem tego dwie ręczki R_1 R_2 mogą być przesuwane po tych samych kontaktach.

Rozróżniamy tu trzy zasadnicze przypadki pracy takiego urządzenia.

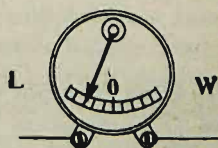
1. Gdy prądnica jest nieczynna, to prądu do lamp dostarczają tylko akumulatory. Wtedy tylko wyłączniki *III* i *IV* są zamknięte, bateria wyładowuje się, prąd przechodzi przez rączkę R_1 , którą ustawiamy w ten sposób, aby napięcie na przewodach zawsze wynosiło 115 woltów.



Rys. 295

2. Przy równoległej pracy prądnicy z akumulatorami wszystkie wyłączniki są zamknięte i przełącznik *p* ustawiony na kontakcie 2-gim. Zależnie od wielkości sił elektromotorycznych w prądnicy i w akumulatorach lampy są zasilane równoległe z prądnicy i z baterji, lub też tylko z prądnicy, akumulatory zaś nie biorą i nie dają prądu.

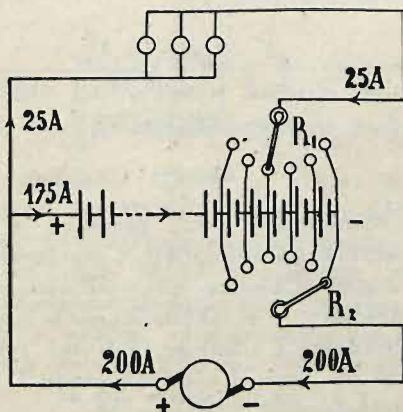
W celu sprawdzania prądu w akumulatorach, umieszczamy amperomierz *A* z zerem pośrodku, tak, jak wskazano na rys. 295 i na rys. 296. Gdy wskazówka amperomierza odchyła się w prawo, to płynie np. prąd wyładowujący akumulatory, a gdy wskazówka odchyła się w le-



Rys. 296.

wo, to płynie prąd odwrotny — ładujący. Mając taki amperomierz, łatwo ustawić rączkę opornika bocznikowego prądnicy w ten sposób, aby wskazówka powyższego amperomierza wskazywała zero. Przy wahaniach siły elektromotorycznej prądnicy wskazówka amperomierza waha się to w prawo, to w lewo, stosownie do tego czy siła elektromotoryczna prądnicy wzrosła czy też się zmniejszy. Rączkę R_1 ładownicy ustawiamy w ten sposób, aby napięcie na przewodach, prowadzących prąd do lamp, wynosiło 115 woltów.

3. Przy ładowaniu akumulatorów wszystkie wyłączniki są zamknięte, a przełącznik p , rys. 270, stoi na kontakcie 1-ym. Uproszczony układ połączeń i przebieg prądu w rozważanym przypadku mamy wskazany na rys. 297. W przykładzie tu podanym prądnicą daje 200 amperów, z których 175 amperów ładuje akumulatory, a 25 amperów płynie do obwodu



Rys. 297.

lamp; te 25 amperów wraca przez rączkę R_1 i tu łączy się ze 175 amperami, płynącymi przez baterję. Otrzymane z tego połączenia 200 amperów, przepływa przez ogniwa akumulatorowe pomiędzy rączkami R_1 i R_2 i przez rączkę R_2 wraca

do prądnicy. Rączkę R_1 , połączoną z przewodem obwodu zewnętrznego, ustawiamy w ten sposób, aby napięcie na przewodach było zawsze stałe i wynosiło np. 115 woltów. Przy ładowaniu napięcie poszczególnych ogniów wzrasta, więc dla utrzymania stałego napięcia na przewodach lamp, wyłączamy stopniowo ogniwa, przesuwając rączkę R_1 w lewo. Przy końcu ładowania, gdy napięcie na każdym ogniwie wynosi 2,7 wolta, rączka R_1 znajdzie się na ostatnim kontakcie z lewej strony; wtedy napięcie 115 woltów otrzymamy na 43 ogniwach:

$$\frac{115}{2,7} = \text{prawie } 43.$$

W całej baterji mamy 64 ogniwa, więc należy umożliwić wyłączanie 21 ogniów:

$$64 - 43 = 21;$$

uszkodzimy to zapomocą ładownicy z 22-ma kontaktami.

Po tych samych kontaktach przesuwamy również rączkę R_2 , przez którą płynie cały prąd prądnicy. Na początku ładowania rączka ta stoi na ostatnim prawym kontakcie, a w miarę tego jak naładują się poszczególne ogniwa, rączkę przesuwamy w lewo. Przy zakończeniu ładowania przesuwamy zazwyczaj rączkę R_2 z powrotem na ostatni prawy kontakt i przez kwadrans ładujemy całą baterję połową pełnego prądu.

Przy ładowaniu akumulatorów według układu połączeń na rys. 297, w kilku ogniwach pomiędzy rączkami ładownicy prąd jest większy, niż w innych ogniwach, nie powinien on jednak nigdy przewyższać pełnego prądu więcej, niż o 20%, aby nie uszkodzić płyt. Stąd wypływa, że, przy ładowaniu baterji, do obwodu zewnętrznego można odprowadzać nie więcej, jak 20%, to jest $\frac{1}{5}$ część pełnego prądu baterji. Jeżeli jest obawa, że może popłynąć prądu więcej, to lepiej wyłącznik IV otworzyć i w ten sposób przerwać zupełnie prąd w obwodzie lamp. Wtedy prądnica dostarczać będzie prąd tylko do ładowania akumulatorów.

4. Gdy prądnica ma zasilać sieć sama, rys. 295, to zamykamy wyłączniki I i II, a otwieramy III i IV, przełącznik p ustawiamy na kontakcie 2-gim; wtedy lampy otrzymują prąd wyłącznie z prądnicy.

W obu układach połączeń na rys. 293 i 295 jeden z wyłączników prądnicy, np. II jest samoczynny minimalny, czyli zanikowy. Służy on dla zabezpieczenia prądnicy od odwrócenia się w niej prądu, w razie nieprzewidzianego zmniejszenia się jej siły elektromotorycznej. Gdy prąd płynący z prądnicy, niespodzianie osłabnie, to wyłącznik otworzy się i przerwie obwód.

Zasługuje tu jeszcze na uwagę przyłączenie obwodu bocznikowego prądnicy. Z jednej strony obwód ten jest przyłączony do szczotki prądnicy, z drugiej zaś do przewodu za wyłącznikiem II. Cel takiego połączenia polega na zapewnieniu właściwego kierunku prądu w obwodzie elektromagnesów w chwili puszczenia w ruch prądnicy.

Przez zamknięcie odpowiednich wyłączników za wyjątkiem II-go, puszczaemy do elektromagnesów prąd z akumulatorów. W ten sposób unikamy odwrócenia prądu w prądnicy skutkiem odwrotnego magnetyzmu szczątkowego w elektromagnesach. Taki odwrotny magnetyzm powstać może czasem, przy krótkim zwarciu prądnicy, gdy bardzo silny prąd twornika przemagnesuje elektromagnesy.

118. Zastosowanie prądnicy dodawczej.

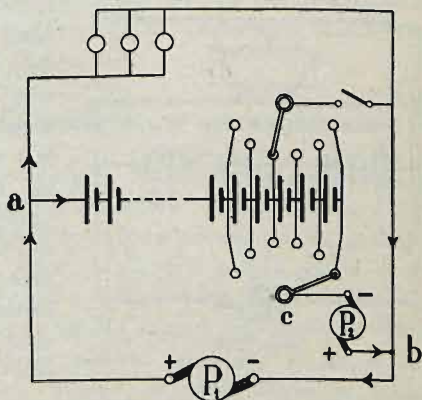
Dla umożliwienia, przy ładowaniu akumulatorów, zasilania obwodu lamp prądem bez ograniczenia, stosujemy układy połączeń z prądnicami pomocniczymi, podnoszącymi napięcie przy ładowaniu.

Jeden z takich układów podajemy na rys. 296. Prąd, wypływający z prądnicy, dzieli się na prąd, płynący do akumulatorów i do lamp. Pomiędzy punktami *a* i *b* mamy zwykłe

napięcie lamp, t. j. 115 woltów, a pomiędzy punktami *a* i *c* napięcie jest wyższe, ponieważ do prądnicy głównej mamy przyłączoną w szereg prądnicę pomocniczą P_2 . Prądnica pomocnicza wytwarza najwyższe napięcie dodatkowe przy końcu ładowania; wtedy wszystkie ogniwa baterji są włączone pomiędzy biegunami *a* i *c*, ogólne zaś napięcie wynosi 173 wolty.

Prądnica główna P daje tylko 115 *V*, więc pomocnicza musi wytworzyć: $173 - 115 = 58$ woltów.

Można obejść się bez prądnicy dodatkowej, stosując ładowanie baterji przy podziale na dwie równe grupy, połączone równolegle; wtedy w obwodzie prądu umieszczamy opornik w celu odpowiedniego nastawiania prądu ładującego. Napięcie na szczotkach prądnicy pozostaje tu zawsze stałe, zastosowane do lamp, zasilanych z tej samej prądnicy.

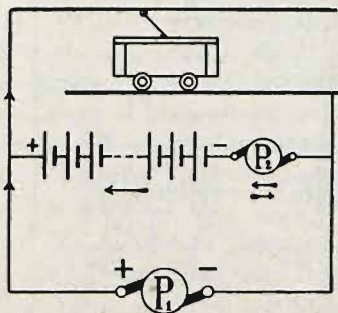


Rys. 298.

119. Zastosowanie baterji akumulatorów w elektrowni tramwajowej.

W elektrowniach tramwajowych baterje akumulatorów służą do wyrównania obciążenia prądnic. Natężenie prądu, wypływającego z takiej elektrowni, waha się często w szerokich granicach. Akumulatory biorą nadmiar prądu, dostarczającego przez prądnicę, gdy prąd, płynący do wagonów zmniejsza się. Akumulatory dostarczają prąd brakujący wtedy, gdy wagony biorą prąd, większy od pełnego prądu prądnicy. Baterje akumulatorów przeznaczone do tego celu, nazywamy wyrównawczemi,

albo buforowemi. Baterje buforowe łączymy z siecią przez prądnicę pomocniczą, rys. 299. P_1 — prądnica główna, P_2 — prądnica pomocnicza. Prądnica ta wytwarza dodatkową siłę



Rys. 299.

elektromotoryczną, która bywa zgodna albo przeciwna względem siły elektromotorycznej baterji akumulatorów. Gdy siła elektromotoryczna dodatkowa jest skierowana w tę samą stronę co siła elektromotoryczna baterji, to baterja wyładowuje się; wtedy prąd z akumulatorów składa się z prądem prądnicy i suma tych prądów płynie do obwodu zewnętrznego. Jeżeli zaś siła elektromotoryczna dodat-

kowa jest skierowana przeciwko sile elektromotorycznej akumulatorów, to prąd w baterji płynie w kierunku odwrotnym do jej siły elektromotorycznej — baterja ładuje się. Prąd w obwodzie zewnętrznym równa się tu różnicy prądów: płynącego z prądnicy i ładującego baterję. Przez odpowiednie urządzenie wzbudzania prądnicy P_2 uzależniamy jej siłę elektromotoryczną od prądu w obwodzie wagonów.

120. Akumulatory w zastosowaniu do oświetlenia wagonów kolejowych.

Obecnie jest kilka różnych rodzajów urządzeń elektrycznych do oświetlenia wagonów. Najprostszy sposób polega na zastosowaniu oddzielnych baterji akumulatorów umieszczanych podwagonami i ładowanych w czasie postoju od maszyn znajdujących się na stacjach lub od sieci miejskich. Inny sposób polega na umieszczeniu w pociągu akumulatorów i prądnic połączonych równolegle z akumulatorami.

Jeżeli jedna prądnica służy dla całego pociągu to wprawia się ją w ruch parową turbinką, jeżeli zaś dla poszczegól-

nych wagonów są osobne prądnice to takie prądnice wprawiają się w ruch od osi wagonu za pomocą odpowiedniej przekładni. Samoczynne wyłączniki włączają prądnicę, gdy napięcie na niej przewyższa napięcie baterji akumulatorów. Napięcie prądu jest stosowane niskie, zazwyczaj kilkadziesiąt woltów.

121. Ładowanie akumulatorów przenośnych.

Oprócz akumulatorów stałych, stosowane są jeszcze akumulatory przenośne do latarek, powozów elektrycznych i t. p. Takie akumulatory wypada ładować ze źródła prądu stałego, pojedynczo lub po kilka razem. Źródło prądu musi mieć oczywiście napięcie wyższe od napięcia baterji akumulatorów przy końcu ładowania. Jeżeli źródło prądu ma napięcie zbyt wysokie, to wprowadzamy w obwód oporniki z drutu lub lampki elektryczne żarowe, łącząc je równolegle w takiej ilości, aby otrzymać prąd odpowiedni.

Jako przykład obliczmy opór, który należy włączyć w obwód przy ładowaniu baterji z 20 ogniw akumulatorowych, połączonych w szereg, ze źródła prądu którego napięcie wynosi stale 110 woltów.

Najniższe napięcie baterji przy ładowaniu:

$$2,1 \times 20 = 42 \text{ V.}$$

Najwyższe napięcie baterji przy końcu ładowania:

$$2,7 \times 20 = 54 \text{ V.}$$

Na początku ładowania należy stracić w oporniku:

$$110 - 42 = 68 \text{ V,}$$

a przy końcu ładowania:

$$110 - 54 = 56 \text{ V.}$$

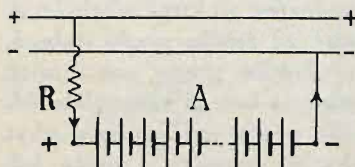
Jeżeli pełny prąd akumulatorów wynosi 30 amperów, to oporność opornika powinna wynosić na początku ładowania:

$$\frac{68}{30} = 2,26 \ \Omega,$$

a przy końcu:

$$\frac{56}{30} = 1,86 \, \Omega.$$

Należy więc wprowadzić stały opór 1,86 oma i zmienne 0,4 oma, który wypadnie stopniowo wyłączać w miarę naładowywania się akumulatora. Można także włączyć tylko stały opór 2 omy, decydując się na to, że z początku prąd będzie nieco za silny, a pod koniec za słaby. Rysunek 300



Rys. 300.

wskazuje połączenie baterji akumulatorów *A* przez opór *R* z przewodami sieci o stałym napięciu 110 woltów. Prąd ładujący płynie w kierunku strzałek. Opór *R* może być włączony dowolnie w przewodzie, prowadzącym do plusa czy też do minusa baterji.

Akumulatory można ładować tylko prądem stałym, albo przynajmniej jednokierunkowym. Jeżeli mamy źródło prądu zmiennego, to bezpośrednio prądem zmiennym ładować akumulatorów nie można, gdyż przemiany chemiczne, wywołane przez prąd jednego kierunku, znosi prąd kierunku odwrotnego. Do ładowania akumulatorów, prąd zmienny należy przetworzyć na prąd stały, lub też przynajmniej na prąd tętniący, zachowujący stały kierunek. Dla otrzymania zwykłego prądu stałego, wypadnie zastosować przetwornice wirujące, a dla otrzymania prądu tętniącego prostowniki.