

Elektrolizer laboratoryjny



EP6-1

INSTRUKCJA OBSŁUGI

WYTWÓRNIA APARATURY MEDYCZNEJ

WAMED

03-310 Warszawa ul. Odrowąża 9

tel. 22 811-02-68

Dział serwisu tel. 22 811-00-50, 600-253-614.



1. OPIS OGÓLNY.

1.1. Przeznaczenie aparatu.

Elektrolizer laboratoryjny **EP6/1** jest przyrządem laboratoryjnym przeznaczonym do wykonywania oznaczeń chemicznych na drodze elektrolitycznej.

Elektrolizera tego można również używać w laboratoriach chemicznych jako przyrządu pomocniczego.

Zespoły: mieszania-wykorzystujące wirujące pole magnetyczne, podgrzewania oraz regulowane i stabilizowane źródło prądu stałego, mogą być niezależnie wykorzystywane do różnorodnych czynności pomiarowych i badawczych w laboratoriach.

1.2. Zasada działania.

Jeśli do elektrod zanurzonych w elektrolicie podłączymy źródło prądu stałego, to wystąpi wówczas zjawisko elektrolizy. Jony metali tracą w czasie wędrówki do katody, swój dodatni ładunek tzn. pobierają elektrony i osadzają się na katodzie, tworząc warstwę metaliczną. Przyrost osadzonej masy określany jest wagowo.

Opracowano szereg metod, które w zależności od wartości potencjałów normalnych poszczególnych metali w szeregu napięciowym, wartości pH elektrolicy oraz innych czynników jak: wartość przyłożonego napięcia, rodzaj i kształt elektrod, temperatura, umożliwiają przeprowadzenie dokładnych analiz składu stopów metali i ich związków chemicznych.

Metody te odznaczają się wysoką precyzją. Realizację tych pomiarów, w sposób wygodny i szybki zapewnia elektrolizer typu **EP6/1**.

Proces elektrolizy odbywa się w zlewkach o pojemności 150 ml wypełnionych odpowiednim elektrolicem, w którym zanurzone są elektrody (przeważnie platynowe).

Zlewki te umieszczone są na stoliku grzejnym. Wirujące pole magnetyczne, wprawia w ruch pręcik magnetyczny umieszczony w zlewce, powodując skuteczne mieszanie elektrolicy. Temperatura stolika jest ustawiana i stabilizowana przez cały czas trwania procesu elektrolizy.

1.3. Opis techniczny.

1.3.1. Dane techniczne.

Zasilanie	230/50	[V/Hz]
Mieszanie - regulacja ciągła	0-300	[obr/min]
Moc grzałki	70 ± 10 %	[W]
Regulacja temp. podstawki-płynna od temp. otoczenia do	100 ± 5%	[°C]
Dokładność pomiaru temperatury roztworu w kolbie	± 1	[%]
Prąd elektrolizy - regulacja płynna	(0 - 10) ± 10%	[A]
Zakres napięcia - regulacja płynna	(0 - 30)	[V]
Klasa izolacji w/g PN-EN 61010-1	I	

1.3.2. Podstawowe zespoły elektrolizera **EP6/1**.

Całość układu elektrycznego elektrolizera składa się z następujących podzespołów:

- Regulowanego źródła napięcia i prądu stałego;
- Układów pomiarowych parametrów elektrolizy: prądu, napięcia i temperatury;
- Podgrzewanego stolika;
- Układu napędu: podnoszenia i opuszczania elektrod;
- Sygnalizacji.

Wszystkie wymienione podzespoły umieszczone są w obudowie wykonanej z blachy stalowej pokrytej lakierem piecowym.

Elektrolizer EP6/1 przystosowany jest do zasilania z sieci 230V/50Hz. Podłączenie aparatu z siecią dokonywane jest przy pomocy trójżyłowego sznura sieciowego zakończonego wtyczką z bolcem uziemiającym.

1.4. Wyposażenie.

- a) Mieszadło magnetyczne szt.2
b) Tuleja metalowa szt.1

Dodatkowo w celu przeprowadzenia analiz użytkownik powinien zakupić w zależności od potrzeb:

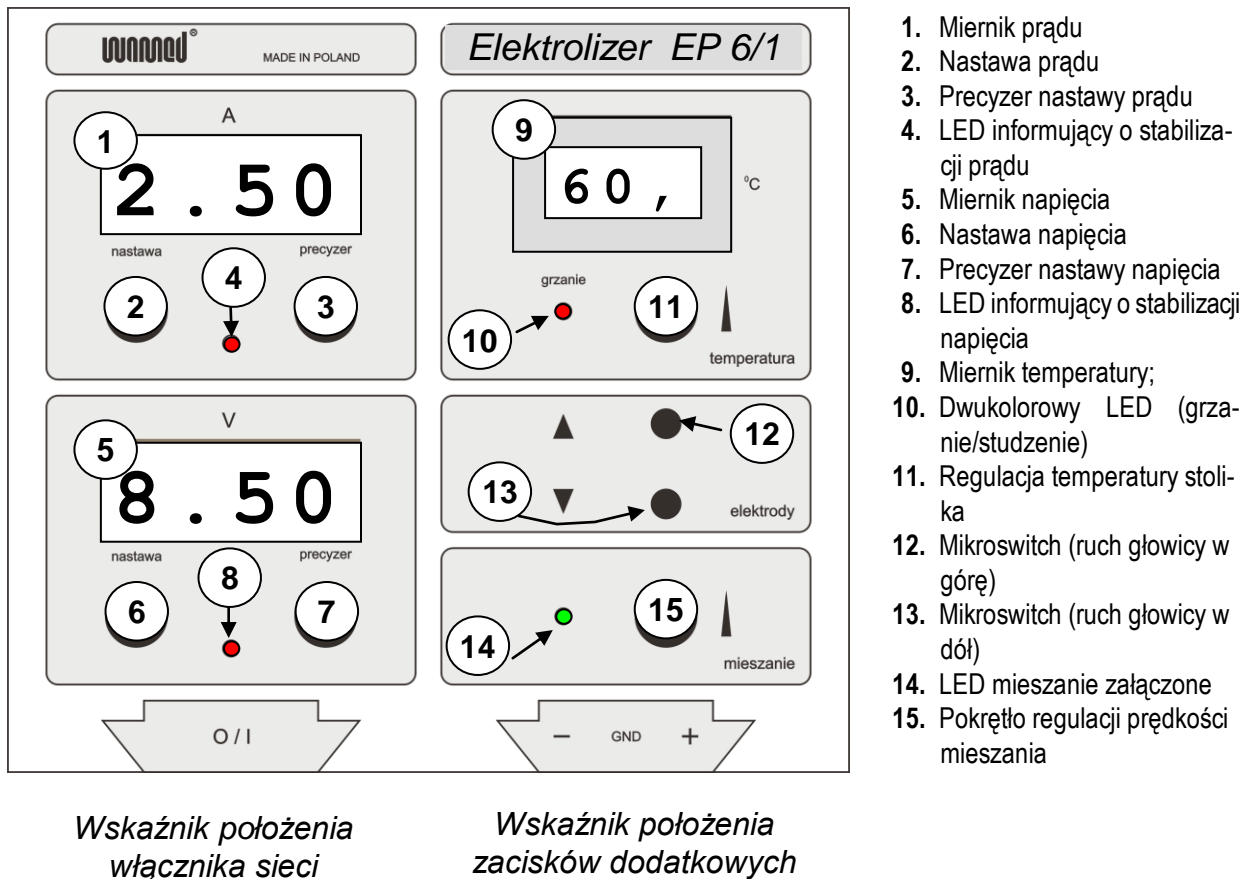
1. Elektrody Winklera - Producent : Mennica-Metale Szlachetne S.A. 00-958 Warszawa ul. Pe-reca 21 tel.022-655 40 82

Przykładowy zestaw:

- a) **anoda spiralna** symbol LE-1 – materiał PtIr2.
b) **katoda otwarta** symbol LE-2 – materiał PtIr2.

2. Zlewkę wysoką z wylewem o pojemności **nominalnej** 150 ml; wg ISO3819, DIN12331.

Można stosować inne zlewki jednak o takiej wysokości, aby przy maksymalnie podniesionej głowicy elektrolizera można ją było swobodnie zdjąć ze stolika.



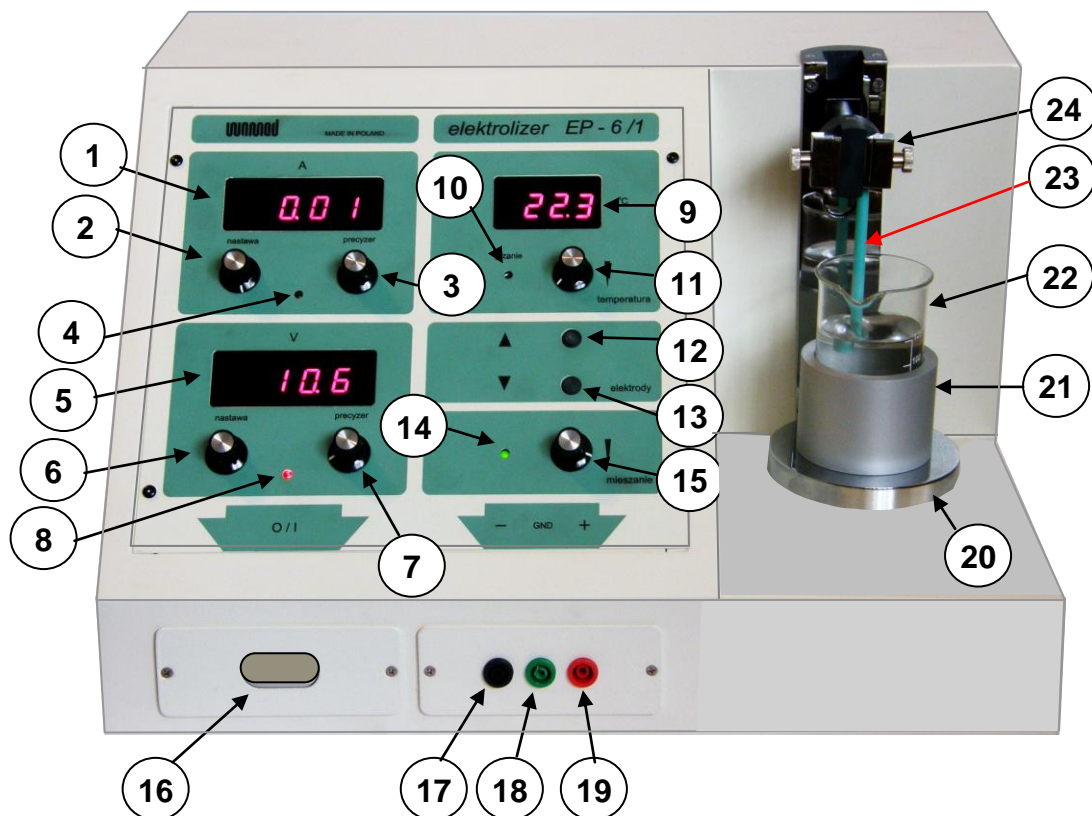
Rys.1. Widok płyty czołowej elektrolizera.

Uwaga: wskazania mierników obarczone są błędem +/- 2 cyfry na najmniej znaczącej pozy-

cji.

2. OBSŁUGA

Na **Rys. 2** Przedstawiono widok elektrolizera. Numeracja poszczególnych elementów płyty czołowej jest zgodna z **Rys.1**



Poz. 1 do 15 zgodnie z **Rys.1**

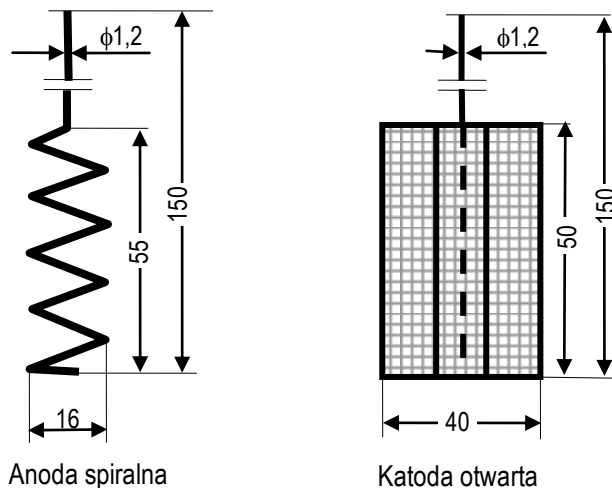
- 16. Włącznik sieciowy;
- 17. Dodatkowy zacisk „-”;
- 18. Zacisk **GND** połączony z bolcem uziemiającym;
- 19. Dodatkowy zacisk „+”;
- 20. Podgrzewany stolik z elektromagnesami mieszadła magnetycznego;
- 21. Tuleja metalowa;
- 22. Zlewka 150 ml;
- 23. Czujnik temperatury
- 24. Głowica elektrolizera

Rys.2. Widok elektrolizera



Przed uruchomieniem urządzenia, należy w głowicy elektrolizera zamocować elektrody Winklera. Podczas wykonywania tej czynności trzeba zwrócić uwagę, żeby nie pomylić katody z anodą. **Nie włączać elektrolizera przed zamocowaniem elektrod!** Włączenie elektrolizera wykonuje się po naciśnięciu przycisku poz. 16

Rys.2. Widok elektrod przedstawiono na **Rys.3.**



Rys. 3. Widok elektrod Winklera

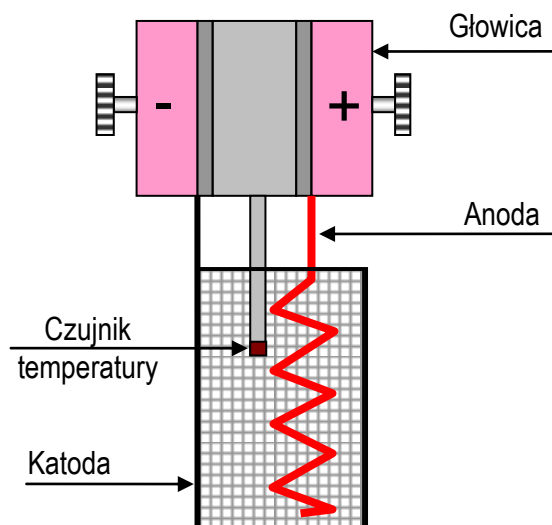
Sposób zamocowania elektrod w głowicy przedstawiono na **Rys.4.** Anodę mocujemy wkładając ją w szczelinę po prawej stronie głowicy i zaciskając prawym wkrętem dociskowym, analogicznie należy zamocować katodę z tym, że po lewej stronie głowicy.

Po wykonaniu tych czynności należy sprawdzić czy zamocowane elektrody nie zwierają się ze sobą i czy są centrycznie ustawione względem siebie.

Następnie sprawdzamy czy pokręta regulacji napięcia i prądu oraz nastawy Temperatury i mieszania - odpowiednio poz. 2, 3; 6, 7 i 11 - **Rys.1** skrócone są w lewo do oporu.

Sprawdzić należy również czy sznur sieciowy elektrolizera podłączony jest do gniazda posiadającego bolec uziemiający. Jeśli wszystko jest w porządku, można załączyć aparat do sieci wciskając przycisk "Sieć" – O/I poz. 16 – **Rys. 2.** na miernik temperatury poz. 9 - **Rys.1** jest wskazywana temperatura otoczenia w stopniach Celsjusza. Naciskając przycisk "Góra" poz.12- **Rys.1** spowodujemy ruch głowicy z elektrodami w kierunku pionowym do góry przycisk można naciskać dowolnie długo, gdy głowica dojdzie do skrajnego położenia, zadziała wyłącznik krańcowy, co spowoduje zatrzymanie głowicy.

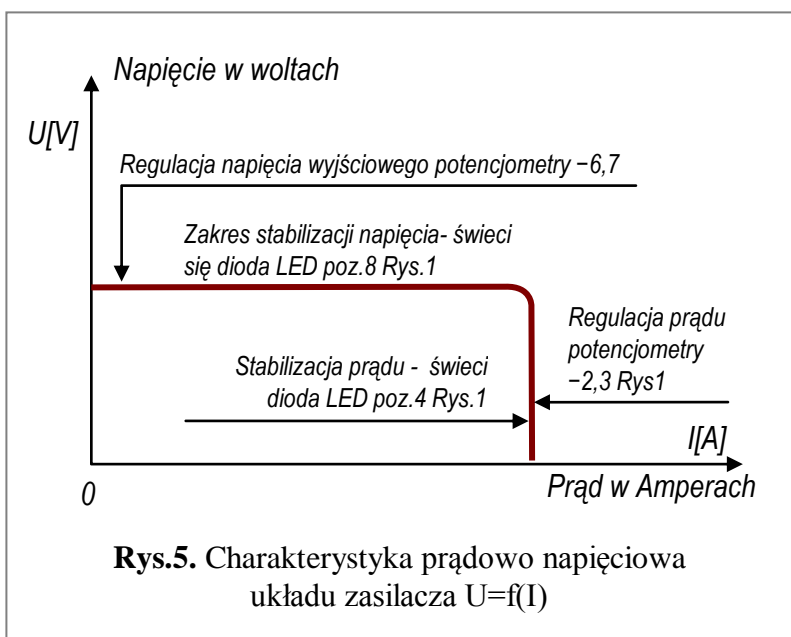
Teraz nadszedł moment wstawienia na stół elektrolizera zlewki wypełnionej badanym odczynnikiem chemicznym. Zalecana ilość roztworu - 150 ml tj. taka, która spowoduje całkowite zanurzenie elektrod. Do zlewki wkładamy pręcik mieszadła magnetycznego. Następnie ostrożnie należy umieścić zlewkę z zawartością na stole w jego centralnym miejscu i przy pomocy przycisku "Dół" – poz.13 - **Rys.1** opuścić głowicę z elektrodami tak, aby elektrody były całkowicie zanurzone w badanym odczynniku.



Rys.4. Widok elektrod zamocowanych w głowicy elektrolizera

Czynność tą należy wykonywać ostrożnie tak, aby elektrody nie były opuszczane za nisko, uniemożliwi to, bowiem proces mieszania, a w krytycznym przypadku można elektrody zdeformować czy nawet uszkodzić o dno zlewki. W tym momencie trzeba uruchomić proces mieszania wprawiając w ruch mieszadło przy pomocy pokrętła poz. 15 - **Rys.1**, pokrętło to należy ustawić w takiej pozycji, aby proces mieszania zachodził spokojnie i równomiernie - fakt działania pola magnetycznego wprawiającego w ruch mieszadło, jest optycznie sygnalizowana przy pomocy diody LED poz. 14 - **Rys.1**.

Kolejną czynnością, którą należy wykonać jest ustawienie parametrów elektrolizy tzn. wartości prądu i temperatury, aby nastawić wartość prądu należy wstępnie ustawić małą wartość napięcia a następnie ustawiać wartość prądu. Charakterystykę prądowo-napięciową układu zasilającego przedstawiono na **Rys.5**. Należy pamiętać, o tym, że stała wartość prądu podczas procesu elektrolizy zostanie zachowana tylko wówczas, kiedy przez cały czas procesu świeci się dioda LED poz. 4 - **Rys.1**.



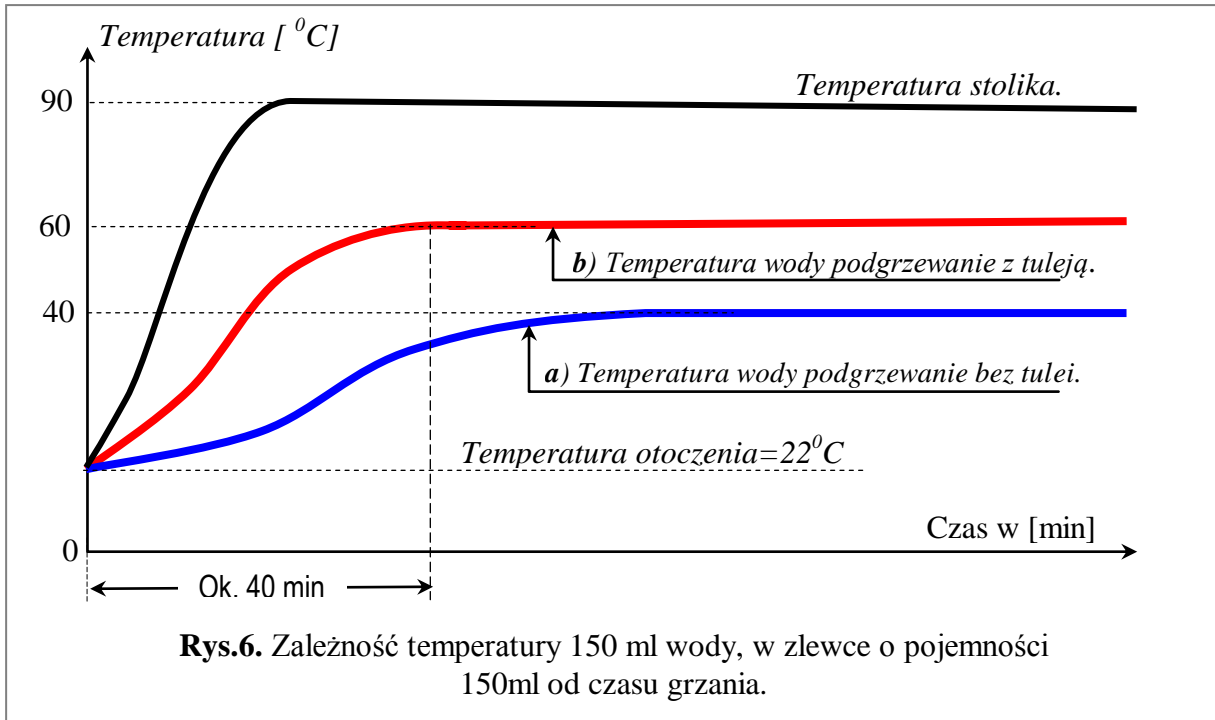
W następnym punkcie instrukcji obsługi, przedstawiono opisy przykładowych analiz galwanicznych. Wynika z nich, że do niektórych analiz, należy zawartość zlewki, podgrzać do określonej temperatury. Do tego celu służą grzałki zamontowane bezpośrednio w stoliku roboczym elektrolizera. Temperatura stolika jest ustawiana pokrętłem poz. 11 **Rys.1**.

„**REGULACJA TEMPERATURY**” poz.11 - **Rys.1**, natomiast stan pracy grzałki jest sygnalizowany diodą LED poz.10 - **Rys.1**. Należy zaznaczyć, że wspomniane pokrętło służy do ustawiania temperatury stolika, na którym stoi zlewka. Temperatura ta jest stabilizowana przy pomocy dwupołożeniowego regulatora temperatury. Natomiast termometr zanurzony w roztworze wskazuje temperaturę tego roztworu a nie stolika. Zatem temperaturę płynu będącego zawartością zlewki należy kontrolować przy pomocy miernika temperatury poz. 9 - **Rys1**. Temperatura roztworu nadąża za temperaturą stolika. Proces ten przedstawiono w postaci wykresu **Rys.6**.

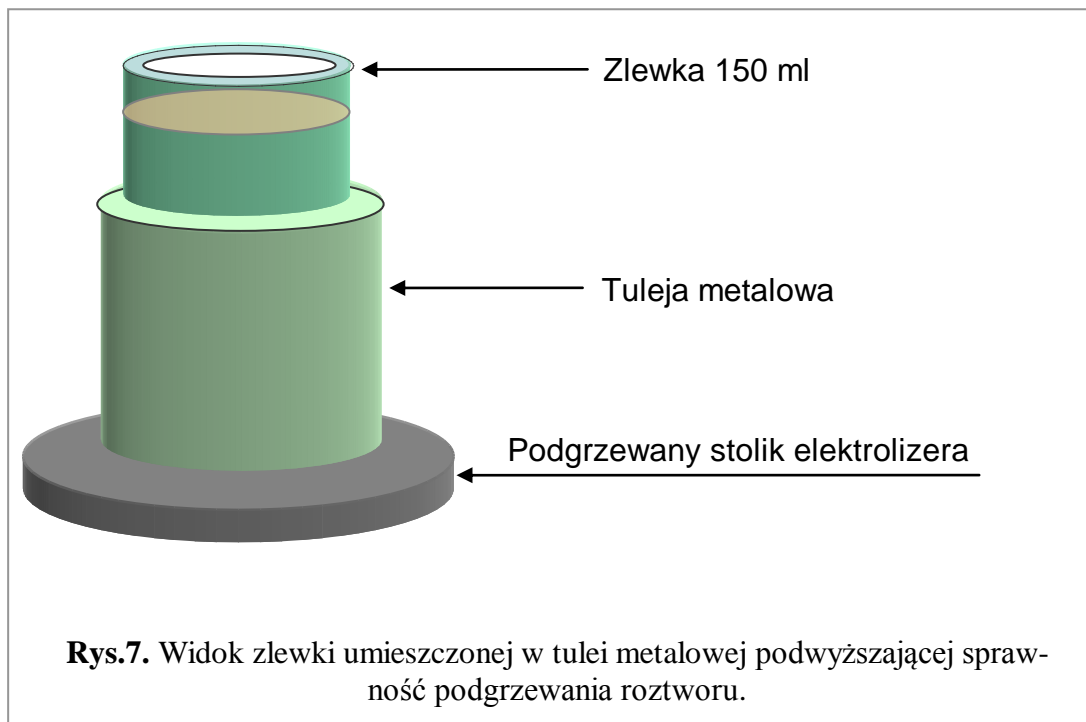
Na rysunku tym przedstawiono zależność temperatury wody w 150 ml zlewce, od czasu grzania, przy pokrętłe regulacji temperatury ustawionym na maksimum, w dwóch przypadkach:

- temperatura wody (podgrzewanie bez tulei)
- temperatura wody (podgrzewanie z tuleją)

Wykres ten należy traktować jako orientacyjne oszacowanie czasu podgrzewania do maksymalnej temperatury roztworu umieszczonego w zlewce o pojemności 150ml.



W przypadku prowadzenia analiz niewymagających podgrzewania, pokrętko poz. 11 - **Rys.1** powinno być skręcone w lewo do oporu, tak, aby dioda LED poz.10 - **Rys.1** była zgaszona. Jeśli natomiast w trakcie analizy wykorzystywało się proces grzania, to po jego zakończeniu należy to pokrętko skręcić w lewo do oporu. Na **Rys.7** pokazano widok zlewki stojącej na stoliku z tuleją metalową - wspomagającą grzanie. Tuleję zaleca się stosować w przypadku analiz wymagających temperatury ponad 40°C. Tuleja powoduje wyraźne przyspieszenie dochodzenia roztworu do zadanej temperatury.



Po wykonaniu tych wszystkich czynności można przystąpić do ustawiania wartości prądu elektrolizy.

Układ sterowania elektrolizera umożliwia ustawienie dwóch rodzajów pracy:

1. Praca ze stabilizacją prądu;
2. Praca ze stabilizacją napięcia.

Ad.1. Jest to podstawowy rodzaj pracy elektrolizera. W tym rodzaju pracy w trakcie trwania analizy, wartość prądu pozostaje stała. W czasie analizy zmienia się oporność elektryczna roztworu. Zadaniem układu sterowania jest taka zmiana wartości napięcia na elektrodach, aby podczas zmian rezystancji odczynnika w zlewce, zachować stałą wartość prądu analizy.

W celu ustawienia tego rodzaju pracy, po zanurzeniu elektrod w roztworze, należy wykonać następujące czynności:

- potencjometr "**Napięcie**" poz.6 - **Rys.1** ustawić w prawym skrajnym położeniu tzn. na maksimum;
- ustawić żadaną wartość prądu przy pomocy potencjometru "**Prąd**" poz. 2 -**Rys1**. w tym stanie pracy powinna świecić się lampka "**stabilizacja prądu**" poz.4 - **Rys1**.

Ad.2. Ten rodzaj pracy polega na tym, że podczas trwania analizy, występuje zmiana prądu, natomiast wartość napięcia na elektrodach elektrolizera, pozostaje stała. W tym systemie pracy należy :

- potencjometr "**Prąd**" poz.2 - **Rys.1** skrócić na maksimum ;
- wartość napięcia na elektrodach (bądź zaciskach dodatkowych) ustawiać pokrętkiem "**Napięcie**" poz.6 - **Rys.1**.

W tym rodzaju pracy w trakcie analizy wartość prądu I będzie kontrolowana przez układ sterowania tak, aby wartość iloczynu $I \times R$ była stała:

$$I \times R = U = \text{constans}$$

gdzie: R - rezystancja roztworu

U -wartość stabilizowanego napięcia.

3. PRZYKŁADOWE ANALIZY KĄPIELI GALWANICZNYCH.

Zjawisko elektrolizy jest obecnie szeroko wykorzystywane w technice i nauce oraz w tzw. ilościowej analizie chemicznej. Najbardziej popularna w przemyśle jest klasyczna elektroliza przeprowadzana w elektrolitycznych roztworów wodnych. Przykłady jej zastosowań to: celowe wydzielanie osadów metalicznych na katodzie (np. cynk wydzielany z rud cynkowych w roztworach kwaśnych, wydzielanie miedzy elektrolitycznej, wydzielanie metali szlachetnych i półszlachetnych (powłoki galwaniczne niklowane, stале chromowane.) Innym zastosowaniem może być otrzymywanie gazów wydzielanych w procesie elektrolizy - czystego wodoru cząsteczkowego (ułatwia się przy rozkładzie zakwaszonej albo alkalizowanej wody), związki powstające przy utlenianiu się kwasów siarkowych, siarczanu amonowego, wydzielanie wody utlenionej, chlorku sodu (powstaje przy elektrolizie soli kuchennej - halitu (NaCl), służącego np. do oczyszczania wody, chlorynów sodowych (wykorzystywanych przy wybielaniu tkanin), itp., oraz wykorzystanie chemiczne rozmaitych procesów redukcji jonów.

Poniżej przedstawiono przykłady analiz chemicznych podstawowych metali - składników najbardziej popularnych kąpeli galwanicznych, przy użyciu elektrolizera.

Elektrolizę i kontrolę punktu końcowego oznaczenia, należy prowadzić zgodnie z poniżej podanymi przepisami. Jako elektrody stosujemy standardowe elektrody Winklera.

Elektrolizę należy prowadzić pod sprawnie działającym wyciągiem w związku z tym, iż większość kąpeli galwanicznych zawiera substancje szkodliwe bądź trujące. Elektrolizę we wszystkich przypadkach prowadzi się przy stale działającym mieszaniu.

3.1. Elektrolityczne oznaczanie miedzi w kąpeli siarczanowej do miedziowania.

Próbkę kąpeli odmierzoną pipetą o objętości 5 ml, przenosi się do wysokiej zlewki o pojemności 150 ml a następnie dodaje się 5 ml stężonego kwasu azotowego oraz 130 ml wody i prowadzi elektrolizę tak długo, aż zniknie niebieskie zabarwienie elektrolitu.

Elektrolizę rozpoczyna się przy natężeniu 3 A i stopniowo, co pięć minut zwiększa prąd o jeden amper tak, aby przy zakończeniu elektrolizy natężenie prądu wynosiło 8A. W celu stwierdzenia czy miedź została wydzielona ilościowo, pobiera się 5 ml roztworu i dodaje do niego stężonego amoniaku. Nieobecność niebieskiego zabarwienia wskazuje, że miedź została całkowicie wydzielona. Następnie katodę przemywa się wodą, oraz alkoholem etylowym, suszy i waży, otrzymując w wyniku ciężar miedzi metalicznej.

Obliczenie: Ilość gramów wydzielonej miedzi x 200 = zawartość miedzi w kąpeli w gramach na litr (g/l).

3.2. Elektrolityczne oznaczanie miedzi w kąpeli cyjankowej do miedziowania.

Próbkę kąpeli odmierzoną pipetą o objętości 5 ml przenosi się do wysokiej zlewki o pojemności 150 ml.



Uwaga: czynności te wykonujemy pod sprawnie działającym wyciągiem.

Do roztworu dodaje się ostrożnie 5 ml (10 ml dla kąpeli typu Rochelle'a) stężonego kwasu azotowego, unikając strat spowodowanych burzeniem się roztworu.

Następnie dodaje się 10 ml stężonego kwasu siarkowego i ogrzewa na kuchence elektrycznej,

aż do całkowitego rozłożenia cyjanków i do pojawienia się białych dymów kwasu siarkowego. W tym czasie roztwór powinien się wyklarować i mieć barwę niebiesko-zieloną. Pojawienie się śladów pociemnienia wskazuje na prawdopodobieństwo częściowego rozkładu soli Roche-lle'a. W tego rodzaju przypadkach roztwór należy ogrzewać silniej, aż do wyklarowania. Po ochłodzeniu roztworu dodaje się 5 ml stężonego kwasu azotowego oraz 120 ml wody i rozpoczyna elektrolizę przy natężeniu prądu 3 A, zwiększając stopniowo o jeden amper, co 5 minut, aż do około 8 A w końcowej fazie elektrolizy. Katodę przemywa się wodą, alkoholem etylowym, suszy i waży otrzymując w wyniku ciężar miedzi metalicznej.

Obliczenie: Ilość gramów wydzielonej miedzi $\times 200$ = zawartość miedzi w kąpieli w gramach na litr (g/l).

3.3. Elektrolityczne oznaczanie niklu w kąpieli do niklowania.

Próbkę kąpieli o objętości 5 ml odmierzoną pipetą przenosi się do wysokiej zlewki o pojemności 150 ml. Następnie dodaje się 5 g chlorku amonowego, 20 ml stężonego amoniaku oraz 100 ml wody. W celu uzyskania właściwej początkowej temperatury elektrolizy tj. temp. 50 - 60 °C, należy ustawić zlewkę wewnątrz metalowej tulei- patrz rys.5. Po ogrzaniu roztworu do w/w temperatury osadza się elektrolitycznie nikiel na pomiedziowanej katodzie platynowej. Elektrolizę rozpoczynamy prądem 3 A i podwyższamy stopniowo o jeden amper, co pięć minut, aż do 8 A. Elektrolizę prowadzi się do zniknięcia zielonego zabarwienia roztworu, spowodowanego obecnością soli niklu. Następnie sprawdza się, czy nikiel został całkowicie wydzielony z roztworu. W tym celu pobiera się 2 ml elektrolitu i dodaje do niego, po lekkim alkalizowaniu amoniakiem, 5 ml 1% roztworu dwumetyloglioksydu. Nieobecność czerwonego osadu wskazuje, że nikiel został całkowicie wydzielony z roztworu.

Po zakończeniu elektrolizy przemywa się katodę wodą, następnie alkoholem etylowym i suszy w suszarce. Po wysuszeniu katodę się waży.

Obliczenie: Ilość gramów wydzielonego niklu $\times 200$ = zawartość niklu w kąpieli w gramach na litr (g/l).

3.4. Elektrolityczne oznaczanie kadmu w kąpieli do kadmowania.

Próbkę kąpieli o objętości 10 ml odmierzona pipetą przenosi się do wysokiej zlewki o pojemności 150 ml, dodaje się 3 g cyjanku sodowego i 120 ml wody.



Uwaga: czynność tą wykonujemy pod sprawnie działającym wyciągiem z zachowaniem wszelkich określonych norm bezpieczeństwa związanych z rozważaniem trucizn.

Po ogrzaniu do temperatury 35 °C prowadzi się elektrolizę przy użyciu pomiedziowanej katody platynowej w ciągu 30 min przy natężeniu prądu 2 - 3 A a następnie stopniowo podwyższa się natężenie o jeden amper, co pięć minut, aż do 5-6 A.

Elektrolizę prowadzi się do czasu, aż przy badaniu stwierdzi się nieobecność kadmu w roztworze. Badanie to polega na pobraniu 5 ml roztworu i dodaniu do niego niewielkiej ilości siarczku amonowego i ogrzaniu. Brak żółtego osadu siarczku kadmu świadczy o całkowitym usunięciu kadmu z roztworu. Następnie elektrodę przemywa się wodą, alkoholem etylowym i suszy w suszarce w temperaturze 70°C. Po wysuszeniu katody należy ją zważyć.

Obliczenie: Ilość gramów wydzielonego kadmu $\times 100$ = zawartość kadmu w kąpieli w gramach na litr (g/l).

3.5. Elektrolityczne oznaczenie cynku w kąpeli cyjankowej do cynkowania.

Próbkę badanej kąpeli o objętości 2 ml odmierza się pipetą i przenosi do wysokiej zlewki o pojemności 150 ml. Następnie dodaje się 5 ml 25% roztworu wodorotlenku sodowego oraz 3 ml stężonego amoniaku i rozcieńcza wodą do objętości 130 ml. Cynk osadza się elektrolitycznie na pomiedziowanej katodzie platynowej.

Początkowo przez około 20 min, elektrolizę prowadzi się stosując prąd o natężeniu 2 A a następnie zwiększa się natężenie prądu do 3 A i kontynuuje elektrolizę aż do całkowitego wydzielania cynku z roztworu. Sprawdzenie czy elektroliza została zakończona polega na pobraniu 5 ml roztworu i dodaniu niewielkiej ilości siarczku amonowego oraz ogrzaniu roztworu. Jeżeli po ogrzaniu nie tworzy się biały osad siarczku cynkowego wówczas można uważać, że elektroliza została zakończona. Katodę przemywa się wodą, następnie alkoholem etylowym i suszy w suszarce w temperaturze 60°C, po czym waży się ją określając wagę wydzielonego cynku.

Obliczenia: Ilość gramów wydzielonego cynku x 500 = zawartość cynku w kąpeli w gramach na litr (g/l).

4.DODATKOWE MOŻLIWOŚCI ZASTOSOWANIA ELEKTROLIZERA.

Elektrolizer można wykorzystywać jako źródło prądu stałego np. do celów badania własności kąpeli galwanicznych takich jak:

- *miar wydajności katodowej;*
- *rozdziłu metalu podczas elektrolizy (badanie wglębności kąpeli, uwzględniające zdolności rozpraszania);*
- *badanie zdolności krycia;*
- *badanie zakresu prądowego osadzania powłok o określonej jakości;*
- *badanie zdolności mikrowygładzania.*

Można też aparat, zastosować jako źródło prądu stałego, przy pokrywaniu elektrolitycznym detali o niewielkiej powierzchni, metalami z kąpeli galwanicznych w waniencie laboratoryjnej. W tym celu należy wykorzystywać dodatkowe zaciski wyjściowe **Rys.2** poz. 17, 19.



To urządzenie jest oznaczone zgodnie z dyrektywą Europejską 2002/96/WE oraz polską Ustawą o użytym sprzęcie elektrycznym i elektronicznym symbolem określonego kontenera na odpady.

Takie oznakowanie informuje, że sprzęt ten, po okresie jego użytkowania nie może być umieszczany łącznie z innymi odpadami pochodzącymi z gospodarstwa domowego. Użytkownik jest zobowiązany do oddania go prowadzącym zbieranie, w tym lokalne punkty zbiórki, sklepy oraz gminne jednostki, tworzą odpowiedni system umożliwiający oddanie tego typu sprzętu.

Właściwe postępowanie ze użytym sprzętem elektrycznym i elektronicznym przyczynia się do uniknięcia szkodliwych dla zdrowia ludzi i środowiska naturalnego konsekwencji, wynikających z obecności składników niebezpiecznych oraz niewłaściwego składowania i przetwarzania takiego sprzętu.

5. SPIS TREŚCI.

1. OPIS OGÓLNY	1
1.1. Przeznaczenie aparatu	1
1.2. Zasada działania	1
1.3. Opis techniczny	1
1.3.1. Dane techniczne	1
1.3.2. Podstawowe zespoły elektrolizera	1
1.4. Wyposażenie	2
2. OBSŁUGA	3
3. PRZYKŁADOWE ANALIZY KĄPIELI GALWANICZNYCH.....	8
3.1. Elektrolityczne oznaczanie miedzi w kąpeli siarczanowej do miedziowania	8
3.2. Elektrolityczne oznaczanie miedzi w kąpeli cyjankowej do miedziowania.....	8
3.3. Elektrolityczne oznaczanie niklu w kąpeli do niklowania.....	9
3.4. Elektrolityczne oznaczanie kadmu w kąpeli do kadmowania	9
3.5. Elektrolityczne oznaczanie cynku w kąpeli cyjankowej do cynkowania	10
4. DODATKOWE MOŻLIWOŚCI ZASTOSOWANIA ELEKTROLIZERA.....	10