

Tadeusz Skubij
1
1-szy referat wygłoszony na sesji
studentkich Kołt. naukowych
w Pol. Warszawskiej, 1968r.

PLUCO SERCE ZDEMP 1968.

Gliwice. 13. XII. 1968.

Aparat do sztucznego krążenia pozaustrojowego
krwi, wykonany przez ZOMP w Gliwicach.

Rozwój przemysłu elektrotechnicznego na Śląsku jest bardzo dynamiczny i wszechstronny. W samym tylko województwie katowickim istnieje kilkanaście zakładów typowo elektrycznych, produkujących silniki elektryczne, urządzenia elektryczne czy przyrządy pomiarowe. Nie będę dzisiaj mówił o takich znanych zakładach jak "Celma" w Cieszynie czy "Indukta" lub "Apena" w Bielsku, chociaż ich osiągnięcia są bardzo duże i cenione w kraju i za granicą. W moim referacie omówię najnowsze osiągnięcie Zakładu Optyki i Mechaniki Precyzyjnej w Gliwicach, jakim jest wyprodukowane ostatnio sztuczne płuco-serce.

ZOMP jest zakładem znanym dotychczas w kraju z produkcji przyrządów pomiarowych wysokiej klasy, takich jak oporniki dekadowe, mostki i kompensatory. Znany chyba te przyrządy z laboratorium.

Wyprodukowanie w ZOMP-ie sztucznego płuco-serca, które nie jest aparatem typowo elektrycznym i odbiega od dotychczasowej specjalizacji zakładu, świadczy nie tylko o możliwościach konstrukcyjnych tego zakładu, lecz również o coraz większych powiązaniach między różnymi dziedzinami nauki i techniki.

Dotychczas w Polsce mieliśmy 4 aparaty tego typu /w Warszawie, Łodzi, Poznaniu i Wrocławiu/ w tym jeden produkcji całkowicie polskiej, zbudowany kilka lat temu pod kierunkiem prof. Molla. Trzy pozostałe aparaty są importowane a koszt jednego wynosi 14-16 tys. dolarów.

W obecnej sytuacji klinika chirurgiczna w Zabrze nie mogła liczyć na sprowadzenie sztucznego płuco-serca, przynajmniej w ciągu najbliższych kilku lat, a oczekujących na operację jest w naszym województwie około 1,5 tys. Przeważnie są to dzieci.

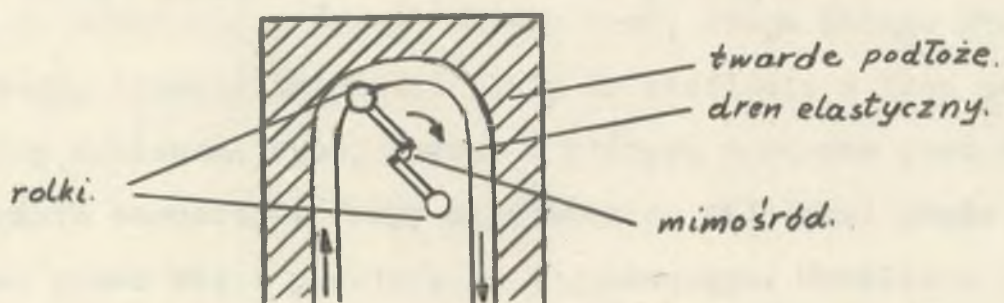
Wyprodukowanie tego aparatu ma więc charakter antyimportowy i pozwala na uratowanie życia wielu ludziom z wadami serca, którzy dotychczas byli skazani na śmierć przeważnie przed 18 rokiem życia, o ile wada

była wrodzona.

Śląskie płuco-serce jest konstrukcyjnie bardzo proste, o wiele prostsze niż dotychczas istniejące aparaty. Składa się ono z następujących podstawowych części:

- trzech pomp perestatycznych.
- zespołu pomiaru i regulacji temperatury.
- wymiennika ciepła.
- oksygenatora.
- układu zasilania w tlen.
- zbiornika krwi zapasowej.

Aparat jest zbudowany jako konstrukcja modułowa, umożliwiająca łatwy demontaż dla dokonania ewentualnych napraw konserwacyjnych lub dostosowania do innych potrzeb lub prac laboratoryjnych. Całość zamontowana jest na platformie wyposażonej w kółka fortepianowe ułatwiające manewrowanie. Pompa perestatyczna zastosowana w naszym płuco-sercu została całkowicie opracowana przez inżynierów z ZOMP-u. Wykorzystano tutaj zasadę Debecay'a, który pierwszy zbudował pompę do przetaczania krwi. Trzeba zaznaczyć, że do przetaczania krwi nie można użyć zwykłej pompy tłoczącej aby nie uszkodzić krwi, która jest płynem bardzo delikatnym. Zasadnicza idea pompy perestatycznej jest następująca:



Na dwu ramionach pompy zamocowane są rolki, które podczas obrotu dociskają elastyczny dren do twardego podłoża i w ten sposób przetłaczają krew. Ramiona pompy są przesunięte względem siebie mimośrodowo, przez co spełniają one jednocześnie rolę zaworów i tłoczków.

W pompie istnieje możliwość zabudowania dwu drenów, dla uzyskania dwu oddzielnych pomp we wspólnej obudowie, jeśli zaszłaby taka potrzeba.

Rzeczą zasadniczą w pompie jest regulacja docisku rolek do drenu.

W innych pompach tego typu ta regulacja odbywa się dla obu ramion oddzielnie, za pomocą sprężyn dociskowych. W tej pompie regulacja jest przeprowadzana przy pomocy krzywki, która zapewnia jednoczesny, idealnie równomierny docisk obu wałków.

Docisk tych wałków musi być tak wyregulowany, by krew była przetłaczana, nie cofała się z powrotem, a jednocześnie nie może być walcowana. Walcowanie krwi powodowałoby hemolizę, czyli zgniot czerwonych ciałek i wyzwalamie zamkniętych w nich substancji. Szczególnie niebezpieczny jest wydzielony potas, który wpływa hamująco na pracę mięśnia sercowego. Powiększona zawartość potasu we krwi uniemożliwiłaby pobudzenie serca po dokonaniu zabiegu.

Aby zapobiec hemolizie zwrócono również uwagę na to, by naczynia i kanały przez które przepływa krew miały minimalną ilość zgięć i aby krew na swojej drodze nie napotykała na żadne ostre kandy, mogące się stać przyczyną wirów krwi.

Pompy są zamocowane na podstawie obrotowej, co umożliwia właśnie zestawienie obiegu z małą ilością zgięć. Układ pomp jest poziomy, co gwarantuje dobre odpowietrzanie, ponieważ nawet mikrobańka gazu we krwi stałaby się przyczyną śmierci pacjenta.

Płuco-serce zawiera trzy identyczne pompy perestaltyczne, z których jedna służy do zasilania głównego obiegu krwi, druga ściąga krew z pola operacyjnego, trzecia natomiast służy do zasilania w krew naczyń wieńcowych przy zabiegach specjalnych, w których wymagane jest odżywianie także mięśnia sercowego. Pompy napędzane są silnikami prądu stałego zasilanymi przez układ prostownika regulowanego. Umożliwia to płynną regulację prędkości obrotowej pompy, co ma duże znaczenie przy przyłączeniu krążenia pozaustrojowego.

Układ zasilania silnika pompy płuco-serca przedstawia następujący schemat:

W - wyłącznik.

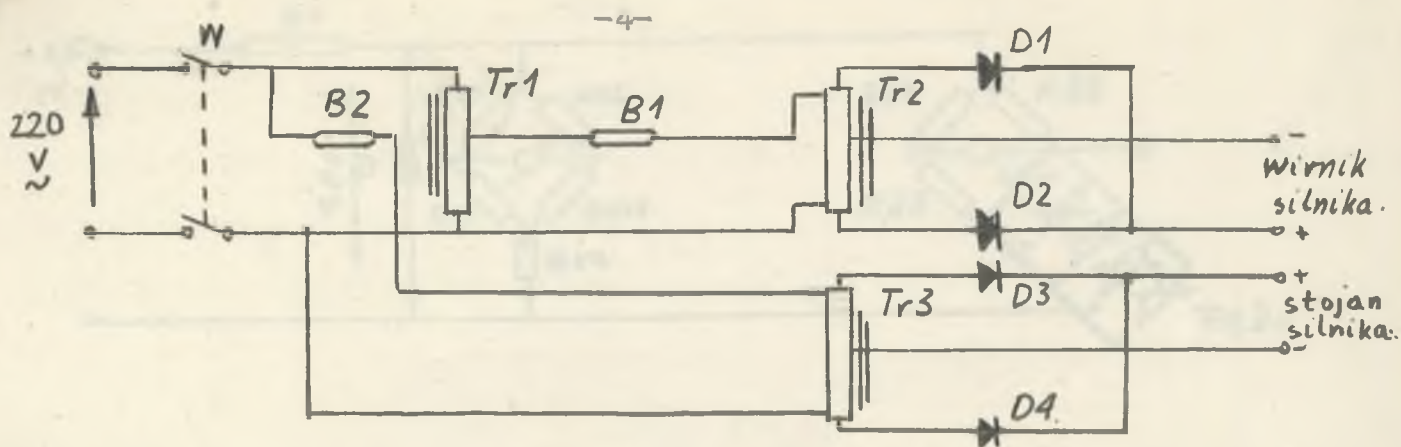
Tr1 - transformator reg.

O - 220 V.

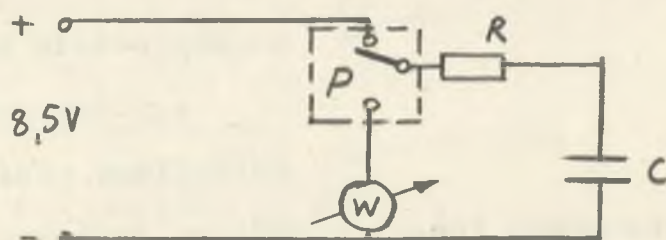
B1, B2 - bezpieczniki rurkowe.

Tr2, Tr3 - autotransformator 220/2x127 V

D1, D2, D3, D4 - diody krzemowe



Układ napędowy sprzęgnięty jest z pompą przez sprzęgło jednokierunkowe, nieprzełączalne, umożliwiające natychmiastowe przejście na napęd ręczny. W innych płuco-sercach istnieją pompy ze sprzęgłami zębatymi, przełączalnymi, które służą równocześnie do regulacji prędkości obrotowej. u nas regulacja jest przeprowadzana zupełnie płynnie, bez użycia skrzynki biegów. Każda pompa jest wyposażona w elektryczny układ pomiaru prędkości obrotowej, zrealizowany w technice impulsowej. Schemat tego układu:



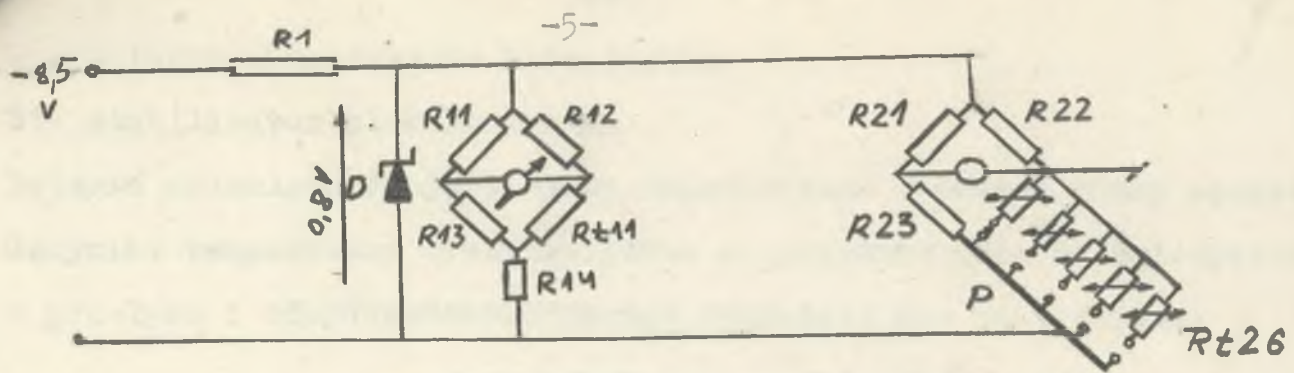
P - impulsator napędowy pompy.

W - wskaźnik ilości obrotów.

C - kondensator.

Dla zabezpieczenia obsługi przed porażeniem zastosowano zerowanie ochronne, a także przezroczyste osłony z tworzywa umożliwiające obserwację pracy pompy.

Następnym układem płuco-serca jest układ do pomiaru i regulacji temperatury. składa się on z dwu niezależnych termometrów termistorowych pracujących w układzie mostkowym. Jeden z termometrów mierzy bez przerwy temperaturę wody zasilającej wymiennik ciepła, drugi natomiast jest termometrem przełączalnym i mierzy temperaturę ciała pacjenta w dowolnym miejscu lub też temperaturę zewnętrzną. Układ tych termometrów jest następujący:



D - dioda Zenera.

R1 - opornik masowy.

R11 - R23 - oporniki precyzyjne drutowe.

Rt11 - Rt26 - czujniki termistorowe.

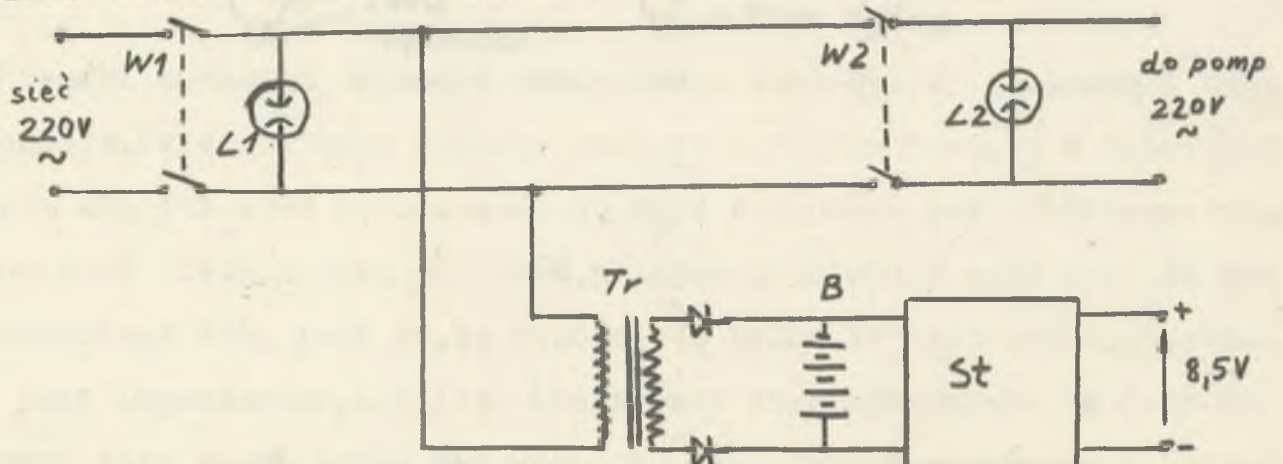
P - przełącznik pokrętny pomiarowy.

Zespół pomiarowy temperatury zbudowany jest jako samodzielna jednostka, i składa się z :

- różnicowego zaworu mieszającego.
- układu pomiaru temperatury.
- autonomicznego układu zasilania.

W warunkach pracy normalnej zasilanie części pomiarowej układu jest niezależne od sieci i odbywa się z baterii szczelnych akumulatorów.

W czasie awarii zasilanie tej części odbywa się z baterii akumulatorów.



W1 - wyłącznik "ładowanie".

W2 - wyłącznik "praca".

L1, L2 - neonówki sygnalizacyjne.

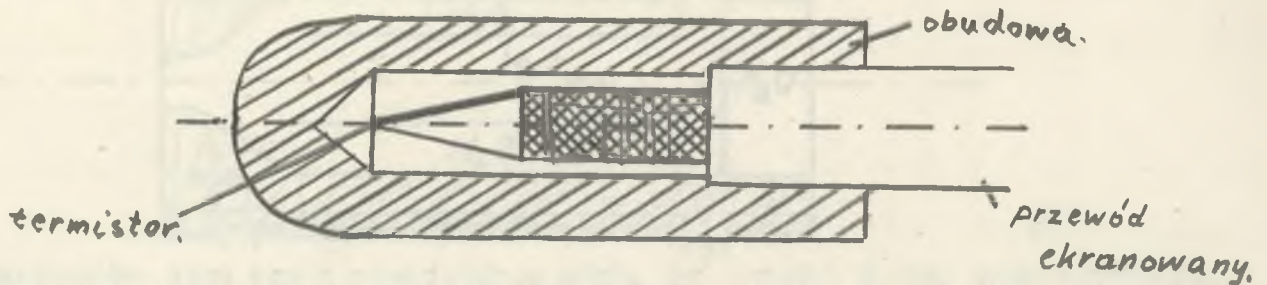
Tr - transformator.

D1, D2 - diody krzemowe.

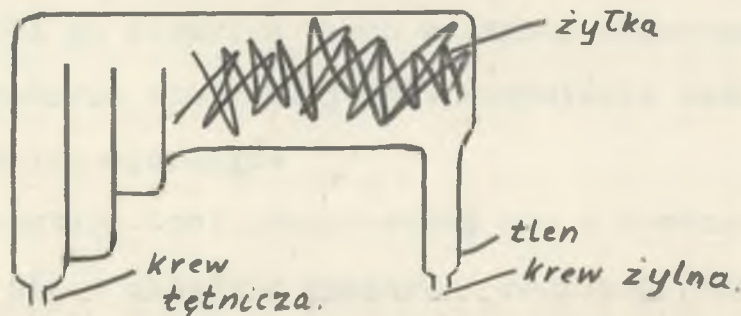
B - baterie akumulatorów szczelnych.

St- stabilizator elektroniczny.

Bateria akumulatorów jest stale doładowywana w czasie pracy aparatu. Czujniki temperatury ciała pacjenta są przystosowane do umieszczenia w przełyku i odbyci. Schematycznie wyglądają one następująco:



Następną bardzo ważną częścią aparatu jest oksygenator czyli utleniacz, w którym zachodzi utlenienie krwi i odbiór dwutlenku węgla. Oksygenator może być dowolnego typu, ale w zasadzie jest on typu workowego. Składa się on z worka polietylenowego z wyróżnionymi czterema częściami. W pierwszej, największej znajduje się żyłka z tworzywa sztucznego, silnie spleciona, podobnie jak zwykły do naczyń.

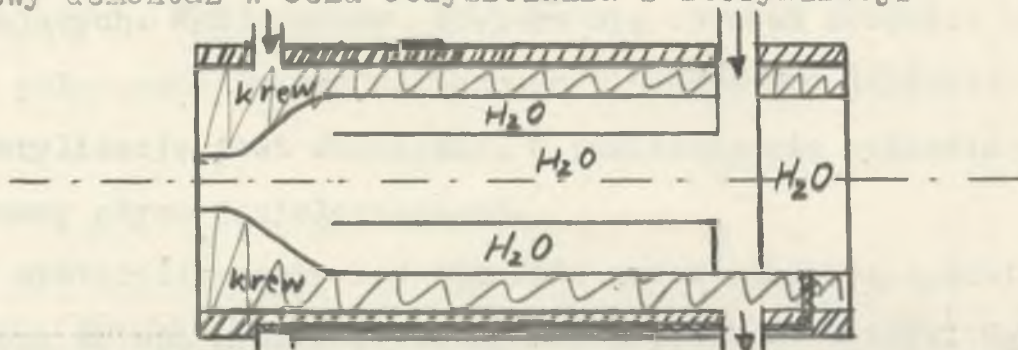


W tej części zachodzi dokładne wymieszanie krwi żylniej z tlenem i odpiankowanie. Dwie następne kolumny zawierają filtry krwi, a w ostatniej znajduje się już krew tętnicza. Płuco typu workowego jest najkorzystniejsze, ponieważ posiada małą objętość, a zatem potrzebuje mało krwi do wypełnienia. Jego wadą jest to, że nadaje się tylko do jednorazowego użycia i jest importowane, ale jego koszt jest niewielki, około 12 dolarów. Stosowane jest także płuco Gay-Cross'a, typu dyskowego, ale jego pojemność jest większa. Może ono być użyte wielokrotnie, sterylizacja jego jest łatwa.

Następną częścią płuco-serca jest wymiennik ciepła, całkowicie nowej konstrukcji. Dzięki temu rozwiązaniu została bardzo znacznie

zmniejszona pojemność i wynosi tylko 120 ml., podczas gdy w innych wymiennikach ciepła wynosi około 800 ml.

Wymiennik ciepła jest typu współosiowego, o konstrukcji umożliwiającej łatwy demontaż w celu oczyszczania i sterylizacji.



W wymienniku tym krew graniczy z wodą na bardzo dużej powierzchni, co daje bardzo dokładne zrównanie temperatury krwi z temperaturą opływającej wody. Oczywiście szczelność tego wymiennika jest doskonała.

Zadaniem wymiennika ciepła jest wprowadzenie pacjenta w stan hipotermii, czyli obniżenie temperatury ciała do około 20°C , utrzymanie tej temperatury przez czas trwania operacji. Po zabiegu temperaturę ciała również podwyższa się przy pomocy tego wymiennika. Obecnie dąży się do robienia operacji na otwartym sercu w stanie normotermii, t.j. przy normalnej temperaturze ciała pacjenta. Oczywiście nasz aparat nadaje się także do takich operacji.

Regulację temperatury krwi przeprowadzają się w zaworze mieszającym, który znajduje się w układzie pomiaru i regulacji temperatury, tak, że do wymiennika doprowadza się już wodę o określonej temperaturze. Temperatura ta może być mierzona bezpośrednio w wymienniku, ponieważ płaszcz wodny posiada gniazdo do zamocowania czujnika termometru. Całość zbudowana jest ze stali kwasoodpornej spawanej w atmosferze ochronnej, oraz jest polerowana dla zmniejszenia hemolizy. przez odpowiednią konstrukcję uzyskano minimalny kontakt krwi z uszczelkami gumowymi.

Płuco-serce posiada również zbiornik krwi zapasowej, wyposażony jest on w filtry siatkowe dla zatrzymania skrzepów zasysanych z pola operacyjnego, oraz dodatkowy wlew dla dostarczenia kroplówek i uzupełnienia krwi w krwioobiegu. Wykonany jest on ze stali kwasoodpornej, również polerowany. Jego pojemność może być zmieniona przez wymianę elementów.

Przygotowanie płuco-serca do użycia polega na dokładnej sterylizacji. Dotyczy to tych części, które bezpośrednio stykają się z krwią, a więc wymiennika ciepła, zbiornika zapasowego, oksygenatora i drenów doprowadzających. Każdorazowo dobiera się również średnice kaniul, służących do połączenia obiegu sztucznego z naczyniami pacjenta.

Sterylizacja jest dokonywana w pomieszczeniu całkowicie jałowym, przy pomocy płynu fizjologicznego.

Po wysterylizowaniu bezpośrednio przed operacją aparat zostaje napełniony świeżą krwią, pobraną bezpośrednio od dawców. Ogromne znaczenie ma więc pojemność wewnętrzna aparatu, bo od niej zależy ilość krwi potrzebnej do operacji. W naszym aparacie wymagane jest około 2000ml. krwi, natomiast w innych płuco-sercach pracujących obecnie potrzeba 4 - 6 tys. ml. krwi. pojemność płuco-serca jest większa, ale podaje się krew rozcieńczoną, aby zmniejszyć ilość dawców.

Do jednej operacji przy użyciu śląskiego płuco-serca potrzeba tylko około 12 dawców krwi. Są oni zamawiani na określoną godzinę, ponieważ do aparatu nie można stosować krwi z banku, ze względów medycznych. Krew wszystkich dawców musi mieć tę samą grupę i ten sam czynnik Rh co krew chorego, ale muszą być też spełnione jeszcze inne warunki, silniejsze niż przy zwykłych transfuzjach. Zebranie wielu dawców mających tę samą krew jest problemem, tym większym, im więcej tych dawców potrzeba. Pojemność płuco-serca została również zmniejszona dlatego, że w czasie operacji krew pacjenta zostaje całkowicie wymieszana z krwią dawców. Im mniejsze będzie wymieszanie krwi, tym dla pacjenta jest lepiej, bo zdajemy sobie sprawę, że idealnie takiej samej krwi nie można dobrać. Aparat przeznaczony jest do operowania wad serca nabytych i wrodzonych, których bez długotrwałego unieruchomienia serca nie dałoby się przeprowadzić. Przede wszystkim więc usuwa się otwory w sercu i niedomykanie zastawek.

Śląskie płuco-serce ma w porównaniu z innymi dużo zalet, z których najważniejszymi są:

- mały wymiennik ciepła, łatwy w odpowietrzeniu przez skośne ustawienie.
- możliwość zastosowania różnego typu oksygenatorów.
- pompy są osadzone obrotowo i mają małe wymiary.
- małe zapotrzebowanie krwi.
- łatwo wprowadza się chorego w stan hipotermii i normotermii.
- układ tlenowy i wszystkie zespoły stanowią jedną całość.
- istnieje minimalna ilość złącz.
- istnieje zbiornik do krwi zapasowej.
- zastosowano elementy i materiały krajowe, zwracając szczególną uwagę na ich niezawodność.

Sztuczne płuco-serce przed zastosowaniem u ludzi zostało bardzo dokładnie wypróbowane na psach. Wszystkie doświadczenia wypadły bardzo pomyślnie i fachowcy stwierdzili, że wykonanie aparatu i jego precyzja są na najwyższym poziomie. Doświadczenia wykazały bezawaryjną i bezbłędną pracę aparatu, pozwalającą na pełne zastosowanie u ludzi.

Pierwszą operację przy użyciu tego aparatu wykonano we wrześniu na kilkunastoletniej dziewczynie. Dzisiaj jest ona już zupełnie zdrowa i chodzi do szkoły.

Potem wykonano jeszcze dwie operacje, udane. Potwierdzają one przydatność i niezawodność aparatu.

Wybudowanie płuco-serca na Śląsku jest niewątpliwie osiągnięciem, sukcesem zarówno techniki jak i medycyny.

Płuco-serce zostało zgłoszone do Wielkiego Konkursu Trybuny Robotniczej który miał na celu wyłonienie najlepszego, najcenniejszego wynalazku w województwie katowickim. Był to konkurs ogólny i obejmował wszystkie dziedziny nauki i techniki. Zgłoszono bardzo wiele prac na wysokim poziomie. W tym konkursie śląskie płuco-serce zajęło trzecie miejsce. Świadczy to o randze tego wynalazku i jego dużym znaczeniu.

Pierwsze sztuczne płuco-serce dla chorych dzieci

Cenny dar

Politechniki Gliwickiej
dla Śl. Akademii Medycznej

(Informacja własna)

Politechnika Śląska w Gliwicach utrzymuje ścisłą więź nie tylko z przemysłem. Zacieśnia również współpracę z innymi śląskimi uczelniami. Wyniki tej współpracy znajdują najczęściej praktyczne zastosowanie. Śluzą ogółowi społeczeństwa. Wymownym przykładem tego może być sztuczne płuco-serce, wykonane w czynnie społecznym dla uczczenia w Związku Partii w Zakładzie Doświadczalnym Optyki i Mechaniki Precyzyjnej Politechniki Śląskiej w Gliwicach, a przekazane w ub. sobotę, 4 bm., w darze Śląskiej Akademii Medycznej.

Aktu przekazania sztucznego płuco-serca rektorowi Śląskiej Akademii Medycznej, prof. dr Witoldowi Niepołomskiemu dokonał rektor Politechniki Śl., prof. dr inż. Jerzy Szuba w otoczeniu twórców tej skomplikowanej aparatury: konstruktorów — inż. Andrzeja Zembali, inż. Rudolfa Wojnara i Gintara Voelkeła oraz autorów założeń urządzenia — dr med. Zygmunta Antoszewskiego z I Kliniki Chirurgicznej Śląskiej Akademii Medycznej i lek. Edwarda Klarowicza ze Szpitala Miejskiego w Zabrze.

(DOKOŃCZENIE NA STR. 3)



Cenna aparatura skonstruowana w Cynie Zjazdowym przez gliwickich naukowców w darze dla Śląskiej Akademii Medycznej.
Fot.: Stanisław Gadomski

Cenny dar

(DOKOŃCZENIE ZE STR. 1)

Przy wykonawstwie płuco-serca pracowała cała załoga ZDOMP Politechniki Śląskiej, przeznaczając na ten cel ponad 1100 godzin pracy w czynnie społecznym, co pozwoliło na oddanie aparatury do użytku na 2 miesiące przed planowanym terminem. Niezwykła precyzja i staranność wykonania świadczą, że technicy z ZDOMP nie szczędzili wysiłków, by jedno z nielicznych płuco-serce w Polsce, a pierwsze przystosowane do leczenia dzieci, wykonane zostało absolutnie bezbłędnie. Jak poinformował nas jeden z twórców płuco-serca, dr

Antoszewski, przy urządzeniu tym zastosowano innowacje, które usprawnią prowadzenie krążenia pozaustrojowego w czasie zabiegu na otwartym sercu i ułatwią pracę zespołowi kardiochirurgów. Przy urzędzeniu tym zastosowano najnowsze osiągnięcia techniki krajowej i światowej.

Wyrażając wdzięczność za ten dar, rektor W. Niepołomski podkreślił, że jest on najlepszym świadectwem doskonałej współpracy inżynierów z lekarzami i zapewnił, że przekazane płuco-serce będzie jak najlepiej wykorzystane w walce o ludzkie zdrowie. (w)

Pierwszy krajowy defibrylator elektronowy regulujący pracę serca wykonano na Politechnice Śląskiej

Urządzenie elektronowe zwane defibrylatorem, służy jako źródło emisji impulsów elektrycznych, podtrzymujących i stabilizujących prawidłowość działania serca. Ma ono zastosowanie głównie przy wykonywaniu zabiegów chirurgicznych na odsłoniętym sercu.

Defibrylatory dotąd nie były wyrabiane w kraju, a z uwagi na ich wysoką cenę — nawet w krajach o wysokim rozwoju techniki — nie stanowią one standardowego wyposażenia wszystkich kardiologicznych zakładów leczniczych.

Twórcą pierwszego polskiego defibrylatora jest mgr inż. Karol Mosler, wykonawca — Zakład Optyki i Mechaniki Precyzyjnej Politechniki Gliwickiej.

Pierwszy defibrylator polskiej produkcji ofiarowany został klinice chirurgicznej śląskiej Akademii Medycznej.

(hes)

POMPA - PLUCO-SERCA

