

TURBINA WODNA

Przy wykonywaniu przez młodych konstruktorów różnych urządzeń lub modeli maszyn zachodzi niejednokrotnie potrzeba zastosowania napędu mechanicznego. Najodpowiedniejszym do tego celu jest silniczek elektryczny, ponieważ ma stosunkowo niewielkie wymiary i łatwo go wszędzie zastosować. Trudno jednak jest nabyć taki mały, ale o dużej mocy i sprawny silnik. Te, które spotyka się w handlu, po przystępnej cenie, są tak małej mocy, że nadają się jedynie do poruszania bardzo małych modeli. Silniczki o większej mocy są znowu, ze względu na wysoką cenę, mniej dostępne dla techników amatorów. Wykonanie takiego silniczka w warunkach amatorskich wymaga nie tylko odpowiedniego przygotowania technicznego, ale i znacznych środków materialnych oraz czasu.

Znacznie łatwiejszym w wykonaniu, zwłaszcza dla techników zaawansowanych w obróbce metalu, i dość sprawnym w działaniu jest silniczek wodny, zwany turbiną (rys. 1). Silniczek ten ma wprawdzie nieco większe wymiary niż

silnik elektryczny o tej samej mocy, ale jest bezpieczniejszy w użyciu i osiąga dość wysokie obroty, które przy odpowiednim ciśnieniu wody w sieci wodociągowej mogą dojść do 3000 obr./min. Można też przystosować go (po niewielkiej przeróbce łopatek) do napędu na parę wodną.

Turbiną tą można poruszać większe modele maszyn albo niewielkie obrabiarki, jak szlifierkę do drewna, ostrzarkę do wiertła i noży albo wentylator pokojowy, transporter, prądnicę itp.

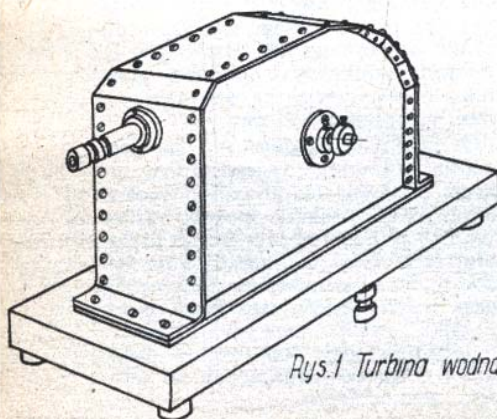
Ze względu na konieczność zasilania turbinki wodą bieżącą i potrzebę odprowadzenia jej po użyciu — turbinka powinna być umieszczona w pobliżu kranu wodociągowego i zlewu (rys. 2) lub innego źródła zasilania.

Podstawowym materiałem potrzebnym do wykonania turbinki będzie blacha (alumiuniowa, mosiężna, cynkowa lub stalowa ocynkowana) oraz niewielkie ilości materiałów dodatkowych (kawałki metalowych prętów i wałków, śrubki z nakrętkami, wkrętki itp.).

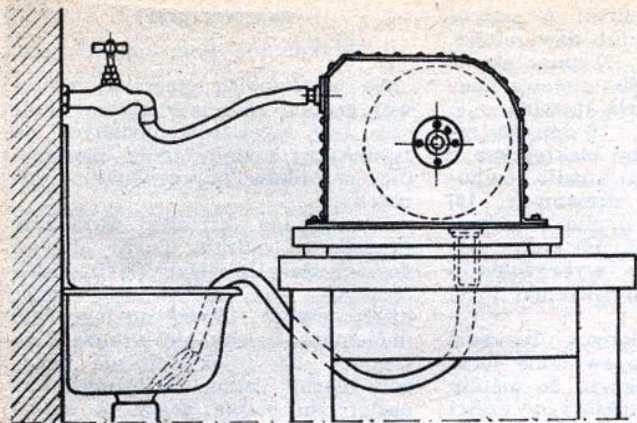
W wypadku użycia do budowy turbinki blachy stalowej nieocynkowanej należy ją (po uformowaniu) pomalować z obu stron minią i następnie farbą olejną.

Turbinka składa się z dwóch zasadniczych części: I — koła łopatkowego, i II — obudowy (rys. 3 i 4).

I — Koło łopatkowe, za pomocą którego energia bieżącej wody zostaje zamieniona na energię mechaniczną — jest zbudowane z kilku części, a mianowicie: 1) tarczy metalowej (rys. 5), 2) pierścienia łopatkowego (rys. 6), 3) 12 łopatek przymocowanych śrubkami do pierścienia (rys. 7), 4) 12 kątowników, łączących tarczę z pierścieniem i łopatkami (rys. 8), 5) dwóch okładek



Rys. 1 Turbina wodna



Rys. 2
Połączenie turbiny
z kranem i zlewem

osiowych (rys. 9), 6) osi stalowej (rys. 10), 7) koła pasowego (rys. 11) i 8) pierścienia oporowego (rys. 12).

II — Obudowę tworzy metalowe pudełko (rys. 13) składające się z dwóch bocznych ścianek pionowych, poboczniczy i dna. Części te są połączone ze sobą za pomocą śrubek z nakrętkami i przymocowane do drewnianej podstawy (rys. 14).

Wewnątrz obudowy osadzone jest w dwóch łożyskach ślizgowych koło łopatkowe (rys. 15), z przodu obudowy dysza (rys. 16) doprowadzająca wodę do koła łopatkowego, a w dnie rurka odpływowa (rys. 17) odprowadzająca zużytą wodę do zlewu.

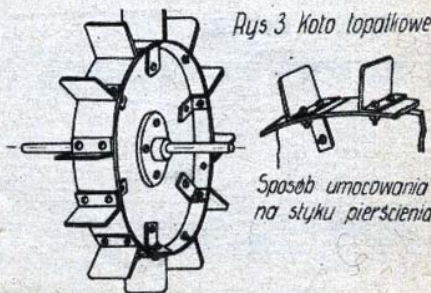
Działanie turbinki jest równie proste, jak i jej budowa. Wylatujący z kranu strumień wody, odpowiednio wzmocniony dzięki przeżęzieniu rurki wlotowej (dyszy) uderza w łopatki umocowane na obwodzie koła i dzięki osadzeniu tegoż koła na ruchomej osi wprawia je w szybki ruch obrotowy, który następnie może być przenoszony za pomocą koła pasowego i pasa ciągłego na inne urządzenia lub obrabiarki.

Przystępując do budowy turbinki warto zapoznać się dokładnie z podanymi rysunkami, przygotować odpowiednie materiały i narzędzia oraz ustalić kolejność i przebieg pracy.

Zamieszczone rysunki przedstawiają ogólny wygląd turbinki i sposób jej zainstalowania, turbinę w rzutach i przekrojach oraz kształty i wymiary części składowych.

Podane na rysunkach wymiary umożliwiają przygotowanie materiałów w odpowiedniej ilości i grubości (np. blachy stalowej, aluminiowej, mosiężnej albo cynkowej, odciników prętów, wałków i płaskowników, śrub z nakrętkami, wkrętek, materiałów uszczelniających, korków gumowych i pierścieni, farby itp.).

Z narzędzi potrzebne będą: 1) linia z podziałką milimetrową, 2) kątownica metalowa, 3) kolec stalo-



Rys. 3 Koło łopatkowe

Sposób umocowania łopatek
na styku pierścienia

wy, 4) młotek ślusarski, 5) nożyce blacharskie ręczne lub dźwigniowe, 6) piła do metalu, 7) punktak, 8) wiertarka ręczna albo stołowa (mechaniczna), 9) wiertła spiralne o ϕ 2,5, 3, 4, 1, 6, 10, 13 i 16 mm, 10) lutownica zwykła albo elektryczna o mocy 180 watów, 11) imadło równoległe, 12) młotek drewniany, 13) szczypce płaskie, 14) piła do drewna, 15) strug gładzik, 16) korba stolarska, 17) świdry wykrawacze o ϕ 20 i 34 mm, 18) wkrętaki i 19) klucz do nakrętek.

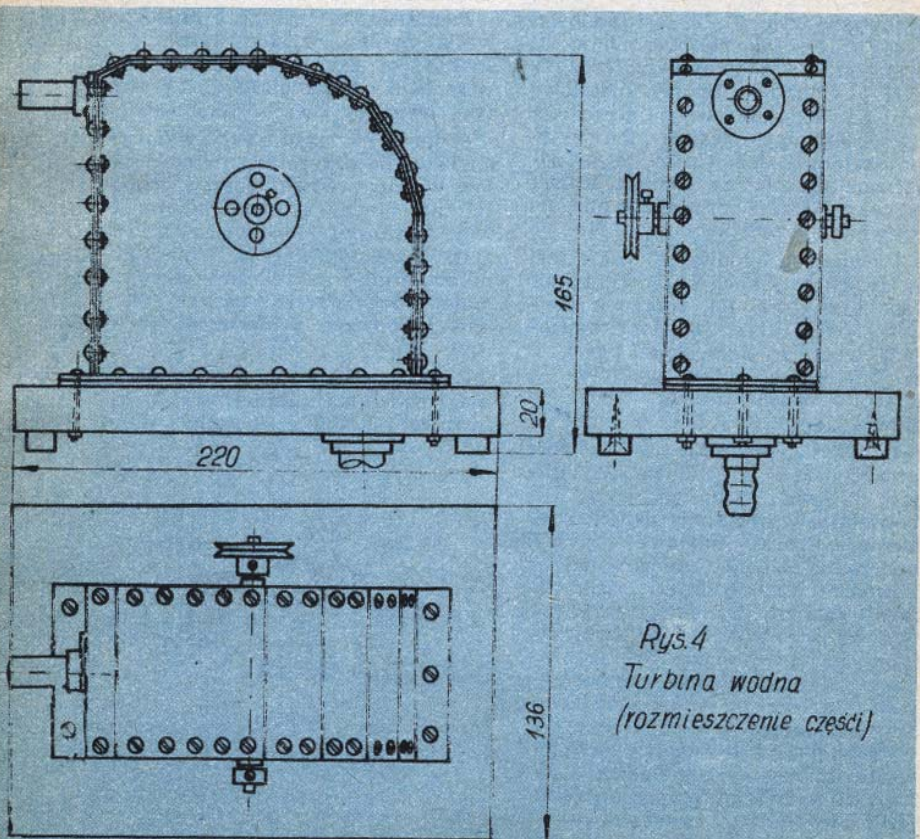
Oprócz wymienionych narzędzi pożądane byłoby zapewnienie sobie możliwości użycia tokarki do metalu dla wytoczenia niektórych części turbinki (osi, koła pasowego, łożysk itp.).

Przebieg pracy

1. Wykonanie koła łopatkowego.

Na wyrównanej blasze aluminiowej grub. 2 mm wyznaczamy kolcem (wg wymiarów podanych na rysunkach) kształt tarczy, pierścienia, łączników (kątowników) i łopatek.

Wyznaczone kształty wycinamy zależnie od rodzaju blachy albo za pomocą dużych nożyc blacharskich ręcznych, albo za pomocą nożyc dźwigniowych. Użycie do tego celu przecinaka byłoby nie wskazane ze względu na zniekształcenie brzegów blachy, trudne do usunięcia w następnym etapie pracy. Z braku odpowiednich nożyc można użyć do cięcia blachy piły do metalu.



Rys.4
Turbina wodna
(rozmieszczenie części)

Wycięte elementy wyrównujemy na brzegach pilnikami i lekko zaokrąglamy ich krawędzie. Tarczę wyrównamy na tokarce. Pierścieni uformujemy na kawałku drewnianego okrągłego pieńka o średnicy zbliżonej do średnicy tarczy. Pierścien powinien być dokładnie dopasowany do obwodu tarczy.

Łopatki i kątowniki zagniemy pod kątem prostym w imadle. Okładki osiowe, wzmacniające środkową część tarczy wytoczmy z wałka o ϕ 30 mm. Oś koła o ϕ 4 mm wykonamy ze stalowego pręta, np. srebrzanki, albo wytoczmy z pręta o ϕ 5—6 mm (stal zbrojeniowa).

Po uformowaniu i wytoczeniu wymienionych części, wyznaczmy na nich osie otworów o podanych na rysunkach wymiarach. Wyznaczania osi otworów w postaci dwóch przecinających się pod kątem prostym kresek dokonamy za pomocą linii z podziałką milimetrową, kątownika i kolca. Miejsce przecięcia się kresek dla ułatwienia wiercenia otworów napunktujemy punktacją.

Wyznaczone otwory wywiercimy dokładnie i pod kątem prostym do powierzchni. Otwory w pierścieniu wywiercimy na pieńku, na którym był on wyginany. Wiertła powinny być dobrze naostrzone i zwilżane w czasie pracy oliwą maszynową. Otwory boczne w szybkach okładek nagwintujemy gwintownikiem M3. Po wywierceniu otworów we wszystkich częściach przystąpimy do składania koła. Najpierw połączymy śrubkami M3 kątowniki z tarczą (6 kątowników z jednej strony tarczy i 6 z drugiej). Kątowniki połączymy z tarczą parami, każdą parę za pomocą jednej śrubki. Następnie przymocujemy do nich jednocześnie pierścieni i łopatkę za pomocą śrubek. Końce pierścienia powinny zetknąć się pomiędzy podstawą łopatki a stopką kątownika i być dobrze dociśnięte nakrętkami. Po przykręceniu tych części przymocujemy do tarczy okładki osiowe jednocześnie z obu stron tymi samymi śrubkami i wkręcimy w nagwintowane w szybkach otwory od-

powiednie śrubki zaciskowe. Oś koła łopatkowego osadzimy w tarczy i okładkach prowizorycznie, aby wyważyć je. Na stałe zamocujemy ją dopiero po założeniu do obudowy łożysk ślizgowych.

2. Wyważanie koła łopatkowego

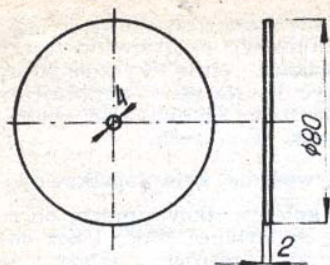
Aby koło łopatkowe mogło obracać się w turbince lekko i bez dodatkowych oporów, należy je uprzednio wyważyć. Robimy to w celu stwierdzenia, czy masa koła jest równomiernie rozłożona na jego obwodzie. Nierównomierne rozłożenie masy koła nawet przy niewielkich różnicach, powoduje nierówny bieg koła w czasie pracy i szybkie wycieranie się łożysk oraz duże straty w obrotach.

Wyważanie koła przeprowadzamy w następujący sposób (rys. 8). Oś koła opieramy na dwóch listwach o ostrych brzegach i umieszczamy ją z obu stron cienkimi gwoździkami albo szpilkami.

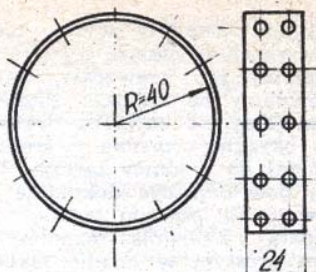
Następnie silnym pchnięciem ręki wprawiamy koło w ruch obrotowy. Jeśli koło było wykonane bardzo dokładnie, powinno obrócić się lekko i bez zatrzymywania kilkanaście, a nawet kilkadziesiąt razy. Jeśli wykonanie jego było mniej dokładne, to zatrzyma się ono lub będzie balansować po jednym lub kilku obrotach.

Świadczyć to będzie o nierównym rozłożeniu masy koła na obwodzie i o nadmiernym skupieniu jej w tym punkcie, który najprędzej opada do dołu. Miejsce to zaznaczamy kredą lub ołówkiem i następnie spiłowujemy je pilnikiem, po czym ustawiamy koło na listwach i jak poprzednio wprawiamy je w ruch obrotowy. Próby spiłowowywania nadmiaru materiału powtarzamy tak długo, aż koło będzie się obracać płynnie i bez oporów. Jest to praca dość żmudna, ale dla osiągnięcia dobrej sprawności turbinki konieczna.

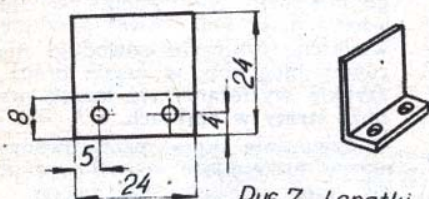
Podobnie zresztą wyważa się wirniki silników elektrycznych, tworniki prądnic i inne maszyny wirujące.



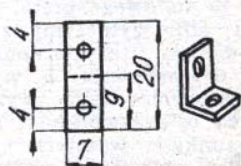
Rys. 5 Tarcza koła topatkowego.



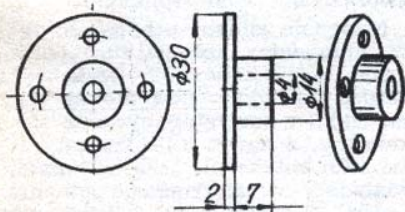
Rys. 6 Pierścień koła topatkowego.



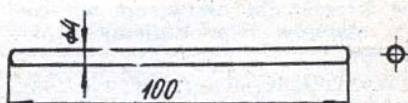
Rys. 7 Łopatki.



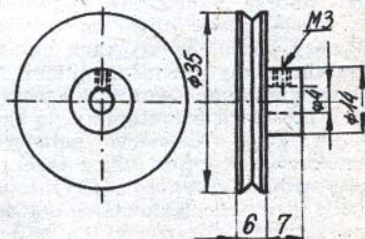
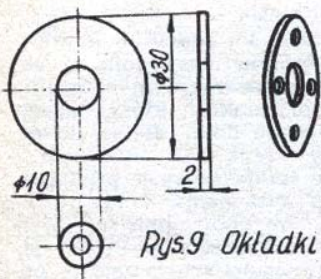
Rys. 8 Kątowniki.



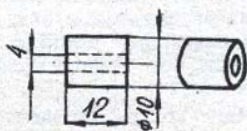
Rys. 9 Okładki osiowe.



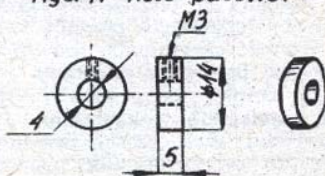
Rys. 10 Oś koła topatkowego



Rys. 11 Koło pasowe.



Rys. 10a Łożyska osi.



Rys. 12 Pierścień oporowy.

3. Wykonanie obudowy turbinki

Na dokładnie wyrównanej blasze, stalowej albo aluminiowej grub. 1,0—2,0 mm wyznaczamy kołcem siatki dwóch boków obudowy, poboczniczy i dna (rys. 4). Wyznaczone części wycinamy nożycami, a w miejscach trudniej dostępnych piłą do metalu (włośnicą). Następnie ostre brzegi wyrównujemy pilnikiem i lekko spiłowujemy ich krawędzie (aby nie kaleczyły nam rąk przy dalszej obróbce i łączeniu ich z innymi częściami turbinki).

Przygotowane w ten sposób boki mocujemy pojedynczo w imadle i zaginamy ich brzegi pod kątem prostym (drewnianym młotkiem). Można też zagiąć je na krawędzi stali kątownej.

W miejscach trudniej dostępnych pomagamy sobie płaskimi szczypcami. Po wygięciu brzegów sprawdzamy równość ich wygięcia za pomocą kątownika i linii.

Pobocznicę wyginamy stopniowo dopasowując ją do obrzeży boków. Wyginanie zaczniemy od przodu obudowy. Dno pozostawiamy bez zmian.

Po uformowaniu tych części wyznaczamy na nich osiem otworów i punktujemy je. Wiercenie możemy przeprowadzać w dwojaki sposób: pojedynczo (każdy otwór osobno) i podwójnie (dwa otwory za jednym wierceniem po złożeniu dwóch części razem). Pierwszy sposób wymaga przestrzegania dużej dokładności w wyznaczaniu i punktowaniu osi otworów oraz dodatkowego ich dopasowywania (po wywierceniu) w wypadku zaistnienia nawet niewielkich odchyśleń, drugi zaś wymaga dłuższych przygotowań do wiercenia i zastosowania różnych podkładek, ale jest znacznie pewniejszy w osiągnięciu zupełnej zbieżności otworów. Skracajmy również czas ich wiercenia. Zamiast np. wierceć otwory łożyskowe oddzielnie w każdym boku obudowy, składamy te boki razem, ściskamy je w imadle lub imadelkami ręcznymi i wiercimy tylko jeden otwór osiągając doskonałą współosiowość

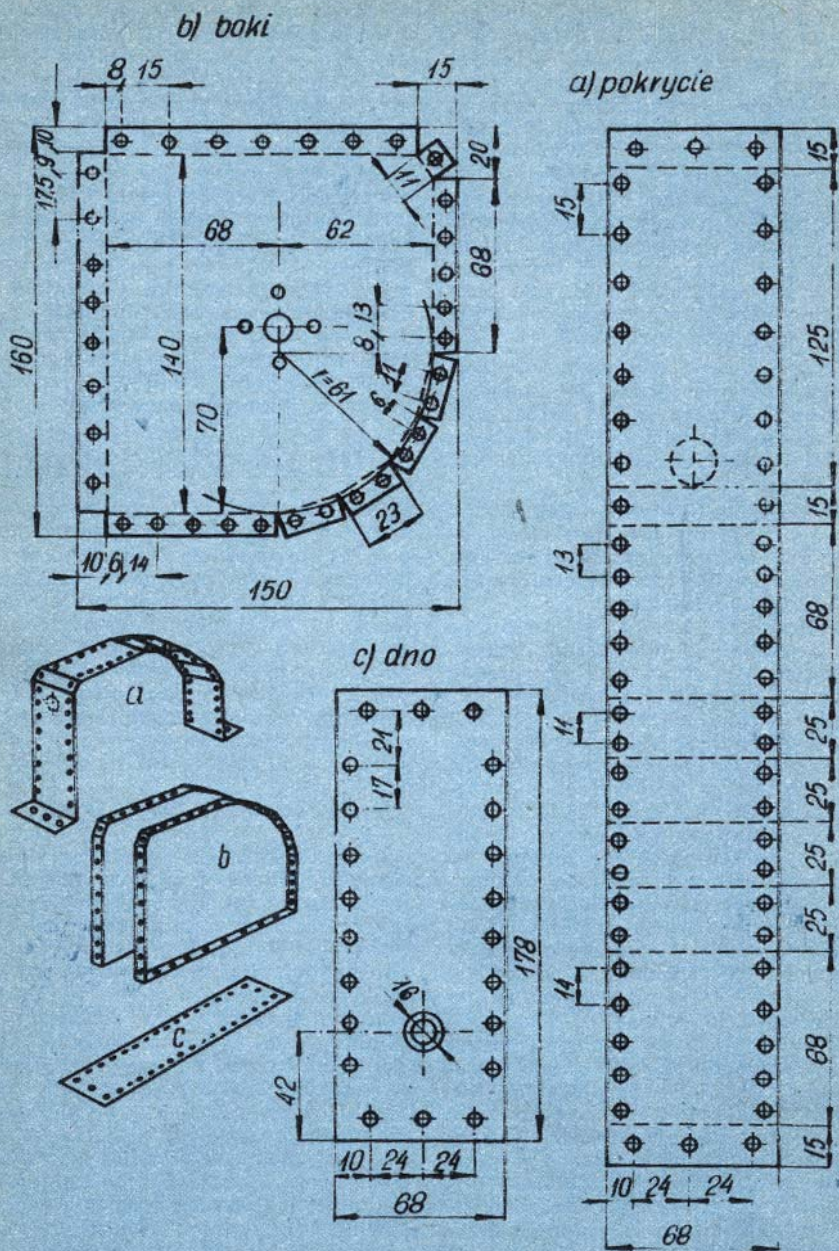
otworów w obu ściankach. Możemy też postąpić inaczej, a mianowicie wywiercić wyznaczone otwory tylko w jednej części, np. w poboczniczy, i następnie przyłożyć tę część do drugiej części, np. do boku, ścisnąć je mocno razem i przewiercić przez wywiercone już otwory — otwory w drugiej części. Każdy z tych sposobów będzie dobry, jeżeli będziemy pracować starannie i dokładnie. Otwór w dnie uformujemy za pomocą młotka i dobijaka. Całą obudowę po złożeniu, jeśli będzie ona wykonana z blachy stalowej, pomalujemy trzykrotnie wewnątrz lakierem asfaltowym, a na zewnątrz lakierem barwnym.

4. Wykonanie podstawy turbinki

Podstawę turbinki (rys. 4) wykonamy, o ile to możliwe, z twardego drewna (brzozowego, bukowego, dębowego). Po wyprawieniu deski i wygładzeniu jej, wyznaczmy otwór na rurkę odpływową i wywiercimy go świdrem wykrawaczem. Otwory na śruby łączące obudowę z podstawą wywiercimy po ostatecznym złożeniu turbinki. Całą podstawę nasycimy kilkakrotnie gorącym pokestem albo olejem lnianym.

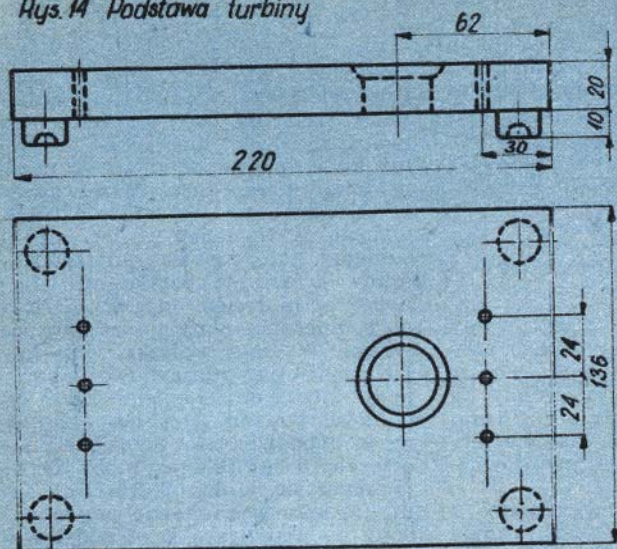
5. Wykonanie łożysk ślizgowych

Łożyska ślizgowe (rys. 10a) wykonamy z blachy i prętów mosiężnych. Można też wykonać je z tworzyw sztucznych (laminatów bakelitowych). Najpierw wycinamy piłą włośnicową obie tarcze i obtaczamy je na tokarce. Następnie wyznaczamy pośrodku tarcz otwory na tulejki, a na obwodzie otwory na śruby mocujące. Otwory środkowe wytaczamy na tokarce, a otwory na śrubki wiercimy ręcznie. Tulejki wykonamy z prętów o ϕ 12 mm. W tulejkach wywiercimy otwór osiowy o ϕ 4 mm (na osi koła łożyskowego) i otwór boczny na smarowniczkę (średnicę otworu dostosujemy do posiadanych smarowniczek). Wymiary smarowniczek powinny być dostosowane do wymiarów łożysk. Z braku smarowni-

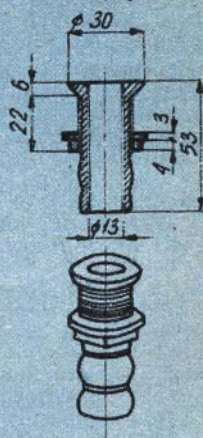


Rys.13 Elementy obudowy turbiny (w rozłożeniu).

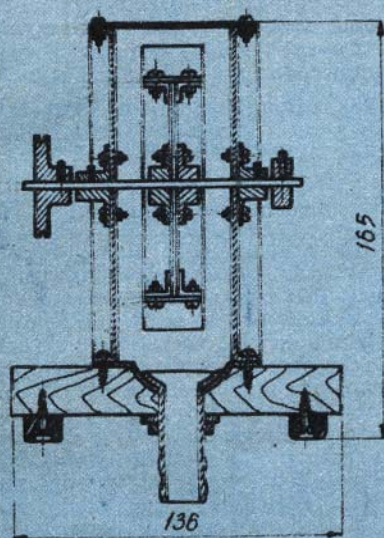
Rys. 14 Podstawa turbiny



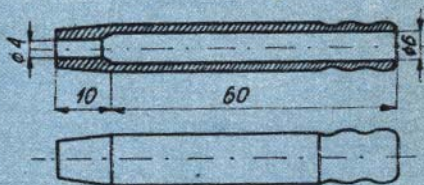
Rys. 17 Rurka odpywowa



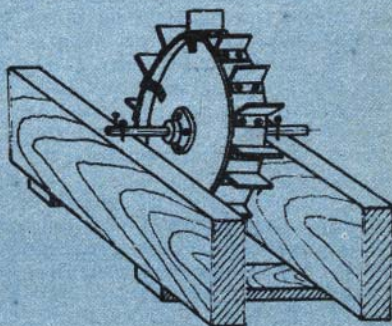
Rys. 15 Osadzenie kąta w obudowie



Rys. 16 Dysza



Rys. 18 Wywózanie kąta łopatkowego



czek wystarczą same otwory smarownicze o ϕ 2 mm. Po dopasowaniu smarowniczek (najlepiej rowkowych) osadzamy tulejki w tarczach i oblutujemy je miękkim lutem. Następnie oczyszczamy je z resztek lutu i starannie polerujemy. Wykonane łożyska przymocujemy do boków obudowy śrubkami (otwory na śrubki mocujące tarcze łożysk przewiercimy w ściance obudowy po złożeniu do obu łożysk osi koła łopatkowego).

6. Wykonanie koła pasowego i pierścienia oporowego

Koło pasowe (rys. 11) wytoczymy na tokarce z wałka stalowego albo mosiężnego o ϕ 36 mm. Otwór osiowy o ϕ 4 mm wywiercimy na tokarce, a otwór boczny o ϕ 2,5 mm na śrubę ustalającą — na wiertarce i nagwintujemy go gwintownikiem M3.

Pierścień oporowy wykonamy z pręta o ϕ 18 mm. Otwór osiowy wywiercimy na tokarce, a otwór boczny o ϕ 2,5 mm za pomocą wiertarki i nagwintujemy go, tak jak w kole pasowym, gwintownikiem M3.

7. Wykonanie dyszy i rurki odpływowej

Dyszę (rys. 16) wytoczymy z pręta mosiężnego o ϕ 10 mm. Otwór środkowy o ϕ 6 i 4 mm wywiercimy na tokarce (w uchwycie). Tarczę i tulejkę wytoczymy również na tokarce. Otwory w tulejce i tarczy możemy wywiercić na wiertarce stołowej. Tulejkę po osadzeniu jej w tarczy oblutujemy i następnie oczyścimy ją z resztek lutu. Tarczę wraz z tulejką przykręcimy do poboczniczy śrubkami M3 po wywierceniu w niej odpowiadających im otworów.

Dyszę, po osadzeniu jej w tulejce, również oblutujemy. W podobny sposób wykonamy rurkę odpływową (rys. 17) i nakrętkę. Dla osadzenia jej w dnie obudowy — wytoczymy przy końcu tzw. kołnierza oporowy, dostosowany kształtem do wgłębienia w dnie. Do uszczelnienia kołnierza użyjemy podkładki

gumowej, którą dociśniemy nakrętką od spodu podstawy.

8. Składanie turbinki

Wszystkie części turbinki połączymy w całość za pomocą śrub i nakrętek. Części obudowy uszczelnimy paskiem tekturki nasyczonej pokostem. Koło łopatkowe założymy do wewnątrz obudowy od strony dna i przesuniemy przez otwory w łożyskach i w tarczy koła — stalową oś. Na jeden koniec osi nasuniemy koło pasowe i unieruchomimy je śrubką ustalającą, a na drugi — pierścień oporowy i również unieruchomimy go za pomocą śrubki. W smarowniczkę wpuścimy po kropli oliwy maszynowej i obrócimy kilkakrotnie kołem. Koło łopatkowe powinno być tak ustawione w obudowie, aby nigdzie się nie ocierało o jej ścianki i aby lekko obracało się w łożyskach. Po osadzeniu koła w obudowie przymocujemy do niej dyszę, a w podstawie osadzimy rurkę odpływową, po czym przymocujemy dno do podstawy, a do dna obudowę. Całość ustawiamy na stołeczku w pobliżu kranu wodociągowego i połączymy go z dyszą turbinki za pomocą węża gumowego.

Tak samo naciągniemy wąż gumowy na rurkę odpływową i odprowadzimy go do zlewu.

Uruchomienie turbinki

Aby uruchomić turbinę, odkręcimy kran (częściowo) i puszczamy wodę. Pod wpływem strumienia wody skierowanego na łopatki koła, powinno się ono zacząć dość szybko i lekko obracać, wprawiając w ruch również i koło pasowe. W czasie próby sprawdzamy, jak pracują poszczególne części turbinki, czy nie ma w nich jakich oporów, np. w przepływie wody lub w działaniu łożysk. Stopniowo zwiększamy dopływ wody i ponownie obserwujemy pracę turbinki. Jeżeli działa nadal bez usterek, pracę możemy uważać za skończoną.

Józef Świecik