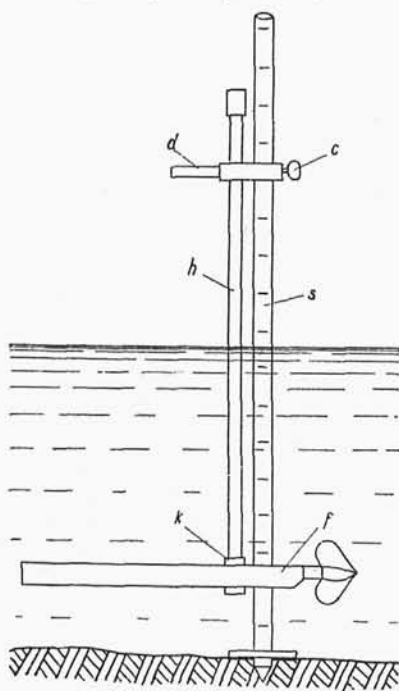


4. Opis młynków.

Do pomiaru w niewielkich głębokościach używa się przeważnie małych młynków (rys. 301 a). Młynek taki przymocowuje się do rury i wraz z nią ustawia w odpowiedniej pionowej przekroju. Dla przeprowadzenia pomiaru w innej głębokości rurę trzeba wyjąć z wody i młynek przesunąć. Ciągłe wyjmowanie z wody całego urządzenia nie jest wygodne, można więc przy tej konstrukcji młynka (która ma jednak tę zaletę, że jest tania) mierzyć kolejno w różnych pionowych prędkości w punktach położonych na tej samej wysokości ponad dnem, po czym wyjąć dopiero całość i młynek przesunąć.



Rys. 300.

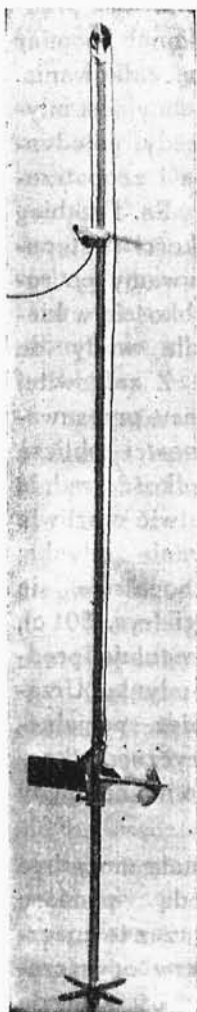
Młynek hydrometryczny umocowany na rurze do pomiaru prędkości w pionowych bez wyjmowania z wody po każdej obserwacji.

Młynki kieszonkowe Gansera umieszcza się na tulei (pierścieniu) przesuwałcej się po rurze. Rura ma podziałkę i na niej można odczytać każdorazowe położenie młynka nad dnem. Konstrukcja jest o tyle wadliwa, że pierścień obraca się (przekręca się) i wobec tego młynek może być używany tylko w wodzie przezroczystej, w której widać, czy jest on ustawiony równoległe do kierunku strug wody. Wadę tę łatwo usunąć przez wykonanie prowadnicy na rurze.

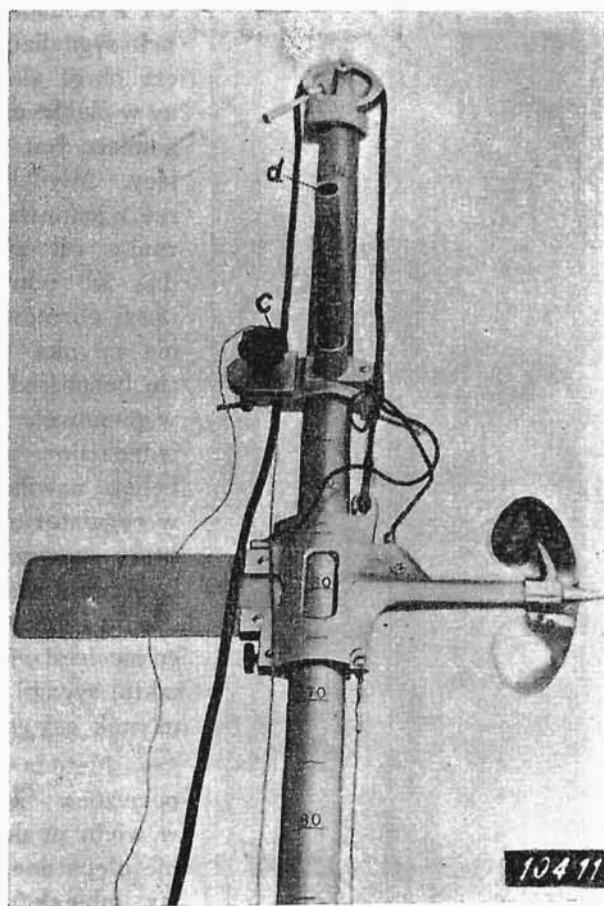
Dla wykonania pomiarów w pionowych bez wyjmowania całego urządzenia z wody po każdej obserwacji można posilkować się przy lekkich młynkach konstrukcją pokazaną na rys. 300. Młynek „f” wstawiony jest luźno na rurę „s” i poruszany w kierunku pionowym przy pomocy cienkiego pręta „h”, z którym połączony jest w miejscu „k”. Po zwolnieniu zacisku „c” można młynek przesunąć

przy pomocy rączki „d”, do której przymocowany jest pręt „h”. Prawidłowe ustawienie w kierunku strug wody umożliwiające jest dzięki ramieniu „d”, umieszczonemu w górze rury równoległe do osi młynka. Urządzenie takie jest bardzo praktyczne w tym wypadku, gdy pomiary wykonujemy ze stosunkowo wysokiego miejsca w wodzie dość płytkiej.

Używając do pomiarów młynków cięższych, zwykle umocowuje się je na pierścieniu przesuwającym się pionowo po drążku przy pomocy linki stalowej (rys. 301 b). U góry drążka znajduje się rolka na którą nawija się linkę. Dla utrzymania młynka na odpowiedniej



Rys. 301 a.



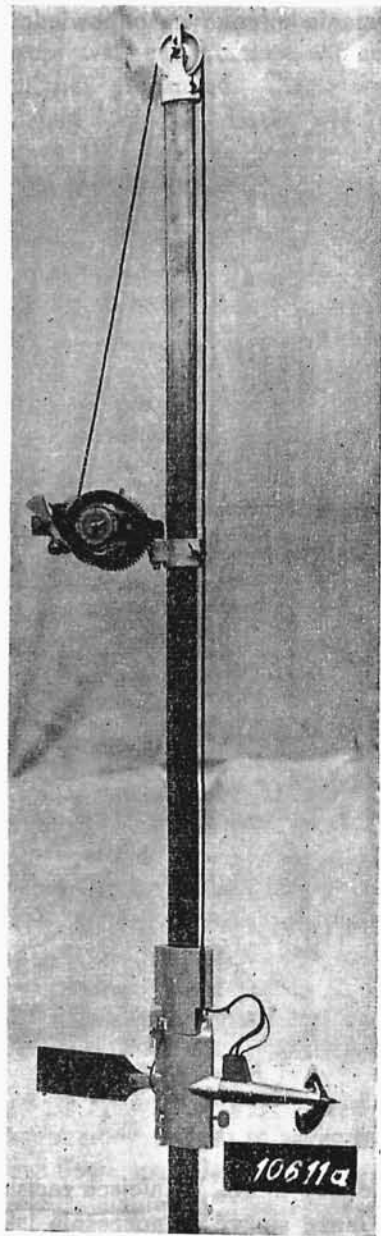
Rys. 301 b.

Młynki hydrometryczne umocowane na rurze.

wysokości służy zacisk „c”, przytrzymujący linkę. W miejscu zacisku umieszczona jest rączka „d”, która może służyć jednocześnie jako wizjer. Zwykle używa się drążków o przekroju kołowym, a dla uniemożliwienia przekręcania się młynka skośnie do kierunku profilu wzdłuż drążka przyśrubowana jest metalowa listewka.

Przy cięższych młynkach poruszanie kabla odbywa się za po-

mocą specjalnego bębna nawijającego (rys. 301 c). Bęben zaopatrzony jest w podziałkę kołową, umożliwiającą odczytywanie położenia młynka z dokładnością do 1 cm.



Rys. 301 c.
Młynek hydrometryczny umocowany
na rurze.

Jeżeli w rzece są duże głębokości a dość umiarkowane prędkości, to można wykonać pomiar w pionowych metodą całkowania. Do wykonania potrzebny jest młynek sygnalizujący każdy pojedynczy obrót skrzydełka i zaopatrzony w elektryczne liczydło. Przebieg pomiaru jest w krótkości następujący. Młynek przesuwamy po rurze z jednostajną szybkością w kierunku od zwierciadła wody do dna lub odwrotnie. Z całkowitej ilości obrotów i z czasu przesuwania młynka po pionowej oblicza się bezpośrednio prędkość średnią w pionowej. Aby ułatwić możliwie jednostajne przesuwanie młynka, bęben nawijający zaopatruje się w regulator szybkości (rys. 301 c), który samoczynnie reguluje prędkość przesuwania się młynka. Urządzenie wymaga również specjalnego mechanizmu elektrycznego (kontaktu) sygnalizującego moment, gdy młynek osiągnął dno.

Metoda całkowania może być połączona z metodą pomiaru w wielu punktach i przez to znacznie ulepszona. Najpierw opuszczamy młynek, tak by oś znalazła się w poziomie zwierciadła wody. Wówczas nastawiamy na zero wskazówkę kołowej podziałki głębokości bębna nawijającego, jak również licznik obrotów młynka, i włączamy regulator szybkości. Na dany sygnał rozpoczyna się opuszczanie młynka przy jedno-

czesnym uruchomieniu stopera oraz licznika obrotów młynka. Każdorazowo, gdy wskazówka podziałki głębokości przesunie się o pewien stały odstęp, np. 50 lub 25 cm, notuje się na komendę wskazania stopera i licznika obrotów. Odczyty przeprowadza się tak długo, póki specjalny sygnał nie oznajmi dojścia młynka do dna. Pomiar kończy się odczytaniem czasu, całkowitej ilości obrotów i głębokości.

Każdy poszczególny odczyt pośredni daje wszystkie punkty wyjścia do obliczenia średniej prędkości wody w dowolnie małym odstępie pionowym, a więc także do narysowania przebiegu prędkości. Końcowy odczyt daje średnią prędkość w całej pionowej. Szybkość opuszczania młynka reguluje się na 1 m/sek, jest więc dosyć czasu, by krzywą prędkości wykreślić przy pomocy specjalnych tabel jeszcze w czasie pomiaru, tak by można było od razu wykryć błąd. Również gdy w czasie pomiaru wynikły jakieś zaburzenia lub z jakichś innych powodów ostateczny rezultat nie jest bezbłędny, odczyty pośrednie posiadają całkowitą swoją wartość.

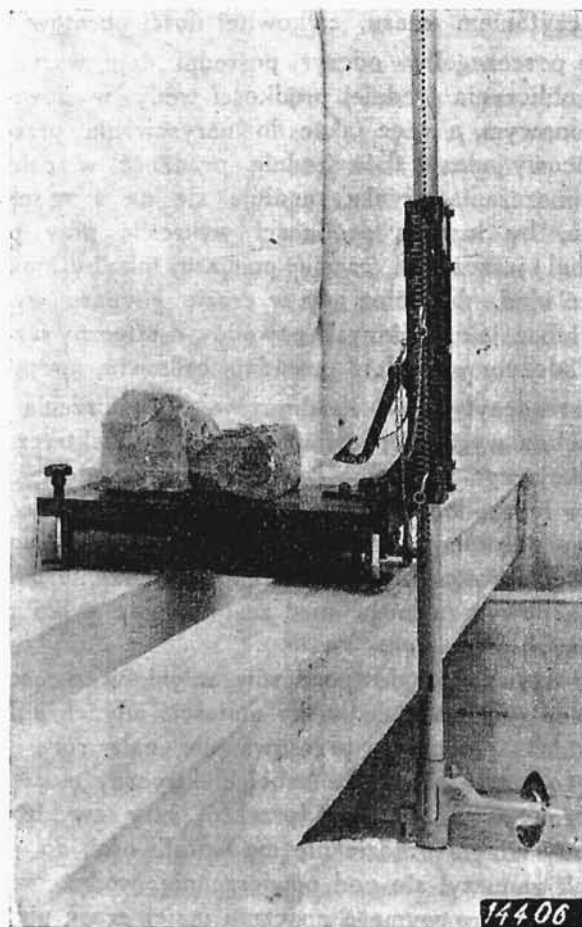
Zamiast odczytywania każdorazowego zanurzenia młynka na podziałce bębna wygodniej jest użyć drugiego elektrycznego licznika, przeskakującego podziałkę co każde 2 cm zagłębienia się młynka. Jeszcze lepsze będzie użycie samoczynnie notującego urządzenia z trzema piórkami, z których pierwsze notuje sygnały czasu, drugie — ilości obrotów młynka, trzecie — zanurzenie młynka.

Metoda powyższa może mieć zastosowanie tylko w regularnie ukształtowanych łóżyskach.

Często używa się do pomiarów młynków umocowanych do dolnego końca rury na stałe. Aby umieścić młynek kolejno w różnych punktach pionowej, przesuwa się całą rurę (rys. 301 d). Urządzenie to ma te zalety, że kabel elektryczny może być wygodnie umieszczony wewnątrz rury (przekrój rury zwykle eliptyczny), że nawet przy silnym prądzie nie ma wątpliwości, do jakiej głębokości młynek zanurzył się pod powierzchnię wody, oraz że przeprowadzenie pomiaru wymaga znacznie mniej czasu niż przy rurach opartych o dno. Niekorzystne zjawisko wyginania się rury może być usunięte przez naciągnięcie dolnego końca rury ukośną linką w kierunku przeciw prądowi. Konstrukcji tej należy dlatego oddać pierwszeństwo, że wzorcowanie młynków przeprowadza się tylko na rurach wiszących, tak że — ściśle wzięwszy — obliczone współczynniki są ważne tylko dla tego rodzaju młynków.

Opisana konstrukcja wymaga oczywiście specjalnego urządzenia, z pomocą którego rura z młynkiem jest wygodnie i mocno utrzymywana w każdym położeniu. Do tego służą podstawy (statywy), używane w dwóch rodzajach: z uchwytem przesuwanym przy pomo-

cy dźwigni pedałowej lub przy pomocy linki nawijanej na bęben. Pierwszy sposób uchwytu przedstawiony jest na rys. 301 d, drugi na rys. 301 e. Na rurze umieszczona jest podziałka do określania położenia młynka w pionowej.

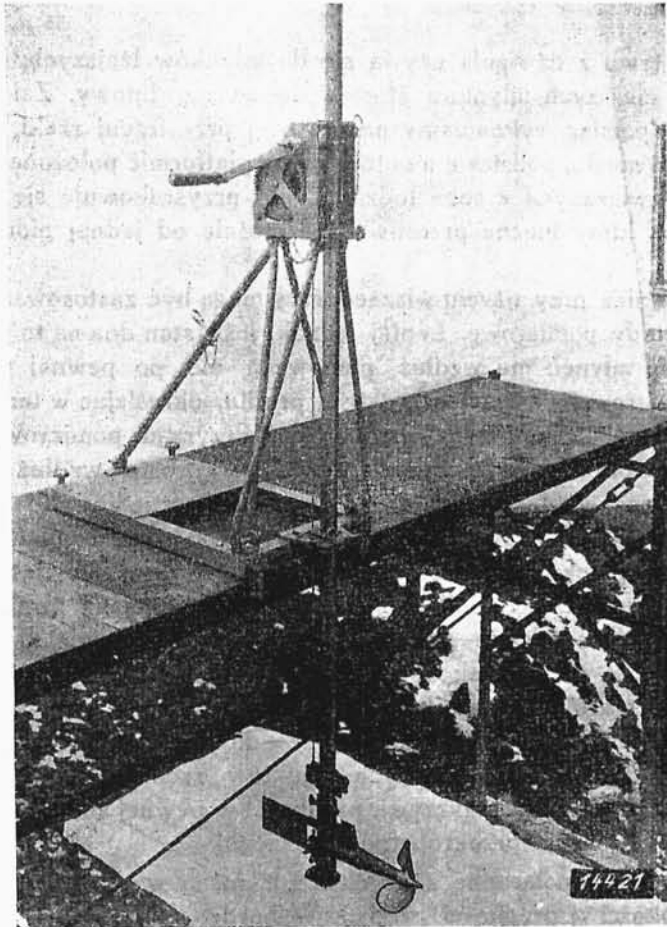


Rys. 301 d.

Młynek hydrometryczny umocowany na rurze.

Przeprowadzenie pomiaru odbywa się następująco. Młynek opuszcza się na dno i wykonuje w tym położeniu pomiar; gdy kończy się ostatni sygnał, podnosi się nagłym ruchem młynek do następnego położenia. W celu uniemożliwienia przesunięcia rury powyżej zamierzonego poziomu, umieszcza się w odpowiednim miejscu rury zatyczkę. Postępowanie takie powtarza się aż do osiągnię-

cia punktu tuż pod zwierciadłem wody, po czym ustawia się oś młynka w poziomie zwierciadła wody, odczytując równocześnie na palu umieszczonym na jednym z brzegów, położenie zwierciadła wody. Ponieważ przy każdym położeniu osi młynka odczytuje się



Rys. 301 e.

Młynek hydrometryczny umocowany na murze.

podziałkę na murze, można następnie określić każdorazowe położenie (wysokość) osi młynka. Nagłe podnoszenie młynka nie ma żadnego wpływu na jego ruch, gdyż nie trwa dłużej niż $\frac{1}{5}$ sekundy. Z uwagi na to ostatni sygnał w każdym punkcie może być połą-

czony z pierwszym sygnałem w punkcie następnym, tak że pomiar w pionowej, o ile nic nie stanie na przeszkodzie, przeprowadza się nieprzerwanie.

Aby przy silnym naporze wody nie było wątpliwości, czy młynek osiągnął dno, zaopatruje się zwykle spód rury w kontakt dolny połączony z talerzykiem. Przy dojściu rury do dna otrzymujemy sygnał.

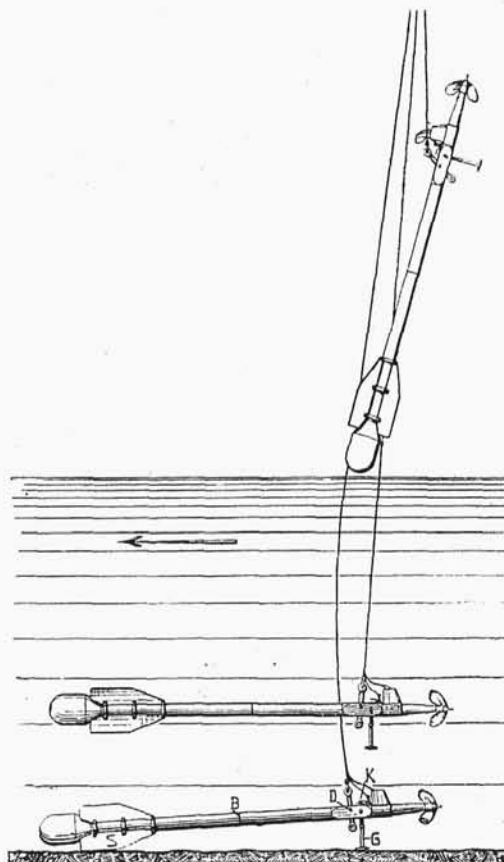
Statywu z dźwignią używa się do młynków lżejszych; do przesuwania cięższych młynków stosuje się wyciąg linowy. Zależnie od tego czy pomiar wykonujemy na otwartej przestrzeni rzeki, czy też z jakiegoś mostu, podstawę montuje się na platformie położonej między dwiema związanymi z sobą łodziami, lub przyśrubowuje się do mocnej deski, którą można przesuwac na moście od jednej pionowej do drugiej.

Również przy użyciu wiszącej rury mogą być zastosowane skrócone metody pomiarowe. Lepiej jednak, jeśli stan dna na to pozwala, prowadzić młynek nie wzdłuż pionowych ale po pewnej poziomej linii pomiarowej na całej szerokości profilu, określając w ten sposób średnią prędkość w pewnej głębokości. Przyrząd pomiarowy wraz z obserwatorem w łodzi przeciąga się po prostu wzdłuż profilu. Jeśli młynek nie jest zaopatrzony w automatyczne liczydło obrotów, zapisuje się czas wszystkich następujących po sobie sygnałów. Następnie na przekroju poprzecznym robi się wykres w następujący sposób. Na poziomej linii pomiarowej, nakreślonej na profilu, odmierzamy—jako odcięte—czas kolejnych sygnałów (podziałkę czasu obieramy tak, że odcinek odpowiadający czasowi całego przejazdu równa się szerokości profilu w badanej głębokości). W zaznaczonych punktach kreśli się—jako rzędne—odpowiadające tym punktom prędkości. Połączenie końcowych punktów rzędnych daje krzywą prędkości tzw. poziomą (krzywa prędkości w pewnej stałej głębokości na całej szerokości przekroju poprzecznego).

Trudności połączone z użyciem rur rosną w miarę zwiększania się głębokości i prędkości wody. W bardzo głębokich i rwących wodach pomiary młynkami na rurach nie są możliwe. Stosuje się wówczas specjalną konstrukcję młynka zawieszonego na linie. Młynki na linie mają też zastosowanie tam, gdzie muszą być określone prądy o nieznanym, stale zmiennym kierunku. Zaopatrzone są one wówczas w specjalne urządzenie do pomiaru kierunku. Przy określaniu przepływów w rzekach wadą tego urządzenia jest właściwość wykazywania prędkości w kierunku nurtu a nie składowej prostopadłej do przekroju, gdyż w tych wypadkach, kiedy nurt idzie skośnie do profilu, w braku wskaźnika kierunku, prędkości nie mogą

być zredukowane do wielkości odpowiadającej kierunkowi normalnemu do przekroju, wobec czego otrzymujemy zbyt duże przepływy. Zapobiegać temu może tylko staranny wybór profilów.

Również znoszenie młynka z właściwego profilu i połączoną z tym niepewność określenia głębokości zaliczyć trzeba do wad młynka na linie. W krajach o dobrze zorganizowanej służbie hy-



Rys. 302 a.

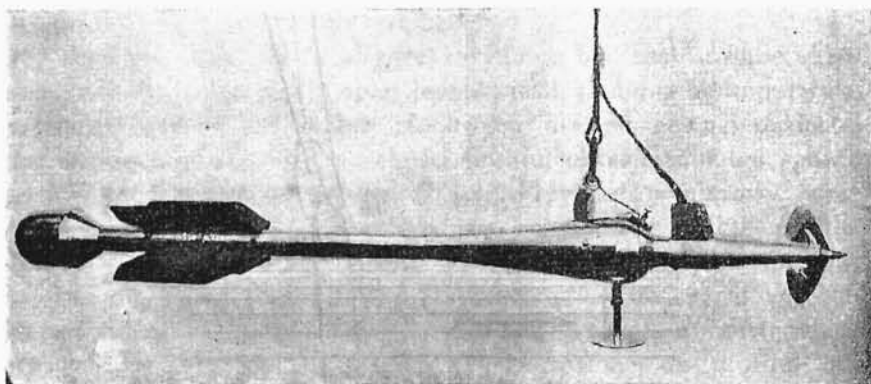
Młynek hydrometryczny zawieszony na linie.

drometrycznej usiłowano przez zastosowanie dość kosztownych urządzeń, wymagających zwiększonej obsługi, przesunąć możliwie jak najdalej granicę przeprowadzania pomiarów urządzeniami sztywnymi, a młynki na linie stosować tylko do pomiarów przepływu wód wielkich, gdzie chodzi raczej o szybkie i bezpieczne przeprowadzenie obserwacji, niż o otrzymanie zupełnie ścisłego wyniku.

Mimo wymienionych wad młynek na linie używany jest często,

zwłaszcza gdy pomiar robimy w dużych głębokościach, gdy prąd wody jest rwący, i gdy dążymy do ograniczenia ilości sił pomocniczych przy pomiarze. Powstało więc też wiele typów młynków wiszących na linie, pozwalających przeprowadzać pomiary z dokładnością niewiele mniejszą niż w wypadku stosowania młynków poprzednio opisanych.

Jeden z lepszych młynków tego rodzaju przedstawiony jest na rys. 302a. Waga jego wynosi 14 kg. Młynek umieszczony jest na rurze „B” zaopatrzonej przy końcu w ster „S”. Młynek zawieszają się w ten sposób, że $\frac{1}{4}$ całej długości wypada przed punktem obrotu, $\frac{3}{4}$ — poza nim. Rura mosiężna „B” składa się z dwóch części: z właściwego korpusu młynka i urządzenia sterującego. W pierwszej części



Rys. 302 b.

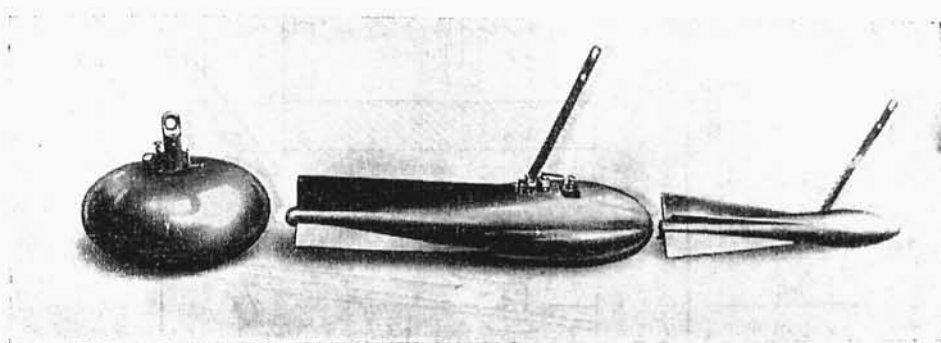
Młynek hydrometryczny zawieszony na linie.

mieści się przegub „D” do zawieszenia i urządzenie „G—K” sygnalizujące dojście młynka do dna. Rura wypełniona jest ołowiem. Część tylna, sterująca, jest pusta i połączona szczelnie z pierwszą. Sam ster daje się przesuwac po rurze w celu możności dobrego zrównoważenia młynka. Punkt obrotu „D” umieszczony jest tak, by w stojącej wodzie zapewnić młynkowi dokładnie poziome położenie i nie dopuścić do odchyłań się młynka przy silnym prądzie. Ciężar całości wynosi tyle, że młynek nie wymaga — nawet przy dość znacznych głębokościach — dodatkowego obciążenia i daje się przesuwac ręcznie.

Przy użyciu młynka do pomiarów w wyjątkowo burzliwej wodzie zwykły stosunek 3 : 1 długości tylnej i przedniej części, liczonych od punktu zawieszenia, nie jest wystarczający do utrzymania młynka w stałym kierunku. Wówczas trzeba rurę „B” przedłużyć przez wstawienie pomiędzy obie jej części gładkiego kawałka rury

dla zwiększenia stosunku aż do $4\frac{1}{2} : 1$. Na rys. 302b pokazany jest tego rodzaju młynek typu ciężkiego.

Do pomiarów w dużych głębokościach trzeba młynek dodatkowo obciążać ołowianymi ciężarami (do 120 kg) zawieszonymi pod młynkiem (porów. rys. 304 i 319). Uniemożliwia to pomiar blisko dna. Punkty pomiaru najniżej położone znajdować się wówczas będą w odległości 40....50 cm od dna. Ma to niewielki wpływ na dokładność pomiaru ze względu na duże głębokości. Ciężary mają kształty soczewek lub torped (rys. 303).



Rys. 303.
Kształty ciężarów (balastów) do młynków.

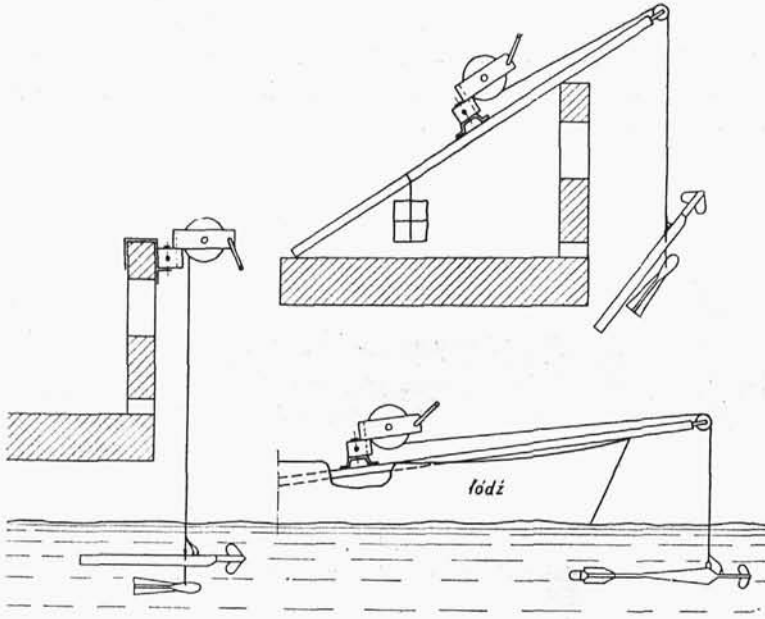
Aby uniknąć konieczności obciążania młynka przy pomiarach w większych głębokościach, można stosować cięższy typ młynka (rys. 302b) wagi 25 lub 50 a nawet 100 kg. Część środkowa takiego młynka, w której mieści się urządzenie sygnalizujące osiągnięcie dna oraz uchwyt dla linki, ma kształt opływowy (kropłowy) i wypełniona jest ołowiem.

Prócz tych stosunkowo dużych młynków może być również użyty typ lekkiego młynka; dołącza się wówczas długi, pusty wewnątrz ster i obciąża się całość balastem 5....25 kg. Punkt zawieszenia umieszczony jest nad środkiem ciężkości.

Lekkie typy młynków zawieszane są na małych windach (rys. 304a), umocowanych odpowiednio na łodzi, moście, statku lub na wózku (rys. 304b). Dla ciężkich typów stosowana jest specjalna winda (rys. 305a b), ustawiana na pomoście. Na windach umieszczone są zwykle liczydła, pozwalające określić długość linki a przez to położenie młynka.

Ze względu na wygięcie linki utrzymującej młynek istnieje pewna trudność ścisłego określenia zagłębienia młynka. Zagłębienie i wielkość odchylenia od pionowej, spowodowane znoszeniem przez

prąd wody, można obliczyć zakładając stałą prędkość na całej głębokości w pionowej. Jeżeli oznaczymy przez L — długość linki znajdującej się pod wodą, H — pionowa odległość młynka od zwierciadła wody, D — przesunięcie poziome młynka (odpowiadające L i H),



Rys. 304 a.

Podwieszenie młynków lżejszych.

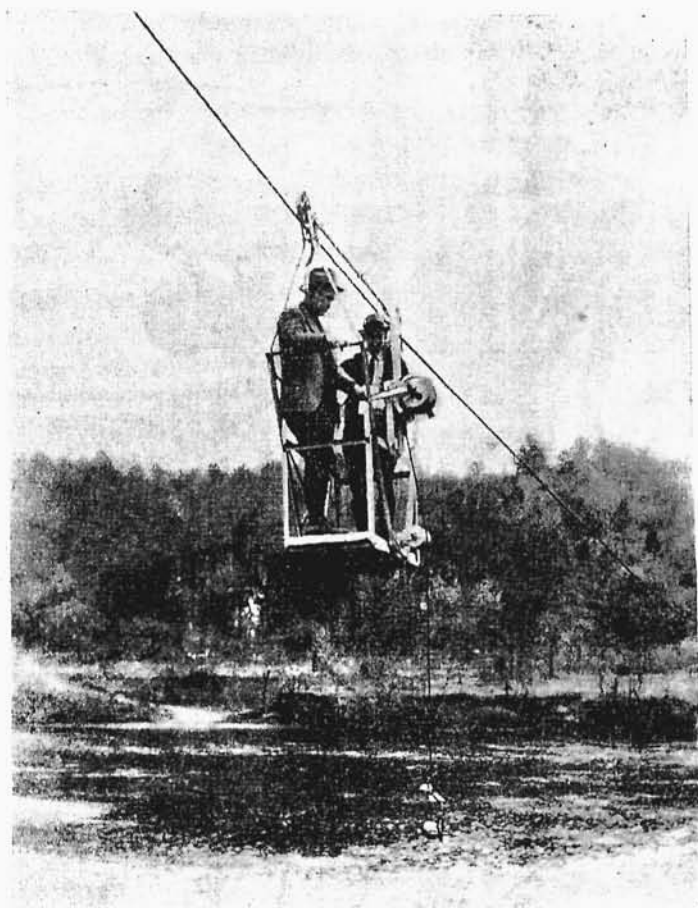
Q — ciężar młynka łącznie z balastem, P — parcie wody na młynek i balast, p — parcie wody na 1 mb linki, φ — kąt odchylenia górnego końca linki, φ_0 — kąt odchylenia dolnego końca linki, to wówczas będzie:

$$H = \frac{Q}{p} \frac{\varphi - \varphi_0}{180} \pi;$$

$$D = \frac{Q}{p} \ln \frac{\cos \varphi_0}{\cos \varphi};$$

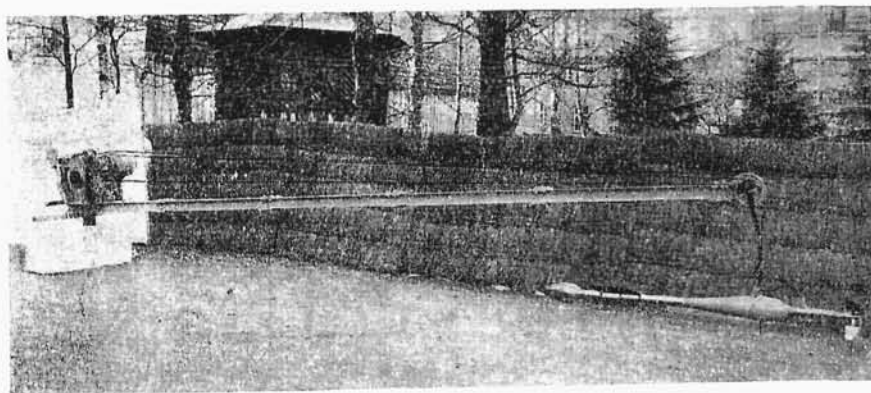
$$\varphi = \arctg \left(\sin \text{hyp} \frac{pL + P}{Q} \right);$$

$$\varphi_0 = \arctg \frac{P}{Q}.$$



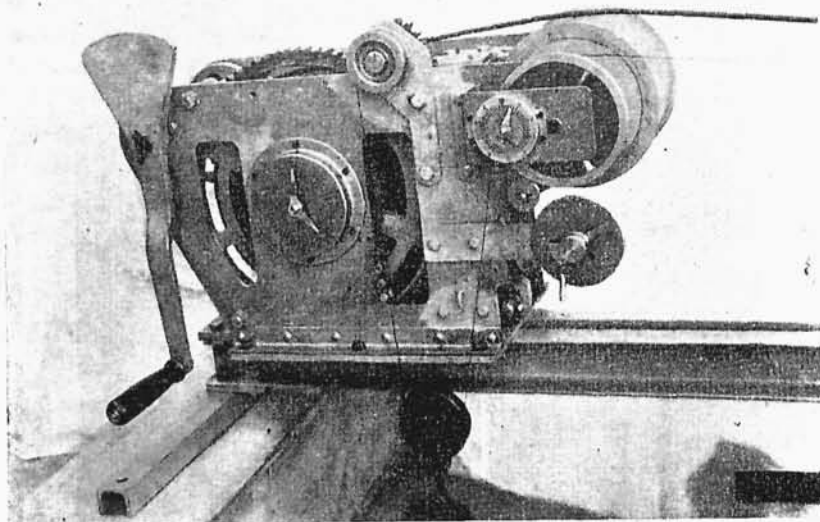
Rys. 304 b.

Umocowanie młynka przy wózku kolejki linowej (porów. rys. 298).

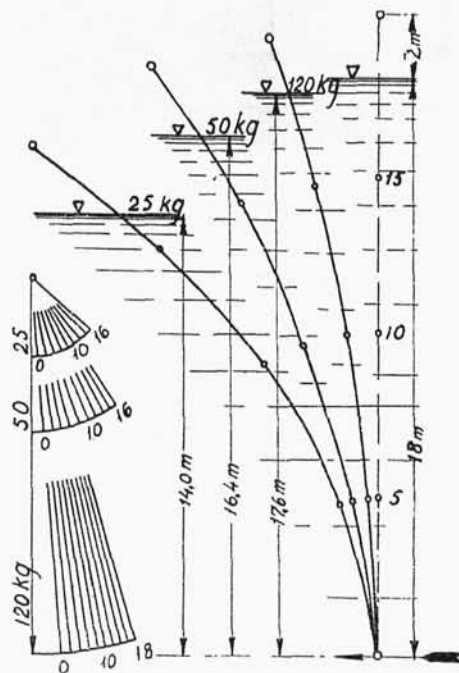


Rys. 305 a.

Podwieszenie młynków cięższych.



Rys. 305 b.
Podwieszenie młynków cięższych.

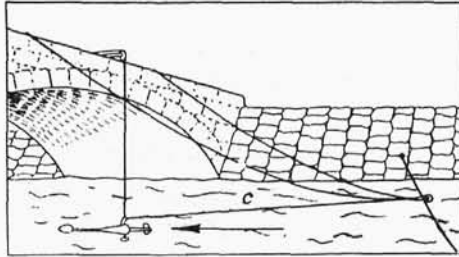


Rys. 306.
Krzywa wygięcia linki.

Przy pomocy wieloboku sił da się wykreślić (rys. 306) krzywą wygięcia linki przy dowolnym rozkładzie prędkości w pionowej.

Przy windach stosowane bywa często specjalne dodatkowe urządzenie, składające się z napiętego drutu stalowego (\varnothing 0,6 mm) przymocowanego do młynka, z liczydła długości i kątomierza dla ustalania odchylenia drutu od pionowej. Urządzenie to pozwala — przez obliczenie iloczynu z długości drutu i cosinusa kąta odchylenia — określić pionowy odstęp osi młynka od punktu zawieszenia.

Dla uniknięcia wygięcia linki albo przynajmniej znacznego zmniejszenia jej wygięcia — stosuje się w Niemczech urządzenia napinające (rys. 307). Długość linki „c” wynosi 25...30 m. Do zaczepienia tej pomocniczej linki można wykorzystać krawędź mostu od strony górnej wody (przy odpowiednio szerokich pomostach).



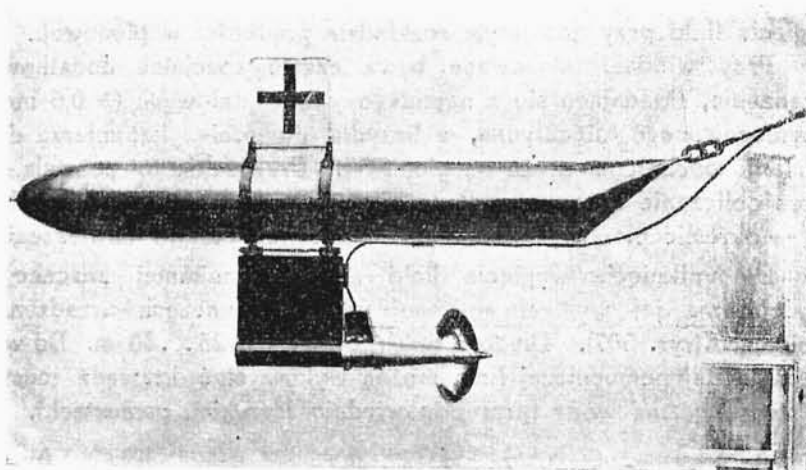
Rys. 307.

Urządzenie zmniejszające wygięcie linki.

Ze względu na to, że w wielu wypadkach szybko przebiegających zmian przepływu wody ogranicza się pomiary do określenia prędkości powierzchniowych, skonstruowano specjalny typ młynka mającego zastosowanie tylko do pomiarów powierzchniowych, a pozwalający uniezależnić stanowisko obserwatora od miejsca profilu pomiarowego (rys. 308). Młynek jest tu podwieszony na pływaku, wykonanym z blachy miedzianej i utrzymywany przy pomocy długiej linki w odpowiednim miejscu przekroju pomiarowego.

Jeżeli woda niesie dużo przedmiotów (drzewa, gałęzie itd.), które mogłyby łatwo uszkodzić skrzydełko młynka, można użyć do pomiaru elektrycznego logu, stosowanego do oznaczania prędkości statków (rys. 309). Urządzenie to jest dostatecznie dokładne, mało czułe na uszkodzenia, a specjalna konstrukcja pływaka nie powoduje zatrzymywania się na nim części niesionych przez wodę, ułatwiając ześlizgiwanie się ich z prądem.

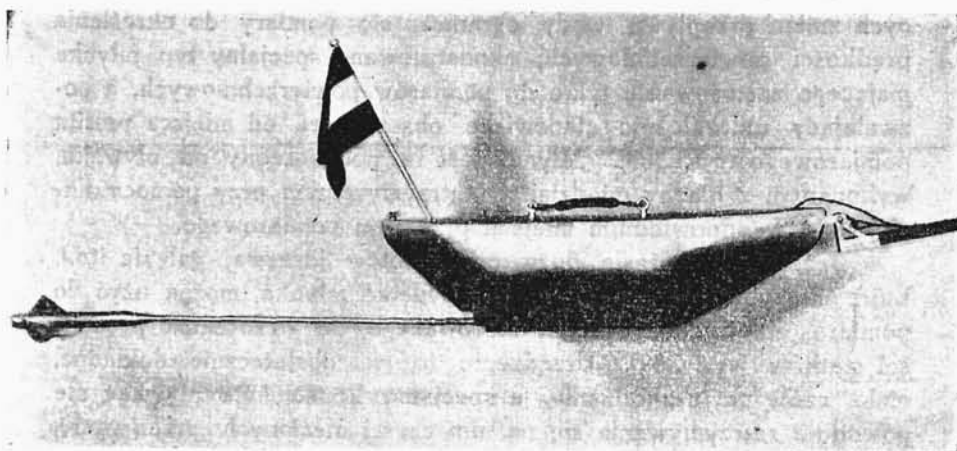
Pod względem konstrukcji samego mechanizmu młynka różniamy przede wszystkim dwa typy: z otwartym mechanizmem i ło-



Rys. 308.

Młynek hydrometryczny do pomiarów prędkości powierzchniowej.

żyskami zwykłymi, oraz z mechanizmem krytym i łożyskami kulkowymi. W wodzie czystej obydwa systemy są tej samej wartości. Jeżeli jednak woda jest zanieczyszczona liśćmi, trawą itp., to należy stosować młynki typu drugiego ze względu na mniejsze niebezpieczeństwo przerwy w działaniu. Odwrotnie — w wodzie niosącej dużo piasku lepiej jest używać młynków o zwykłych łożyskach, gdyż, jeżeli łożyska kulkowe nie są całkowicie zabezpieczone przed

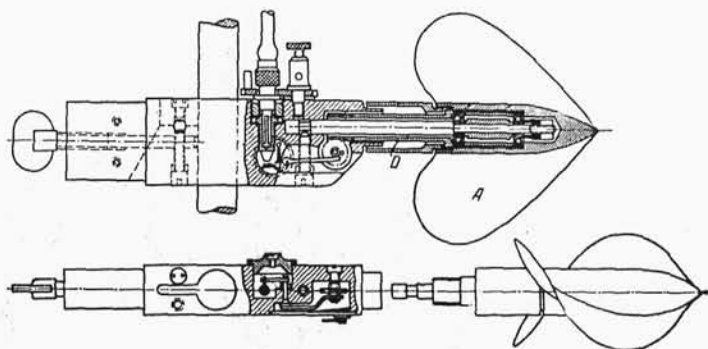


Rys. 309.

Log elektryczny.

dostępem wody, mogą ulec zanieczyszczeniu, co się odbije na działaniu młynka a tym samym na jego stałych cechowaniach.

Istnieją również typy ze szczelnie umieszczonymi łożyskami kulkowymi, co umożliwia pomiary w wodach niosących dużo piasku i namułu. Przy tej konstrukcji młynka (rys. 310) oś jest stała, zaś skrzydełko „A” obraca się na dwóch łożyskach kulkowych. Połączenie z dalszym mechanizmem wykonane jest przy pomocy pochwy „D”, obejmującej dość ściśle oś i osłoniętej cylindrycznym płaszczem.



Rys. 310.

Młynek hydrometryczny ze szczelnym umieszczeniem łożysk kulkowych.

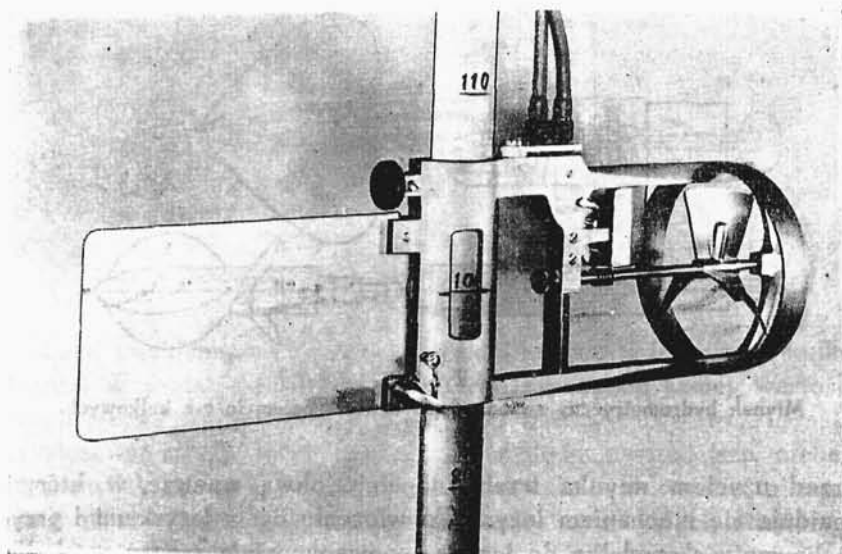
Przed użyciem młynka trzeba napełnić oliwą wnętrze, w którym znajduje się mechanizm łożysk. Po włożeniu osi z łożyskami i przyśrubowaniu skrzydełka do łożysk — oliwa wypełnia szparę pomiędzy pochwą „D” a osią i uniemożliwia dojście wody.

W młynku z łożyskami stałymi (rys. 311) oś jego zakończona szafirami obraca się na dwóch ostrzach stalowych. Są one tak wykonane, że ziarenka piasku ześlizgują się bokiem, nie mogąc wejść do środka. Zwykle młynki tego typu posiadają wokół skrzydełka ochronny pierścień (system Stoppaniego) przeciwko uszkodzeniom. Jak wykazały badania w monachijskim instytucie hydraulicznym, pierścień taki działa korzystnie przy ruchu burzliwym lub w prądzie ukośnie skierowanym do osi młynka.

W wodzie czystej i nie bardzo twardej można używać młynków elektrycznych, w których woda ma dostęp do kontaktów. W wodzie zawierającej domieszki soli — ze względu na zwiększone przewodnictwo — pomiędzy mokrymi powierzchniami kontaktów stale przepływa prąd elektryczny. Widoczny jest on wskutek pojawiania się baniek gazu na biegunie ujemnym. Stanowi to dużą przeszkodę w użyciu elektrycznych liczydeł, gdyż powoduje stałe (a tylko co do natężenia zmienne) przyciąganie rdzenia magnetycznego galvano-

metru; z tego powodu użycie takich młynków musiałyby być ograniczone do pomiarów bardzo niewielkich prędkości.

Sygnalizacja ilości obrotów młynka przy pomocy elektrycznego dzwonka jest mniej czuła na opisane zjawisko, natomiast przepływ prądu powoduje elektrolizę wody przy czym wydzielający się na anodzie tlen powoduje jej oksydację. Prócz tego występuje krystalizacja soli wapnia również osiadających na anodzie i powodujących



Rys. 311.

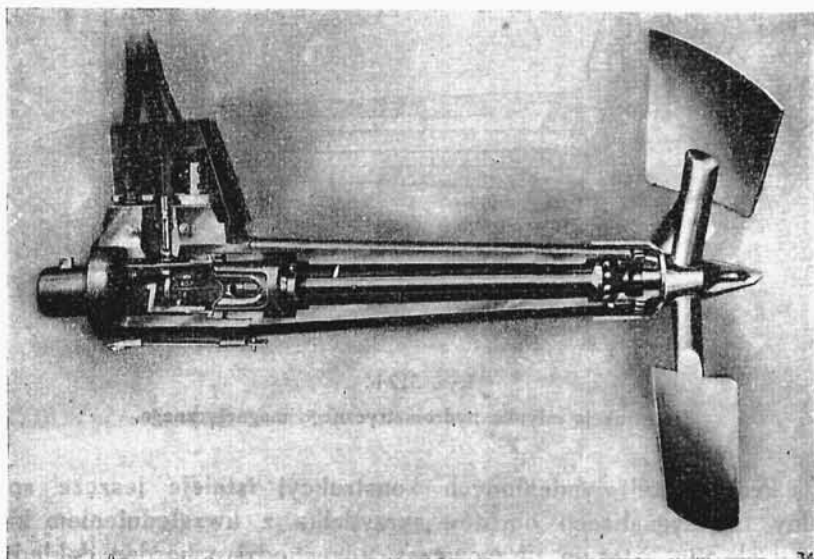
Młynek hydrometryczny z łożyskami stałymi.

całkowitą przerwę w działaniu sygnalizacji. Platynowa blaszka kontaktująca bywa w szybkim czasie przeżarta i zniszczona. Do pomiarów więc w wodzie słonej użycie młynków elektrycznych jest możliwe tylko przy zastosowaniu konstrukcji uniemożliwiającej dostęp wody do kontaktów.

Do pomiarów w wodach słodkich w wypadku użycia elektrycznego licznika obrotów lub chronografu, oznaczającego poszczególne obroty skrzydełka, stosować należy również konstrukcję ostatnio opisaną.

Sygnalizacja dzwonekowa w czystej wodzie działa bez zarzutu przy użyciu możliwie małego napięcia baterii elektrycznej, częstym oliwieniu miejsca kontaktów oraz starannym usuwaniu od czasu do czasu osadów wapnia.

W konstrukcji młynka magnetycznego (rys. 312 a, b) unika się całkowicie zjawisk wyżej przedstawionych. Mechanizm „F—G” zamykający obwód elektryczny umieszczony jest w przestrzeni hermetycznie zamkniętej w skrzynce „B” i uruchamiany jest z zewnątrz, po przez ściankę, przy pomocy połączenia magnetycznego. Na końcu osi młynka, na zewnątrz hermetycznie zamkniętej komory „B” z kontaktami „F—G” znajduje się magnes „D” w formie dzwonu. Obrót magnesu wywołuje obrót skrzydełka „E”, znajdującego się już w hermetycznej komorze. Każdy pojedynczy obrót powoduje zwarcie w punkcie „F” zaś co 25 obrotów — kontakt w punkcie „G”.

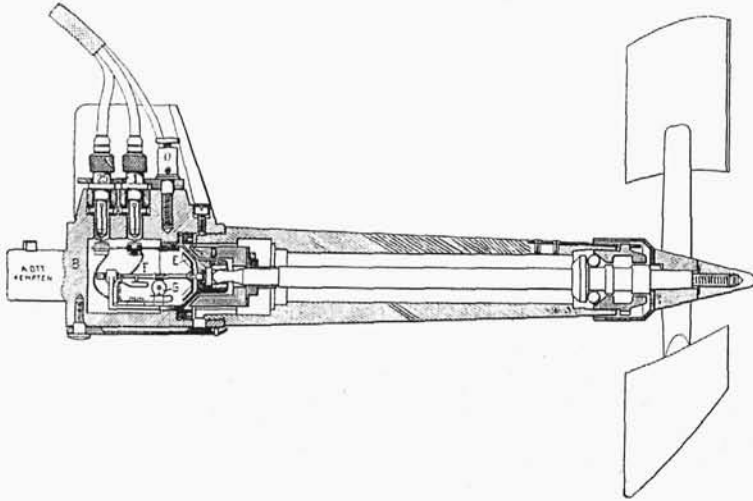


Rys. 312 a.

Młynek hydrometryczny magnetyczny.

Oś skrzydełka „E” i kółko zębate „G” nie są izolowane od korpusu. Są one przy pomocy zacisku „O” dołączone do przewodu (kabla), łączącego się z jednym biegunem baterii. Blaszki kontaktujące (w punkcie „F” i „G”) są izolowane od korpusu młynka i z pomocą wtyczek „1” i „25” dołączane do drugiego bieguna baterii. Wobec przeniesienia urządzenia sygnalizującego poza oś—konstrukcja osłony magnesu „D” i skrzynki „B” jest bardzo prosta. Oś obraca się na 2 łożyskach: kulkowym i czopowym (to ostatnie jest za magnesem) i całkowicie umieszczona w gładkiej tulei, która prócz otworu dla osi żadnego innego otworu nie posiada, tak że po pierwszym napełnieniu nie ma tam żadnego przepływu, przez co

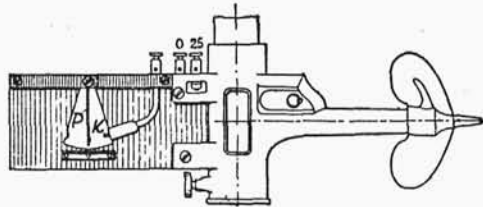
wnętrze chronione jest przed dostawaniem się doń piasku i mułu. W razie użycia młynka w wodzie słonej wskazane jest wypełnienie tej części naftą. W ten sposób ochrania się wnętrze od niszczenia przy bardzo długotrwałych pomiarach. Młynek daje się (dla oczyszczenia) bardzo łatwo rozebrać a następnie złożyć bez obawy uszkodzenia. Ten typ młynka rozpowszechnia się coraz bardziej.



Rys. 312 b.

Konstrukcja młynka hydrometrycznego magnetycznego.

Prócz wyżej wymienionych konstrukcyj istnieje jeszcze specjalny typ sygnalizacji obrotów skrzydełka z uwzględnieniem kierunku obrotu. Stosuje się wówczas, gdy chodzi o bardzo dokładny pomiar przepływu, a istnieje możliwość prądów odwrotnych. Prądy



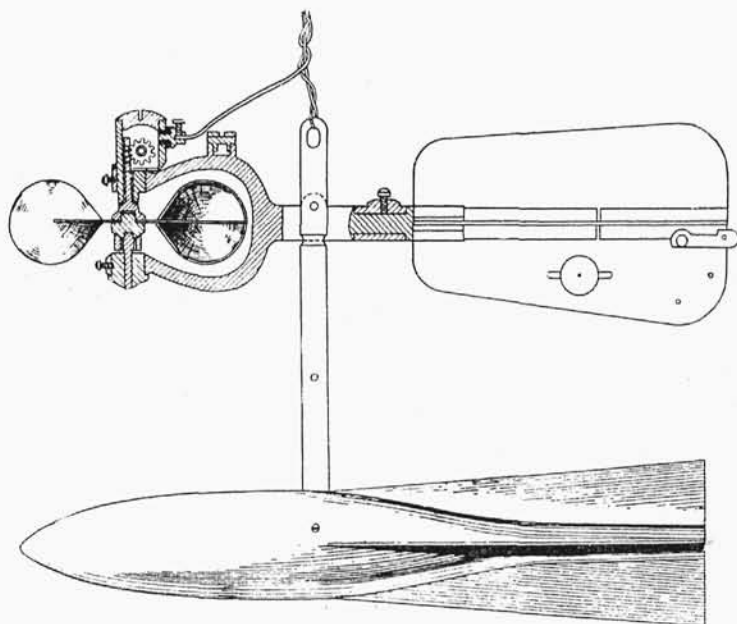
Rys. 313.

Młynek hydrometryczny dwukierunkowy.

takie powstają często przy dnie w kanałach roboczych przed wlotem do turbin. Młynek przez specjalne urządzenie sygnalizuje kierunek obrotów. Jako takie urządzenie (rys. 313) stosuje się np. wahadełko „P” wbudowane w ster młynka, które przy odwrotnych

obrotach skrzydełka jest dociskane do kontaktu „K” przez co zostaje zamknięty obwód prądu elektrycznego. Sygnalizacja odbywa się przy pomocy brzęczyka. Jeszcze prostsze jest urządzenie polegające na podwójnym styku, tak że przy normalnych obrotach sygnał brzmi krótko i długo, przy odwrotnych obrotach — długo i krótko.

W Ameryce są stosowane młynki Price'a nieco odmiennej konstrukcji. Zamiast skrzydełka w formie śruby zastosowano tutaj wiatraczek na osi pionowej (rys. 314). Skrzydełka wiatraczka mają formę



Rys. 314.

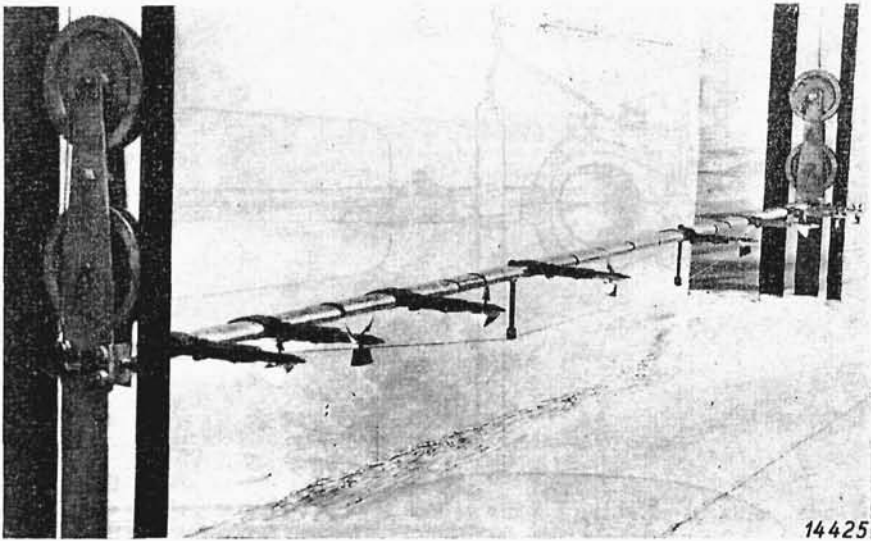
Młynek hydrometryczny Price'a.

czarek. Młynki te, jak się okazało, nie dają tak dobrych rezultatów pomiarów, jak młynki używane w Europie, z tego też względu rozpowszechniły się w Ameryce — więcej niż w Europie — inne metody pomiarów, dające rezultaty ściślejsze w porównaniu z wynikami młynka Price'a a nawet niektórych konstrukcyj młynków europejskich.

Z uwagi na to, że w wielu wypadkach musimy mierzyć dość znaczne przepływy wody w czasie możliwie krótkim, a poza tym nie ma pewności, czy stały stan wody utrzyma się przez czas dłuższy, dążymy — mimo zwiększenia ilości punktów pomiarowych — do jak największego ograniczenia czasu pomiaru. Osiąga się to przez wykonanie pomiaru przy pomocy jednoczesnego użycia wielu młyn-

ków. Sposób ten znajduje zastosowanie zwłaszcza przy pomiarach przepływów wody w zakładach wodnych przy określaniu sprawności turbin (przy ich odbiorze). Regularny kształt przekroju kanału roboczego bardzo ułatwia zastosowanie tej metody pomiaru. Pierwszy raz (1922 r.) zastosowano ją do pomiarów w zakładzie Motåla w Szwecji i Raanaasfoss w Norwegii.

Zwykle używa się młynków umieszczonych na rurze poziomej (rys. 315) albo na specjalnych wózkach (jak w Ryburg-Schwörstadt, rys. 316).



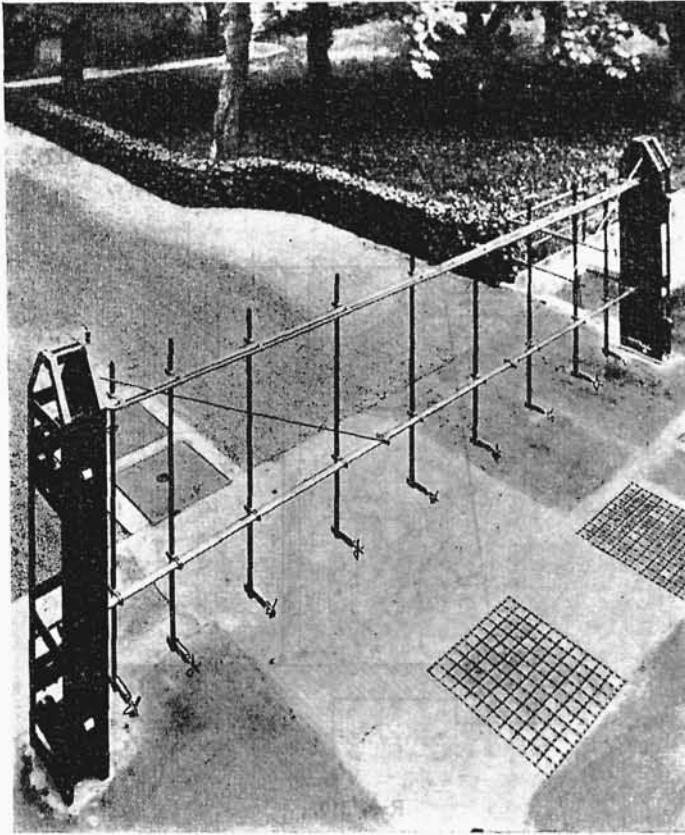
Rys. 315.

Młynki hydrometryczne umieszczone na rurze poziomej.

Używając takie urządzenia pomiarowe musimy zwrócić uwagę, by nie wywołać zbyt dużych zaburzeń w przekroju pomiarowym. Wskazane jest w częściach konstrukcyjnych podwodnych używać rur o kształcie eliptycznym lub płaskim (o przekroju wrzecionowatym, kropłowym). Młynki w stosunku do ramy podtrzymującej je muszą być tak umieszczone, by nie odczuwały zaburzeń wywołanych przez całe urządzenie. Zarówno przy stosowaniu urządzeń z pionową jak poziomą rurą z wieloma młynkami koniecznym warunkiem jest cechowanie młynków łącznie z rurą, na której się je umieszcza.

Oczywiście sygnalizacja dzwonkowa i notowanie czasu za pomocą stoperów wymagałoby w tym wypadku bardzo licznej obsługi

i powodowałyby liczne błędy, a co za tym idzie przedłużanie czasu pomiaru; dlatego do takich pomiarów stosuje się automatyczny przyrząd notujący, chronograf taśmowy, do którego obsługi wystarczy jeden człowiek.



Rys. 316.

Szkielet urządzenia do pomiaru przepływu wody w zakładzie wodnoelektrycznym w Ryburg-Schwörstadt.

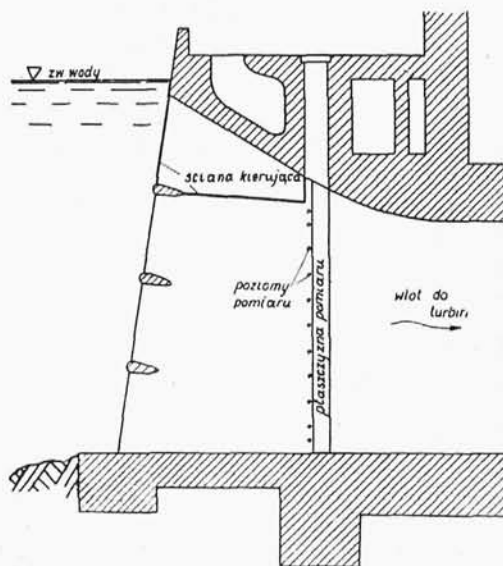
Obliczenie przepływu sekundowego ze wskazań chronografu wymaga jednak wiele pracy, tak że wynik ostateczny jest wiadomy dopiero po pewnym dłuższym okresie czasu, potrzebnym do przeprowadzenia odpowiednich obliczeń. Z tego względu, tam gdzie chodzi o uzyskanie możliwie szybko wyników pomiaru, próbuje się prócz chronografów dodać jeszcze do każdego młynka licznik obrotów i stoper, co jednak bardzo powiększa aparaturę i jej koszt.

Należy tu zwrócić uwagę, że już przy projektowaniu i budowie

pewnych obiektów wodnych powinniśmy w wielu wypadkach przewidzieć potrzebę pomiaru przepływów wody, gdyż nieuwzględnienie tego może spowodować następnie bardzo duże trudności w wykonaniu pomiarów i często w związku z tym duży ich koszt.

Dla przykładu przytaczam organizację pomiarów przepływu w zakładzie Ryburg-Schwörstadt ¹²⁹⁾,

Zakład posiada cztery turbiny Kaplana o przełyku 330 m³/sek każda przy spadzie użytecznym 10,7 m. Każda spirala składa się z trzech otworów szerokości około 7,1 m. Przy budowie, na skutek porozumienia się z przedsiębiorstwem budowy turbin, przewidziano umieszczenie ścianki kierującej we wlocie, a to w celu otrzymania w profilu pomiarowym równoległych strug wody (rys. 317). Stosunki przepływu zbadano na modelu i stwierdzono, że są zadowalające.



Rys. 317.

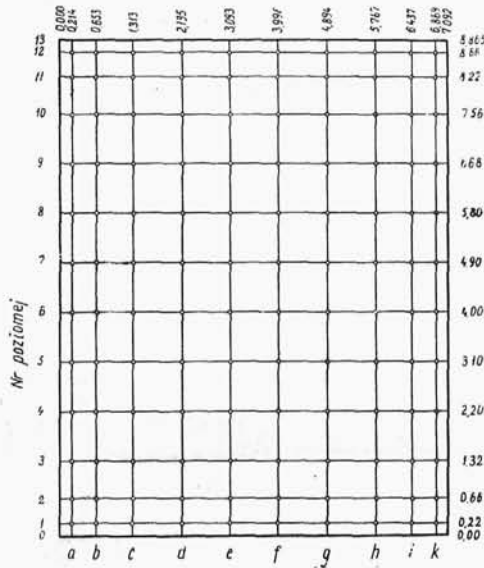
Umieszczenie przekroju pomiarowego na wlocie zakładu w Ryburg-Schwörstadt.

Wysokość przekroju pomiarowego wynosi od 8 do 9 m. Dla każdego z trzech otworów spirali zaprojektowano specjalną ramę z 10 młynkami umieszczonymi na jednym poziomie. Boczne wózki, na których porusza się całe urządzenie, toczą się we wnękach dla ścianek zakładanych i zakrywają gładko wnękę, aby nie dopuścić do jakichkolwiek zaburzeń po bokach otworu przy ścianach. Poruszanie całości odbywa się przy pomocy wind. Lina, na której zawieszona jest rama, posiada podziałkę, zaś odpowiedni licznik wskazuje głębokość zanurzenia młynków.

Rury poziome mają profil 75×27 mm, pionowe 54×27 mm. Rozmieszczenie młynków widoczne jest na rys. 318. Do każdych 10 młynków jednego otworu dołączony był jeden chronograf. Czas notowany był jednym zegarem dla wszystkich 3 aparatów

¹²⁹⁾ H. Canaan. Wassermessungen bei Grosskraftanlagen. Wasserkraftjahrbuch. 1930.

umieszczonych w 3 otworach spirali. W czasie pomiaru określano prędkość w 120 punktach w każdym otworze, tj. dla całości — w 360 punktach. Czas trwania pomiaru wynosił przeciętnie 22...24 minuty. Zbadano 24 przepływy, trzeba więc było określić prędkość w 8640 punktach. Obsługa składała się z trzech inżynierów przy chronografach i sześciu ludzi przy windach. Łącznie z kierownikiem zajętych było przy pomiarze 10 osób.



Rys. 318,

Rozkład punktów pomiarowych w przekroju.

5. Młynki do pomiarów prądów morskich.

Do pomiarów prędkości, w których chodzi nie tylko o bezwzględną wartość prędkości, ale także o kierunek prądu (zwykle interesuje nas to przy badaniach prądów morskich i prądów przypływów i odpływów morskich w ujściach rzek), nie nadają się młynki opisane dotychczas. Stosować trzeba młynki specjalnej konstrukcji, pozwalającej obserwatorowi odczytać również kierunek prądu. W użyciu są dwa typy.

W pierwszym z nich kierunek prądu określamy przez pomiar kąta między osią instrumentu i kierunkiem południka magnetycznego lub kierunkiem igły kompasu. Do tego celu w korpusie młynka, w odpowiedniej komorze napełnionej naftą umieszczony jest kompas (rys. 319), który ma odpowiednio skonstruowane elektro-magnetyczne połączenie (rys. 320) ze wskazówką umieszczoną na górze