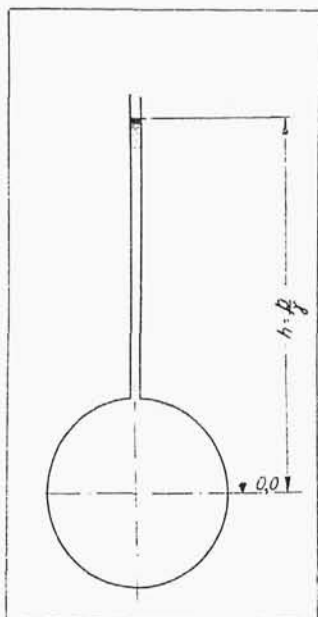


INNE POMIARY

przy $d =$	0,1	0,5	1,0	5,0	10	15	20	25	30	mm
m wynosi	od 288	57,6	28,8	5,76	2,88	1,92	1,44	1,15	0,96	mm
	do 332	66,4	33,2	6,64	3,22	2,21	1,66	1,33	1,11	mm

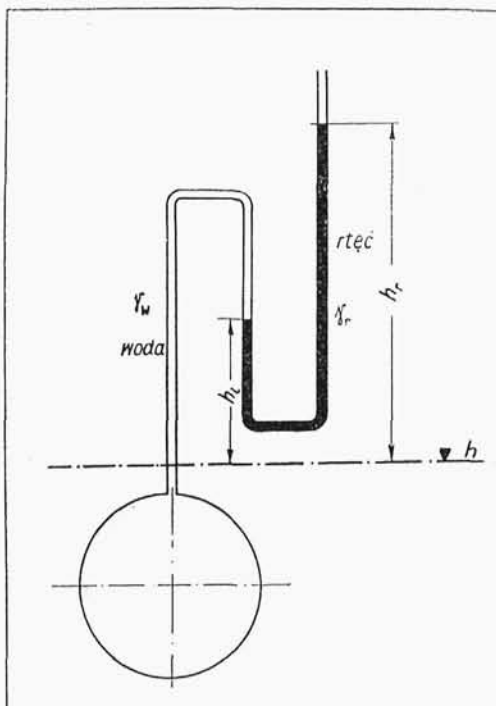
Przy średnicach rurek powyżej 15 mm dla rtęci i 20 mm dla wody wpływu kapilarności możemy nie uwzględniać.

Jeśli w przewodach, w których mierzymy ciśnienie, wartości jego są znaczne, musimy rurkę piezometryczną napęlnić cieczą o więk-



Rys. 339.

Rurka piezometryczna do pomiaru ciśnienia.



Rys. 340.

Rurka piezometryczna wypełniona rtęcią.

szym ciężarze gatunkowym, by długość piezometru nie wypadła zbyt duża. Zwykle wypełnia się go rtęcią przez co zmniejszamy wysokość słupa cieczy w stosunku $\frac{\gamma_w}{\gamma_r} = \frac{1}{13,6}$; rurka jest wówczas zagięta. Wysokość słupa wody obliczymy ze wzoru (rys. 340)

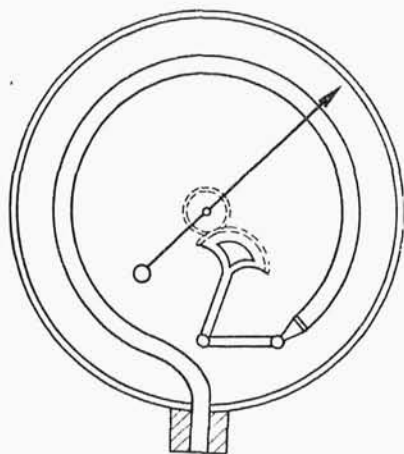
$$H = h + h_l + (h_r - h_l) 13,6 \quad (128)$$

Dla mierzenia podciśnienia rurka piezometryczna musi być wygięta w formie litery U.

Do pomiarów dużych ciśnień używa się bardzo często manometrów metalowych (przeponowych lub sprężynowych) skonstruowanych tak, że pod wpływem ciśnienia następuje pewna deformacja

części, na którą działa ciśnienie. Odpowiednio dołączona dźwignia wyraża tę deformację w przesunięciu strzałki po skali umieszczonej na manometrze. Manometry takie, jeśli pracują ciągle, muszą być cechowane i co pewien czas sprawdzane, gdyż odkształcenie częściowo może pozostać na stałe. Z tych też powodów manometry metalowe nie powinny być przeciążane. Zawsze używać należy manometrów ze znacznie większym zasięgiem pomiarowym niż to jest nam potrzebne. Wskazania manometrów metalowych nie są nigdy bardzo ścisłe, przy większych jednak ciśnieniach są one dla nas zadowalające.

Do określenia nadciśnienia służą manometry, podciśnienia mierzymy wakuometrami, zaś manowakuometry służą jednocześnie do oznaczenia nad- i podciśnienia.



Rys. 341.

Manometr rurkowy.

Manometry, wakuometry i manowakuometry sprężynowe są dwóch rodzajów: rurkowe (rys. 341) i płytkowe (rys. 342). Konstrukcja ich jest zrozumiała z załączonych rysunków. Do mierzenia ciśnień do 100 kg/cm^2 używa się sprężyn i rurek kołowych, do ciśnień wyższych — rurek o kształcie *U*. Sprężyny płytkowe są mniej czułe na przeciążenie.

Podziałka manometrów obliczona jest zwykle w kg/cm^2 , wakuometrów w mm słupa rtęci ($1 \text{ kg/cm}^2 = 735,5 \text{ mm Hg}$, $1,033 \text{ kg/cm}^2 = 760 \text{ mm Hg}$ przy 0°C lub $738,2 \text{ mm Hg}$ przy 20°C). Manometry mają podziałkę o cyfrach wzrastających w kierunku ruchu wskazówki zegara, wakuometry odwrotnie.

Aby uzyskać należyte wskazania i ochronić manometry przed uszkodzeniami, trzeba zwrócić uwagę na następujące sprawy:

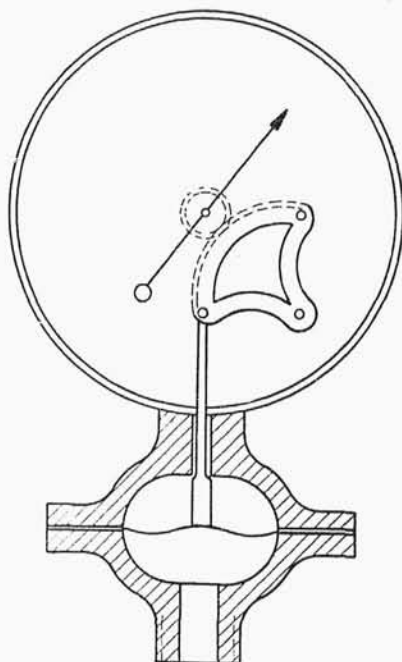
1. Manometry muszą być tak umieszczone, aby nie podlegały zbytniemu ogrzewaniu, lub nie były narażone na działanie mrozu.

2. Wszystkie połączenia muszą być całkowicie szczelne.

3. Nie mogą być narażone na bezpośrednie uderzenia i wstrząsy. Uderzenia muszą być amortyzowane w ten sposób, że manometr dołącza się za pośrednictwem rurki syfonowej i kranu dławiącego. Przy włączaniu (uruchamianiu manometru) kran powinno się otwierać powoli.

4. Muszą być umieszczane w tym położeniu, w jakim były cechowane, a więc zwykle pionowo.

5. Przy trwałym stałym obciążeniu obciążenie maksymalne nie powinno przekraczać $\frac{2}{3}$, zaś przy zmiennym— $\frac{1}{2}$ najwyższej cyfry na skali.

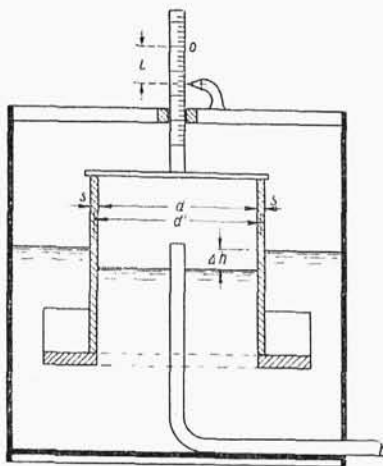


Rys. 342.
Manometr płytkowy.

Manometry mogą być zaopatrzone w kontakt elektryczny dla umożliwienia sygnalizacji maksymalnego i minimalnego ciśnienia na odległość, lub dla włączania i wyłączania motorów, regulatorów etc.

w zależności od ciśnienia. Manometry mogą być również zaopatrzone w przyrząd samopiszący dla ciągłej kontroli pracy.

Do dokładnych pomiarów bardzo małych ciśnień zbudowano rozmaite mikromanometry, pozwalające na odczytywanie ciśnienia z dokładnością nawet do 0,01 mm.



Rys. 343.

Mikromanometr Pressla.

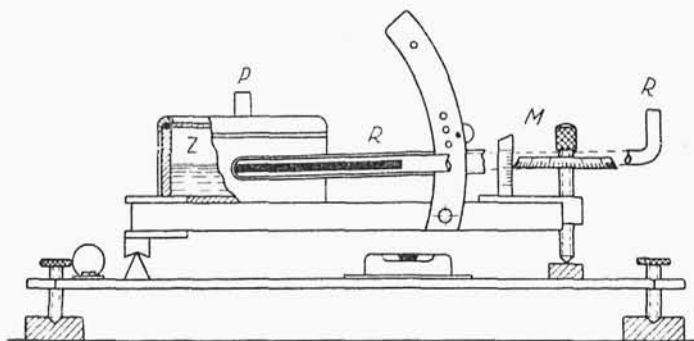
Na rys. 343 przedstawiony jest mikromanometr Pressla. Zasada jego działania jest następująca. W zbiorniczku wody pływa cylindryczne naczynie zamknięte u góry; na pokrywie cylindra opiera się skala przesuwająca się wraz z cylindrem. Przy ciśnieniu atmosferycznym nastawia się odpowiednio 0 skali przez napełnianie zbiornika wodą. Pod naczynie cylindryczne wprowadzona jest rurka, doprowadzająca powietrze od miejsca pomiaru ciśnienia, co powoduje odpowiednie podniesienie lub obniżenie cylindra. Równowaga następuje wówczas, gdy ciśnienie z góry jest równe zmniejszeniu wyporu, czyli gdy $\Delta h \gamma \frac{\pi d^2}{4} = d' \pi l s \gamma$. Wówczas

$$\Delta h = \frac{4 d' s l}{d^2} \quad (129)$$

Prócz tej konstrukcji istnieje wiele mikromanometrów, jak np. Rosenmüllera (rys. 344), Prandtla (rys. 345) z pochyłym ramieniem i inne.

Przy pomiarach ciśnienia wody będącej w ruchu specjalną uwagę należy zwrócić na to, by w miejscu przyłączenia się do prze-

wodu nie powstawało działanie ssące lub cisnące. Otwory muszą być prostopadłe do ścian, mieć średnicę nie większą niż 3...5 mm i bardzo niewielkie zaokrąglenie krawędzi. Większe otwory i ostre krawędzie powodują pewne błędy (rys. 346).



Rys. 344.

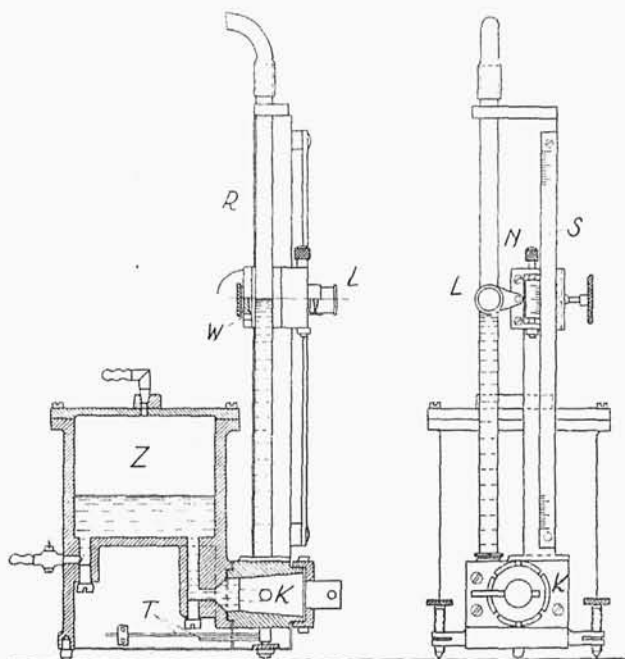
Mikromanometr Rosenmüllera.

Dość obszerny zbiornik „Z” wypełniony częściowo wodą połączony jest przewodem „P” z przestrzenią, w której mierzymy ciśnienie. Drugie ramię „R” manometru stanowi rurka włoskowata przegiętnie połączona ze zbiornikiem „Z” i otwarta u góry. Ramię to opiera się o śrubę mikrometryczną „M”, na której odczytuje się pochylenie rurki. Dokładność pomiaru wynosi 0,001 mm wysokości słupa wody.

Wielkości i przyczyny błędów, wynikających z nieodpowiedniego przyłączenia piezometrów, badane były przez Allena i Hoopera¹³³⁾. Rezultaty ich doświadczeń brzmią następująco:

1. Błąd piezometru jest w stałym procentowym stosunku do prędkości występującej przy otworze.
2. Wielkość otworu nie miała w wykonanych doświadczeniach wpływu na błąd (otwory miały średnice od $\frac{1}{16}$ do $\frac{27}{32}$ cala, prędkość średnia wynosiła 2,2 m/sek w rurze \varnothing 300 mm).
3. Najodpowiedniejszym kształtem otworu jest otwór kołowy.
4. Wlot musi dokładnie równo dochodzić do płaszczyzny ściany przewodu.
5. Przy dołączeniu wystającym poza ścianę przewodu wskazania piezometru wykazują błąd in minus.
6. Kierunek wlotu musi być prostopadły do ściany przewodu.
7. Powierzchnia ściany przewodu musi być gładka i czysta na długości co najmniej 0,30 m od otworu piezometru.

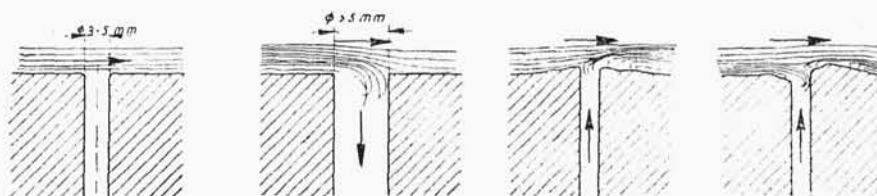
¹³³⁾ Ch. Allen & L. Hooper. Piezometer Investigation. Transactions of the American Society of Mechanical Engineers, 1932.



Rys. 345.

Mikromanometr Prandtla.

Ramionami manometru są: zbiornik „Z” i pionowa rurka „R”. Położenie zwierciadła wody w rurce „R” odczytuje się na skali „S” z noniusem „N”. Dokładne nastawienie noniusza umożliwia przymocowane do niego zwierciadło wklęsłe „W”, które daje odwrócony obraz menisku. Noniusz ustawia się w takiej pozycji, aby rzeczywista linia menisku pokryła się ze swym lustrzanym odbiciem. Dokładność nastawienia, powiększona dzięki umieszczeniu lupy „L”, wynosi zwykle 0,05 mm a dochodzi do 0,01 mm. Jeśli ciśnienie szybko się zmienia oscylując koło pewnej wartości średniej, wówczas do rurki „R” włącza się przy pomocy kranu „K” włoskowate rurki „T” spełniające rolę tłumików wahań.



Rys. 346.

Działanie nieodpowiedniego wlotu przewodu dołączeniowego do manometru.

8. Jeśli piezometr ma wskazywać prawdziwe ciśnienia, nie może być instalowany tam, gdzie mogą powstawać zaburzenia przepływu; z tego względu nie można wlotów piezometrów umieszczać za jakąś przeszkodą, jak np. za zamknięciem motylkowym, za szwem nitowym itp.

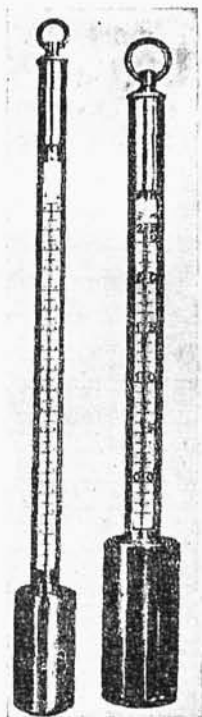
2. Pomiar temperatur

Pomiary temperatur wód płytkich nie przedstawiają żadnych trudności i mogą być wykonywane przy pomocy zwykłych termometrów, pozwalających na odczytywanie ciepłoty z dokładnością do $0,1^{\circ}$.

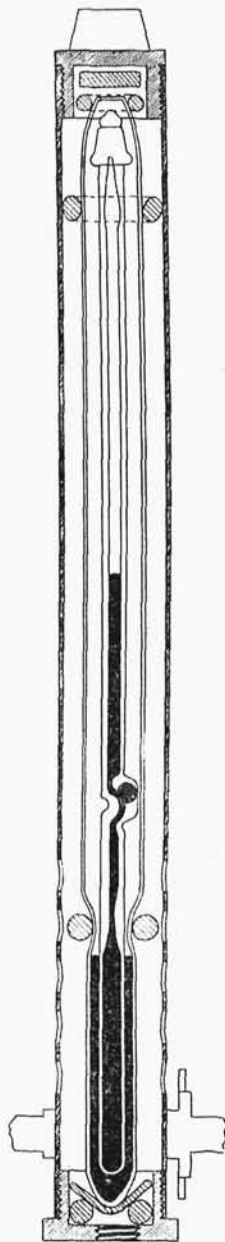
Do pomiaru temperatur w wodach głębszych stosować można albo termometry zwykłe albo specjalnej konstrukcji. Jeśli stosujemy termometry zwykłe, to nie mogą one być zbyt czułe, tj. wykazywać zbyt szybko temperatury otoczenia. Czas dojścia słupka rtęci do odpowiedniej podziałki stopniowej trwać powinien kilkanaście minut (około 15 min). Przedłuża to bardzo czas pomiaru lecz zabezpieczeni jesteśmy przed zmianą długości słupka rtęci w czasie wyciągania termometru dla odczytania jego wskazania. Termometr taki odpowiednio obciążony zapuszczamy w różne głębokości w wybranych miejscach rzeki czy jeziora, najlepiej w pionowych przekrojach zmierzonych.

Polska służba hydrograficzna używa termometrów w oprawie metalowej, kończącej się u dołu zbiorniczkiem¹³⁴⁾ (rys. 347). Oprawa ma kształt walca z wycięciem umożliwiającym odczytywanie temperatury na skali termometru. Zbiorniczek, w którym znajduje się kulka termometru, posiada szereg otworów przeznaczonych do nabierania wody; zbiorniczek ma za zadanie utrzymać podczas dokonywania odczytu (po wyjęciu termometru z wody) słupek rtęci na wysokości odpowiadającej ciepłocie mierzonej wody, a więc usunąć wpływ temperatury powietrza na dokonywany odczyt. Termometr ma zasięg skali od $+25^{\circ}\text{C}$ do -2°C , każdy stopień podzielony jest na dziesięć części. Termometr trzyma się w wodzie co najmniej trzy minuty, po czym szybko wyjmuje i niezwłocznie odczytuje. Przy wyjmowaniu trzeba zwrócić uwagę, aby ochronić termometr przed działaniem słońca, nie wylać wody ze zbiorniczka i nie uderzyć termometrem o jakiś znajdujący się w pobliżu przedmiot. Odczytywać należy na wysokości oka i przede wszystkim dziesiętne części, później całkowite stopnie.

¹³⁴⁾ Instrukcja dotycząca pomiarów temperatury wód płynących. M. R. P. Warszawa, 1927.



Rys. 347.
Termometry używane
przez] Polską Służbę
Hydrograficzną,



Rys. 348.
Termometr Negretti
Zambra,



Rys. 349.
Termometr Richtera.

Lepiej używać do pomiarów termometrów specjalnej konstrukcji Negretti-Zambra lub Richter-Nansena. Termometr Negretti-Zambra jest odmianą zwykłego termometru maksymalnego. Wykonany jest on w ten sposób, że szyjka szklana z rtęcią jest zwężona niedaleko za zbiornikiem (rys. 348) dalej zaś nieco zagięta i posiada w tym miejscu jakby mały zbiorniczek. Wyżej rurka z rtęcią jest wyprostowana. Różnica w porównaniu ze zwykłym termometrem maksymalnym polega na tym, że cyfry podziałki wzrastają w odwrotnym kierunku na skali. Termometr ten umieszcza się w płaszczu szklanym z przestrzenią wolną częściowo wypełnioną rtęcią. Służyć ma to w większych głębokościach za ochronę przed wpływem ciśnienia wody, które może spowodować znaczniejszy błąd w odczycie temperatury. Słup rtęci, wydłużywany się odpowiednio do temperatury otoczenia, dzięki zwężeniu kanalika nie może zmienić swej długości przy wyciąganiu termometru.

Po opuszczeniu termometru do odpowiedniej głębokości i oczekaniu 6...10 minut, by rtęć przyjęła temperaturę otaczającej wody, przekręca się termometr nagłym ruchem zbiornikiem rtęci do góry. Wówczas słup rtęci przerywa się w miejscu zwężenia i przesuwają w rurce. Aby rtęć ze zbiornika nie mogła kapać powiększyć wysokości obserwowanego słupka, umieszczony jest na rurce wspomniany już dodatkowy zbiorniczek.

Do nagłego przekręcania termometru służyć mogą bardzo proste urządzenia albo specjalne, bardziej skomplikowane przyrządy.

Termometr Richtera (rys. 349) różni się tym od poprzedniego, że są tu nieco inne proporcje pojemności zbiornika i kanalika, tak że przez to powiększa się skala i można odczytywać temperaturę z dokładnością do $0,01^{\circ}\text{C}$. W zewnętrznym płaszczu umieszczony jest drugi pomocniczy termometr, pozwalający na odczytywanie poprawek, uwzględniających rozszerzenie się oberwanego słupka rtęci, wówczas gdy wskazania dodatkowego i głównego termometru nie są zgodne.

Obecnie wykonuje się coraz częściej pomiary temperatury przy pomocy przyrządu termo-elektrycznego o bardzo prostej konstrukcji. Zasada pomiaru polega na tym, że w przyrządzie pomiarowym istnieje obwód zamknięty, który pod wpływem prądu elektrycznego nagrzewa się do pewnej temperatury, zaś po zanurzeniu w wodę następuje — zależnie od temperatury otaczającej wody — słabsze lub silniejsze chłodzenie obwodu (przewodnika). Odpowiednio do tej zmiany temperatury zmniejsza się lub powiększa opór elektryczny przewodnika, co daje się stwierdzić na włączonym

mostku Wheatstone'a, odpowiednio tak wycechowanym, że z jego wskazań bezpośrednio odczytuje się temperaturę wody.

Pomiary temperatury wody płynącej należy wykonać o ile możliwości w nurcie rzeki, np. z mostów, w każdym zaś razie w miejscu o swobodnym przepływie wody, zacienionym i niezbyt płytkim.

Przy obserwowaniu ciepłoty (zwłaszcza w mniejszych jeziorach) zaczynać należy obserwacje od górnych warstw.

3. Pomiary w zakładach wodnych¹³⁵⁾

Przez pomiary musimy przekonać się o mocy jednostki, oraz czy współczynniki sprawności turbiny przy całkowitym i częściowym obciążeniu odpowiadają wartościom gwarantowanym.

Pomiary powinniśmy przeprowadzać nie tylko przy odbiorze turbin, tj. na początku ich pracy, lecz stale co pewien czas dla określenia, jak one pracują i jak w miarę upływu czasu zmieniają swe współczynniki sprawności. Przeprowadzane badania dowodzą, że współczynnik sprawności turbiny rocznie spada średnio o 0,5%. W niekorzystnych warunkach może być gorzej. Wyniki pomiarów wskazywać mogą na pewne braki urządzenia, które może dać się usunąć, a dalej sygnalizują potrzebę odmienienia w odpowiedniej chwili zestarzałej turbiny.

W tym miejscu jeszcze raz powtarzam uwagę ze strony 481, że już przy projektowaniu zakładu o sile wodnej powinniśmy przewidzieć potrzebę i możliwość przeprowadzania pomiarów przepływu, czego niestety przeważnie się nie uwzględnia. Systematyczne pomiary przepływu są potrzebne zarówno przy większych jak mniejszych zakładach, dając konieczny ze względów gospodarczych przegląd pracy urządzenia.

Pomiary przy odbiorze turbin dotyczą:

- 1) zużywanej przez turbinę wody,
- 2) spadu użytecznego,
- 3) wytwarzanej mocy na wale turbiny,
- 4) ilości obrotów turbiny,

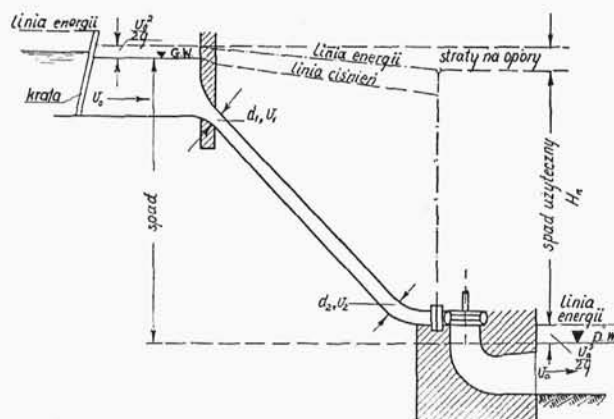
¹³⁵⁾ Regeln für Abnahmeversuche an Wasserkraftmaschinen. Wydane przez Verein deutscher Ingenieure w 1936 r.

Schema di norme per l'ordinazione ed il collaudo di motori primi idraulici. L'Energia Elettrica, 1936, Nr 3.

Standart tests for hydraulic power plants. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, 1934, Str. 2.

- 5) wahań (zmienności) ilości obrotów i ciśnienia w czasie regulacji,
- 6) współczynnika sprawności.

O pomiarach przepływu mówiono już poprzednio wystarczająco dokładnie. Dodać tu jeszcze można co następuje. Miejsca pomiarowe, położone w kanale dopływowym lub odpływowym, należy obierać możliwie blisko turbin. Przed rozpoczęciem pomiaru zwrócić trzeba uwagę, czy pomiędzy turbiną i przekrojem pomiarowym nie ma jakiegos dopływu czy odpływu wody. Wszystkie pomiary powinny być wykonywane na odcinkach prostych, możliwie długich, z niezmienną się przekrojem, stałym dnem i ze stałym spadkiem; w każdym razie muszą to być odcinki, gdzie prędkość rozdzielona jest jednostajnie i jest ustalona (niezmienna). W czasie pomiaru nastawienie łopatek turbin lub stopień otwarcia dyszy musi pozostawać niezmienny. Pomiarów dokonuje się wówczas, gdy ustalił się ruch turbiny.



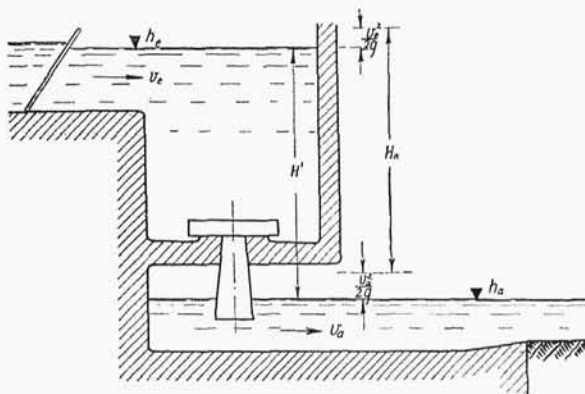
Rys. 350.
Spad użyteczny.

Czynnością jednoczesną z pomiarem przepływu jest pomiar spad użytecznego. Przez spad użyteczny rozumiemy różnicę poziomów linii energii bezpośrednio przed wejściem wody na turbinę i w miejscu wyjścia z przewodu ssącego (rys. 350). Zależnie od typu urządzenia spad użyteczny wyrazi się inaczej.

1. Dla turbiny reakcyjnej umieszczonej w otwartym szybie (rys. 351) z rurą ssącą

$$H_n = h_e - h_a + \frac{v_e^2 - v_a^2}{2g} \quad (130)$$

gdzie $h_e - h_a = H'$ jest różnicą poziomów wody, mierzonych przed wejściem na turbinę i za wyjściem z turbiny. Przy $v_e = v_a$ jest $H_n = H'$. Za wartość v_e nie należy uważać całkowitej prędkości poziomej poza kratami, gdyż część dopływowej wysokości prędkości zostaje zniszczona przez wiry przed turbiną.



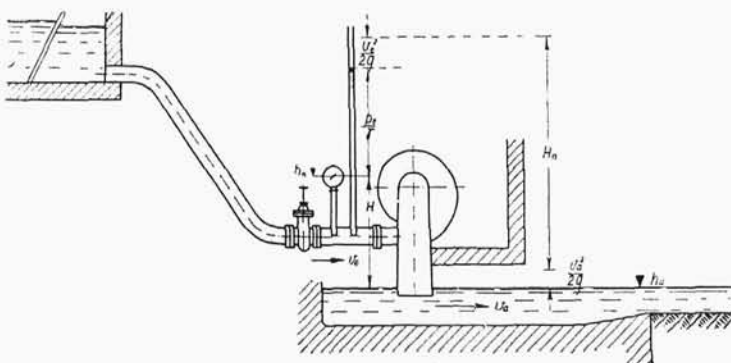
Rys. 351.

Turbina reakcyjna w otwartym szybie.

2. Dla turbiny reakcyjnej z zamkniętym przewodem doprowadzającym (rys. 352):

$$H_n = h_e - h_a + \frac{p_e}{\gamma} + \frac{v_e^2 - v_a^2}{2g} \quad (131)$$

gdzie $h_e - h_a = H'$ wyraża różnicę poziomów pomiędzy środkiem obrotu podziałki manometru i dolną wodą, $\frac{p_e}{\gamma}$ jest wykazywaną przez manometr wysokością ciśnienia.



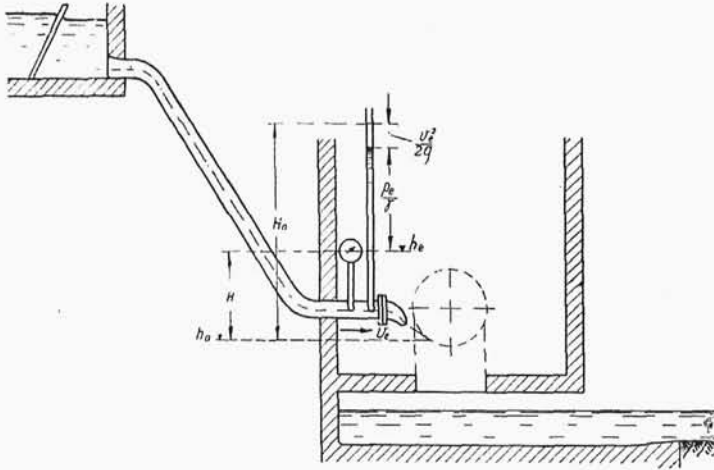
Rys. 352.

Turbina reakcyjna z zamkniętym przewodem doprowadzającym.

3. Dla turbiny akcyjnej bez przewodu ssącego (rys. 353):

$$H_n = h_e - h_a + \frac{p_e}{\gamma} + \frac{v_e^2}{2g} \quad (132)$$

gdzie $h_e - h_a = H'$ jest różnicą poziomów pomiędzy środkiem koła podziałowego manometru i miejscem wyjścia wody z łopatek koła, $\frac{p_e}{\gamma}$ jest wskazywaną przez manometr wysokością ciśnienia, $\frac{v_e^2}{2g}$ — wysokością prędkości odpowiadającą prędkości wlotowej na turbinę.



Rys. 353.

Turbina akcyjna bez przewodu ssącego.

4. Dla turbiny akcyjnej z przewodem ssącym (rys. 354):

$$H_n = h_e - h_a + \frac{p_e - p_a}{\gamma} + \frac{v_e^2 - v_a^2}{2g} \quad (133)$$

gdzie $h_e - h_a = H'$ stanowi, jak poprzednio, różnicę poziomów środków manometrów, $\frac{p_e - p_a}{\gamma}$ wyraża różnicę odczytów manometrów na rurze doprowadzającej i ssącej (tutaj należy p_a wziąć jako ujemne, jeżeli istnieje podciśnienie).

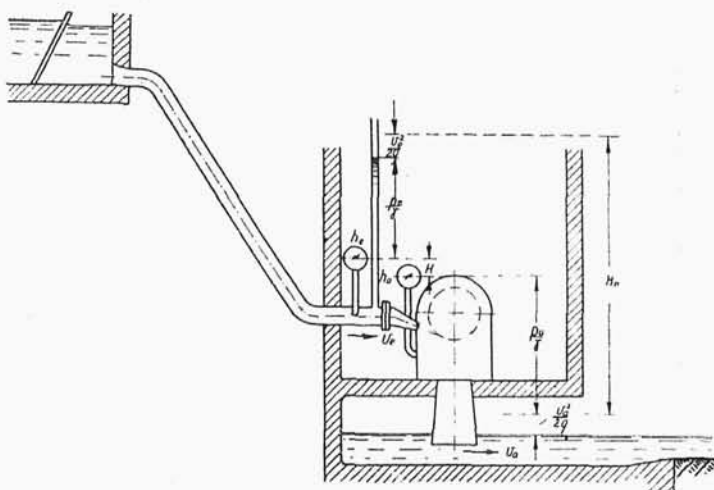
We wszystkich wymienionych wypadkach miejsce pomiaru poziomu dolnej wody powinno być wzięte możliwie blisko końca rury ssącej jednak poza obrębem widocznego wpływu wirów lub zaburzeń miejscowych.

Pomiary poziomów muszą odbywać się po przeprowadzeniu ścisłej niwelacji i ustaleniu rzędnych odpowiednich punktów zasad-

niczych. Pomiaru spadu należy dokonywać w chwili, gdy stan się ustali i to mierząc jednocześnie h_e i h_a , o ile nie mamy urządzenia do obserwacji ciągłej, do czego należy zawsze dążyć.

Określenia poziomu wody o swobodnym zwierciadle dokonuje się przy pomocy stałych łąt, wodowskazów szpilkowych, albo pływaków.

a. Stałe łąty. Należy unikać odczytywania ze zbyt dużej wysokości i pod zbyt ostrym kątem, bowiem nie osiąga się wtedy dużej dokładności.



Rys. 354.

Turbina akcyjna z przewodem ssącym.

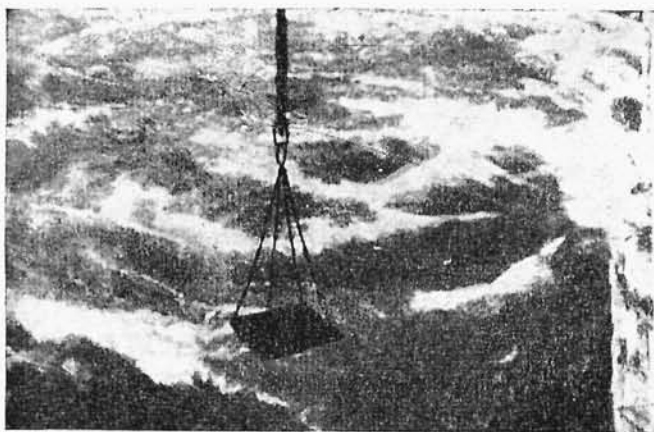
b. Wodowskazy szpilkowe. Określanie poziomu zwierciadła wody odbywa się przy pomocy podziałki lub za pomocą instrumentu i łąt niwelacyjnych przez odmierzanie od poziomu jakiegoś stałego punktu. Podziałka przy spokojnej wodzie zaopatrzona jest u dołu w szpilkę, lub w talerz gdy woda jest niespokojna.

c. Pływaki. Pozwalają one często na wygodne przeprowadzenie pomiarów i mogą być połączone z urządzeniem samopiszącym. Aby uniknąć prądu wody i falowań, pływaki trzeba umieścić w szybie, który jest połączony z kanałem prowadzącym wodę za pomocą przewodu dostatecznie tłumiącego wahania. Zmniejszenie podziałki limnigrafów należy tak obierać, by błąd odczytu (aż do 100 m spadu) nie przekraczał $0,25\%$, zaś przy spadach większych od 100 m nie przekraczał $\frac{1}{60}$.

Połączenie szybów pomiarowych, przewodów manometrów itp. musi być wykonane ściśle prostopadle do przewodu (albo do płas-

szczyzny ściany) i mieć krawędzie zaokrąglone, aby nie wywoływać ssania lub piętrzenia.

Ze względu na duże utrudnienie pomiaru spowodowane falami i piętrzeniem wywoływanych wiatrem, pomiary poziomów wody należy przedsięwziąć możliwie w czasie, gdy nie ma wiatru. W ogóle należy starać się, by powierzchnia wody była możliwie gładka. Dla uspokojenia powierzchni stosuje się pływające belki, przegrody, kraty itp., przy czym należy zwrócić uwagę, aby przez użycie urządzeń uspokajających nie wpływać na wyniki pomiaru, gdyż to spowoduje błędy odczytu.



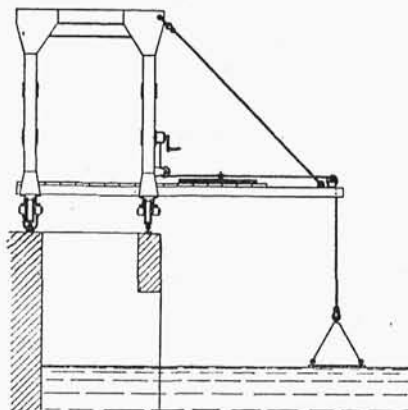
Rys. 355.

Urządzenie do pomiaru stanu niespokojnej wody.

W razie niespokojnej wody w przekroju dolnym (co się trafia w wypadku zainstalowania turbin Kaplana) i niemożności jej uspokojenia do określenia stanu wody może być zastosowane urządzenie pokazane na fotografii (rys. 355). Jest to ciężka płyta żelazna o powierzchni do 1 m², zaopatrzona w otwory i zawieszona na odpowiednim mechanizmie wyciągowym. W zakładzie w Pizançon mechanizm umieszczono na dźwigu ramowym używanym do opuszczania ścianek zakładanych (rys. 356).

Do pomiaru ciśnienia w przewodzie zamkniętym używa się piezometrów i manometrów. Aby przy ich pomocy otrzymać prawidłowe odczyty, należy przyrząd dołączyć do przewodu na tym jej odcinku, gdzie przekrój jest stały a kierunek prosty. Przejście rurki manometrycznej (zwykle Φ 3....5 mm w świetle) przez ścianę rurociągu musi być prostopadłe do wewnętrznej powierzchni rury oraz być dokładnie i szczelnie dopasowane. Należy starać się okre-

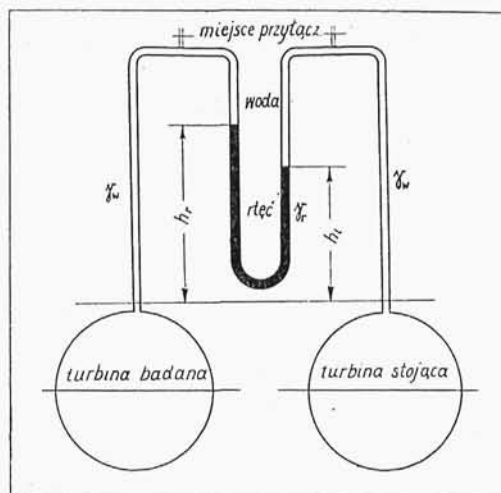
ścić położenie wskazówki manometru przy słupie wody w spoczynku i przy znanej wysokości wody górnej.



Rys. 356.

Urządzenie do pomiaru stanów wody w zakładzie Pizançon.

Do pomiarów manometrycznych najlepiej używać manometrów kontrolnych z dwiema niezależnymi wskazówkami. W zakładach z dwoma przewodami można po zamknięciu jednego zmierzyć róż-



Rys. 357.

Manometr.

nicę ciśnień w obu przewodach (rys. 357). Ciśnienie statyczne w zamkniętym przewodzie może posłużyć również do wycechowania manometru.

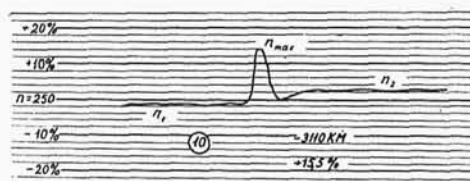
Należy zwracać uwagę, by w przewodach łączących rurę i manometr nie mogły się zbierać bańki powietrza oraz nieczystości. Trzeba więc od czasu do czasu przewód łączący dobrze przepłukać. Przy manometrach próżniowych ważną jest rzeczą zupełna swoboda przepływu wody w przewodach łączących.

Ze względu na obawę zmiany swego kształtu manometry sprężynowe, o ile są w stałym użyciu, powinny być obciążane tylko do połowy swej zdolności pomiarowej. Wpływ tarcia w manometrze sprężynowym usuwa się przez pukanie.

Sprężynowe manometry próżniowe muszą być zabezpieczone przed wpływem nadciśnień; lepiej używać manowakuumetrów, tj. przyrządów skonstruowanych jednocześnie do wskazywania ciśnień i podciśnień.

Moc na wale turbiny określa się przy pomocy dynamometrów. Przy bezpośrednim napędzie generatora można określić moc na wale turbiny wystarczająco dokładnie na podstawie zmierzonej mocy i współczynnika sprawności generatora. Pomiar elektryczny mocy powinien być wykonany z dokładnością co najmniej $\pm 0,3\%$.

Wszystkie połączenia, służące do przeniesienia mocy dalej, należy wyłączyć i—jeżeli to możliwe—rozłączyć wał za dynamometrem. Gdy względy bezpieczeństwa pozwalają, należy na czas pomiarów wyłączyć regulatory, jeżeli nie — należy przez dodatkowe badania określić moc, jaką one zużywają. Również, jeśli nie daje się wyłączyć wszelkich przeniesień kołami zębatymi lub pasowymi, trzeba możliwie dokładnie określić moc w nich zużyłą.



Rys. 358.

Zmiana ilości obrotów turbiny przy zmianie jej obciążenia.

Przy nagłej zmianie obciążenia turbiny, biegnącej przy ustalonym stanie i z ilością obrotów n_1 , ilość obrotów turbiny chwilowo wzrasta lub maleje do wartości n_{max} lub n_{min} (rys. 358). Nowy stan ustala się dopiero po pewnym czasie i jemu odpowiada jakaś nowa liczba obrotów n_2 . Miarą dobroci regulacji samoczynnego regulatora jest procentowa zmiana ilości obrotów, tj. wartość

$$\frac{n_{max}}{n_1} 100\% \quad \text{lub} \quad \frac{n_{min}}{n_1} 100\%.$$

Turbinę należy obciążać rozpoczynając od biegu luźnego; przy zmniejszaniu obciążenia doprowadzać do biegu luźnego.

Do pomiaru ilości albo zmiany ilości obrotów w czasie regulacji używa się tachometrów, zaś zmiany ciśnień, występujące przy zmianie obciążenia, mierzymy—jak poprzednio—przy pomocy wodowskazów i manometrów. Należy się starać używać przyrządów samopiszących. Duże i szybkie zmiany ciśnień nie dają się pewnie zmierzyć zwykłymi manometrami; do ścisłych pomiarów stosować trzeba specjalne instrumenty o możliwie małej bezwładności, np. indykatory optyczne.

Ponieważ zwykle nie udaje się wykonać pomiarów przy spadzie optymalnym (dla którego istnieją gwarancje), przy określaniu współczynnika sprawności turbiny muszą być wszystkie wartości przeliczone w stosunku do tej wartości optymalnej. Przepływ roboczy Q_n i ilość obrotów n_n są proporcjonalne do H_n ; współczynnik sprawności pozostaje niezmienny. Z tak przeliczonych wartości określa się moc gwarantowaną.

Spad H_x istniejący w czasie pomiarów nie powinien odbiegać od optymalnego spadu użytecznego więcej niż $\pm 10\%$.

Przy określaniu mocy przy różnych spadach H_1 i H_2 należy przeprowadzić doświadczenia dla zbadania gwarancji z następującą ilością obrotów turbiny:

$$n_{x1} = n_n \sqrt{\frac{H_x}{H_1}} \quad \text{dla } H_1$$

$$n_{x2} = n_n \sqrt{\frac{H_x}{H_2}} \quad \text{dla } H_2$$

Jeśli w chwili pomiaru spad wynosi H_x , to moc w kW zmieniała się w stosunku $\left(\frac{H_n}{H_x}\right)^{\frac{3}{2}}$ zaś przełyk odpowiednio do $\sqrt{\frac{H_n}{H_x}}$.

4. Kalorymetryczny sposób określania skutku użytecznego turbin

Barbillon i Poirson¹³⁶⁾ opracowali metodę kalorymetryczną określania skutku użytecznego turbin wodnych, bardzo prostą, gdyż polegającą jedynie na pomiarze różnicy temperatur wody wchodzącej i wychodzącej z turbiny.

Jeżeli przez turbinę przepływa objętość wody Q litr/sek przy

¹³⁶⁾ Barbillon-Poirson. Détermination du rendement des turbines hydrauliques par la méthode calorimétrique. Génie Civil. 23.VI. 1923.