URZĄDZENIA UPUSTOWE

Ilość, wielkość przęseł jazu podana w rozporządzeniu. „Przęsła jazów i przelewów posadowionych na gruntach rozmywalnych konstruuje się tak, aby przy Q_m nie wystąpiła nadmierna erozja dna koryta odpływowego i nie został przekroczony na progu przepływ jednostkowy $30m^3/s \cdot m$”
Dla zabezpieczenia przed erozją przyjmuje się światło jazu brutto (miedzy przyczółkami) $B_{min}=0,5 \cdot B_{rz}$ (szerokości koryta na poziomie wody brzegowej) dla dużych rzek (głębokie koryto, dobrze wykształcona dolina) oraz $B_{max}=1,0 \cdot B_{rz}$ dla małych cieków, płytkich , zmieniających koryto w czasie wezbrań**.**

Typy jazów: **stałe i ruchome**

STAŁE –z otworami bez zamknięć –piętrzą wodę lecz nie zapewnią możliwości jej magazynowania, nie dają możliwości regulowania wysokości spiętrzonej wody. Stosowane są do korekcji dna, dla ujęć wody oraz jako przelewy awaryjne. Mogą być przepuszczalne lub szczelne.
Jazy stałe mogą być: drewniane (chrust, faszyna, świeżo ścięte drzewa z gałęziami umocowane i przykryte ziemią, żwirem lub kamieniami, a od strony wody dolnej gruntem piaszczysto gliniastym, dodatkowo mogą być uszczelnione mchem i gliną; drewniane ścianki szczelne lub w postaci skrzyń wypełnionych mieszaniną piasku 2/3 i gliny 1/3), kamienne (skrzynie siatkowe –gabiony- wypełnione żwirem lub kamieniami, z narzutu kamiennego, muru suchego na zaprawie), betonowe z okładziną kamienną lub bez, żelbetowe (betonowe wzmocnione, złożone z pochyłych płyt opartych na kolumnach lub płyt opartych na pionowych filarach) oraz bardzo rzadko przy niewielkich piętrzeniach stalowe.

RUCHOME –z zamknięciami przekazującymi obciążenia parciem wody na:

- filary i przyczółki: zasuwy we wnękach w filarach i przyczółkach, segmenty obracające się wokół łożysk umieszczonych na ścianach filarów, zamknięcia walcowe,
- próg: jazy z klapami umocowanymi przez łożyska na progu, sektorowe (wycinek walca na progu), dachowe
- inne typy: kozłowe oparte o kładzione konstrukcje wsporcze, mostowe (oparte na progu i kładce lub moście i filarach)
- konstrukcje specjalne (np. wbudowane w próg lub filary elektrownie lub ujęcia wody) oraz pośrednie np. zasuwy lub segmenty z nadbudowanymi klapami)

Zamknięcia –wymagania:

- niezawodność i pewność działania w każdych warunkach (powódź)
- zachowanie szczelności
- odporność na korozję oraz dostosowanie do pracy w czasie mrozów,
- możliwość regulacji przepływów oraz zapewnienie korzystnych warunków hydraulicznych przepływającej wodzie,
- przepuszczanie rumowiska, kry lodowej i innych pływających i wleczonych przedmiotów,
- zapewnienie dogodnej konserwacji i przeglądów

Zasuwy płaskie
Najdawniej stosowane, najpopularniejsze. Od najprostszych, małych zastawek drewnianych do 15m wysokości i 40 m rozpiętości. Elementy nośne to poziome dźwigary (profile walcowane, kratownice lub blachownice). Od strony wody opiera się na nich szczelna blacha usztywniona układem belek.

- pojedyncze podnoszone do góry,
- dwudzielne hakowe (z opuszczaną częścią górną),
- zasuwy z klapami,
- podnoszone i opuszczane,
- zasuwy dzielone z dwóch lub więcej elementów (np. niezależne, po wyciągnięciu odkładane na bok)

Zalety:

- prostota konstrukcji,

- łatwe podnoszenie,
- łatwe osiągnięcie dużych spiętrzeń i rozpiętości,
- łatwy przegląd i remont

Wady:

- duża siła wyciągowa (ciężar zamknięcia i mechanizmów),
- duże (wysokie) filary,

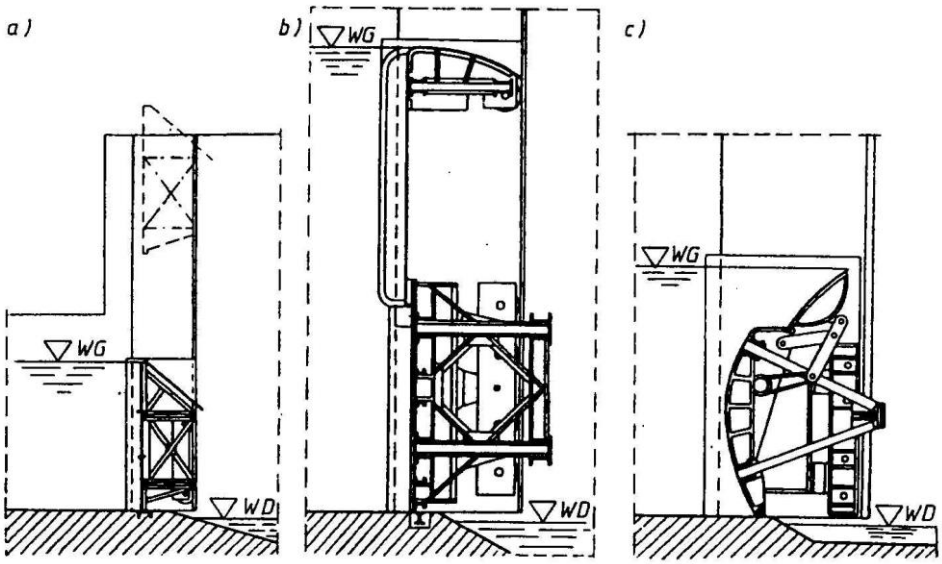
Konstrukcje zasuw –poziome dźwigary przenoszą obciążenie parciem wody przez szyny, po których porusza się zamknięcie na filary i przyczółki. Dźwigary projektuje się tak aby każdy przejmował jednakowe obciążenie. Zasuwa dociskana jest parciem wody do torów we wnękach filarów. Podparcie może być:

- ślizgowe –wzdłuż listew ze stali, brązu lub tworzyw sztucznych. Łatwe uszczelnienie, jednak przy podnoszeniu konieczne pokonanie sił tarcia, więc do zastosowania do małych zamknięć (do kilku m rozpiętości)
- toczne –koła na osiach umieszczonych na bokach zasuwy średnica koła większa od grubości zasuwy i kółka mogą opierać się na szynach po obu stronach wnęki. Mogą być pojedyncze kółka lub wózki na których opiera się zasuwa

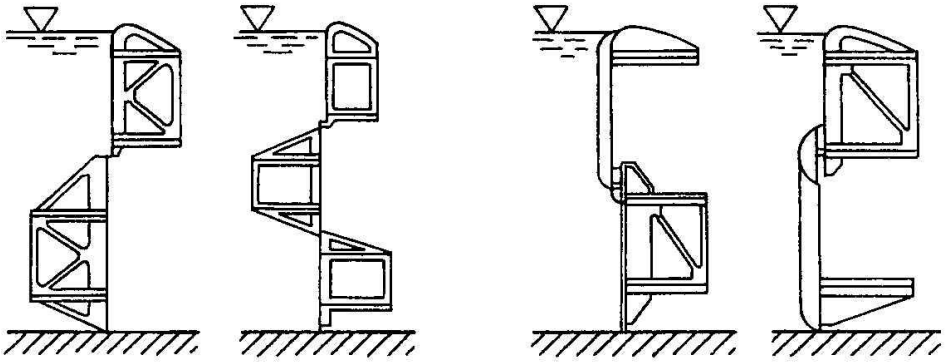
Zamiast filarów można stosować odrzwia z kształtowników walcowanych.

Zasuwy płaskie pojedyncze (możliwość przepuszczania wody tylko dołem) stosowane są:

- przy dużej ilości świateł jazowych,
- gdy nie potrzeba przepuszczać lodu,
- dla umożliwienia stosowania przesuwanych urządzeń wyciągowych,
- możliwość zastosowania kilku typów zamknięć (np. z klapą i bez)

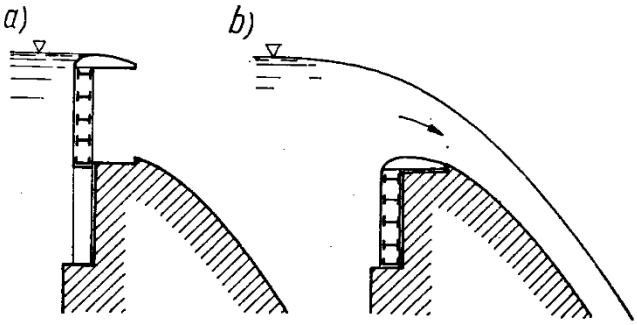


Rys. 2.20. Podstawowe typy stalowych zasuw płaskich (MAN)



Rys. 2.21. Rozwiązania zasuw dwudzielnych

Rys. 3-68. Opuszczana zasuwa na przelewach zapory (17): a) zasuwa podniesiona, b) zasuwa opuszczona



Zasuwy dwudzielne hakowe wys. 7m do 20m, rozpiętość do 30 m. Dolna część standartowa, górna z szeregu dźwigarów o konstrukcji ramowej sztywno połączonych z poziomym dźwigarem nośnym opartym na wnękach filarów. U dołu opierają się na rolkach poruszających się po poszyciu dolnej części zamknięcia. Zalety to łatwość regulacji natężenia przepływu oraz zmniejszenie wysokości filarów.
Zasuwy z klapami –mogą być stosowane przy mniejszych wysokościach niż hakowe. Klapy podobne jak w jazach klapowych.
Zasuwy opuszczane konieczne odpowiednie ukształtowanie progu oraz górnej krawędzi przelewowej. Zaleta –proste urządzenia wyciągowe, wady to potrzeba specjalnych uszczelnień, zagrożenie uszkodzeniem przez rumowisko, konieczność blokowania łańcuchów i utrzymywania podwieszenia na łańcuchach.
Małe zastawki np. melioracyjne mogą być wykonywane z bali lub krawędziaków łączonych płaskownikami lub kątownikami. Prowadnice również z kształtowników stalowych. Podnoszone urządzeniami śrubowymi lub ślimakowymi.

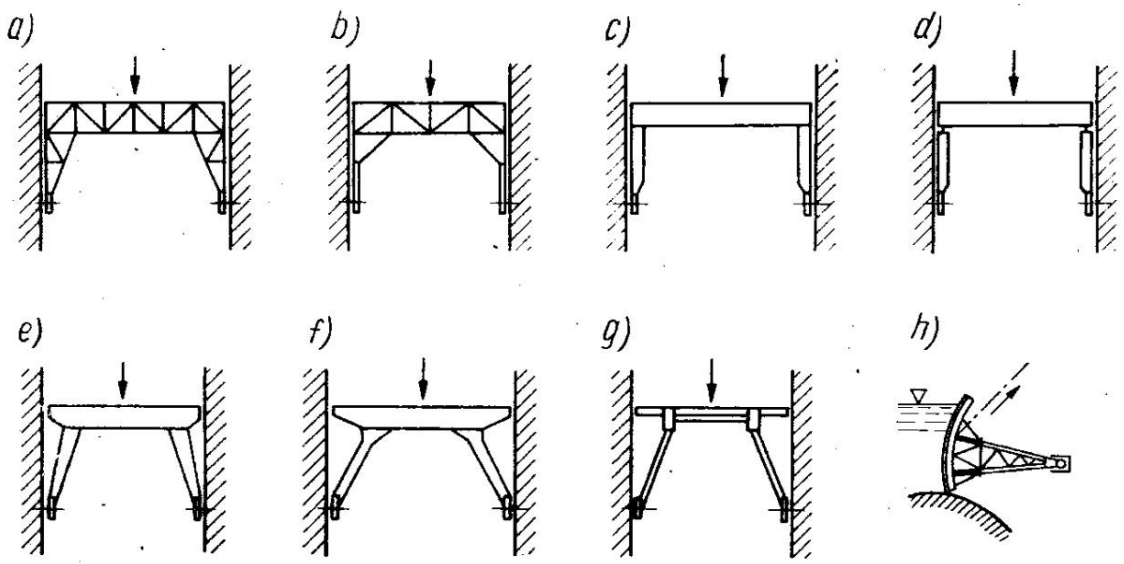
Zamknięcia segmentowe

-element piętrzący to blacha i ruszt w kształcie odcinka okręgu (segmentu), który opiera się na belkach (ryglach) ram prostokątnych. Parcie nie ma wpływu na wielkość siły wyciągowej. Zwykłe segmenty mogą przepuszczać wodę pod zamknięciem. Modyfikacje podobne jak zasuw (klapa, opuszczanie poniżej progu)
Można uniknąć wnęk w filarach –poszycie przesuwa się stycznie do ściany filara.
Łożysko musi znajdować się tak aby nie było zalewne przez wodę. Rozpiętości do 36m przy wys. 5÷6m, rozpiętość 18 m przy wysokości 15m. Promień segmentu (0,9 ÷1,5)*H, gdzie H –głębokość wody piętrzonej.
Wady

- duża długość filara
- brak możliwości przenoszenia (tylko w danym przęśle)
- wysokie położenie łożysk i siły rozporowe w łożyskach,

Zalety:

- mała siła wyciągowa,
- mniejsza wysokość filarów,
- brak wnęk,
- pewna praca zimą,
- duża szybkość podnoszenia,
- mała podatność na drgania,
- możliwość uruchamiania automatycznego.



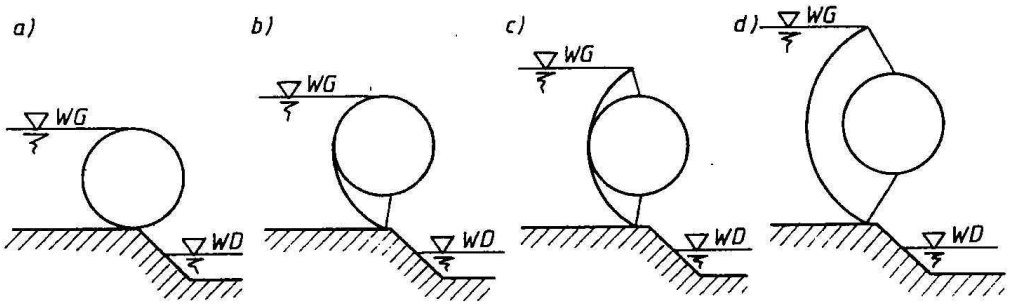
Rys. 3-76. Statyczne schematy zamknięć segmentowych

Walcowe

bardzo popularne w Niemczech w drugiej połowie XIX w.

Zalety: duża wytrzymałość na zginanie i skręcanie - duże rozpiętości do 45 m (60 m), wysokość 2-9 m.

Wady: skomplikowany kształt filara i duży ciężar.



Rys. 2.57. Podstawowe typy zamknięć walcowych; a – walec, b – walec z jedną tarczą, c – walec z dwiema tarczami, d – walec ze ścianą piętrzącą

Klapowe

przenoszą obciążenia na próg lub na próg i filary,

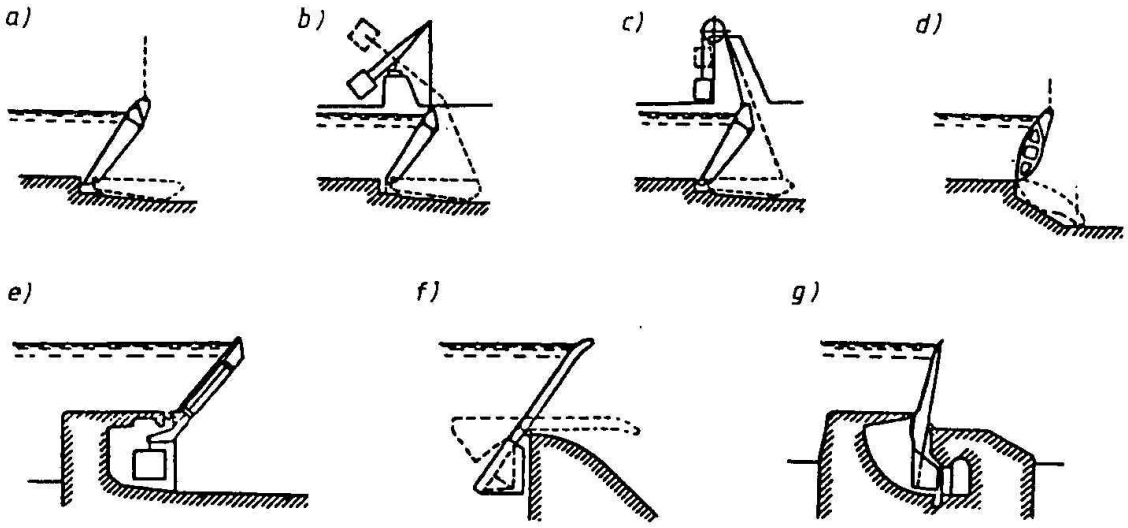
-soczewkowe długość do 50m, wysokość do 7m

Zalety:

- mały ciężar,
- do dużych świateł,
- łatwość regulacji przepływu wody,
- łatwość przepuszczania kry oraz śmieci,
- możliwość zautomatyzowania,
- pewność działania

Wady:

- ograniczona wysokość (do 6 m),
- możliwość uszkodzenia przez krę i kłody,
- zagrożenie występowaniem drgań (konieczność napowietrzania przestrzeni pod klapami)



Rys. 2.37. Schematy zamknięć klapowych (opis w tekście)

Sektorowe

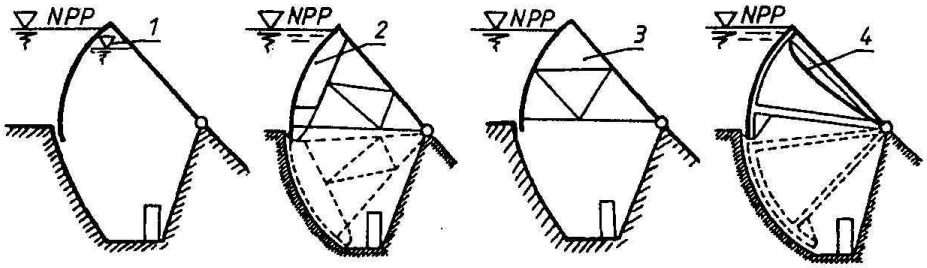
ruch przez zmianę poziomu wody w komorze ciśnień przez kanału umieszczone w filarach, obciążenia przekazywane na próg. Pionowy przekrój to wycinek koła –klasyczny to skrzynia bez dna (sektor otwarty podatny na wahania i drgania).

Zalety:

- automatyczne utrzymywanie NPP (automatyzacja hydraulicznego manewrowania zamknięciem),
- duże światła przęseł,
- niskie choć grube filary,
- duża odporność na uderzenia kry kłód, a nawet barek.

Wady:

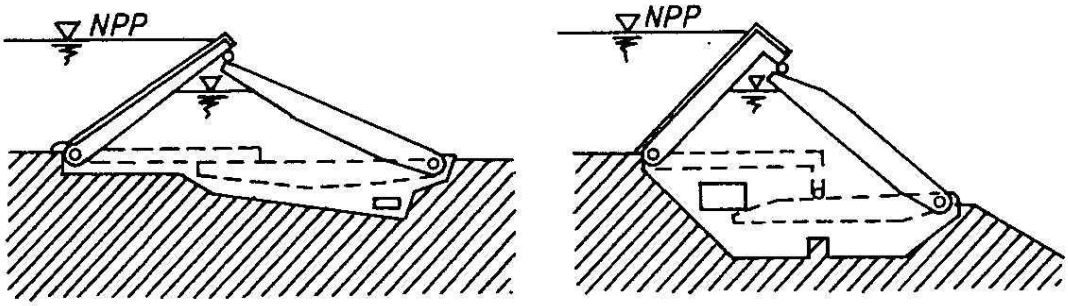
- materiałochłonność,
- duży ciężar,
- wymagana duża dokładność montażu,
- uciążliwe remonty (brak możliwości wymiany zamknięć),
- zamulanie komór ciśnieniowych i konieczność ich odmulania,
- obmarzanie,
- kosztowne sztolnie i galerie.



Rys. 2.52. Podstawowe typy zamknięć sektorowych; 1 – sektor pływający z powietrzem w części górnej, 2 i 3 – sektory z komorami balastowymi, 4 – z rurą do usuwania powietrza)

Dachowe

(dwuklapowe) niezależne klapy wzajemnie się podpierające. Kłodzko na Nysie Kłodzkiej.
Zalety i wady takie jak sektorów, piętrzenie do 6 m, światło do 50 m



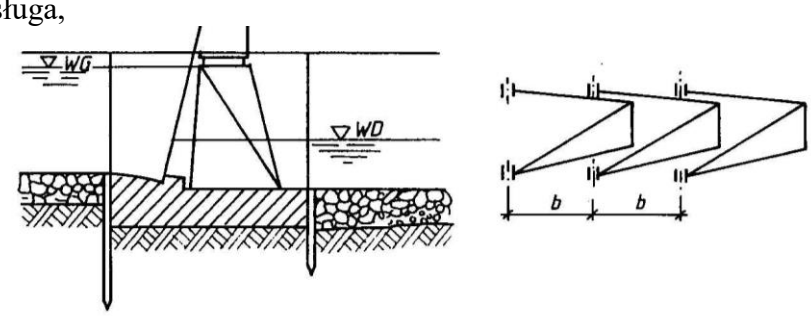
Rys. 2.58. Zamknięcia dachowe

Jazy kozłowe –kozły po kolei podnoszone łańcuchami –na nich ustawiane pomosty i zakładane iglice – bale drewniane 8x10 cm, lub 10x12 cm, lub kształtki metalowe albo zastawki
Obecnie tylko jako remontowe –ściany piętrzące –płyty lub kształtowniki aluminiowe.
Obciążenia przekazywane na płyty jazowe.
Zalety:

- jedyna to stwarzanie dobrych warunków napowietrzania wody przez nieszczelności,

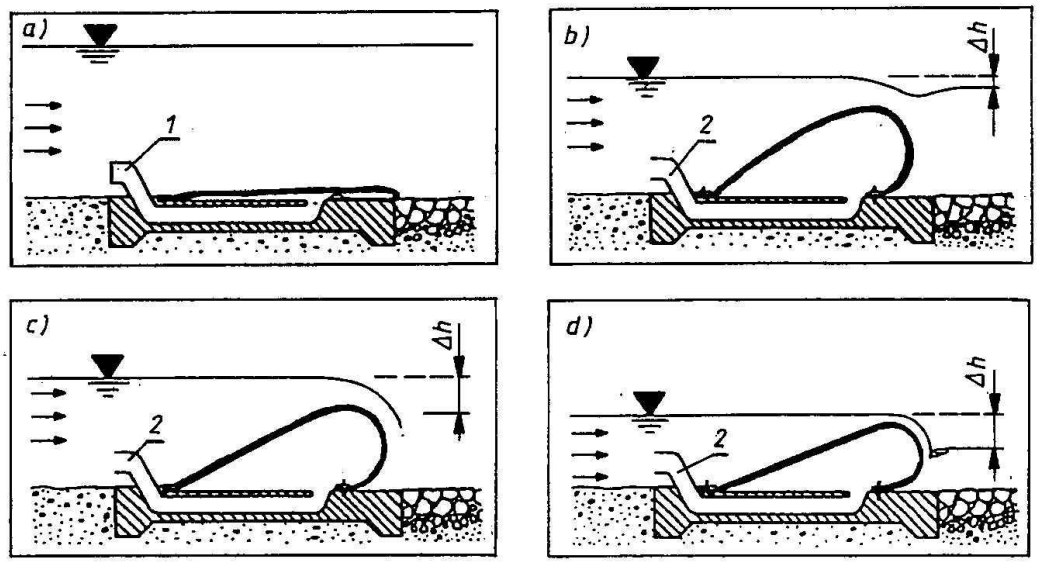
Wady:

- uciążliwe i długotrwałe otwieranie i zamykanie,
- duże nieszczelności,
- obmarzanie iglic i kozłów,
- zatykanie kozłów drzewami i gałęziami,
- niebezpieczna obsługa,



Rys. 2.54. Jaz kozłowo-iglicowy; a – przekrój poprzeczny, b – schemat kładzenia kozłów

Powłokowe
(bukłakowe, workowe) zamknięcia elastyczne z tkanin poliamidowych (nylon, stylon, kapron) powlekanych kauczukiem (wzmocniona guma) lub plastomerami (jaz Żagań na Bobrze) nadmuchiwane powietrzem lub napełniane wodą oraz mocowane do fundamentów betonowych za pomocą śrub kotwiących.
Dla długich niskich zamknięć oraz przy ujściach rzek dla ochrony przed przypływami.
Problem: uszczelnienie powierzchni bocznych.
Powłoka unosi się, gdy jest napełniana wodą lub powietrzem pod ciś-nieniem za pomocą pompy lub sprężarki. Leży zaś płasko wzdłuż fundamentu, gdy jest opróżniona. Stosowanie tego systemu jest uzasadnione ekonomi-cznie, gdy szerokość jazu jest dość znaczna w stosunku do jego wysokości.



Rys. 2.59. Zamknięcia powłokowe; a – powłoka położona, wlot wody zamknięty (1), b – najwyższe położenie powłoki, mała różnica poziomów wody górnej i dolnej, wlot wody otwarty (2), c – wlot wody otwarty (2), średni stan wody przed jazem, większa różnica poziomów, d – wlot otwarty (2), mały dopływ, przepuszczanie niewielkich ilości wody

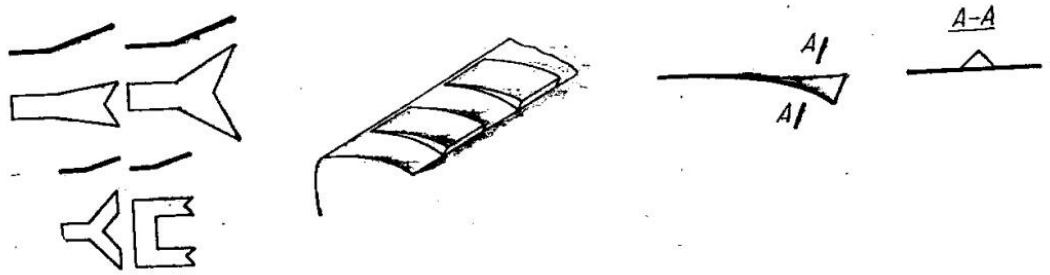
Mostowe
podczepione przegubowo do mostu stalowe odrzwia, w Polsce dwa w Rędzinie na Odrze i w Koronowie

Zamknięcia typu bezpiecznikowego „fusegate"
W dużych obiektach, a czasem nawet w małych, zaleca się stosowanie zamknięć typu bezpiecznikowego (*fusegate).* W przypadku wielkiej wody, gdy osiągnie ona zadany poziom, zamknięcia te (z reguły wykonane jako konstrukcja na zawiasach) odchylają się zwiększając przekrój czynny przelewu.

Jeżeli przestrzeń na budowę przelewu jest niewielka, można zastosować przelew **lewarowy** lub **studniowy**. Obydwa te rozwiązania mają na celu utrzymanie poziomu wody górnej blisko określonego poziomu.
Przelew lewarowy tworzy wygięty kanał zamknięty . Gdy poziom wody górnej podniesie się powyżej kolana lewara, woda zaczyna przepływać przez przewód w stronę wody dolnej, tak jak przez zwykły przelew. Jeśli poziom wody rośnie w dalszym ciągu, lewar jest zalewany i przepływ przezeń znacznie wzrasta. Zazwyczaj zalanie następuje, gdy tylko poziom wody osiąga lub przekracza poziom korony progu. Istnieją jednakże rozwiązania, w których zalanie następuje szybciej.
Przelewy szybowe (studniowe, wieżowe) składają się z:
– wlotu w kształcie leja (co pozwala na zwiększenie długości progu przelewowego),
– strefy przejściowej, której kształt odpowiada kształtowi warstwy wody przepływającej przez próg przelewu (często stopniowany, aby zapewnić lepsze napowietrzenie),
– pionowego szybu i sztolni wylotowej, która może mieć lekkie nachylenie dodatnie, zapewnić niepełne jego wypełnienie u wylotu.

Kształt górnej krawędzi zamknięcia powinien odpowiadać dolnemu zarysowi przelewającej się strugi wody którego kształt zależy od grubości przelewającej się strugi. Dlatego zwykle obrys górnej krawędzi wykonuje się jako łuk kołowy o wielkości dostosowanej do sytuacji najbardziej niekorzystnej, dopuszczając powstawanie podciśnień w innych położeniach.
Ciśnienie w przestrzeni pomiędzy strugą wody a krawędzią zamknięcia ulega stałym zmianom co może powodować drgania zamknięcia. Z tego względu na powierzchniach przelewowych stosuje się

przerywacze strug napowietrzające przestrzeń pod strumieniem, napowietrzenie bezpośrednie przewodami zainstalowanymi w filarach.
Dolna krawędź zamknięcia powinna być odpowiednio ukształtowana aby nie powstawały podciśnienia i uderzanie strug o elementy nośne konstrukcji. Najlepiej ostre zakończenie dające efekt wypływu spod cienkiej ścianki.



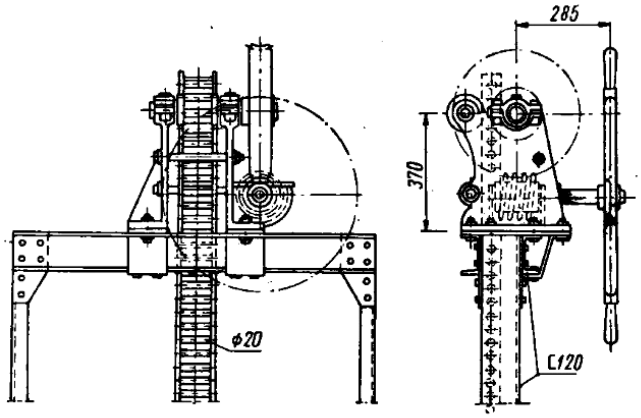
Rys. 3-32. Przerywacze strug — różne rozwiązania

Odmrażanie zamknięć:
- oporowe ogrzewanie prowadnic (wykorzystanie prądu o niskim napięciu i dużym natężeniu),
- zastosowanie grzałek elektrycznych (w kieszeniach za prowadnicami)
- zastosowanie zamkniętego obiegu podgrzewanego oleju,
- doprowadzenie do wnęk zamknięć powietrza z chłodzenia generatorów elektrowni,

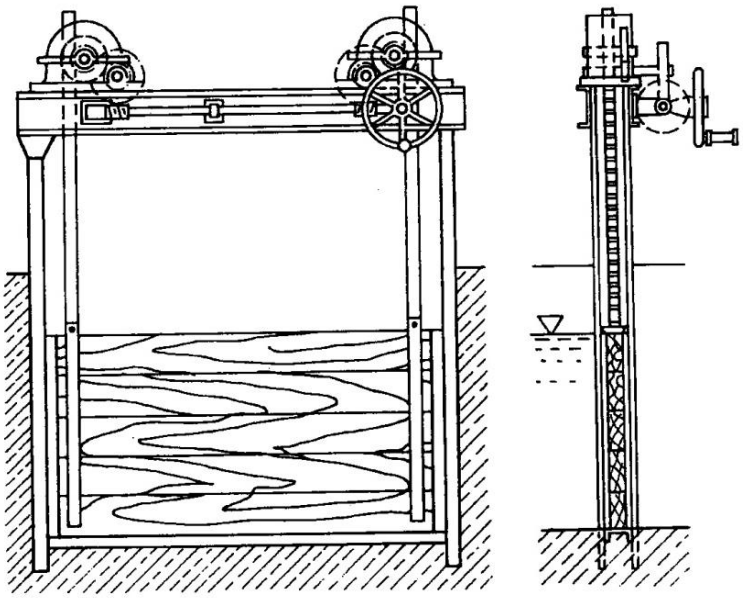
Dodatkowo montowane są w progu instalacje sprężonego powietrza, które mieszając wodę zapobiegają jej zamarzaniu przy zamknięciu.

Uszczelnienia zamknięć stosuje się na krawędziach zamknięć lub rzadziej na konstrukcji betonowej. Wykonywane są **z gumy, tworzyw sztucznych, stali sprężynującej** lub rzadziej **z drewna**.
Uszczelnienia wykonywane są jako ***boczne*** (przesuwające się wzdłuż linii uszczelnienia lub poprzecznie), ***górne, dolne***, uszczelnienia ***styków przegubowych*** (np. w klapach), uszczelnienia ***dwóch części zasuwy przesuwających się po sobie***.

Do manewrowania zamknięciami wykorzystywane są mechanizmy, napędzane:
- siłą ludzką,
- energią elektryczną,
- mechanicznie lub hydraulicznie.



Rys. 2-37. Ręczny mechanizm drabinkowy do podnoszenia zastawki [92]



Rys. 2.16. Jaz zastawkowy z mechanizmem poruszanym korbą

Zamknięcia remontowe i awaryjne

Remontowe do odgrodzenia zamknięcia głównego dla remontu (wymiana uszczelnień, malowanie, konserwacja) – z obu stron. Na przelewach zapór tam gdzie woda często niżej może ich nie być.

Zamknięcia remontowe:

- ***zasuwy dzielone*** (belki lub ścianki zakładane np. okute krawędziaki drewniane zaopatrzone w uchwyty zakładane jeden na drugi. Mogą być podwójne wtedy przestrzeń pomiędzy nimi wypełnia się gliną. Blachownicowe ścianki zakładane przy większych rozpiętościach wtedy do obsługi potrzebny żuraw)
- ***kozłowe*** (ustawiane w wodzie przy pomocy żurawi),
- ***konstrukcje pływające*** (po przyholowaniu na miejsce zatapiane przez zalanie wodą)

Awaryjne tylko od wody górnej. W jazach stosowane rzadko, często w spustach oraz na wlotach do turbin.

Zamknięcia awaryjne- uwaga jeśli przewiduje się wykorzystanie w czasie wezbrań. W czasie przepływu wody jedynie belki zakładane. Można wykorzystać do ich obsługi żurawie obsługujące zamknięcia główne.

Konieczność sprawdzania prawidłowości działania wszystkich zamknięć. Brak gotowości do pracy wynika z:

- uszkodzenia zamknięć lub mechanizmów wyciągowych,
- przerwa w dostawie energii elektrycznej,
- obmarzanie zimą,
- zaniesienie rumowiskiem
- utknięcie w otworze przedmiotów pływających (gałęzie…)

Należy w związku z tym wykonywać okresowe przeglądy przy niskim stanie wody i otworach zamkniętych zamknięciami remontowymi.

Opracowano na podstawie:

- Wiesław Depczyński, Andrzej Szamowski: Budowle i zbiorniki wodne, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 1999,
- Walenty Jarocki: Budownictwo wodne cz. II Budowle wodne, Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, Warszawa 1963
- Konstanty Fanti z zespołem: Budowle piętrzące, Arkady , Warszawa 1972