

УДК 626.882

**Рогалевич Ю. П., к.т.н., доцент, Мельничук І. М., к.т.н., асистент**  
(Національний університет водного господарства та природокористування,  
м. Рівне)

## **ОСНОВНІ ВИМОГИ ДО РИБОПРОПУСКНИХ СПОРУД**

**Стаття присвячена основним вимогам щодо оптимального місця розташування рибопропускних споруд, входу, виходу РПС, стану потоку в РПС та основним вимогам до параметрів відпочивальних басейнів.**

**Ключові слова:** міграція риби, рибохід, принаджуючий потік.

**Статья посвящена основным требованиям оптимального местоположения рибопропускных сооружений, входа, выхода РПС, состояния потока в РПС и основным требованиям к параметрам бассейнов для отдыха.**

**Ключевые слова:** миграция рыбы, рыбоход, приманивающий поток.

**The article deals with general requirements for the optimal location of fish passes, entrance and exit of the fish passes, discharge and current conditions in the fish passes and the main requirements to the parameters of resting pools.**

**Keywords:** the migration of fish, fish pass, attraction flow.

**Поздовжня нерозривність потоку** в річках екологічно задовольняє різноманітні міграційні потреби водних мешканців, тому є основною вимогою для всіх водотоків, в яких мігрують місцеві види риби.

Вільному поздовжньому проходженню через річку, в основному, перешкоджають або роблять неможливим раптові штучні перепади, греблі або дамби.

Оптимальне місце розташування і критерії проектування рибоходів, які не залежать від типу рибопропускної споруди є їх фундаментальними рисами. Загальні критерії, яким повинні відповідати рибопропускні споруди, включають біологічні вимоги і поведінку мігруючих водних організмів і, таким чином, являють собою важливі аспекти в проектуванні рибопропусків. Проте, має бути зазначено, що в наші дні знання біологічного спонукаючого механізму або вплив міграцій багатьох організмів, ще є схематичними і є велика потреба в подальших дослідженнях, які б служили основою для критеріїв конструкцій рибопропускних споруд.

**Існуючі на сьогодні** в Україні нормативні документи, що стосуються рибопропускних споруд [1, 2], на нашу думку, недостатньо висвітлюють основні вимоги до проектування таких споруд та не враховують закордонний досвід останніх років.

**Розглянемо основні вимоги** щодо оптимального місця положення рибопропуску, входу, виходу РПС, стану потоку в РПС та основні вимоги до параметрів відпочивальних басейнів, враховуючи досвід Європи та Америки.

**Оптимальне положення для рибопропуску.** Тоді як в річках, в яких не споруджені дамби, вся ширина каналу доступна для міграції водних організмів, то у рибопропускних спорудах при греблях і дамбах міграція організмів обмежена до маленької частини поперечного перерізу каналу чи водосховища. Це обмеження розмірів рибопропуску викликане інженерними, гідравлічними і економічними міркуваннями. На рисунку 1 показаний розмір рибопропуску (див. на стрілку) у порівнянні із загальним розміром дамби. Рибка, що мігрує проти течії спрямовується основним потоком і пливе до зони з найвищою турбулентністю у нижньому б'єфі безпосередньо перед дамбою або вихідними отворами гідротурбіни.

Поряд з берегом риба шукає шлях для продовження руху проти течії. На рисунку 2 показано оптимальне місце розташування лоткового рибоходу (технічна конструкція) і обхідного каналу (близька до природної конструкція) [3].

Вхід в рибопропускну споруду, виявлений більшістю мігруючих організмів, повинен бути розміщений біля берегу річки, де швидкість течії найбільша.



Рис. 1. Розмір рибопропускної споруди (показаний стрілкою) у порівнянні з розміром дамби

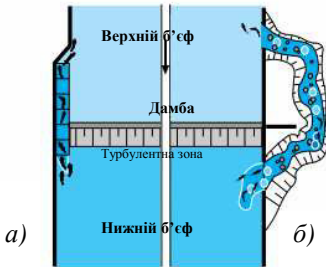


Рис. 2. Оптимальне місце розташування: а) – лоткового рибоходу (технічна конструкція); б) – обхідного каналу (близька до природної конструкція)

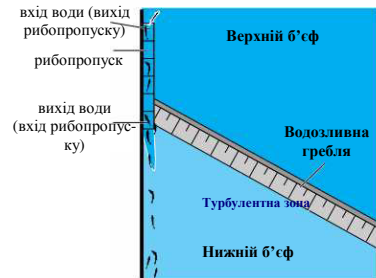


Рис. 3. Положення рибопропуску при діагональному розміщенні водозливної греблі

Найбільш підходяще положення для рибопропуску при гідроелектростанціях знаходиться на тій самій стороні річки, що і електростанція. Вихід води з рибопропуску (вхід для риби) повинен бути розміщений якомога ближче до дамби або вихідного отвору турбіни. Розміщення входу в рибопропуск в безпосередній близькості з дамбою або греблею мінімізує утворення мертвих зон між перешкодою і входом в рибохід. Це є важливим, оскільки риба, що пливе проти течії, може легко пропустити вхід і залишитися в пастці в мертвій зоні.

Якщо дамби та греблі розміщені під кутом до основного напрямку потоку в річці і має місце водозлив по всьому їх гребеню, то мігруюча риба, зазвичай, концентрується на вході між гострим кутом греблі і берегом (рис. 3). Тому рибопропуск повинен бути розташований саме на цій ділянці.

Що стосується обходу гідроелектростанцій, то є два варіанти для розміщення рибопропуску. По-перше, рибохід може бути побудований при електростанції за умови сполучення між верхнім та нижнім б'єфами. По-друге, він може бути побудований при дамбі і сполучати між собою природне русло річки чи старий головний канал та верхній б'єф водосховища. Зазвичай рибопропуск будують в одному з цих місць. Оскільки, як правило, риби плывуть проти найсильнішої течії, то вони проявляють більшу тенденцію до плавання у нижньому б'єфі каналу до виходу турбін, ніж у старому головному каналі де швидкість течії нижча. Проте, коли швидкість на виході з турбін електростанції перевищується і надлишок води випліскується через дамбу в старий головний канал, то також доцільно встановлювати рибопропуск при дамбі (рис. 4).

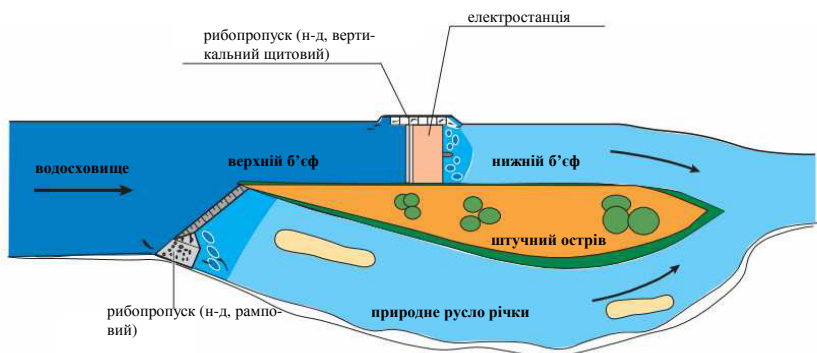


Рис. 4. Обхід гідроелектростанції через конструкцію з двох рибо пропусків: один – біля гідроелектростанції, інший – при дамбі

*Вхід рибопропуску і приналежний потік.* Сприйняття течії водними організмами відіграє вирішальну роль в їх орієнтації в річці. Доросла риба, яка мігрує, зазвичай пливе проти головної течії, тобто проявляє позитивну реоре-

акцію. Проте, вони не обов'язково мігрують з максимальною плавучістю, але залежно від їх плавальних здібностей, вони можуть плавати на межі цих здібностей.

Властивості нижнього б'єфу нижче дамби (швидкість води та ступінь турбулентності) впливають на принаджуючий потік, що формується на вході до рибопропускної споруди. Принаджуючий потік повинен бути відчутним особливо для тих риб, що змушені пливати через несприятливі умови у нижньому б'єфі. Швидкість при якій принаджуючий потік виходить з РПС повинна бути в межах 0,8-2 м/с [2].

Там, де рівень нижнього б'єфу коливається, може бути використаний спеціальний обхідний канал з додатковим потоком безпосередньо з верхнього б'єфу у вхід пропускної споруди з метою підвищення інтенсивності принаджуючого потоку. Цей обхідний шлях може бути у формі напірної труби, але, зазвичай, краще коли він у вигляді відкритого каналу. Доповнення входу рибопропускної споруди аванкамерою описане у СНіП 2.06.07-87. Такі камери, що приймають воду і з рибопропуску, і з обхідного каналу є зараз частиною багатьох установок Франції і США (рис. 5).

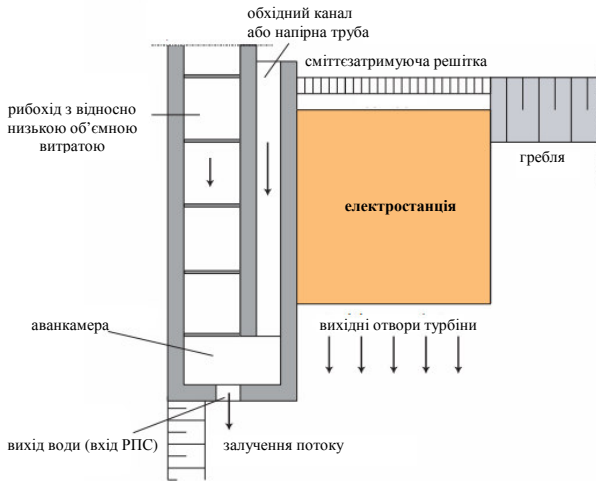


Рис. 5. Додатковий потік, що проходить через обхідний канал в аванкамеру для збільшення швидкості принаджуючого потоку при вході риби

Припущення того, що кожне збільшене попадання атмосферного кисню у воду або звуки бризків води у рибопропуску створюють “заманливий ефект”, який може бути використаний в оптимізації конструкції рибопропускної спо-

руди є недоведеними. Також технічні пристрої для скерування риби в певному напрямі, такі як поведінкові бар'єри або механічні скеровувальні пристрої ми не розглядаємо так, як не має достовірних доступних даних про ефективність таких пристроїв.

Вхід в рибопропускну споруду повинен бути розміщений там, де концентрується риба, що рухається проти течії. Характеристики потоку нижнього б'єфу і структурні елементи гідроелектростанції обумовлюють площу концентрації риби. В багатьох випадках, вхід проектують прямо під греблею чи дамбою, у підніжжі дамби або біля вихідних отворів турбін. Тому, будь-який потік принадження риби повинен бути спрямований від входу рибопропускну споруди до площі концентрації в такий спосіб, щоб риба слідом за потоком підходила до входу РПС і таким чином запливала до нього.

Якщо є можливість, то вхід в рибопропускну споруду повинен бути біля берега, паралельно до головного напрямку потоку так, щоб риба могла пливати без зміни напрямку руху.

Вниз за течією від дамби, де принаджуючий потік тече в річку, більш важливим є те, що ця течія повинна бути чітко відчутна для риби, що рухається проти течії. Відповідне принадження потоку може бути одержане шляхом збільшення швидкості води на вході в рибопропуск або шляхом установки додаткового залучення води в обхід.

Критичною проблемою є те, як сконструювати вхід в рибопропускну споруду так, щоб риба могла запливати в рибопропуск навіть при низьких рівнях води. Вхід в рибопропускну споруду може бути полегшений для придонних видів риби і макрзообентосу, шляхом з'єднання дна рибопропуску і річки з максимальним ухилом 1:2 (рис. 6). Деякі існуючі рибопропускні споруди мають свої входи, які орієнтовані до дамби під кутом  $180^0$  відносно течії річки. В багатьох випадках вхід в такому вигляді непридатний, тому що не можна створити принаджуючий потік, який дозволяє рибі знайти вхід в РПС.

В схему американських гідроелектростанцій як спеціальний тип входу в



Рис. 6. Кам'яне, похиле сполучення входу рибопропуску з дном річки рибопропускну споруду була включена галерея. Цей тип конструкції створе-

ний на основі того факту, що багато риби пливе проти течії через турбулентну зону при вихідних отворах турбін електростанцій, і, отже, припливають безпосередньо до перешкоди. Галерея розміщена вище вихідних отворів турбіни і простягається на всю ширину перешкоди саме в цьому місці. Ця галерея має різні входні отвори, розміщені один поряд з одним, через які витікає приналежний потік (рис. 7) [4]. Проте, цей тип конструкції не підходить для придонної риби.

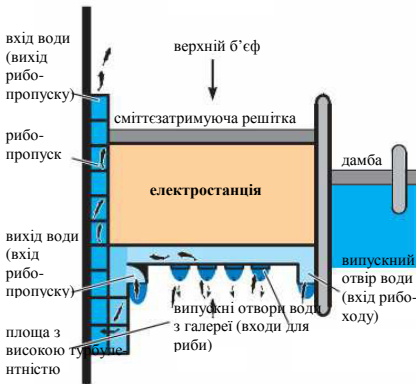


Рис. 7. Схема американської гідроелектростанції з галереєю

Оскільки денні риби уникають запливань в темні канали, то рибопропускна споруда повинна бути відкрита денному світлу. Якщо це не можливо, то тракт рибоходу повинен бути штучно освітлений, причому освітлення повинно бути якомога ближче до природного.

*Вихід рибопропуску і умови виходу.* Водовпуск рибопропускної споруди (або вихід риби у верхній б'єф) при гідроелектростанції, повинен бути розміщений на відстані не менше 5 метрів від греблі або водозабірних турбін для того, щоб риба, яка вийшла з рибоходу не покотилася за течією до турбін. Якщо

швидкість течії у верхньому б'єфі перевищує 0,5 м/с, то площа виходу рибоходу повинна бути продовжена у верхній б'єф відгороджувальною стінкою.

Загалом, якщо рівень у верхньому б'єфі водосховища постійний, то схема входу води не представляє проблеми. Проте, там де рівень верхнього б'єфа змінюється, то рибопропуск або повинен бути такого типу, що його функціонування тільки трохи постраждає від зміни рівнів у верхньому б'єфі, або повинні бути включені відповідні структурні переробки площі входу води. Якщо зміни рівня у верхньому б'єфі максимум 0,5-1 м, то для технічного рибоходу придатний вихід у вигляді вертикального щита. Там, де зміни в рівні перевищують 1 м повинно бути сконструйовано кілька входів для води для різних рівнів у тракті рибоходу (рис. 8).

У деяких типів рибопропускних споруд, може бути необхідне механічне регулювання витікання потоку для їх тривалого використання. При цьому може бути підходяще просте регулювання отвору на виході (тобто заборі води). Коли у водосховищі відбуваються великі коливання рівнів води, то можуть бути необхідні бар'єрні пристрої або складніші структури з системою контролю. На жаль, багато таких пристроїв або стають несправні або непра-

вильне управління системою контролю з боку персоналу, викликає зменшення ефективності рибопропуску.

На виході з рибопропускної споруди необхідно уникати сильної турбулентності і швидкості потоку більше ніж 2 м/с для того, щоб риба могла легко залишити рибопропуск і потрапити у верхній б'єф. Крім того, сполучення

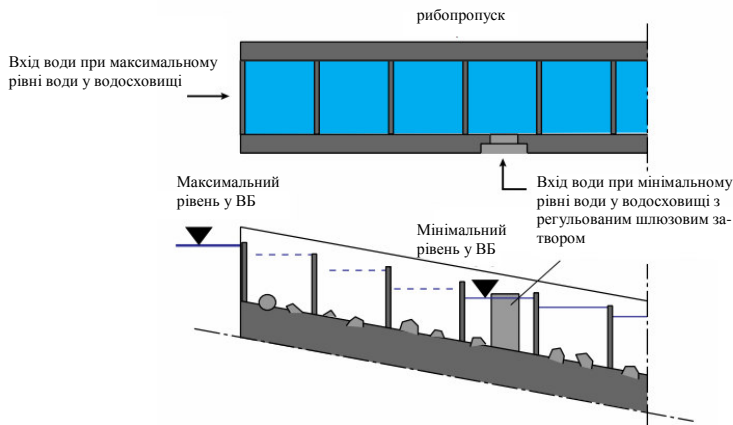


Рис. 8. Кілька входів води у РПС для гарантованого пропуску риби при різних рівнях води

виходу тракту рибоходу з природним дном або відмосткою берега за допомогою рампи сприяє руху мігруючим донним організмам з рибопропуск в верхній б'єф.

Водозабір у тракт рибоходу повинен бути захищений від сміття плаваючою заплавою.

На виході з тракту рибоходу може бути встановлений контрольний прилад для визначення його ефективності (н-д, пастка-уловлювач). Для уловлювача риби можуть бути влаштовані опори і суміжний підйомний пристрій. Також повинна бути можливість закриття потоку через рибохід, наприклад для контрольних або ремонтних робіт.

*Стан потоку в рибопропускній споруді.* Витрата води, яка необхідна для забезпечення оптимальних гідравлічних умов для риби у рибопропуску, в цілому, є меншою ніж та, що потрібна для утворення приналежної потоку. Проте, через рибохід повинна бути пропущена вся доступна витрата води, яка забезпечує безперешкодний прохід мігрантів, особливо, впродовж періодів низьких рівнів води.

Необхідно уникати використання додаткової води для збільшення швидкості потоку, яка походить, наприклад з таких джерел, як заводи очистки стічних вод. Змішування води з різними фізико-хімічними властивостями заважає чутливій нюховій орієнтаційній здатності риби, і, таким чином, понижує

їх прагнення до продовження міграції.

Загалом, швидкість течії у тракті рибоходу не повинна перевищувати 2 м/с у будь-якому вузькому перерізі РПС і це обмеження швидкості повинно бути забезпечене відповідною конструкцією рибопропуску. Рибохід повинен включати споруди, що утворюють зони достатнього відпочинку, які дозволяють слабо плаваючим риbam відпочити впродовж їхньої міграції проти течії [6].



Рис. 9. Криволінійний рибохід з відпочивальними басейнами

*Параметри відпочивальних басейнів.* При визначенні розмірів рибопропускної споруди повинні бути враховані середня довжина тіла риби, що зустрічається в даній водоймі, а також допустимий перепад рівнів води. Оскільки перепад рівня води тільки на  $\Delta h=0,2$  м спричиняє максимально допустиму швидкість течії 2 м/с біля отворів і поперечних стін, то рекомендується утримувати різницю рівнів води між басейнами в тракті рибоходу нижче

0,2 м.

У трактах рибоходів повинні бути передбачені зони відпочинку або відпочивальні басейни. У них риба може перервати свою міграцію і відновити свої сили (рис. 9). Для типів рибоходів без зон відпочинку відпочивальні басейни рекомендується розміщувати через інтервали такої довжини, які риба зможе подолати в одному пориві, і яка визначається різницею рівня між басейнами не більше ніж 2 м. Лотковий рибохід Деніла (з штучною шорсткістю) повинен бути розділений на відпочивальні басейни, як мінімум, після кожних 10 м вздовж лінійної осі рибоходу для лососевих і, як мінімум, кожні 6-8 м для коропових.

**При проектуванні рибопропускних споруд, зокрема рибоходів, необхідно враховувати наведені основні вимоги та існуючий досвід для досягнення високої ефективності роботи.**

1. ВНД 33-2.3-04-01. Рибозахисні та рибопропускні споруди. – Введ. 20.08.2001. – Київ : Державний комітет України по водному господарству, 2001. – 45 с.
2. СНиП 2.06.07-87. Подпорные стенки, судоходные шлюзы, рыбопропускные и рибозащитные сооружения. – Взамен СНиП П-55-79; Введ. 01.01.88. – М. : ЦИТП Госстроя СССР, 1987.
3. Larinier M. Implantation des passes a poissons / M. Larinier. – Bull. Fr. Peche Piscic. 326/327, 1992. – С. 30-44.
4. Clay C. H. Design of fishways and other fish facilities / C. H. Clay. – Department of fisheries and oceans, Ottawa (Queen's Printer), 1961. – P. 301.
5. Fish passes – Design, dimensions and monitoring. – Rome: FAO, 2002. – 119 p.

Рецензент: д.с.-г.н., професор Клименко М. О. (НУВГП)