

КИЇВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ

На правах рукопису

Душляк Олена Віталіївна

ГІДРАВЛІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ СУМІШЕНОГО
АВАРІЙНОГО ВОДОСКИДУ ТА ЗЛИВІПРО-
ПУСКНОЇ СПОРУДИ

05.23.16 - Гідравліка та інженерна
гідрологія

АВТОРЕФЕРАТ

дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

ЛННБ України ім.В.Стефаника



00802788 (X)

КИЇВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ

На правах рукопису

Дупляк Олена Віталіївна

ГІДРАВЛІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ СУМІЩЕНОГО
АВАРІЙНОГО ВОДОСКИДУ ТА ЗЛИВОПРО-
ПУСКНОЇ СПОРУДИ

05.23.16 - Гідравліка та інженерна
гідрологія

АВТОРЕЗЮМЕ

дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Київ-1993

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в Київському державному технічному університеті будівництва і архітектури.

Науковий керівник: кандидат технічних наук,
професор Тутай А.М.

Офіційні опоненти: д.т.н., проф. інституту
Гідромеханіки Пивовар М.Г.

к.т.н., доцент Київського державного
технічного університету будівництва
і архітектури Краснітський М.С.

Провідна організація: Проектно-розвідувальний інститут
"Дніпродіпроектгосп"

Захист дисертації відбудеться 8 грудня 1993 р.
о 13 год. на засіданні спеціалізованої вченої ради К 068.05.08
у Київському державному технічному університеті будівництва і
архітектури за адресою: 252037 Київ 37, Повітрофлотський пр.31

З дисертацією можна ознайомитись в бібліотеці КДТУБіА

Автореферат розісланий " 5 " листопада 1993 р.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради

В.Ф.Накорчєвська

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність.

Аналіз проектних і літературних матеріалів по гідротехнічних спорудах на каналах водогосподарських систем свідчить, що в багатьох випадках гідротехніки намагаються використати природний водотік, що перетинається лінійними спорудами /каналами, водозодами, автошляхами тощо/ для відведення технологічної й аварійної скидної витрати, застосовуючи з цією метою так звані "суміщені водоскидні споруди".

Конструктивно ці споруди являють собою зливпропускні труби /круглі або прямокутні/, які проходять по висі природного водотоку, з вертикальною шахтою, по якій скидна витрата надходить всередину основної /горизонтальної/ труби споруди з каналу, що перетинає цей водотік. При цьому досягається зменшення капітальних вкладень на будівництво і витрат на експлуатацію за рахунок суміщення різних функцій в одному вузлі.

Споруди даного типу не були достатньо досліджені.

Дисертаційна робота присвячена проблемі вивчення впливу додаткової зосередженої витрати, що надходить у горизонтальну трубу, на характеристики потоку в трубі та в нижньому б'єфі суміщеної споруди. При цьому створюються особливі умови гідравлічного режиму руху потоку в споруді, що якісно відрізняються від досить добре вивчених раніше водоскидів з горизонтальною трубою без додаткової витрати.

Можливість застосування функціонально нових споруд - важлива проблема розвитку гідротехнічного будівництва.

Мета даної роботи - розробити методику розрахунків суміщеного водоскиду і зливпропускної споруди.

Завдання досліджень зводились до:

- вивчення режимів роботи основної горизонтальної труби споруди залежно від величини додаткової витрати, відстані від початку труби до створу надходження цієї витрати в основну трубу, співвідношення витрат до і після вузла ополучення та наповнення відповідного каналу;

- визначення впливу величини додаткової витрати і відстані до створу його надходження на пропускну здатність основної труби споруди і потрібний напір на вході в споруду при різних гідравлічних режимах його роботи;

- виявлення впливу бічної витрати на зміну тиску по довжині основної труби;

- оцінки впливу бічної витрати, що надходить на різній відстані від початку основної труби, на швидкісну структуру потоку в нижньому б'єфі споруди та зміну тиску на рисбермі у відповідному каналі;

- розробки методики розрахунків сумішених водоскидів та зливопропускних споруд.

Наукова новина дисертаційної роботи:

- теоретично виявлено та експериментально підтверджено фактори, які впливають на гідравлічні характеристики потоку в сумішених спорудах;

- вивчено вплив бічної витрати на режими руху потоку та пропускну здатність горизонтальної труби споруди;

- експериментально та теоретично досліджено значення коефіцієнтів опору /на вхід, у вузлі з'єднання, по довільній/ під час руху потоку в трубі з приєднаною витратою;

- виходячи із закону кількості руху, отримано теоретичні рівняння для обчислення напору на вході в споруду та на виході

з горизонтальної труби при різних гідравлічних режимах її роботи, різних величинах бічної витрати та створах її приєднання;
- на фізичній моделі вивчено швидкісну структуру потоку і розподіл тиску в нижньому б'єфі споруди та оцінено вплив приєднаної витрати на характеристики потоку та тиску.

Практична цінність роботи. Запропоновано методику обчислення сумішених водоскидів та зливопропускних споруд, яку затвердив Держводгосп України як нормативний документ для проектування гідротехнічних споруд на водогосподарських системах; Укрводпроектом розроблено типовий проєкт "Аварійні скиди з витратою води до $15 \text{ м}^3/\text{с}$, сумішені із зливопропусками з витратою води до $50 \text{ м}^3/\text{с}$ ".-К., 1993. Річний економічний ефект від впровадження розробок становить 308,7 тис.карбованців /у цінах 1984 року/, а також виконано проєкти індивідуальних споруд на Сірогозькій та Приазовській зрошувальних системах.

Апробація роботи. Основні положення дисертаційної роботи були викладені й обговорені на 49-й у 1988 році та 54-й у 1993 році науково-практичних конференціях Київського інженерно-будівельного інституту, на секції науково-технічної ради Держводгоспу України /1993р./, на 125 засіданні наукового семінару по гідравліці відкритих русел і споруд. КАДІ, 1993 р.

Публікації. По матеріалах дисертації опубліковано 8 друкованих робіт.

Обсяг роботи. Дисертаційну роботу викладено на 160 сторінках друкованого тексту, до неї входить 20 таблиць, 48 малюнків. Вона складається з вступу, шести розділів, загальних висновків, списку літератури з 159 найменувань.

Зміст роботи

Глава I. Трубчасті споруди є найбільш поширеними гідротехнічними спорудами на водогосподарських об'єктах, де потрібно провадити розподіл водних потоків по площині або по вертикалі. Аналіз повторюваності таких споруд на об'єктах зрощення /розглянуто проекти інституту "Укрдіпродгосп" /"Укрводпроект"/ 1980-1993 рр. на площі 565 тис.га/ свідчить, що на 1000 га припадає 0,32 аварійного скиду і 2 водопропускні труби під каналом, з яких 0,46 з прямокутним перерізом.

Потреба в аварійних скидах є відносно невеликою. Однак в усіх проектах відзначено необхідність суміщення цих двох типів споруд. /рис.1/ з погляду підвищення надійності роботи каналів і захисту навколишнього середовища від несприятливого впливу.

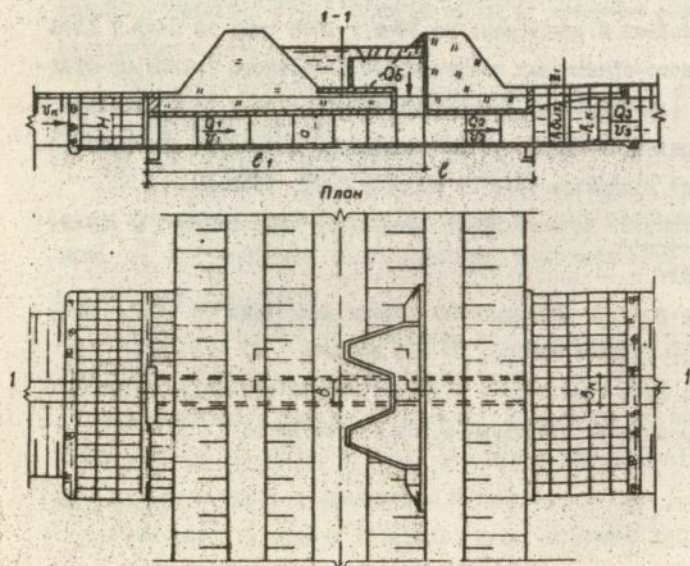


Рис.1. Схема суміщеного аварійного водоскиду з водопропускною спорудою під каналом

До цього часу особливості гідравлічної роботи суміщених споруд не були систематично вивчені. Розрахунки подібних споруд провадилися без урахування приєднаної витрати як для звичайних коротких труб з усталеним рухом потоку.

Гідравлічні режими роботи коротких труб без приєднання додаткової витрати, форми духу потоку у відповідному каналі різного поперечного перерізу докладно вивчені в роботах О.В.Андреева, М.М.Беляшевського, В.О.Базилевича, П.К.Цветкова, І.А.Шеренкова, А.М.Тугая, О.А.Кадирова, О.Ф.Кієнчука та інших. Є ряд робіт М.Е.Факторовича, В.М.Талієва, Г.О.Петрова, О.О.Митрюхіна та ін., присвячених дослідженням вузлів з'єднання потоків у відкритих руслах і в трубах при напірному режимі роботи.

З проектних матеріалів виявлено, що на сучасних зрошувальних системах розрахункові гідравлічні характеристики споруд суміщеного типу змінюються в межах:

$$Q_1 = 20-25 \text{ м}^3/\text{с}; Q_2 = 0,5-10 \text{ м}^3/\text{с}; E = 0,1-1,0; h_k = 1,5-3,5 \text{ м}; B_k = 1,5-2,5 \text{ м}; m_{\text{отк}} = 1,5-2,5$$

Тут Q_1 - витрата через зливопропускну трубу, $\text{м}^3/\text{с}$; Q_2 - аварійна /технологічна/ скидна витрата з каналу, $\text{м}^3/\text{с}$; $E = \frac{Q_1}{Q_1 + Q_2}$

- співвідношення витрат до і після вузла з'єднання в трубі;

$h_k, B_k, m_{\text{отк}}$ - відповідно, глибина води, ширина по дну і закладення укосів відповідного каналу.

Глава 2. Для виконання експериментальної частини роботи в гідравлічній лабораторії було побудовано фізичну модель суміщеної споруди у масштабі 1:20. Перерахунок з моделі в натуру виконувався за критерієм подібності Фруда.

Установка обладнана мірними голками для вимірювання напорів та глибини води; п'єзометрами для вивчення розподілу тиску по довжині труби і дну відповідного каналу; мікровертушками, підключеними до системи обробки дослідних даних на СМ 1420 БСМ для вивчення швидкісної структури потоку у відповідному каналі.

Експериментальні дані оброблялись на ПЕОМ за допомогою стандартних пакетів і спеціальних програм.

Із застосуванням закону кількості руху і теорії моделювання був проведений факторний аналіз характеристик потоку в горизонтальній трубі при приєднанні бічної витрати у різних створах, а також характеристик потоку у відповідному каналі споруди. Виявлено, що на потік у трубі впливають величина сумарної витрати споруди $Q = Q_1 + Q_2$; співвідношення витрат \mathcal{E} до l після вузла з'єднання; відстань до отвору приєднання вертикальної витрати l_1 .

Характеристики потоку в нижньому б'єфі споруди залежать від швидкості потоку на виході з труби V_2 , глибини води у відповідному каналі h_k та геометричних характеристик русла. Співвідношення витрат \mathcal{E} і відстань до отвору приєднання додаткової витрати впливу не мають, крім випадку розміщення вертикальної труби в кінці горизонтальної. Враховуючи, що вплив форми русла на характеристики потоку досить добре вивчено, в дослідженнях цьому не приділялось особливої уваги.

Глава 3. Проведені досліди свідчать, що в сумішених спорудах, як і в звичайних коротких трубах, спостерігаються три добре вивчені режими руху потоку: напірний, напівнапірний і безнапірний.

Наявність додаткової витрати, що надходить в горизонтальну трубу під кутом 90° має значний вплив на межі зміни режимів, створюючи в трубі дуже складний режим руху, пов'язаний з поворотом потоку на 90° і зміною швидкісної структури. Для цього середньої труби має бути ділянка переформування. Установлено, що в діапазоні виконаних досліджень максимальною відстанню від вхідного перерізу, де може бути розміщена вертикальна труба і при якій зберігається ділянка стабілізації потоку, є $l_1 \leq 2/3 l$.

Тут l - довжина горизонтальної труби, м. Причому, при $\xi \geq 0,75$ вона може бути збільшена до $l_1 = 3/4 l$. При збільшенні сумарної витрати до $q_2 = \frac{Q_2}{b_{тр}} \gg 7,5$ л/с, або при співвідношенні витрат $\xi < 0,8$ спостерігається тільки напірний режим руху потоку в споруді. Тут $b_{тр}$ - ширина труби, м. Вплив отвору приєднання додаткової витрати на зміну меж режимів руху потоку в споруді наведено на рис.2. На ньому також показані межі зміни режимів руху потоку для круглих труб за діаграмами Орлова Б.В. та Марголіна М.Ш.

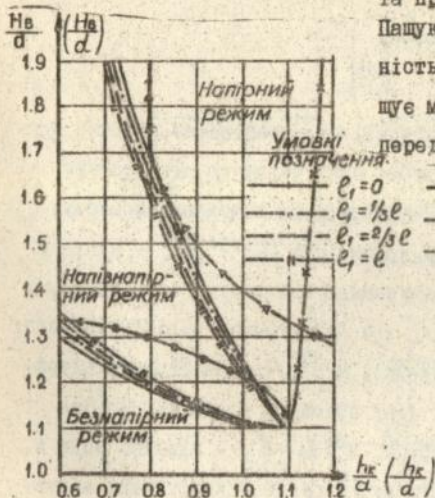


Рис.2. Зміна меж режимів

та прямокутних труб за даними Пашука Л.І. З них видно, що наявність бокової витрати значно зміщує межі в бік зменшення напорів перед спорудою.

—○—○— за Орловим Б.В. та
—×—×— за Марголіним М.Ш.
—△—△— за Пашуком Л.І.

З певним наближенням межі зміни режимів можна обсервувати залежностями:

- при переході від безнапірного режиму до напівнонапірного:

$$\frac{H}{a} = 1,12 \left(\frac{h_k}{a} \right)^{-0,32} \quad // 1 /$$

- при переході напівнонапірного режиму в напірний:

$$\frac{H}{a} = 1,24 \left(\frac{h_k}{a} \right)^{-1,28} \quad // 2 /$$

Тут: H - напір у вхідному перерізі труби, м; a - висота труби, м.

Пропускна здатність горизонтальної труби в споруді, що розглядається, визначається за тими ж відомими залежностями, що і для труб без приєднання витрати:

- для безнапірного руху потоку

$$Q_2 = \varepsilon \delta m \sigma_3 \omega v_x \sqrt{2g H_0} ; \quad / 3 /$$

- для напівапірного руху потоку

$$Q_2 = \mu_n \omega \sqrt{2g (H_0 - h_c)} ; \quad / 4 /$$

- для напірного руху потоку

$$Q_2 = \mu_n \omega \sqrt{2g \mathcal{Z}_1} ; \quad / 5 /$$

де: $\varepsilon \delta$ - коефіцієнт бічного стиску; m - коефіцієнт витрати при безнапірному режимі роботи труби, який залежить від контуру стінок вхідного оголовка; σ_3 - коефіцієнт підтоплення входу; ωv_x - площа вхідного перерізу труби, m^2 ; $H_0 = H + \frac{v_0^2}{2g}$ - напір у вхідному перерізі труби з урахуванням швидкості надходження, м; v_0 - швидкість потоку в каналі при надходженні до споруди, м/с; g - прискорення вільного падіння, m/s^2 ; μ_n - коефіцієнт витрати при напівапірному режимі руху потоку в трубі; $\omega = a v_{тр}$ - площа поперечного перерізу труби, m^2 ; $h_c = \varepsilon a$ - глибина води в стиснутому перерізі на вході, м; $\varepsilon \delta = f\left(\frac{a}{H}\right)$ - коефіцієнт вертикального стиску, визначається за рівнянням М.С. Жуковського; μ_n - коефіцієнт витрати при напірному режимі руху потоку в трубі; $\mathcal{Z}_1 = H_1 - h_{вих} + i_{тр} \ell$ - гідравлічний перепад між верхнім та нижнім б'єфами на виході з труби, м; $h_{вих}$ - глибина води на виході з труби, м; $i_{тр}$ - поздовжній уклон труби.

Дослідженнями встановлено, що на відміну від труб без приєднання витрати $\sigma_3, \varepsilon \delta, \omega v_x, H_1, \mathcal{Z}_1, \mu_n, \mu_n, h_c$ у споруді, що розглядається, є функцією бічної витрати і місця її приєднання.

Коефіцієнт підтоплення при безнапірному русі потоку в трубі визначається за відомими даними $\sigma_3 = f\left(\frac{h_1}{H_0}\right)$, де h_1 - глибина води на водозливні з широким порогом. У випадку, що розглядається, глибину h_1 обчислюють за рівнянням:

$$\frac{1}{2} \sigma_1^2 + \frac{\xi^2}{\sigma_1} = \frac{1}{2} \sigma_2^2 + \frac{1}{\sigma_2}, \quad / 6 /$$

одержаному із застосуванням закону кількості руху /Рис.3/ з допомогою графіка на рис.4.



Рис.3. Розрахункова схема

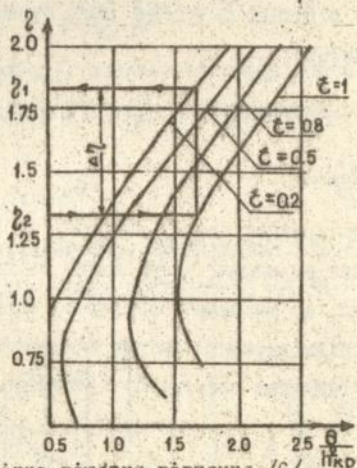


Рис.4. Графічне рішення рівняння /6/

Це рівняння є аналогічним рівнянню М.Е.Факторовича для визначення спряжених глибин з приєднанням витрати у стрибку. Де $\sigma_1 = \frac{h_1}{H_{кр2}}$;

$z_2 = \frac{h_1}{h_{кр2}}$ - відносні глибини до і після вузла з'єднання;
 $h_{кр2}$ - критична глибина води у трубі, яка відповідає витраті Q_2 .

Гідрравлічний перепад z_1 /Рис.1/ при напірному русі води в трубі визначається з одержаного теоретичного рівняння:

$$\frac{\xi^2}{\sigma_1(1+\sigma_1)} - \frac{B}{a m_{отк}} - \lambda \frac{B}{2 a^2 m_{отк}} (l_1 \xi^2 + l_2) + \frac{\kappa}{Q_2^2} G_1 = \frac{1}{Q_2^2 (1+\sigma_2)} + \frac{\kappa}{Q_2^2} G_2 \quad (7)$$

$\sigma_1 = \frac{m_{отк} H_1}{a}$; $\sigma_2 = \frac{m_{отк} h_{ек}}{a}$; $\kappa = \frac{g a b^4}{m_{отк}}$;
 l_2 - відстань від вузла з'єднання до кінця труби, м.

Дослідження розподілу тиску по довжині труби свідчать, що незалежно від режиму руху потоку, величини приєднаної витрати і відстані до створу приєднання, на вході в трубу на відстані 0,75а тиск різко знижується, формуючи зону зниженого тиску. Це є наслідком збільшення швидкості руху води і стиску потоку. Відносний тиск у стисненій зоні P_{σ} при розміщенні вертикальної труби на відстані $l_1 \geq 1/3 l$ може бути апроксимований емпіричною залежністю:

$$\frac{a}{P_{\sigma}} = (0,61 + 1,5 P_{a1}) \frac{a}{P_{\sigma x}} - 0,2 P_{a1}; \quad (8)$$

де $P_{a1} = \frac{Q_1}{\sqrt{g a^5}}$;

$P_{\sigma x}$ - пневометричний тиск у вхідному перерізі, м.

Вивчення на моделі опору входу за типом порталного оголовка виявило, що значення коефіцієнта опору тиску входу не залежить від співвідношення витрат і місця приєднання додаткової витрати /за винятком випадку $l_1=0$ / і може бути обчислене за залежністю:

$$\xi_{\sigma x} = 0,9 - 0,91 \left(\frac{a}{P_{\sigma x}} \right); \quad (9)$$

При розміщенні вертикальної труби в початковому створі горизонтальною / $l_1=0$ / на коефіцієнт опору входу впливають три

фактори: боковий і вертикальний тиск, переформування потоку при з'єднанні. Спостережувана картина руху потоку є дуже складною, що не дає змоги одержати надійну залежність. З точністю $\pm 25\%$ коефіцієнт опору входу може бути обчислений за наближеною формулою:

$$\xi_{\text{вх}} = 0,06 \left(\frac{a}{P_{\text{вх}}} \right)^{-2,6} \quad / \text{ IO } /$$

Експериментально встановлено, що коефіцієнт бічного стику $\xi_{\text{б}}$ не залежить від співвідношення витрат ϵ і може визначатись за формулою А.Р.Березинського.

Якщо прийняти за рекомендаціями М.М.Розанова ділянку довжиною $3a$, на якій відзначається наростання тиску до максимуму в трубі, як вхідну, то коефіцієнт втрати тиску $\xi_{\text{ну}}$ можна визначити за експериментальною залежністю:

$$\xi_{\text{ну}} = 0,7 - 0,8 \left(\frac{a}{P_{\text{вх}}} \right); \quad / \text{ II } /$$

Аналогічно В.М.Талієву, залежність коефіцієнта місцевого опору при з'єднанні потоків у трубі споруди можна зобразити у вигляді:

$$\xi_{\text{с}} = \zeta (1 - \epsilon^2); \quad / \text{ I2 } /$$

Як свідчать експериментальні дослідження /Рис.5/, з достатньою для практики точністю можна прийняти $\zeta = 2,65$

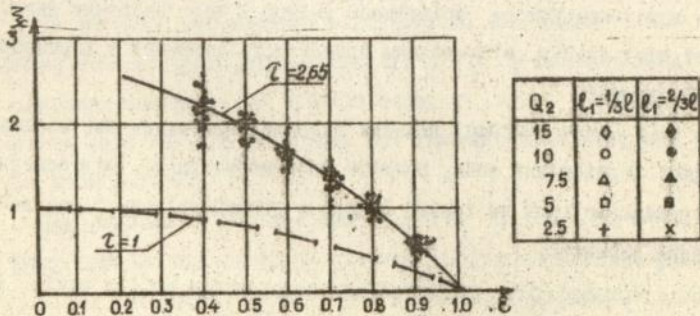


Рис.5. Залежність коефіцієнта місцевого опору при з'єднанні потоку в трубі споруди від співвідношення витрати до і після з'єднання

Як відомо, не можна визначити напір у верхньому б'єфі опору, якщо невідома глибина на виході з труби. На підставі рівняння кількості руху одержано рівняння для визначення глибини води $h_{вух}$ на виході з прямокутної труби у трапецоїдний канал /Рис.1/:

$$\frac{V h_{вух}^2}{2} + \frac{Q_2^2}{g B h_{вух}} + \frac{m h_{вух}^3}{3} = \frac{h_k^2}{6} (3B + 2m h_k) + \frac{Q_2^2}{g h_k (B + m h_k)} \quad / 13 /$$

яке дає задовільну /в межах 15%/ збіжність результатів.

Знаючи глибину води у відповідному каналі h_k і величину сумарної витрати Q_2 , можна визначити перепад відновлення за формулою Чугаєвої О.А.:

$$\Delta h_e = h_k - h_{вух} \quad / 14 /$$

Глава 4. Вивчення на моделі осереднених швидкостей у відповідному каналі підтвердило одержані теоретичні висновки і виявило, що характер розподілу швидкостей як по вертикалі, так і в плані є функцією глибини води у каналі та величини швидкості у вихідному перерізі труби і не залежить від співвідношення витрат і отвору приєднання, крім випадку розміщення вертикальної труби в кінцевому отворі горизонтальної.

У межах вихідної ділянки з малою глибиною води у нижньому б'єфі $h_k < 0,75 a$ спостерігається просторове розтікання, яке у разі збільшення глибини переходить у типово збійну течію. Вона характеризується періодичною зміною у часі напрямку динамічної вісі потоку, відхиленням транзитного струменя в горизонтальній площині.

У межах вихідної ділянки опору формуються дві несиметричні водоворотні зони, розміри яких нестабільні. Відтискання струменя до того чи іншого берега є рівноймовірним і має випадковий характер.

При $h_k > 1,5 a$ спостерігається спокійна збійна течія, за

якої струмінв відривається від дна в безпосередній близькості від виходу з труби, утворюючи один поверхневий водоворот.

При розміщенні вертикальної труби в кінці горизонтальної $l_1 = l$ спостерігається бурхлива збійна течія, яку можна порівняти з відігнаним стрибком у плоских умовах. При цьому водоворотні зони матимуть незначні розміри і відганятимуться від виходу з труби.

Довжина ділянки вирівнювання епюри осереднених поверхневих l_8^n і придонних l_8^d швидкостей змінюється в досить широких межах залежно від параметра витрати Π_{a2} і наповнення відшпигного каналу h_k . У роботі введено залежності $l_8^n = f(\Pi_{a2}; h_k; l_1)$,

$$l_8^d = f(\Pi_{a2}; h_k; l_1)$$

ік виявили результати розрахунків, розподіл швидкостей по вертикалі на динамічній вісі потоку у відповідному каналі не залежить від положення вертикальної труби споруди і співвідношення витрат у горизонтальній трубі. Краще за все розподіл апроксимується кривою, розрахованою за формулою В.М.Маккавєєва:

$$v_1 = v_{пов} \sqrt{1 - \frac{M}{C} \frac{v_{сер}^2}{v_{пов}^2} z_2^2} \quad / 15 /$$

Де: v_1 - осереднена швидкість у точці; м/с; $v_{пов}$ - осереднена швидкість на поверхні в точці, м/с; $v_{сер}$ - середня швидкість потоку на вертикалі, м/с; $z_2 = \frac{z}{h_i}$ - відносна відстань від поверхні води до точки вимірювання швидкості по вертикалі; h_i - глибина води на промірній вертикалі, м; z - відстань від точки вимірювання швидкості до вільної поверхні, м; M - функція коефіцієнта $\lambda_{езі} / C$, що становить при $10 < C < 60$: $M = 0,7C + 6$; при $C > 60$: $M = 48 = const$

При розміщенні вертикальної труби на відстані $l_1 \leq 2/3 l$ від початку горизонтальної труби довжина ділянки затухання пульсації актуальних швидкостей не залежить від місця приєднання вертикального потоку l_1 , співвідношення витрат ℓ і параметра витрати Π_{a2} .

При глибині $\frac{h_k}{a} = 0,75$ на початковій ділянці відповідного каналу максимальні поздовжні пульсації утворюють поле з величинами пульсації, що відповідають рівню пульсацій у рівномірному потоці: $u'/v = 0,16-0,34$. Довжина ділянки вирівнювання $l^* = 20y/h_{кр}$ де y - відстань від вихідного перерізу до створу, що розглядається, м.

При глибині $h_k/a = 1,25$ максимальне значення пульсацій у водворотній зоні змінюється у межах $u'/v = 0,5-0,82$ на відстані $15y/h_{кр}$. Довжина ділянки затухання $l^* = 42y/h_{кр}$.

При глибині $h_k/a = 2,0$ вона становить $l^* = 50y/h_{кр}$.

У разі приєднання додаткової витрати у кінцевому створі горизонтальної труби затухання пульсацій відбувається на значній відстані $l^* > 80y/h_{кр}$. У діапазоні виконаних експериментів удалося досягти рівня рівномірного руху на відстані $l^* = 80y/h_{кр}$ тільки при глибині $h_k/a = 0,75$.

Дослідження розподілу тиску по довжині відповідного каналу виявили, що осереднений тиск на дно практично збігається з профілем вільної поверхні потоку і не залежить від співвідношення витрат і положення вертикальної труби при $l_1 \leq 2/3 l$.

Глава 5. На підставі виконаних досліджень, одержаних теоретично і експериментально рівнянь, залежностей і розрахункових графіків розроблено методику гідравлічних розрахунків гідротехнічних споруд з горизонтальною трубою прямокутного перерізу, суміщених з аварійним скидом, що являє собою вертикальну трубу прямокутного перерізу, ширина якої дорівнює ширині горизонтальної труби, викладену в роботі "Аварійні скиди на каналах зрошувальних систем, суміщені із зливопропускними спорудами під каналами /Посібник з гідравлічних розрахунків/. - Укрводпроект.-К., 1993.

Глава 6. На підставі аналізу існуючих споруд та потреби будівництва нових водоскидів сумішених із зливнопропусками обчислений умовно-річний економічний ефект від впровадження розробок.

Загальні висновки

Виконані дослідження руку потоку в сумішених водоскидах і зливових спорудах з порталними оголовками, основною і вертикальною трубами прямокутного перерізу і трапецоїдним відвідним каналом дозволяють зробити такі висновки.

1. Рух потоку у вузлі з'єднання і безпосередньо за ним має складний просторовий характер, у той же час довжина ділянки переформування потоку є відносно короткою.

При конструюванні сумішеної споруди слід уникати установа-лення вертикальної труби на початку і на виході з горизонтальної труби. Найбільш прийнятним є розміщення вертикальної труби у межах $l_1 = (1/3 \div 2/3) l$.

2. При з'єднанні потоків в середині горизонтальної труби спостерігаються відомі режими роботи труби: напірний, напівна-пірний і безнапірний. У той же час зміна безнапірного режиму на напівнапірний та напівнапірного режиму на напірний відбувається для однієї й тієї ж глибини води у нижньому б'єфі при менших значеннях витрати Q_2 , ніж у разі відсутності бічного припливу. Причому, чим меншим є значення $E = Q_1/Q_2$, тим раніше відбу-вається зміна режимів. Аналогічно впливає відстань до місця приєднання вертикальної труби споруди: чим ближче вона до по-чатку горизонтальної труби, тим раніше настає зміна режимів.

3. У роботі, використовуючи рівняння кількості руку, одер-жано залежності, що дають змогу визначити величину підпору

перед вузлом з'єднання і оцінити його вплив на пропускну здатність споруди.

4. Експериментально доведено, що коефіцієнт бічного стиску і коефіцієнт втрати напору на вхід у споруду не залежать від співвідношення витрати у трубі й місця приєднання вертикальної труби при $l_1 \geq 1/3l$.

5. На підставі експериментальних даних з використанням рівняння кількості руху одержано залежності для визначення пропускну здатності горизонтальної труби залежно від наповнення відповідного каналу, режиму роботи труби, співвідношення витрат і місця приєднання вертикальної труби.

6. Вивчено розподіл осередненого тиску всередині труби залежно від режиму роботи труби, співвідношення витрат і місцеположення вертикальної труби. Теоретично одержано рівняння для визначення втрат напору у вузлі з'єднання та отримані емпіричні залежності, що дають змогу зробити розрахунки п'єзометричної лінії тиску потоку на дно і стінки труби.

7. Установлено, що при розміщенні вертикальної труби у межах $l_1 \leq 2/3l$ характер розподілу швидкостей і тиску на водобі та рисбермі споруди не залежить від співвідношення витрат і створу приєднання вертикальної труби.

8. Одержано вираз для визначення перепаду відновлення при виході потоку з прямокутної труби /з порталним вихідним оголовком/ у трапецієдний канал. Експериментально доведено, що перепад відновлення при $l_1 \leq 2/3l$ не залежить від співвідношення витрат і відстані до місця приєднання вертикальної труби.

9. На водобі та рисбермі споруди спостерігається значна нерівномірність розподілу осереднених та актуальних /1% забезпеченості/ швидкостей як у поперечному, так і в поздовжньому

напряжках, яка залежить тільки від витрати споруди Q_2 і глибини наповнення каналу h_k .

Ю. Осереднені швидкості по глибині на динамічній вісі потоку на рисбермі досить добре апроксимуються залежністю В.М.Маккавеса і також не залежать від ε і ℓ_1 .

II. Установлено, що розподіл тиску потоку на дно відповідного каналу практично збігається з профілем вільної поверхні потоку на вісі каналу і не залежить від співвідношення витрат ε і місцеположення вертикальної труби /при $\ell_1 \leq 2/3 \ell$ /.

Основні положення дисертаційної роботи викладені в роботах:

1. Дупляк В.Д., Яценко А.А., Маркіна Е.В. Аварійне водосброси меліоративних систем. Проспект ВДНХ УССР. Київ. 1988 - 4с.

2. Дупляк В.Д., Маркіна Е.В., Гончаров С.М. Совмещенные гидротехнические сооружения на оросительных каналах. Проспект ВДНХ УССР. Київ-Ровно. 1988 - 3с.

3. Маркіна Е.В. О распределении давления в прямоугольных трубах меліоративных сооружений. Гидравлика и гидротехника: Респ.межвед.науч.-техн.сб. - 1989. - Вып.48. Київ - "Техника" - с.82-86.

4. Дупляк Е.В. Распределение давления в прямоугольных трубах с присоединением расхода внутри трубы. //Гидротехника і меліорация в Україні. УГІМ АН. Збірка наукових праць. - 1993. Вип.2. Київ. - с.78-85.

5. Дупляк Е.В. Об определении пропускной способности напорных и полупапорных труб сооружений с присоединением дополнительного расхода. - Київ, инж.-строит. ин-т. Київ, 1993, - 16 с.: ил.3. - библиогр.: 5 назв. Деп. в УкрНИІГЭН 30.06.93 ДЭП І297 - УК.93.

6. Дупляк Е.В. О пропускной способности ливнепропускных труб, работающих в безнапорном режиме, при поступлении дополнительного расхода в трубу. - Киев. инж.-строит. ин-т. Киев, 1993., -19 с.: ил.4 - библиогр.: 9 назв. Деп. в УкрИНТЭН 30.06.93 ДЕН I298 - УК.93.

7. Дупляк Е.В. Аварийные обросы на каналах оросительных систем, совмещенные с ливнепропускными сооружениями под каналами. /Руководство по гидравлическому расчету/. Госводхоз Украины - Киев. инж.-строит. ин-т. Киев. 1993, 33 с.

8. Дупляк Е.В. Расчет перепада восстановления в нижнем бьефе гидротехнических сооружений с присоединением расхода. //Гидравлика и гидротехника: Респ.ме.м.вед. науч.-техн. сб. - 1993. - Вып.57, Киев. - "Техніка". - с.37-41.

464443

AB 28.453
AB 28.453

