

УДК 626.823.4

**Вечер В. В., к.т.н., доцент, Шинкарук Л. А., к.т.н., доцент**  
(Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне)

## **БОРТЬБА З НАНОСАМИ ПРИ ВОДОЗАБОРІ З ПЕРЕДГІРСЬКИХ ДІЛЯНОК РІЧОК ТА НА КАНАЛАХ**

**В роботі розглянуто конструкцію водозабору та прямолінійних піскогравієловок, які рекомендовано для використання на передгірських ділянках річок. Процеси формування донних відкладень та перехват наносів досліджено на гідравлічній моделі в лабораторії. *Ключові слова:* ділянки передгірських русел річок, донні відкладення, водозабори та піскогравієловки, перехват наносів.**

**Актуальність роботи.** При заборі води з гірських та передгірських річок в канали однією з найбільш важливих проблем є попередження заносу вхідних частин каналів донними наносами. Вирішення цієї проблеми вимагає здійснення цілого комплексу інженерних рішень безпосередньо в річці на підході та чаші водосховища, самій водозабірній споруді та головній частині каналу [1]. Не завжди вдається забезпечити максимальний транзит твердого стоку в нижній б'єф та здійснити ефективний промив верхнього б'єфу. Досить часто ми стаємо перед фактом того, що на порозі водозабірної споруди з'являються відкладення наносів. Їх видалення рекомендується здійснювати гідравлічним та механічним способами.

**Постановка проблеми.** В даній статті ми зосередимо увагу на гідравлічних способах боротьби з наносами. Вона здійснюється як на водозабірних вузлах, так і на каналах. В умовах дефіциту води для промивання наносів, що характерно саме для гірських та передгірських ділянок рік, мета досягається ефективним використанням вторинних течій. Виходячи з цього, ми намагались розробити конструкцію водозабору, який здатний більш ефективно, з точки зору перехвату наносів, забезпечити забір води на два береги та рекомендувати піскогравієловки як споруди для перехвату наносів, що проникли в канал.

**Мета роботи.** В Національному університеті водного господарства та природокористування під керівництвом професора Кириєнка І.І. розроблені нові конструкції водозаборів та піскогравієловок, зокрема фронтального водозабору з криволінійною кишенею, який забезпечує подачу води на обидва береги, криволінійної та прямолі-

нійних піскогравієловок. Їх дослідження і є метою даної роботи.

Фронтальний водозабір (рис. 1) складається з водоскидної греблі 1, яка утворює кут з напрямком потоку у верхньому б'єфі, фронтальної криволінійної кишені 2 з донним порогом 3 на вході, двох водоприймачів з донними порогами, промивної полиці 4 для лівобережного водоприймача 5 та скидного регулятора 6. Після горизонтальної вхідної ділянки дно кишені 2 знижується приблизно до відміток понуру. Це дно має вигляд віражу 7 з поперечним похилом у сторону випуклої стінки. Віраж закінчується вертикальним уступом 8, висота якого зменшується в напрямі до опуклої стінки кишені. У місці їх зустрічі влаштований донний отвір 9, який переходить у промивну галерею 10.

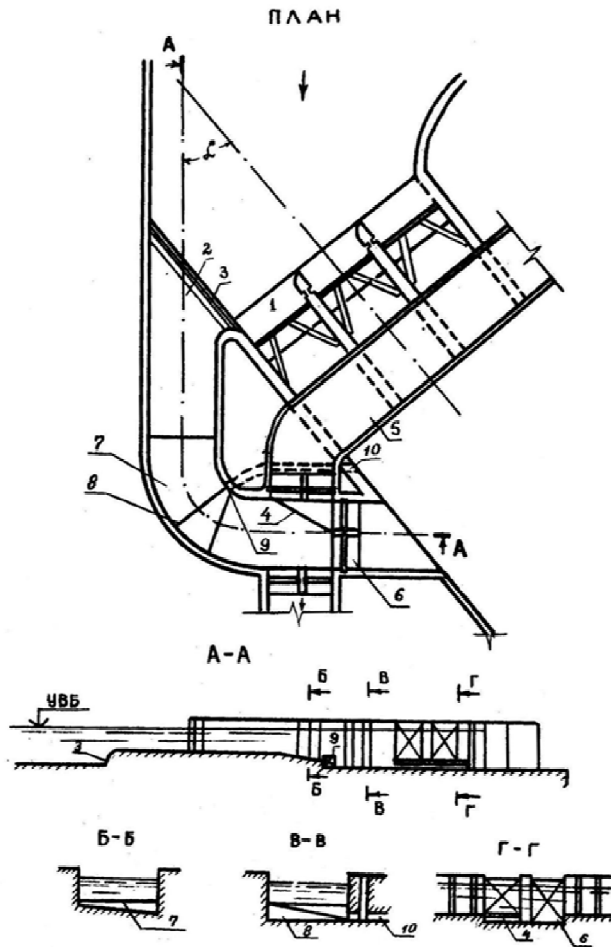


Рис. 1

Рис. 1. Фронтальний водозабір

У пропонованому водозаборі створюється ряд циркуляційних течій, які обмежують доступ до водоприймача значної частини наносів як на підході до нього, так і у криволінійній кишені. Фронтальний вхід потоку у кишеню 2 і боковий скид води через водоскидну греблю утворює циркуляційну течію на підході в руслі, яка віджимає донні наноси від вхідної частини водоприймача. Поріг на вході у кишеню обмежує захват крупних донних наносів. Ті ж наноси, що все таки пройшли в кишеню, підхоплюються циркуляційною течією, що виникає на повороті кишені і підсилюється похилом дна на віражі. Ця течія підтягує наноси до опуклої стінки кишені, тобто у сторону, де розміщений промивний отвір 9. Донний вертикальний уступ 8 фіксує місце перехоплення наносів завдяки вихровій течії, яка утворюється за ним. Наноси, які пройшли уступ, частково осідають до дна за рахунок зменшення швидкості у кінцевій прямолінійній частині кишені. Для зменшення їх захвату водоприймачі на вході мають пороги, а лівобережний – додатково використовує поділ горизонтальною полицею 4 потоку на верхню з меншою кількістю наносів і нижню, де наноси, що відклались, періодично змиваються у нижній б'єф через скидний регулятор 6.

#### **Результати дослідження**

В лабораторії кафедри гідротехнічного будівництва та гідравліки НУВГП було виконано лабораторні дослідження запропонованого водозабору для умов Черексько-Урванської зрошувальної системи, яка забирає воду з ріки Черек на Північному Кавказі, та виконано порівняння з двохстороннім двоярусним водозабором, який досить широко використовується у вказаному регіоні [2; 3].

Дослідження виконано для пропуску наступних характерних повеней в річці: мінімальної (початок руху донних наносів), середньої та максимальної повеней. Результати дослідження показали значні переваги запропонованої конструкції у недопущенні донних наносів у водоприймачі, зменшення промивних витрат і меншу залежність протинаносних властивостей від витрат води у річці.

Наступним етапом боротьби з наносами є забезпечення перехвату наносів, що пройшли в канал за допомогою піскогравієловок. Для захисту каналів від донних та частково від зважених наносів пропонуються нові конструкції піскогравієловок, зокрема криволінійної та прямолінійних типів. Криволінійна піскогравієловка (рис. 2) практично повторює конструкцію криволінійної кишені описаного вище водозабору. Вона влаштовується, як правило, за наявності існуючого повороту каналу і використовує циркуляційні течії, що виникають у кишені розглянутого раніше фронтального водозабору.

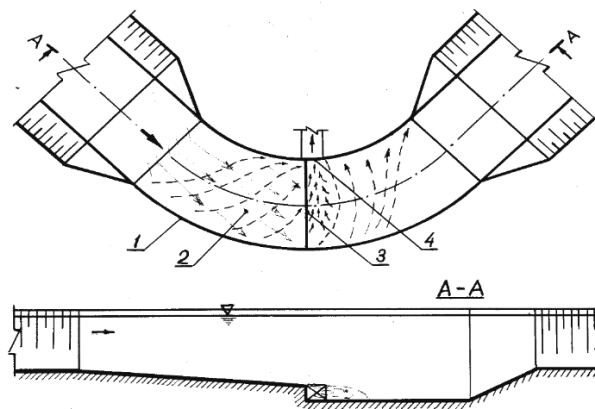


Рис. 2. Криволінійна піскогравієловка:  
1 – криволінійне русло, 2 – віраж, 3 – донний уступ, 4 – промивний отвір

Для прямолінійних ділянок каналів розташованих у стиснених умовах, пропонуються піскогравієловки прямолінійного типу, основою яких є донний косо розташований уступ та бокова перешкода. Вони створюють вторинні течії, інтенсивність яких залежить від взаємного розташування цих елементів.

Для перехвату піщаних наносів пропонується піскогравієловка з боковою перешкодою 6, розташованою за уступом 2 (зображена на рис. 3), а для перехвату піщано-гравелистих наносів бокова перешкода 2, переноситься на донний уступ 3, який має змінну висоту, що збільшується в сторону промивного отвору 5 (рис. 4).

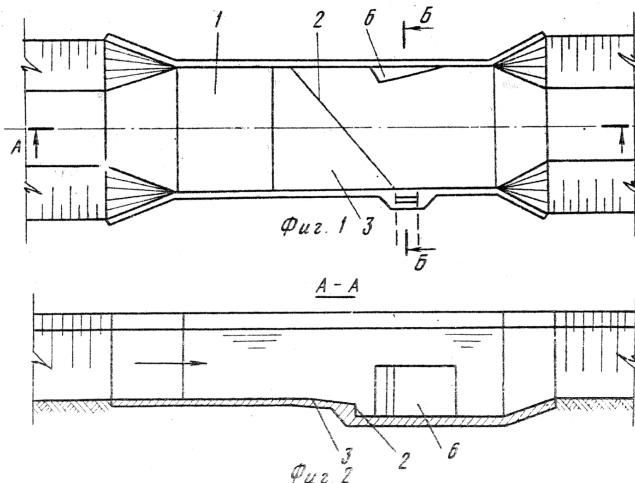


Рис. 3. Піскогравієловка за авторським свідоцтвом № 836280  
1 – лоток; 2 – донний уступ, висота якого зменшується; 3 – похила площина;  
6 – затоплена перешкода

Метою даних розробок є піскогравієловки, які з мінімально мо-  
106

жливою промивною витратою води видаляють максимально можливу кількість наносів з каналу. Принцип роботи полягає у створенні вторинних течій, які певним чином організують рух наносів у потоці і сприяють їх видаленню із затратою енергії лише самого водного потоку. При роботі піскогравієловки за А.С. 836280 основним діючим її елементом є косо розташований донний уступ 2, за яким виникає потужна гвинтоподібна течія, яка захоплює частину наносів з потоку та транспортує їх до промивного отвору. Бокова перешкода 6, маючи невеликі розміри, підвищує гідродинамічний тиск на початку гвинтоподібної течії, сприяє її прискоренню в напрямку до промивного отвору та більш успішному перехопленню наносів.

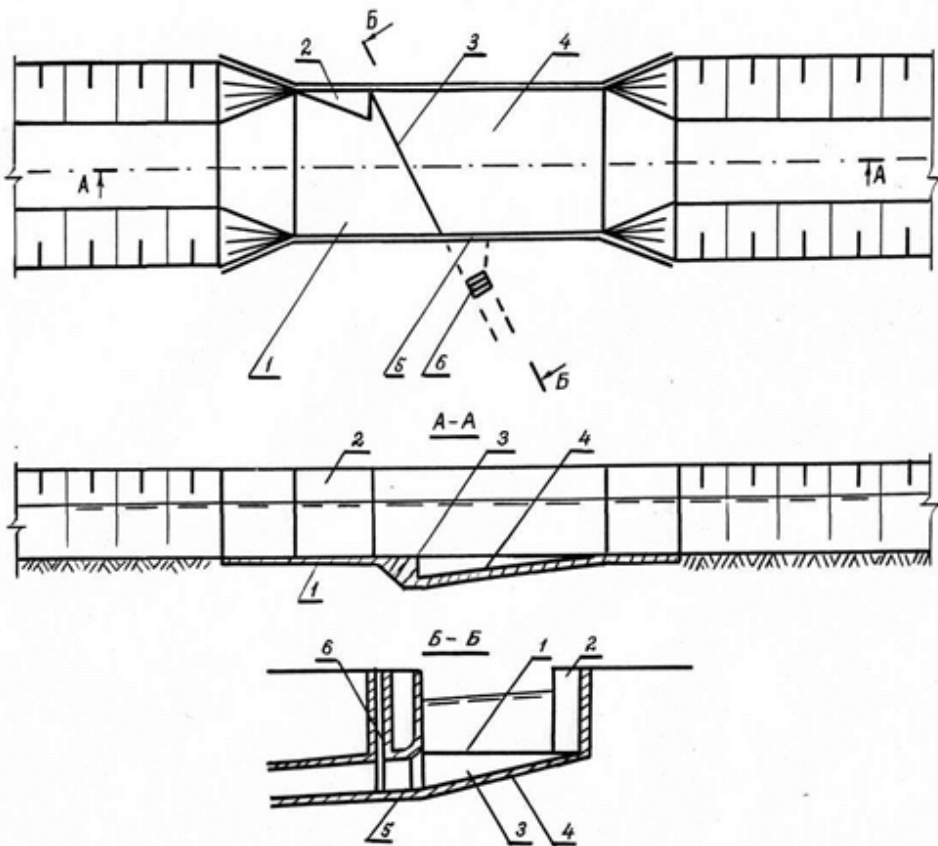


Рис. 4. Конструкція піскогравієловки з перешкодою на уступі:  
1 – вхідна частина, 2 – бокова перешкода, 3 – донний уступ, 4 – дно за уступом, 5 – промивна галерея, 6 – затвор

Наступна конструкція прямолінійної піскогравієловки з боковою перешкодою на уступі являє собою короткий бетонний лоток з вер-

тикальними боковими стінками (рис. 4), біля однієї з стінок якого розташована незатоплена бокова перешкода, ширина якої вздовж течії збільшується. За перешкодою влаштовується косо розташований донний уступ, який створюється пониженням дна водовода. Дно лотка нижче уступу має як поперечний, так і зворотній повздовжній нахил. Завдяки цьому донний уступ має змінну висоту, яка збільшується в сторону промивної галереї. Витрата промивної галереї регулюється затвором, розташованим на її вході. Принципово новим є рекомендована компоновка перешкоди на уступі та конструкція вихідної частини. Нами проведено дослідження гідравлічного і наносного режимів цієї конструкції піскогравієловки на каналі для умов водозабору з річки Самур у Дагестані. У вказаному створі р. Самур, є типовою передгірською рікою з осередковим типом руслового процесу. Русло розпластане, мілке з островами-осередками, під час повеней спостерігаються переміщення динамічної осі потоку та швидкі розмиви берегів русла. Відмінною особливістю цієї ділянки від інших є наявність на ній великого об'єму крупних донних наносів, які поступають з вищерозташованої частини річкової долини. Похил русла на зазначеній ділянці становить 0,011.

В процесі досліджень було детально вивчено кінематичну структуру потоку в споруді. Спостерігається якісний зв'язок рельєфу вільної поверхні в споруді з його швидкісною структурою. Біля перешкоди, де похили поверхні потоку зменшуються, зменшуються також подовжні швидкості, а у вільній частині споруди, де похили ростуть, – збільшуються і швидкості потоку. При наближенні до уступу швидкості зростають, а епюри – вирівнюються по висоті, що є характерною ознакою існування в потоці циркуляції.

Дослідження вихрової течії за уступом показали, що розподіл максимальних поздовжніх придонних швидкостей у вальці за уступом залежить від форми останнього. Порівняння швидкостей за уступом постійної висоти і при виконанні поперечного похилу дна за уступом показало, що при наявності поперечного похилу дна за уступом максимальні придонні швидкості у вальці зростають приблизно в 1,5-2,0 рази [5; 6].

Дослідження наносного режиму підтвердили, що в розробленій піскогравієловці забезпечується надійний перехват наносів і є достатня транспортуюча здатність вихрової течії при всіх режимах роботи (рис. 5).

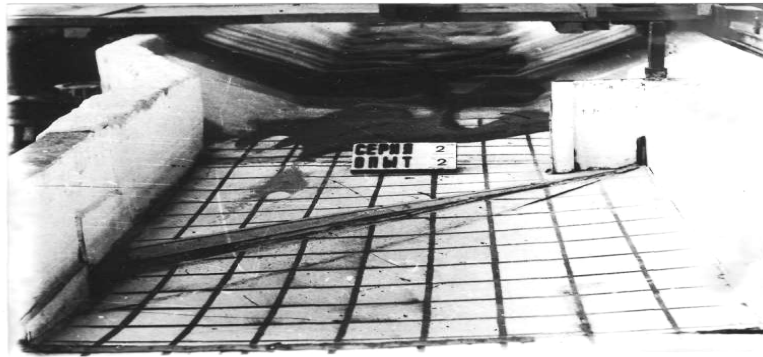


Рис. 5. Характер відкладень наносів

Був вивчений режим аварійного виходу з ладу промивної галереї і, як наслідок, завал дна за уступом наносами. Після відновлення роботи промивної галереї експериментально доказано можливість промивки наносів за уступом і відновлення роботи споруди.

Промивні витрати при нормальних режимах експлуатації не перевищують 5% від витрати каналу. Для порівняння в однакових умовах вивчалось ефективність перехвату наносів удосконаленою траншейною піскогравієловкою з порогом 2 (рис. 6).

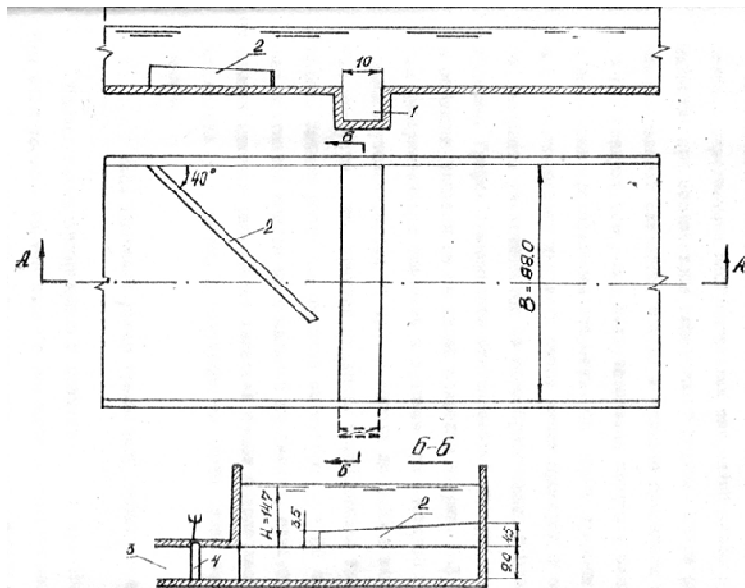


Рис. 6. Траншейна піскогравієловка:

1 – траншея, 2 – направляючий поріг змінної висоти,  
3 – промивний отвір, 4 – затвор

На рис. 7 показано відкладення наносів, які фактично завалили більшу частину траншеї при 5% промивній витраті і безперешкодно поступають в канал.



Рис. 7. Відкладення наносів в траншейній піскогравієловці

### **Висновки**

Багаторічний досвід експлуатації існуючих конструкцій водозаборів та піскогравієловок на передгірських ділянках річок показує, що в певних умовах захистити від наносів головні частини каналів не вдається. Тому питання удосконалення і розробка нових конструкцій водозаборів та піскогравієловок все ще залишається актуальним. Таким чином, в результаті досліджень пропонуються нові конструкції водозабору та піскогравієловок, які мають більш широкий діапазон надійної роботи при мінімальних промивних витратах і можуть бути використані на каналах як енергетичної, так і інших галузей водного господарства.

1. Алтунин С. Т. Регулирование русел рек при водозаборе. М. : Сельхозгиз, 1950. 2. Кирієнко І. І., Климук А. С. Гидравлические исследования фронтального водозабора с криволинейным карманом. *Гидравлика и гидротехника*. Киев : Наукова думка, 1983. Техника. Вып. 37. 3. Данелия Н. Ф. Водозаборные сооружения на реках с обильными донными наносами. Москва, «Колос», 1964, 336 с. 4. І. І. Кирієнко, О. Є. Щодро. Піскогравієловка Авторське свідоцтво № 836280 5. Никитин І. К. Турбулентный русловой поток и процессы в придонной области. Киев : Изд-во АН УССР, 1963, 142 с. 6. Ве-



чер В. В., Щодро О. Є. Борьба з наносами на каналах. *Вісник НУВГП. Технічні науки*. Вип. 4(64). Рівне, 2013. С. 220–227.

Рецензент: д.т.н., професор Хлапук М. М. (НУВГП)

---

**Vecher V. V., Candidate of Engineering (Ph.D.), Associate Professor, Shynkaruk L. A., Candidate of Engineering (Ph.D.), Associate Professor**  
(National University of Water and Environmental Engineering, Rivne)

### **FIGHTING AGAINST SEDIMENT AT WATER INTAKE FROM FOOTHILL SITES OF RIVERS AND CHANNELS**

**The design of the water intake and rectilinear sand and gravel catchers, which are recommended for use in the foothills of the rivers, is considered in the paper. The processes of formation of bottom sediments and interception of sediment were investigated on a hydraulic model in a laboratory.**

**Keywords:** areas of foothills rivers, bottom sediments, water intakes and sand and gravel catchers, interception of deposits.

---

**Вечер В. В., к.т.н., доцент, Шинкарук Л. А., к.т.н., доцент**  
(Национальный университет водного хозяйства и природопользования, г. Ровно)

### **БОРЬБА С НАНОСАМИ ПРИ ВОДОЗАБОРЕ НА ПРЕДГОРНЫХ УЧАСТКАХ РЕК И КАНАЛАХ**

**В работе рассмотрены конструкции водозабора и прямолинейных пескогравиеловок, которые предлагаются для передгорных участков рек. Процессы формирования донных отложений и перехват наносов изучались на гидравлической модели в лаборатории.**

**Ключевые слова:** передгорные участки рек, донные отложения, водозаборы и пескогравиеловки, перехват наносов.

---