

ОЧИЩЕННЯ ВОДИ

УДК 620.543. 1:66. 087

Тазалова Н., Тихонова І., Фльорко В., Чернюк І.

ДУ "Львівська політехніка", кафедра гідравліки та сантехніки

ПОМ'ЯКШЕННЯ Й ОСВІТЛЕННЯ ВОДИ НА УСТАНОВЦІ З АПАРАТОМ ГІДРОЦИКЛОННОГО ТИПУ

© Тазалова Н., Тихонова І., Фльорко В., Чернюк І., 2000

The results of the experimental research of the technological indices of the new construction of the combined hydrocyclone type unit (HTU) are circumscribed. HTU permits to intensify the process of lime-soda waters softening for the needs of the industrial enterprises.

Постановою Верховної Ради України 27 лютого 1997 р. затверджено Національну програму екологічного оздоровлення водного басейну України та поліпшення якості питної води. В її основу покладено пріоритет здоров'я людини. Для виконання цієї програми насамперед необхідно:

- впроваджувати у виробництво водоощадні, екологічно чисті технології;
- раціонально використовувати водні ресурси;
- розширювати фундаментальні і прикладні дослідження у сфері екології, зокрема водних ресурсів і водного господарства.

Для реалізації поставленої мети на кафедрі гідравліки та санітарної техніки ДУ "Львівська політехніка" розроблено принципово нову конструкцію апарата гідроциклонного типу (АГТ) для пом'якшення природних вод поверхневих і підземних джерел [1]. Відомо, що деякі природні води мають показник твердості, який перевищує гранично допустиме значення для питної води 7 мг-екв/дм³, що значно погіршує її якість і негативно впливає на здоров'я людини. Крім того, технологічні процеси таких галузей, як фармацевтична, текстильна, трикотажна, паперова, хімічна та інші вимагають використання води з низьким вмістом солей твердості, тому що пом'якшена вода значно покращує якість продукції.

У розробленому нами апараті завершується реакція реагентного пом'якшення і здійснюється відокремлення твердих продуктів реакції від очищеної води завдяки таким двом процесам: відцентровому відділенню твердої фази і фільтруванню крізь вмонтований усередину апарата фільтрувальний елемент (рис.1).

Лабораторні дослідження ефективності освітлення досліджуваних вод проводили при різних величинах тиску живлення і діаметра шламового отвору, які визначають витрати, швидкість руху води в АГТ і ступінь освітлення. Експериментальні дані залежності витрати води від тиску живлення наведено на рис.2, з якого видно, що зі зростанням тиску живлення одночасно зростає загальна витрата й витрата через розвантажувальні отвори апарата. Важливо, що збільшення витрати освітленої води перевищує витрату через шламовий отвір.

Визначення концентрації завислих домішок у вихідній воді і у зливі здійснювали за відомою методикою [2]. Результати досліджень показали, що простішим методом збільшення ефективності освітлення води в АГТ є зміння тиску живлення та діаметра шламового

отвору (рис.3,4). Збільшення ступеня освітлення води зі зростанням тиску живлення і швидкості потоку пояснюється посиленням відцентрового ефекту, завдяки якому з води виділяються навіть дрібні частинки зависі. Але надмірне підвищення тиску живлення АГТ викликає негативний процес: за рахунок збільшеного відведення води через зливний отвір дрібні частинки зависі не встигають надходити до стінок апарата і виносяться з нього разом з освітленою водою, що погіршує якість освітлення. Вплив обох факторів зумовлює існування оптимального тиску живлення, при якому ступінь очищення досягає максимуму. Для досліджених вод із заданою початковою концентрацією завислих домішок встановлений оптимальний тиск в межах 30...70 кПа (рис.4). Подальше збільшення тиску призводить до зменшення ступеня очищення.

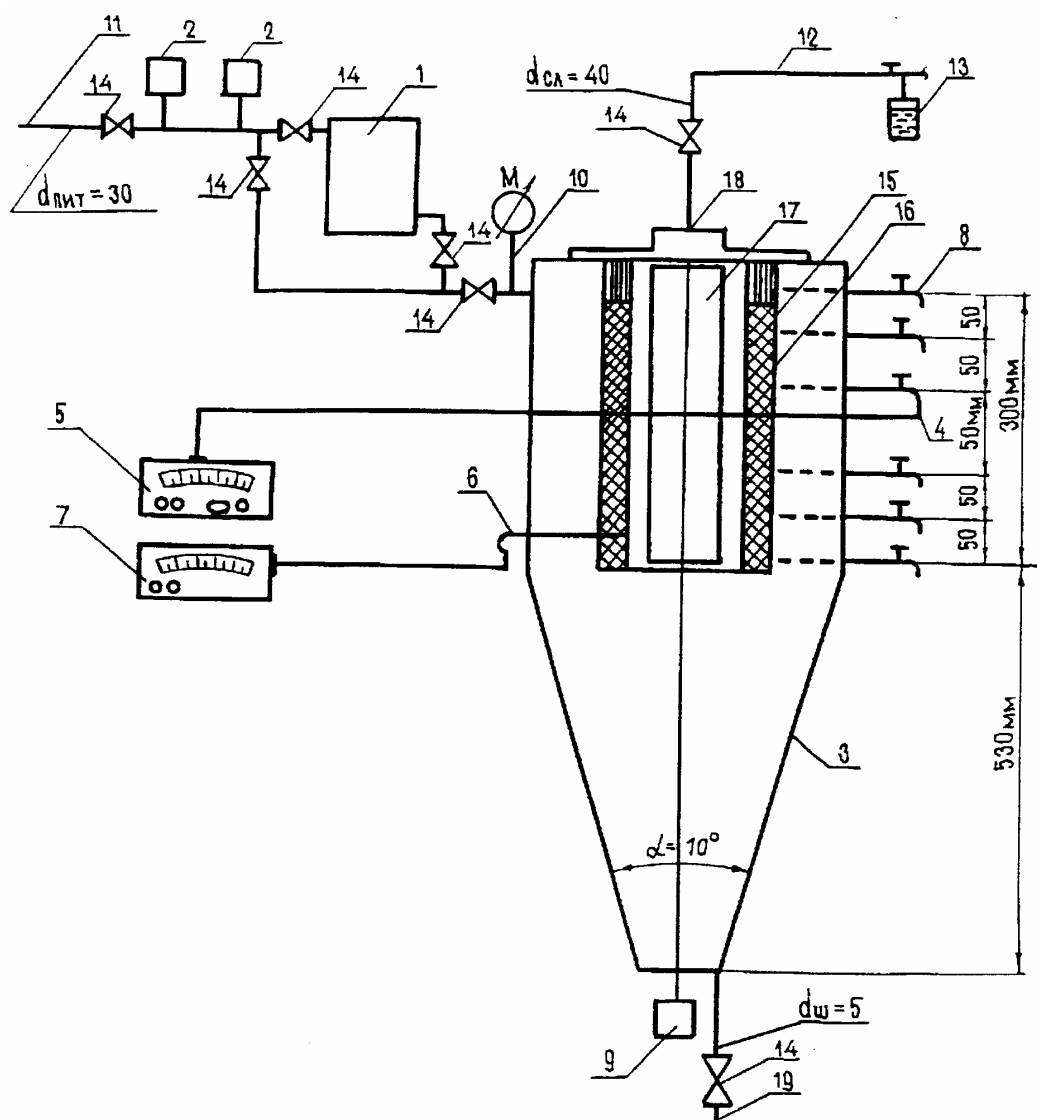


Рис.1. Схема експериментальної установки з апаратом гідроциклонного типу: 1 – реактор; 2 – дозатори; 3 – апарат гідроциклонного типу; 4 – відводи для електродів; 5 – рН-метр; 6 – тензодавачі; 7 – цифровий вольтметр В7-21; 8 – висувні штуцери; 9 – електродвигун; 10 – манометр; 11 – подавальний трубопровід; 12 – трубопровід освітленої води; 13 – відбір проб води для аналізу; 14 – вентилі; 15 – перфоровані труби; 16 – фільтр; 17 – крильчатка; 18 – покриття; 19 – шламопровід

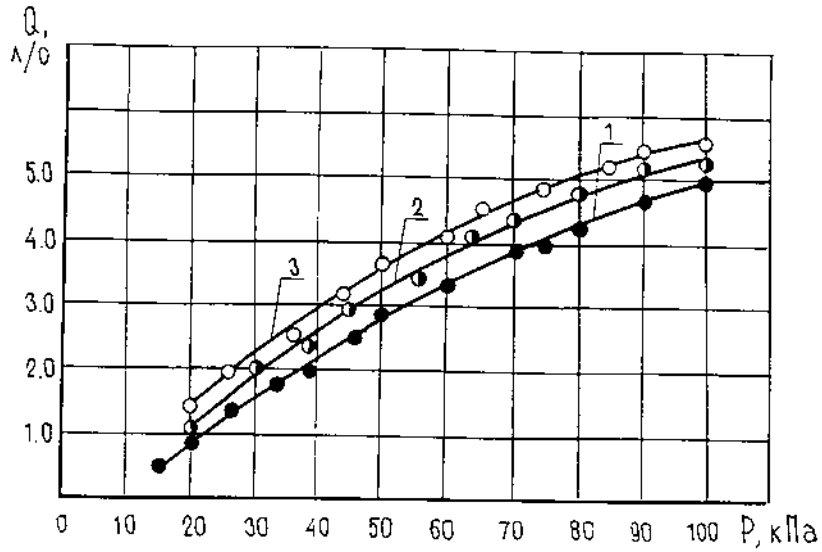


Рис.2. Залежність продуктивності Q АГТ від тиску $P_{\text{жив}}$ для різних $d_{\text{шл}}$, мм:
1 – 6; 2 – 8; 3 – 10

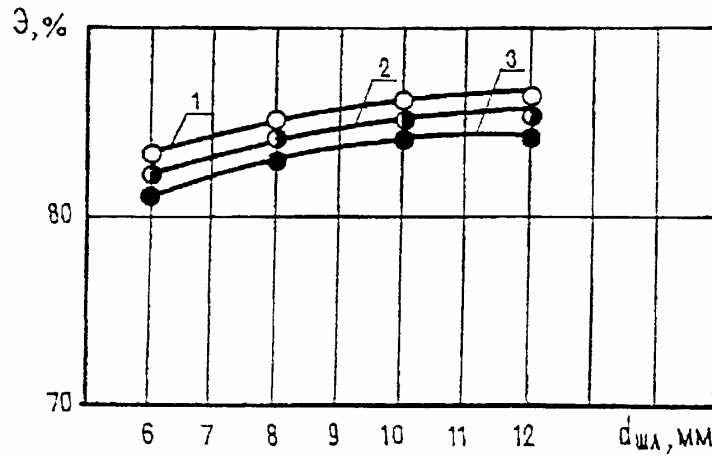


Рис.3. Залежність ефекту освітлення води в АГТ від тиску живлення при $d_{\text{шл}}$, мм:
1 – 6; 2 – 8; 3 – 10 при $C_{\text{вих}}=310$ мг/дм³

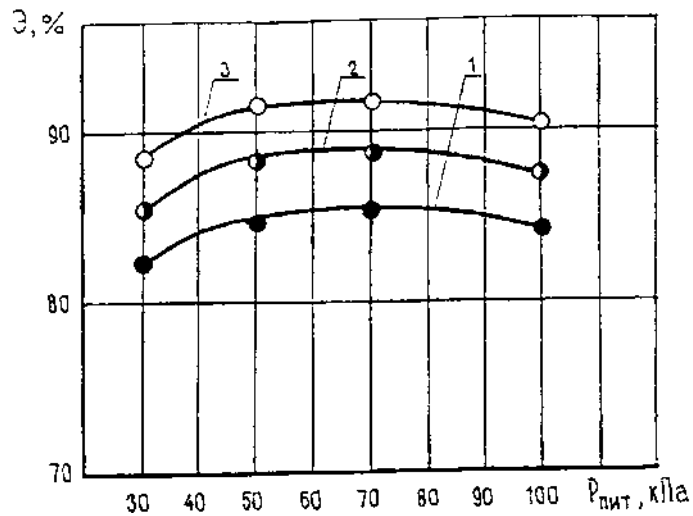


Рис.4. Залежність ефекту освітлення від діаметра шламового отвору при тиску живлення $P_{\text{жив}}$, кПа: 1 – 30; 2 – 70; 3 – 100 при $C_{\text{вих}}=310$ мг/дм³

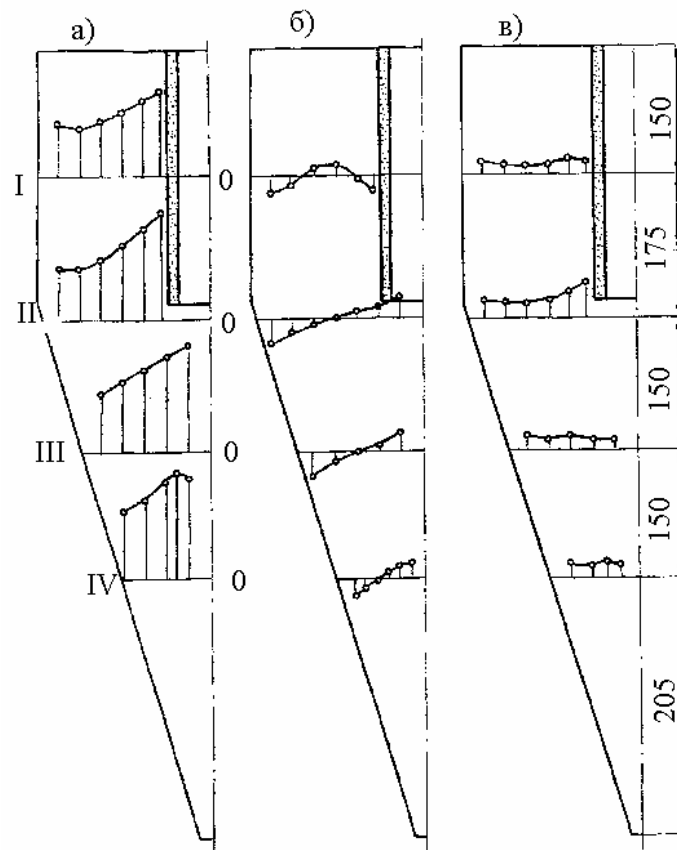


Рис.5. Епюри складових векторів повної швидкості при $P_{жив} = 70$ кПа:
а – тангенційної V_t ; б – осьової V_z ; в – радіальної V_r

З наведених на рис.2-4 залежностей видно, що збільшення як тиску, так і діаметра шламового отвору призводить до зростання ефекту освітлення в АГТ.

Досліджували залежність величини тиску живлення від витратної характеристики АГТ, а також гідродинаміки потоку, яка зумовлює розподільну властивість апарата. Для з'ясування впливу тиску живлення вивчали величини і спрямування у просторі вектора повної швидкості потоку. Методику оброблення експериментальних даних при зміні поля швидкостей за допомогою багатоканальних напірних трубок викладено в спеціальній літературі [3-5]. Згідно з цією методикою тангенційна V_t , осьова V_z і радіальна V_r складові повної швидкості визначаються зі співвідношень:

$$V_t = V \cdot \cos \varphi \cdot \sin \alpha_{п}; \quad (1)$$

$$V_z = V \cdot \cos \varphi \cdot \cos \alpha_{п}; \quad (2)$$

$$V_r = V \cdot \sin \varphi, \quad (3)$$

де V – повна швидкість; $\alpha_{п}$ – кут потоку; φ – кут, який характеризує напрям вектора повної швидкості (кут скосу потоку).

Крім того, складові повної швидкості визначали за допомогою лазерного доплерівського вимірювача швидкості.

За результатами досліджень побудовано епюри складових повної швидкості для чотирьох фіксованих перерізів (рис.5,а-в). Епюри швидкостей побудовано на підставі експериментальних даних, які відповідають різним тискам живлення, що дозволяє охарактеризувати гідродинамічну картину потоку, яка впливає на ефект освітлення води в АГТ.

Дослідження нової конструкції АГТ дали позитивний результат щодо застосування його у складі установки реагентного пом'якшення природних вод і наступного їх освітлення від продуктів реакції. Позитивною особливістю такої установки є її компактність, що надзвичайно цінне під час проведення реконструкції станцій підготовки води на промислових підприємствах за умов дефіциту наявних виробничих площ.

1. А.с. 1152662. Устройство для водоподготовки / Н.Н.Тазалова, Е.И.Дубленич, И.С.Балинский. Открытия. Изобрет. 1985. № 16. 2. Яковлев С.В., Ласков Ю.М. Водоотведение и очистка сточных вод. – М., 1987. 3. Повх И.Д. Техническая гидромеханика. – Л., 1969. 4. Царевский А.М., Матковский К.А., Хрусталева М.И. Гидроциклон, его применение и гидравлический расчет // Гидротехника и мелиорация. – 1965. – № 4. – С.12-20. 5. Шитунова Н.С. Методы расчета гидроциклонов.– М., 1971.