

Винахід належить до приладів очищення природних вод, що піддаються флотаційному очищенню, а також для доочищення питної води з систем водопостачання від поверхнево-активних речовин та зважених часток і може використовуватись автономно або разом з приладами знесолення при створенні локальних джерел чистої води в житлових будинках, мережах громадського харчування, шкільних та дошкільних закладах, на підприємствах харчової промисловості (молокозаводи, лікєро-горілчані заводи, пив-комбінати, хлібозаводи та ін.). Природна вода (з відкритих водоймищ) та вода з систем водопостачання звичайно містить до 200мкг/л поверхнево-активних речовин (ПАР), що забезпечує умови для утворення флотаційних агрегатів «повітряна булька - забруднення».

Аналогом винаходу може бути патент України на винахід «Прилад для очищення води, переважно питної, від ПАР» [1]. Очищення води досягається тим, що бульки повітря уловлюються розтрубом та спрямовуються у вертикальний патрубок, розміщений співвісно в середині корпусу. Швидкість газу обирається такою, щоб спінена вода не переливалася через верх патрубку. За цієї умови в середині патрубку на поверхні спіненої рідини починає підвищуватися концентрація ПАР. За деякий час концентрація ПАР сягає такого рівня, що в поперечному перерізі патрубку утворюються плівки, які під впливом надлишкового тиску газу переміщуються вгору та видаляються до нагромаджувача через дифузور. Таким чином видаляються концентровані ПАР разом з присутніми в очищуваній воді зваженими частками різного походження. Працездатність цього приладу та його продуктивність пов'язані з підтриманням певного рівня питомого потоку газу G / F , де G - витрата газу, F - площа поперечного перерізу патрубку.

В цьому приладі розтруб, що збирає бульки газу, спрямовує потік газу до меншої площі. Тому при спробах збільшити продуктивність за рахунок витрати газу збільшується співвідношення G / F , яке для кожної конкретної води має граничне значення, при якому можливі концентрація забруднень на поверхні води та видалення їх разом з плівками поверхнево-активних речовин. При значеннях G / F вище від граничних може спостерігатись ефект ерліфта [2] або викидів води, що виключає очищення. Тому продуктивність таких не перевищує 5 л/г. Збільшити продуктивності можна, якщо одночасно із збільшенням витрати повітря відповідно збільшити площу перерізу, через який проходить цей потік. Більш продуктивними приладами для очищення води і найбільш близькими до пропонованого винаходу за технічною сутністю є флотатори [3], [4] для очищення природних та стічних вод та інших видів рідини, які містять в середині корпусу вертикальний трубопровід з конфузором у верхній частині для відведення флотошлаку, інжекційні та скребкові механізми для подавання флотошлаку до конфузору з поверхні рідини. Відомий також флотатор [5], обладнаний ежекторами для видалення шлаку, розміщеними над дзеркалом води і телескопічною плаваючою кришкою з приєднаним до неї клапаном для автоматичного регулювання ежекції. Рівень води в цих пристроях підтримується постійним. Ці пристрої використовуються для грубого очищення рідини від забруднень. Високий ступінь очищення за їх використання може бути досягнений лише за рахунок видалення забруднень з необґрунтоване великими витратами очищуваної рідини через те, що геометричні параметри пристроїв та швидкість газів в них не дозволяють видаляти концентровані забруднення.

Винахід вирішує задачу забезпечення високого рівня очищення та продуктивності. Мета досягається завдяки тому, що кришка флотатора має вигляд телескопічно плаваючого зрізаного конуса, і до неї співвісно приєднаний конфузор у вигляді поплавця (циліндрична оболонка, до торців якої приєднані: зверху - зрізана конусоподібна оболонка, знизу - оболонка у вигляді обтічника).

Циліндричні поверхні корпусу флотатора і конфузора утворюють кільцевий зазор, де створюються умови для концентрування забруднень на спіненій поверхні, тобто забезпечується можливість використання великих витрат газу з значенням співвідношення G / F , оптимальним для утворення і видалення плівок забруднень. Зовнішня поверхня верхнього зрізаного конуса конфузора утворює з внутрішньою поверхнею конічної кришки корпусу інший регульований кільцевий зазор, в якому також створюються умови для видалення плівок з забрудненнями. В цьому зазорі можуть бути розташовані радіальні перегородки для рівномірного розподілу газового потоку. Таким чином, у вузькому зазорі забезпечується підйом рівня піни відносно рівня спокійної рідини на

необхідну висоту та видалення концентрованих забруднень.

Флотатор має в своєму складі корпус 1 з телескопічно приєднаною до нього кришкою 2, що виготовлена у вигляді зрізаної конічної оболонки. В середині корпусу 1 до кришки 2, на регульованому штоці 3, співвісно цій кришці, прикріплено конфузор 4, виконаний у вигляді циліндричної оболонки, приєднаної до зрізаного конуса верхньою частиною і до оболонки у вигляді обтічника - нижньою. Між конічними поверхнями кришки 2 та конфузора 4 в радіальному напрямку рівномірно розташовані перегородки 5, набірні або еластичні, призначені для рівномірного розподілу газового потоку у зазорі. На штоці 3 розміщені противаги 6, що можуть зніматися для забезпечення необхідної плавучості конфузора. Для забезпечення співвісності розташування конфузора та виключення його коливань в циркулюючому потоці рідини конфузор своєю циліндричною поверхнею з можливістю ковзання опирається на радіальні опори 7, приєднані до дна 2. Над конфузоров 4 на кришці 2 розташований відстійник 8, сприяючий видаленню плівок забруднень у порожнину конфузора. У нижній частині конфузора 4 розміщується гнучка труба 9 для відведення забруднень самопливом.

В нижній частині корпусу 1 розташовані труби подачі води 10 для очищеної води 11, випуску осілих забруднень 12, подачі стислого газу 13 до розподільників повітря 14, через газовий дросель витрати повітря 15.

H - висота рівня спокійної води;

h - висота спіненої води відносно спокійного рівня.

Флотатор працює таким чином. По трубі 10 в корпус 1 подається вода очищення. При досягненні рівня H подача води припиняється і починається подача газу по трубі 13 через дросель 15. Дроселем 15 встановлюється таке значення витрати повітря, щоб спінений об'єм води піднявся до рівня $H + h$. Бульки повітря, піднімаючись у воді, захоплюють забруднення та транспортують їх вгору. На поверхні бульки руйнуються, створюючи плівки концентрованих забруднень, які, пересуваючись по вузькому конусоподібному зазору, потрапляють до конфузора. Забруднення, що накопичуються в конфузорі, зливаються самопливом по трубі 9. Протягом видалення забруднень рівень води знижується і конфузор 4 разом з кришкою опускається. Завдяки цьому забезпечуються і постійно підтримуються первісні умови для утворення та видалення піни разом з концентрованими забрудненнями.

Припинення видалення бульок піни на кромці конфузора означає, що воду можна вважати очищеною, а подачу газу треба припинити. Очищена таким чином вода вживається за призначенням або переливається по трубі в місткість для накопичення. Для забезпечення режиму стабільного видалення концентрованих забруднень та мінімальних втрат очищеної води розмір зазору між конічними поверхнями конфузора і кришки флотатора визначається експериментально. Залежно від кількості ПАР ця величина складає від 2 до 20 мм. Відстань між перегородками обирають таким чином, щоб периметр контуру, створеного двома сусідніми перегородками і конусоподібними поверхнями був не більшим від 60 мм.

Приклад розрахунку конструктивно-технологічних параметрів флотатора. Потрібно спроектувати флотатор для очищення 3 м^3 води за 30 хвилин.

Обираємо висоту стовпа рідини 2,5 м. Мінімумально потрібний надлишковий тиск газу для забезпечення розкриття всіх отворів розподільвача повітря визначається за формулою :

$$P = 1,2 H g \quad (2),$$

P - надлишковий тиск газу Н/м^2 ;

H - висота стовпа води, м (2,5);

g - питома вага води, кг/м^3 (1000);

g - прискорення вільного падіння, м/сек^2 (9,8).

$$\text{Тоді } P = 29400 \text{ Н/м}^2.$$

З практики відомо, що для повного очищення одного об'єму води потрібно 20 - 30 об'ємів газу. Тобто, необхідна витрата газу визначається за формулою :

$$G = 30 v / t,$$

G - витрата газу, $\text{м}^3/\text{г}$;

v - об'єм води, м^3 (3);

t - час очищення в годинах (0,5);

Тоді $G = 180 \text{ м}^3/\text{г}$. За величинами витрати газу та надлишкового тиску обирається або проектується потрібний компресійний прилад. Розрахунок площі спінення для забезпечення сприятливих умов для створення піни з концентрованими забрудненнями здійснюється за

емпіричною формулою :

$$F = G / k P \quad (2)$$

F - площа поверхні спокійної води у флотаторі до перемішування, м²;

G - витрата газу, м³/г (180);

P - надлишковий тиск газу, Н/м² (29400);

k - дослідний коефіцієнт, k = 0,15.

Тоді F = 0,04м². За величиною площі дзеркала рідини (площа кільця) добираються діаметри корпусу 1 і конфузору 4 в площині дзеркала води. Приймаючи діаметр корпусу рівним 1м, визначаємо діаметр циліндра конфузора - 0,97м, тобто зазор між циліндричними поверхнями кришки корпусу та конфузору дорівнює 15мм. Об'єм спіненої води відносно площини дзеркала води до перемішування визначається за емпіричною формулою:

$$V^* = 3,4 \times 10^{-3} (1 - 1^{-0,1794G (2,434F + 1)})$$

V* - об'єм рідини в спіненому стані, м³;

G - витрата газу, м³/г;

F - площа поверхні води до перемішування, м².

Підставляючи одержані раніше значення G і F, одержуємо збільшення об'єму V* = 3,4 x 10⁻³, тоді h = 0,85мм.

Спінена поверхня води знаходиться на рівні верхньої кромки циліндра конфузору 4. Кут конусності кришки флотатора 2 і верхнього зрізаного конуса конфузору 4 обирається конструктивно, при цьому забезпечується можливість регулювання зазору між ними в межах від 2 до 20мм. Довжина твірної верхнього зрізаного конуса конфузору не повинна перевищувати 50мм. За даними попереднього розрахунку визначаються контури флотатора. При необхідності виконуються повторні розрахунки.

При першому запуску флотатора експериментальне досягається рівномірність стікання плівок забруднень до порожнини конфузору з мінімальними втратами маси очищуваної води шляхом зміни витрат газу і величини кінцевого зазору.

Авторами здійснено експериментальне доочищення води в мережі водопостачання з вмістом ПАР 162мкг/л. Об'єм флотатора 200л. Час очищення – 30хвилин. В таблиці наведений порівняльний аналіз забрудненості проб водопровідної води до та після її очищення з дистильованою водою.

Таблиця

Контрольні проби води	Кількість механічних забруднень в 100 см ³					
	Діапазони розмірів завислих частинок, мкм					
	5 - 10	10 - 25	25 - 50	50 - 100	100 - 200	200
Водопровідна вода	4361	3444	4301	2556	585	980
Очищена водопровідна вода	226	317	128	154	151	114
Дистильована вода	196	284	89	76	78	128

Надані в таблиці результати з середню - арифметичними по 10 вимірюванням контрольних проб води.

Забрудненість проб механічними часинами визначалась за допомогою при-лада контролю чистоти рідини ПКЖ - 904А з хибністю 3%.

Джерела інформації:

1. Патент України № 5243 «Промислова власність». Офіційний бюлетень № 7 - 1, 1994 р.

2. А. М. Плановський та ін. «Процеси та апарати хімічної технології». - Москва Вид. «Хімія», 1968 р.

3. Авторське свідоцтво СРСР № 1747389, 15.07.92 р. Бюлетень № 26.

4. Авторське свідоцтво СРСР № 1474093, 23.04.98 р. Бюлетень № 15.

5. Авторське свідоцтво СРСР № 1611874, 07.12.90 р. Бюлетень № 45.

