

гідністю 90 %, поле допуску повинно становити $\pm 2\sigma$ або 97,2 м/с, що відповідає значенням швидкостей УЗК, які отримані в ході експерименту (табл. 1). При цьому відносна похибка буде становити

$$\delta v = \frac{2\sigma}{V_{cp}} = 1,66\%$$

При встановленні в приладі, наприклад, швидкості 5940 м/с, похибка виміру товщини відносно дійсної буде становити від 0 до 2,67 % (див. колонка 6 табл. 1).

Ця похибка вираховується так:

$$\delta t_{3p}^{V3} = \frac{t_{3p}^{V3} - t_{3p}}{t_{3p}^{V3}} \%,$$

де: δt_{3p}^{V3} — відносна похибка виміру товщини, яка залежить від швидкості УЗК встановленої 5940 м/с і дійсної швидкості 5865 м/с;

t_{3p}^{V3} — результат виміру товщини ультразвуковим приладом в мм;

t_{3p} — результат виміру дійсної величини товщини з точністю $\pm 0,5$ мм.

Загальна проведена похибка методу виміру товщини для сталі 09Г2С наведена в колонці 8 (табл. 1). На рис. 1 зображена залежність усередненої швидкості поширення поздовжніх УЗК ($f = 2,5$ МГц) для сталі 09Г2С.

Таким чином, проведені експериментальні дослідження визначення товщини сталевих листів із трубної сталі 09Г2С для різної товщини товщиноміром з фіксованим значенням швидкості поширення УЗК засвідчили, що при фіксованій швидкості УЗК, рівній 5940 м/с, похибка визначення товщини товщиноміром МГ232 може становити до 2,67 % (0,5-0,6 мм) для сталі товщиною 28-35 мм (табл. 1, колонка 8).

Зменшити цю похибку вимірювань можна, застосувавши товщиномір, в якому швидкість УЗК вводиться вручну. Так, якщо встановити швидкість УЗК для товщини листа 16-20 мм в межах 5865-5925 м/с, то похибку вимірів δG можна довести до 0,05%, що дасть можливість реалізувати вимірювання товщини з точністю $\pm 0,1$ мм.

Література

1. Инструкция по контролю толщины стенок надземных газопроводов, технологической обвязки КС, ДКС, ГРС и гребенок подводных переходов магистральных газопроводов. — М., ВНИИГАЗ, 1987. — 17 с.
2. Гузь А.Н., Махорот Ф.Г., Гуца О.И. Введение в акустоупругость. — К.: Наукова думка, 1977. — 148 с.
3. Смирнов Н.В., Дунин-Барковский Н.В. Курс теории вероятностей и математической статистики для инженерных приложений. — М.: Наука, 1985. — 368 с.

УДК 622.276.43

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ОЧИЩЕННЯ ПІДТОВАРНОЇ ВОДИ ТОНКОШАРОВИМИ ВІДСТІЙНИКАМИ І НАФТОВЛОВЛЮВАЧАМИ

¹М.В.Івасишин, ²В.І.Красько, ²М.В.Лігоцький, ³О.В.Васьків

¹ ІФНТУНГ, 76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15, тел. (03422) 994112, e-mail: public@ifdtung.if.ua

² ВАТ "Укрнафта", 01001, м. Київ, Нестерівський провул, 3/5, тел. (044) 2125918, 2124256 e-mail: postinfo@ukrnafta.ukrtel.net

³ НГВУ "Бориславнафтогаз", 82300, Львівська обл., м. Борислав, вул. Карпатська Брама, 26, тел. (03248) 52820, e-mail: Gas@Bndu.Vimcom.Lviv.ua

Приведен анализ существующего способа очистки подтоварной воды в нефтеловушках. Предложен способ очистки отстойниками и показаны его преимущества.

Analysis of the existing way of injected water purification in oil traps is given. The way of water purification by fine filter beds is described, and its advantages are shown.

Найбільш поширеним з метою інтенсифікації видобутку нафти є метод підтримання пластового тиску шляхом закачування води в продуктивні пласти. З використанням цього методу в Україні видобувають більше половини всієї нафти. У зв'язку зі зростанням обводненості свердловин безперервно збільшуються

обсяги видобутих разом з нафтою пластових вод, які утворюють в процесі відбору і підготовки нафти нафтопромислові стічні води, відомі як підтоварні води. Вони містять велику кількість мінеральних солей, нафту, механічні домішки та інші забруднення.

Ефективним способом утилізації підтоварних вод є закачування їх в продуктивні пласти після очищення. Основною умовою при закачуванні підтоварної води в пласт є забезпечення тривалої і постійної приймальності, тобто, збереження фільтруючої здатності колектора. При незадовільній підготовці води закупориться привибійна зона свердловини, що вимагатиме підвищення тиску нагнітання води і введення додаткових свердловин.

Норми вмісту домішок у воді, яка закачується в продуктивні пласти, визначаються колекторськими властивостями пласта і регламентовані СТП 320.00135390.026-99 "Вода для заводнення нафтових покладів. Технічні вимоги".

У зв'язку з перевищенням обсягів підтоварної води, яка повинна очищатись над пропускною здатністю очисних споруд, якість очищення погіршується. Низька якість води для закачування в свердловини виникає також внаслідок суттєвих недоліків в роботі очисних споруд на промислах, їх морального і фізичного старіння.

На нафтопромислах здебільшого використовують механічне очищення води. До обладнання для механічного очищення води належать: вловлювачі піску і нафти, відстійники відкриті і закриті, фільтри та ін.

Нафтовловлювачі — широко розповсюджені споруди для очищення підтоварної води від нафти і механічних домішок. Розділення системи "вода — нафта — механічні домішки" відбувається під дією гравітаційних сил внаслідок різниці їх густин.

Складність фізико-хімічних і гідравлічних умов процесу відстоювання залежить від багатьох факторів, основним з яких є швидкість спливання, або осадження частинок у воді. Швидкість руху частинок у воді можна знайти з рівняння Стокса

$$U_0 = \frac{q(\rho - \rho_0)d^2}{18\mu}, \quad (1)$$

де: μ — динамічний коефіцієнт в'язкості води;

ρ — густина частинки;

ρ_0 — густина води;

d — діаметр частинки;

g — прискорення земного тяжіння.

При значенні $(\rho - \rho_0) > 0$ частинки осідають, при $(\rho - \rho_0) < 0$ — спливають. У багатofазних рідинах, якою є підтоварна вода, ці процеси здійснюються одночасно.

Швидкість спливання або осадження частинок залежить суттєво від розмірів частинок, густини води, нафти, механічних домішок і в'язкості води.

На швидкість спливання нафти суттєво впливає температура підтоварної води. Так, з підвищенням температури води від 5 до 20°C швидкість руху частинок нафти зростає в 1,5 рази. Це пояснюється тим, що при підвищенні температури в'язкість води, її густина, а також густина нафти зменшуються. При експлуатації

відстійників необхідно зменшувати втрати теплової енергії.

Швидкість переміщення частинки в нафтовловлювачі являє собою рівнодійну від вертикальної швидкості спливання або осадження частинок і швидкості горизонтального руху води вздовж нафтовловлювача.

Для вловлювання спливаючої нафти в нафтовловлювачі горизонтально встановлені нафтозбірні труби із щілиною, через які нафта стікає в колодязь і транспортується в резервуари. Осад згрібається скреперним транспортером в прямокутний гідроелеватором відкачується в шламонакопичувач.

Основними недоліками нафтовловлювачів є:

- їх відкритість, що спричинює контакт з атмосферою, випаровування нафтопродуктів, забруднення води продуктами залізовмісних сполук, а також втрати теплової енергії;

- великі розміри, що зумовлює значні капітальні витрати на їх будівництво;

- значні експлуатаційні витрати на їх обслуговування;

- низька якість очищення води внаслідок нерівномірності розподілу потоку по перерізу відстійника.

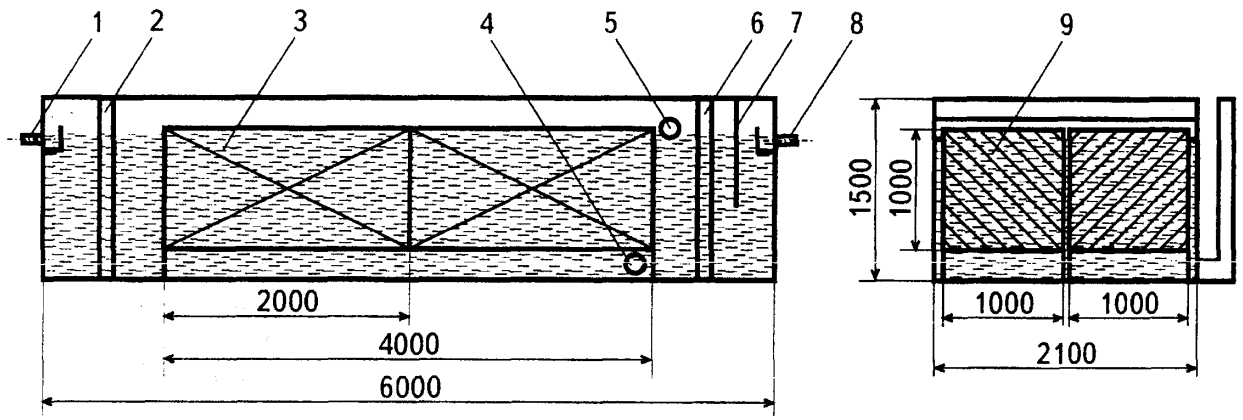
Використання тонкошарових відстійників для очищення підтоварної води усуває більшість недоліків, притаманних нафтовловлювачам. Тонкошаровий відстійник — це той же нафтовловлювач, в якому потік по висоті поділений пластинами на шари, товщина яких дорівнює відстані між пластинами відстійника.

Для забезпечення ефективної роботи тонкошарового відстійника необхідний комплекс устаткування для впускання і рівномірного розподілу води, збирання нафти і осаду. На рис. 1 наведена схема комплексу очищення підтоварної води тонкошаровими відстійниками.

Очищувана вода через трубу 1 і перегородку 2 поступає в тонкошаровий відстійник. Проходячи через відстійник, механічні домішки з води осідають на пластинах 9, сповзають на дно відстійника і видаляються колектором 5, а нафта зосереджується на протилежному боці пластин 9, спливає на поверхню води і збирається трубою 4. Далі очищена вода проходить через перегородки 6 і 7 і виходить через трубу 8.

Розділення потоку по висоті інтенсифікує процес очищення внаслідок зменшення часу спливання або осадження частинок, що уможливорює при тій самій продуктивності очищення на порядок зменшити об'єм обладнання. Суттєве зменшення об'єму обладнання дасть змогу ізолювати очищувану воду від атмосфери, що зменшить окислення нафтопродуктів, випаровування води і її теплові втрати, зменшить капітальні і експлуатаційні витрати, що суттєво знизить собівартість очищення підтоварної води.

Для наочності переваг тонкошарового відстійника перед нафтовловлювачем розрахуємо параметри і геометричні розміри тонкошарового відстійника, який забезпечить такі продуктивність і якість очищення, як у нафтовловлювача. За аналог візьмемо нафтовловлювач уніфі-



1 — труба впускна; 2 — перегородка впускна; 3 — тонкошарові відстійники; 4 — труба нафтозбірна; 5 — колектор виділення осаду; 6 — перегородка впускна; 7 — перегородка; 8 — труба випускна; 9 — пластини

Рисунок 1 — Схема комплексу очищення підтоварної води тонкошаровими відстійниками

кованої конструкції з такими технічними характеристиками:

- середня продуктивність, $\text{дм}^3/\text{с}$ — 15;
- число секцій, шт. — 2;
- глибина протічної частини, м — 1,2;
- розміри секцій, м:
 - ширина — 3;
 - довжина — 18;
 - глибина — 2,2;
- об'єм нафтовловлювача, м^3 — 238.

Для розрахунку інших параметрів нафтовловлювача приймаємо такі припущення:

1. Швидкість руху води в нафтовловлювачі у всіх точках поперечного перерізу однакова.
2. Швидкість спливання частинок нафти і осадження механічних домішок постійна протягом всього часу спливання.

Порівняння роботи нафтовловлювача і тонкошарового відстійника будемо проводити за об'ємом обладнання при забезпеченні ним заданої продуктивності і мінімальної гідравлічної крупності затримуваних частинок.

Гідравлічна крупність частинок U_0 визначається за формулою

$$U_0 = \frac{h}{t}, \quad (2)$$

де: h — глибина протічної частини нафтовловлювача;

t — максимальний час спливання або осадження частинки.

Максимальний час спливання або осадження частинки дорівнює

$$t = \frac{L}{V}, \quad (3)$$

де: L — довжина нафтовловлювача;

V — швидкість руху рідини.

Швидкість руху рідини в нафтовловлювачі дорівнює

$$V = \frac{Q}{F}, \quad (4)$$

де: Q — продуктивність очищення;

F — площа поперечного перерізу нафтовловлювача.

Площа поперечного перерізу нафтовловлювача дорівнює

$$F = B \cdot h \cdot n, \quad (5)$$

де: B — ширина секції;

h — глибина протічної частини;

n — кількість секцій.

Підставимо вирази (3) (4) (5) у формулу (2) і отримаємо

$$U_0 = \frac{Q}{Lbn}. \quad (6)$$

Підставимо значення $Q = 15 \text{ дм}^3/\text{с} = 15 \cdot 10^3 \text{ см}^3/\text{с}$; $L = 18 \text{ м} = 18 \cdot 10^2 \text{ см}$; $B = 3 \text{ м} = 3 \cdot 10^2 \text{ см}$; $n = 2$ у рівняння (6)

$$U_0 = \frac{15 \cdot 10^3}{18 \cdot 10^2 \cdot 3 \cdot 10^2 \cdot 2} = 0,0138 \text{ см/с}. \quad (7)$$

Розрахуємо параметри тонкошарового відстійника з перехресною схемою руху осаду, який забезпечить продуктивність очищення $Q = 15 \text{ дм}^3/\text{с}$ і мінімальну гідравлічну крупність затримуваних частинок $U_0 = 0,0138 \text{ см/с}$ [2].

Відстань між пластинами приймаємо $b = 30 \text{ мм}$, і кут нахилу пластин в поперечному напрямі $\alpha = 45^\circ$.

Визначимо площу поперечного перерізу F відстійника

$$F = \frac{Q}{V}, \quad (8)$$

де: Q — продуктивність очищення;

V — швидкість руху рідини.

Швидкість руху рідини V визначаємо за формулою

$$V = \frac{L}{t}, \quad (9)$$

де: L – довжина відстійника;
 t – максимальний час спливання або осадження частинок.

Максимальний час спливання або осадження частинок дорівнює

$$t = \frac{b}{\cos \alpha \cdot U_0}, \quad (10)$$

де: b – відстань між пластинами;
 U_0 – гідравлічна крупність частинок;
 α – кут нахилу пластин до горизонту.
 Підставимо вирази (9) (10) у формулу (8) і одержимо

$$F = \frac{Q \cdot b}{L \cdot U_0 \cdot \cos \alpha} \quad \text{або} \quad F \cdot L = \frac{Q \cdot b}{U_0 \cdot \cos \alpha}. \quad (11)$$

Підставимо значення $Q = 1,5 \cdot 10^3 \text{ см}^3/\text{с}$;
 $b = 3 \text{ см}$; $U_0 = 0,0138 \text{ см/с}$; $\alpha = 45^\circ$; $\cos \alpha = 0,707$
 у формулу (8) і одержимо

$$F \cdot L = \frac{1,5 \cdot 10^3 \cdot 3}{0,0138 \cdot 0,707} = 4,61 \cdot 10^6 \text{ см}^3 = 4,61 \text{ м}^3.$$

Вибираючи довжину, визначаємо площу поперечного перерізу:

$$\text{при } L = 2 \text{ м}, \quad F = 2,3 \text{ м}^2;$$

$$L = 2,5 \text{ м}, \quad F = 1,84 \text{ м}^2,$$

Прийmemo $L = 2,5 \text{ м}$ і $F = 2 \text{ м}^2$.

При розмірах секції відстійника $B \times L \times H = 1 \text{ м} \times 1,25 \text{ м} \times 1 \text{ м}$ кількість секцій — 4.

Враховуючи системи функціонування відстійника (впускання і розподілу води, збирання нафти і осаду, випускання очищеної води), розміри комплексу будуть

$$B \times L \times H = 2,2 \text{ м} \times 4,5 \text{ м} \times 1,5 \text{ м}.$$

Об'єм комплексу

$$V = B \cdot L \cdot H = 2,2 \cdot 4,5 \cdot 1,5 \approx 15 \text{ м}^3.$$

Порівнюючи об'єм тонкошарового відстійника $V = 15 \text{ м}^3$ з об'ємом нафтовловлювача $V = 238 \text{ м}^3$, бачимо, що об'єм відстійника менший в 15 разів, що забезпечить:

- зменшення капітальних витрат на спорудження;
- зменшення втрат теплової енергії;
- зниження екологічного навантаження на довкілля;
- зниження собівартості очищеної води;
- покращення якості очищення підтоварної води.

Література

1. Пути интенсификации работы отстойников системы подготовки сточных вод к заводу. – М.: ВНИИОЭНГ, 1977. – 52 с.

2. Демура М.В. Проектирование тонкослойных отстойников. – К.: Будівельник, 1981. – 52 с.

УДК 556.3

МЕТОДИКА ПРОГНОЗУВАННЯ ФОРМУВАННЯ АРЕАЛУ ЗАБРУДНЕНЬ ШКІДЛИВИМИ ВИТОКАМИ ЗІ СХОВИЩ

Л.Є.Шкіца

ІФНТУНГ, 76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15, тел. (03422) 45369,
 e-mail: lshkitsa@ifdtung.if.ua

Методика прогнозування розподілу ареалу забруднення с хранилищ промислових відходів, которая базується на розробаній математической моделі, позволяет определять форму, размеры ареала, распределение концентрации вредных отходов и время формирования. Предложена графическая интерпретация результатов исследования.

В основу прогнозування процесу формування ареалу забруднень доквілля шкідливими витоками зі сховищ відходів виробництва покладено розроблену математичну модель [1], відповідно з якою лінійне джерело витоків формується з точкових джерел, розміщених на горизонтальній площині з кроком δX_g . Першою черговою задачею в цьому плані є визначення інтенсивності кожного з точкових джерел, їх необхідної кількості та кроку між ними. Очевидно, що для забезпечення адекватності моделі

The forecasting method of the distribution of areal pollution from storehouses of industrial wastes based on the developed mathematical model permits to define the form, areal sizes, distribution of harmful wastes concentration and time of formation. Is has been offered graphic interpretation of the research results.

необхідно виходити з сумарної кількості витоків Q_p за певний проміжок часу (наприклад, за рік). Відтак, припускаючи часову рівномірність дії точкового джерела, можна визначити його інтенсивність у вигляді

$$q = \frac{Q_p}{\tau \cdot k \cdot n}, \quad (1)$$

де: k – коефіцієнт нерівномірності, що враховує сезонну нерівномірність коливання температури;