

ГАРМОНІЗАТОР ПРОЦЕСУ ПУЛЬСАЦІЇ РОБОЧОЇ РІДИНИ В ПРИБІЙНОМУ ІМПУЛЬСНОМУ ДІЇ НА НАФТОВУ СВЕРДЛОВИНУ

Розглянуто пристрій імпульсної дії на нафтову свердловину, який на основі взаємодії гармонізатора коливань та вихрового модуля, забезпечує репресивну дію робочої рідини на колектор привибійної зони, тим самим очищуючи її, що сприяє підвищенню продуктивності нафтової свердловини. Метою дослідження є обґрунтування параметрів гармонізатора коливань, як основного модуля для регулювання коливань тиску пульсуючого потоку робочої рідини. На основі запропонованої конструкції пристрою проведено розрахунок процесу дроселювання робочої рідини через гармонізатор коливань. Проведена оцінка напружено-деформованого стану мембрани, як оболонки, виходячи з моментної теорії розрахунку. Результатом дослідження, враховуючи критерій ефективності функціонування пристрою, визначені раціональні параметри регулюючого елемента гармонізатора коливань – мембрани, а саме її товщина, зовнішній та внутрішній діаметри, які впливають на налаштування частоти коливань мембрани у визначеному діапазоні.

Ключові слова: гармонізатор коливань, вихровий модуль, мембрана, напружено-деформований стан.

Вступ

Актуальність роботи пов'язана зі створенням пристрою імпульсної дії на привибійну зону нафтової свердловини з мінімальною кількістю рухомих деталей для забезпечення надійності роботи пристрою за умови прокачування через пристрій робочої рідини, в процесі проведення обробки свердловини, яка включає різноманітні хімічні реагенти та частинки коальмантів.

На основі аналізу існуючих засобів для підвищення видобутку нафти [1, 2] систематизовано ряд ефективних пристроїв, які використовують енергію потоку робочої рідини. Виявлено основні недоліки таких пристроїв, а саме - низьку продуктивність та обмежену спроможність регулювання функціонування пристрою за умови змінних характеристик процесів у привибійній зоні свердловини.

Розглядаються пристрої гідродинамічної дії [3, 4], за рахунок яких можна досягти підвищення ефективності в забезпеченні процесу очищення привибійної зони нафтової свердловини. Більшість пристроїв гідродинамічної дії передбачають прокачування робочої рідини та імпульсний вплив на пласт, однак процес формування пульсуючого потоку робочої рідини здійснюється за допомогою різноманітних механізмів з різною ефективністю. Актуальним є дослідження механізму генерації коливань пульсуючої рідини, який працює за рахунок використання вихрової закрутки потоку робочої рідини з формуванням регульованого пульсуючого потоку зі стабілізацією його частоти та з підвищенням амплітуди тиску.

Мета та завдання

Метою роботи є обґрунтування параметрів гармонізатора коливань, як основного модуля регулювання коливань тиску пульсуючого потоку, що створюється через взаємодію гармонізатора з вихровим модулем.

Для досягнення поставленої мети сформульовані задачі дослідження: розглянути процес розподілу потоку робочої рідини через гармонізатор коливань та завихрювач, а також встановити залежність надлишкового тиску від витрати робочої рідини; дослідити напружено-деформований стан кільцевої мембрани гармонізатора коливань та визначити її раціональні параметри.

Матеріал і результати досліджень

Пристрій імпульсної дії [5] розроблено в Центрі імпульсно-хвильових конструкцій, технологій та навчальних систем ІЕЕ НТУУ "КПІ" за господарським договором з НВО "Азгарт" (Україна) та за міжнародним господарським договором «Розробка резонансно-хвильового генератора коливань з мінімізацією кількості рухомих частин та можливістю керування технологічним процесом від програмно-логічного контролера для впливу на обводненні теригенні поліміктові колектори з погіршеною проникністю» з ЗАТ «Ренфорс» (Росія).

Пристрій імпульсної дії 1 (рис. 1) містить два основних модулі: гармонізатор коливань 2 та вихровий модуль 3. Пристрій імпульсної дії опускають в свердловину на насосно-компресорних трубах (НКТ) на задану глибину до рівня перфораційних отворів в обсадній колоні, щоб здійснювати вплив на привибійну зону свердловини 4. На поверхні встановлюється насосний агрегат 5, наприклад, ЦА-320. На рис. 2 показано уточнене зображення пристрою імпульсної дії при його горизонтальному розташуванні.

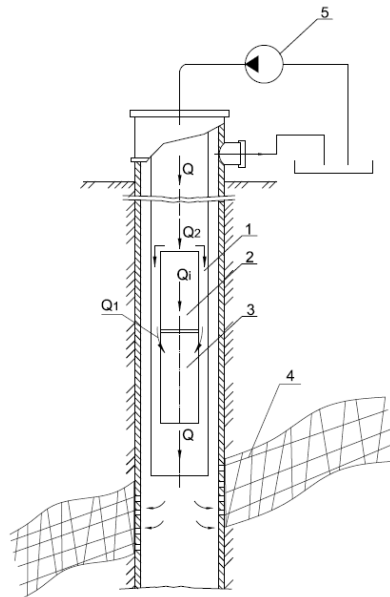


Рисунок 1 – Технологічна схема впливу пристрою імпульсної дії на привибійну зону свердловини

Після установки пристрою в привибійній зоні, підключають насосний агрегат і робоча рідина подається по насосно-компресорним трубам на вхідну муфту 1 (рис. 2) пристрою імпульсної дії 2, після чого потік робочої рідини розподіляється на два потоки. Один потік з них подається на мембранний гармонізатор 3 клапанного типу, а інший - на завихрювач 4. В основу роботи пристрою як генератора коливань покладено взаємодію цих двох потоків робочої рідини. Потік, який подається на завихрювач, через тангенціальні отвори потрапляє у вихрову камеру, в результаті чого у вихровій камері формується закручений потік робочої рідини. У закрученому потоці, через збільшення швидкості, виникає область падіння тиску.

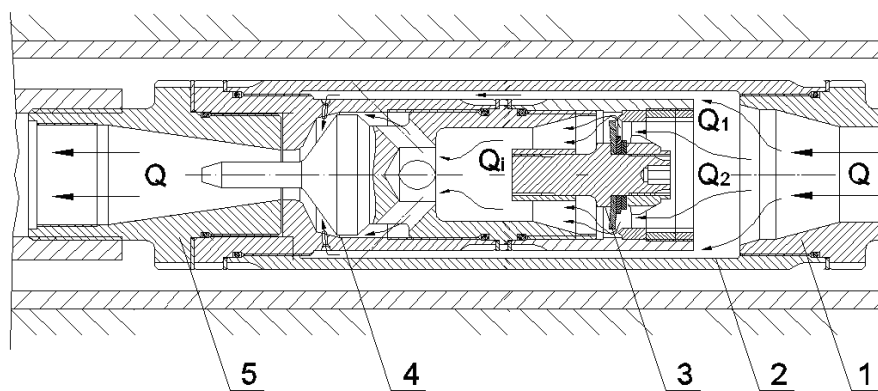


Рисунок 2 – Функціональна схема впливу пристрою імпульсної дії на привибійну зону свердловини

Область падіння тиску поширюється в область установки мембрани гармонізатора, а з іншого боку на мембрану діє тиск, який визначається процесом дроселювання проходження рідини через тангенціальні отвори завихрювача. На перепаді тисків мембрана деформується, інжектований потік рідини потрапляє до вихрової камери. При зустрічі закрученого і інжекційного потоків вихор розпадається, швидкість рідини падає і, відповідно до закону Бернуллі, тиск у вихровій камері підвищується, рідина виштовхується через вихідну муфту 5 в зону перфораційних отворів в обсадній колоні і далі через перфораційні отвори в пластову систему. Далі кількість рідини у вихровій камері зменшується, що призводить до нового вихроутворення, цикл повторюється, створюючи періодичний процес коливань тиску.

В тангенціальних отворах завихрювача виділяються дві ділянки: конфузورها та соплова. Конфузорна ділянка призначена для зменшення втрат на вході в отвори, а соплова частина на виході з отвору формує закручений струмінь робочої рідини за рахунок нахилу отвору під визначеним кутом. Симетричність отворів по діаметру завихрювача сприяє однорідному розподілу закручених струменів робочої рідини у вихровій камері.

Гармонізатор коливань мембранного типу дозволяє упорядкувати інжектвану частину потоку, яка періодично подається до вихрової камери з частотою відкриття мембрани при її деформації і, взаємодіючи з вихровим потоком, генерує коливальний процес на виході з вихрової камери. При дії частини потоку на один бік мембрани, за умови падіння тиску з іншого боку – з боку завихрювача, мембрана періодично деформується пропускаючи потік з визначеною частотою коливань.

Основним елементом гармонізатора є кільцева металева мембрана, яка закріплена по внутрішньому кільцю на утримувачі, з упором на сідло через попереднє напруження в мембрані.

Проведено аналіз напружено-деформованого стану кільцевої мембрани гармонізатора коливань. Для цього розглянуто дві розрахункові схеми, за якими встановлено закон розподілу напружень, які виникають в кільцевій мембрані, та діапазон зміни переміщення мембрани при переході від однієї розрахункової схеми до іншої. Розрахункова схема №1 визначена для кільцевої мембрани, внутрішній край якої має шарнірне закріплення, рис. 3, а. Розрахункова схема №2 визначена для кільцевої мембрани, внутрішній край якої має жорстке закріплення, рис. 3, б.

Вхідні дані для розрахунку: $r_1=9 \cdot 10^{-3}$ – радіус внутрішнього кільця, м; $r_2=31 \cdot 10^{-3}$ – радіус зовнішнього кільця, м; $h=2,6 \cdot 10^{-3}$ – товщина мембрани, м; $\mu=0,3$ – коефіцієнт Пуассона, в.о.; $E = 2,15 \cdot 10^{11}$ – модуль пружності, Па; $p = 0,5 \cdot 10^6 \dots 2,0 \cdot 10^6$ – рівномірно розподілене навантаження на кільцеву мембрану, Па.

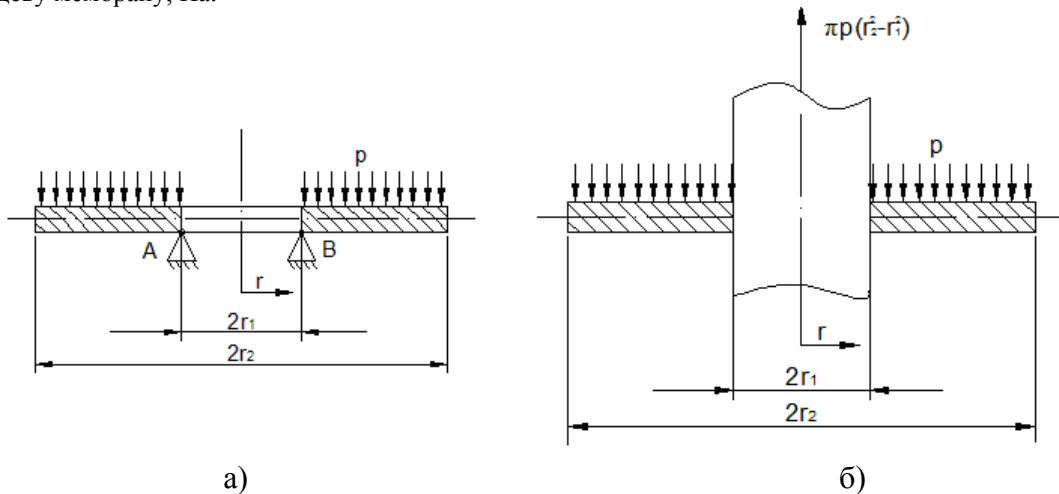


Рисунок 3 – Розрахункова схема кільцевої мембрани: а - при шарнірному закріпленні внутрішнього кільця (№1), б - при жорсткому закріпленні внутрішнього кільця (№2)

Рівняння інтенсивності згинаючих моментів $M_r(x)$ та $M_t(x)$ для кільцевої мембрани при осесиметричному навантаженні [6]:

- для розрахункової схеми №1

$$M_r = pr_2^2 \left[\frac{3+\mu}{16} \left(1 + \frac{1}{\alpha^2} - \frac{1}{x^2} - \frac{x^2}{\alpha^2} \right) + \frac{1+\mu}{4} \left(\ln x - \frac{\alpha^2 \ln \alpha (x^2 - 1)}{x^2 (\alpha^2 - 1)} \right) \right] \quad (1)$$

$$M_t = pr_2^2 \left[\frac{1+\mu}{4} \left(\ln x - \frac{\alpha^2 \ln \alpha (x^2 + 1)}{x^2 (\alpha^2 - 1)} + \frac{5\mu - 1}{16} \right) + \frac{3+\mu}{4} \left(\frac{1}{\alpha^2} + \frac{1}{x^2} \right) - \frac{(1+3\mu)x^2}{16\alpha^2} \right], \quad (2)$$

де $x = \frac{r}{r_1}$, а $\alpha = \frac{r_2}{r_1}$.

- для розрахункової схеми №2

$$M_r = pr_2^2 \left[\frac{1+(1+\mu) \ln x}{4} - \frac{(3+\mu)x^2 - (1+\mu)}{16\alpha^2} - \frac{1}{16} \frac{\left(\frac{1-\mu}{x^2} + 1 + \mu \right)}{1-\mu + (1+\mu)\alpha^2} \left[\alpha^2(1-\mu) + 4(1+\mu)\alpha^2 \ln \alpha + (1+\mu) \right] \right], \quad (3)$$

$$M_t = pr_2^2 \left[\frac{\mu + (1 + \mu) \ln x}{4} - \frac{(3\mu + 1)x^2 - (1 + \mu)}{16\alpha^2} + \frac{1}{16} \frac{\left(\frac{1 - \mu}{x^2} - (1 + \mu) \right)}{1 - \mu + (1 + \mu)\alpha^2} \left[\alpha^2 (1 - \mu) + 4(1 + \mu)\alpha^2 \ln x + (1 + \mu) \right] \right], \quad (4)$$

Напруження, що виникають по внутрішньому контуру кільцевої мембрани радіуса r_1 [6]:

$$\sigma_{r1} = k_{r1}^p \frac{pr_2^2}{h^2}, \quad (5)$$

$$\sigma_{t1} = k_{t1}^p \frac{pr_2^2}{h^2} \quad (6)$$

Напруження, що виникають по зовнішньому контуру кільцевої мембрани радіуса r_2 [6]:

$$\sigma_{r2} = k_{r2}^p \frac{pr_2^2}{h^2}, \quad (7)$$

$$\sigma_{t2} = k_{t2}^p \frac{pr_2^2}{h^2} \quad (8)$$

Переміщення δ зовнішнього контуру кільцевої мембрани відносно внутрішнього контуру визначається за формулою [6]:

$$\delta = k_p \frac{pr_2^4}{Eh^3} \quad (9)$$

Для знаходження напружень та переміщень кільцевої мембрани, при $\alpha=3,5$ в.о, встановлено значення коефіцієнтів, що входять до складу формул (5-9) шляхом інтерполяції для кожної розрахункової схеми [6]: $k_{r1}^p=0$ в.о., $k_{t1}^p = -3,82$ в.о., $k_{r2}^p=0$ в.о., $k_{t2}^p = -0,758$ в.о., $k_{r1}^p = -2,575$ в.о – для розрахункової схеми №1; $k_{r1}^p = -2,575$ в.о., $k_{t1}^p = -0,7725$ в.о., $k_{r2}^p=0$ в.о., $k_{t2}^p = -0,3135$ в.о., $k_p = 0,3685$ в.о – для розрахункової схеми №2.

Напруження $\sigma_{r1}=0$ Па, $\sigma_{r2}=0$ Па, а напруження σ_{t1}, σ_{t2} наведені в табл. (для розрахункової схеми №1). Напруження $\sigma_{r2}=0$ Па, а напруження $\sigma_{r1}, \sigma_{t1}, \sigma_{t2}$ наведені в табл. (для розрахункової схеми №2).

При переході від першої до другої розрахункової схеми при встановлених значеннях напруження отримуємо діапазон переміщення мембрани при заданому зовнішньому навантаженні.

Таблиця – Результати розрахунку абсолютних значень напруження та переміщення кільцевої мембрани

Тиск на мембрану p , Па	Напруження σ_{r1} , Па	Напруження σ_{t1} , Па	Напруження σ_{t2} , Па	Переміщення зовнішнього контуру δ , м
для розрахункової схеми №1				
$0,5 \cdot 10^6$	0	$271,1 \cdot 10^6$	$53,8 \cdot 10^6$	$0,154 \cdot 10^{-3}$
$1,0 \cdot 10^6$	0	$543,1 \cdot 10^6$	$107,8 \cdot 10^6$	$0,309 \cdot 10^{-3}$
$2,0 \cdot 10^6$	0	$1086,3 \cdot 10^6$	$215,5 \cdot 10^6$	$0,617 \cdot 10^{-3}$
$5,0 \cdot 10^6$	0	$2715,1 \cdot 10^6$	$538,8 \cdot 10^6$	$1,543 \cdot 10^{-3}$
для розрахункової схеми №2				
$0,5 \cdot 10^6$	$183,1 \cdot 10^6$	$54,9 \cdot 10^6$	$22,3 \cdot 10^6$	$0,045 \cdot 10^{-3}$
$1,0 \cdot 10^6$	$366,2 \cdot 10^6$	$109,8 \cdot 10^6$	$44,6 \cdot 10^6$	$0,091 \cdot 10^{-3}$
$2,0 \cdot 10^6$	$732,4 \cdot 10^6$	$219,6 \cdot 10^6$	$89,1 \cdot 10^6$	$0,180 \cdot 10^{-3}$
$5,0 \cdot 10^6$	$1831,0 \cdot 10^6$	$549,1 \cdot 10^6$	$222,8 \cdot 10^6$	$0,450 \cdot 10^{-3}$

Розглядається розрахункова схема для паралельних гідравлічних потоків (рис. 4), оскільки в пристрої імпульсної дії відбувається розподіл основного потоку на два паралельних потоки. Справедливо, що витрата на вході до розподілення та після об'єднання паралельних потоків залишається незмінною [7]:

$$Q = Q_1 + Q_2, \quad (10)$$

$$Q_i = Q_2, \quad (11)$$

де Q_1 - потік робочої рідини через завихрювач, Q_2 - потік робочої рідини через гармонізатор коливань, Q_i - інжектований потік рідини.

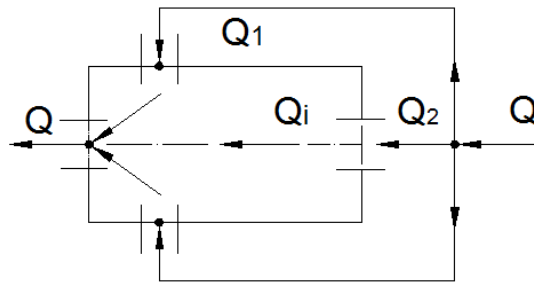


Рисунок 4 – Розрахункова схема паралельного з'єднання ділянок

Співвідношення витрат між двома паралельними потоками, з урахуванням турбулентного руху в пристрої визначається:

$$\frac{Q_2}{Q_1} = \sqrt{\frac{\lambda_1 L_1 d_2^5}{\lambda_2 L_2 d_1^5}}, \quad (12)$$

де λ_1, λ_2 – коефіцієнт гідравлічного тертя для турбулентного режиму; L_1, L_2 – довжина відповідної паралельної ділянки; d_1, d_2 – діаметри, через які здійснюється паралельний потік робочої рідини.

Коефіцієнт гідравлічного тертя для гладких труб при умові, що $2300 < Re < 8 \cdot 10^4$ визначається залежністю [7]:

$$\lambda = 0,3164 Re^{-0,25}. \quad (13)$$

Оскільки в пристрої імпульсної дії значення довжини та діаметра відповідної паралельної ділянки носить змінний характер, тому по всій довжині ділянки приймається співвідношення витрат:

$$Q_2 = (0,25 \dots 0,35) Q_1. \quad (14)$$

Тоді тиск дроселювання, при максимально допустимій деформації кільцевої мембрани, за умови забезпечення міцності, розраховується за формулою [7]:

$$\Delta p = \frac{Q_2^2}{\mu_p^2 \cdot S_x^2} \cdot \frac{\rho_p}{2}, \quad (15)$$

де $Q_2 = 0 \dots 11 \cdot 10^{-3}$ – змінне значення витрати робочої рідини, що надходить до гармонізатора коливань, м³/с; $\rho_p = 1,0 \cdot 10^{-3}$ – густина робочої рідини, кг/м³; $\mu_p = 0,64$ – коефіцієнт витрати, в.о.; $S_x = \pi D \delta_x$ – площа прохідного кільцевого отвору, яка змінюється залежно від переміщення кільцевої мембрани, через яку здійснюється дроселювання робочої рідини, та визначається як поверхня циліндра з діаметром $D = 61 \cdot 10^{-3}$ м та із змінною висотою δ_x м.

Проведено накладання розрахункових кривих, отриманих при дослідженні НДС кільцевої мембрани на криві, визначені при дослідженні дроселювання робочої рідини через кільцеву мембрану: крива 1 – для витрати робочої рідини $3 \cdot 10^{-3}$ м³/с, крива 2 – для $5 \cdot 10^{-3}$ м³/с, крива 3 – для $7 \cdot 10^{-3}$ м³/с та отримано точки перетину, які вказують на параметри кільцевої мембрани при налаштуванні її на робочий режим (рис. 5).

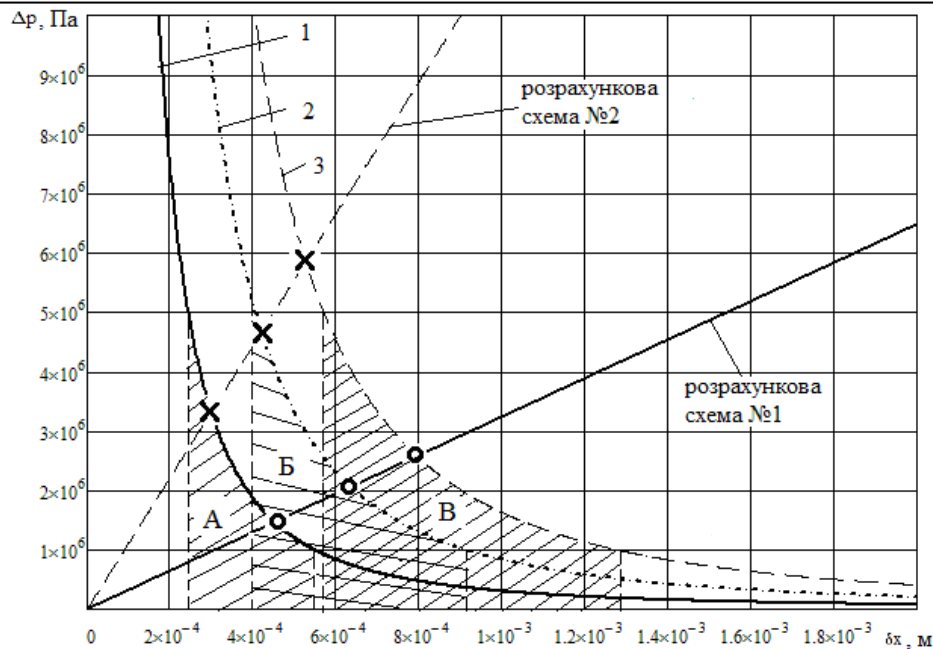


Рисунок 5 – Графік залежності перепаду тиску дроселювання від переміщення кільцевої мембрани з відображенням робочого діапазону її переміщення

Графік функції (рис. 5) зменшується в інтервалі $(0; \infty)$, коли значення переміщення мембрани наближається до 0, функція перепаду тиску при дроселюванні необмежено збільшується, та навпаки, при наближенні значення переміщення мембрани до ∞ , значення перепад тиску наближається до 0. Таким чином, необхідно встановити обмеження для переміщення кільцевої мембрани, щоб встановити робочий діапазон тиску дроселювання.

Робочий діапазон тиску дроселювання від $1,0 \cdot 10^6$ Па до $5,0 \cdot 10^6$ Па досягається при деформації мембрани в діапазоні від $0,7735 \cdot 10^{-3}$ м до $0,3459 \cdot 10^{-3}$ м при витраті робочої рідини $3 \cdot 10^{-3}$ м³/с (область А, рис. 5), від $0,4075 \cdot 10^{-3}$ м до $0,9075 \cdot 10^{-3}$ м при витраті робочої рідини $5 \cdot 10^{-3}$ м³/с (область Б, рис. 5) та від $0,5075 \cdot 10^{-3}$ м до $1,271 \cdot 10^{-3}$ м при витраті робочої рідини $7 \cdot 10^{-3}$ м³/с (область В, рис. 5).

Таким чином, регулювання робочого діапазону для кільцевої мембрани досягається зміною переміщення мембрани та зміною витрати робочої рідини. Наприклад, підвищення тиску дроселювання досягається підняттям витрати робочої рідини, що надходить від насосного агрегату та зміною переміщення зовнішнього контуру мембрани.

Висновки

Встановлена залежність надлишкового тиску від зміни витрати робочої рідини при дроселюванні через гармонізатор коливань. Налаштування мембрани на робочий діапазон тиску дроселювання від $1,0 \cdot 10^6$ Па до $5,0 \cdot 10^6$ Па досягається при деформації мембрани в діапазоні від $0,7735 \cdot 10^{-3}$ м до $0,3459 \cdot 10^{-3}$ м при заданій витраті робочої рідини $3 \cdot 10^{-3}$ м³/с. При розрахунку напружено-деформованого стану кільцевої мембрани гармонізатора коливань встановлено, що при тиску спрацювання $5,0 \cdot 10^6$ Па максимальні напруження досягають значень $2715,1 \cdot 10^6$ Па та $538,8 \cdot 10^6$ Па в радіальному та тангенціальному напрямках, а максимальне переміщення зовнішнього контуру кільцевої мембрани дорівнює $1,543 \cdot 10^{-3}$ м. Запропонована конструкція пристрою імпульсної дії при взаємодії гармонізатора та вихрового модуля забезпечує стабільний режим коливань тиску в рідині з генерацією імпульсної дії на колектор привибійної зони, знеміцнюючи його. Це призводить до очищення старих і створення нових фільтраційних каналів і, відповідно, до збільшення проникливості колектора, що сприяє покращенню гідродинамічного зв'язку нафтового пласта зі свердловиною та, як наслідок, значного підвищення продуктивності нафтової свердловини. За рахунок досягнення мінімальної кількості рухомих деталей запропоноване обладнання може застосовуватись для обробки свердловин з використанням як хімічних реагентів при хімічній обробці, так і при термохімічній обробці на високих температурах.

Література

1. Дыбленко В.П. Повышение продуктивности и реанимация скважин с применением виброволнового воздействия [Текст] \ В.П. Дыбленко, Р.Н. Камалов, Р.Я. Шариффулин, И.А. Туфанов – М.: ООО «Недра-Бизнесцентр», 2000. — 381 с: ил.
2. Яремійчук Р. С. Основи гірничого виробництва: видобування нафти, газу та твердих корисних копалин: підручник / Р. С. Яремійчук, В. Р. Возний. – К.: «Кондор», 2006. – 376 с
3. Пат. RU № 2462586 С2, Россия, МПК E21B 43/22, E21B 37/06, E21B 28/00; Способ синергической рагентно-импульсно-волновой обработки призабойной зоны пласта и установки для его осуществления / Богуслаев В. А., Кононенко П. И., Скачедуб А. А., Квитчук К. К., Козлов О. В., Слиденко В. М., Листовщик Л. К., Лесик В. С., патентообладатель ЗАО «Ренфорс», опублик. 27.09.2012 Бюл. №27. – 11 с.
4. Пат. на корисну модель № 46043, Україна, МПК (2009), E21B 43/25, Спосіб хвильової обробки нафтоносного пласта / Нагорний В. П., Денисюк І. І., Микulyак С. В. – № u200905232; заявл. 25.05.2009, опубл. 10.12.2009 року, Бюл. № 23. – 2 с.
5. Пат. на корисну модель № 63072, Україна, МПК (2011.01), E21B 43/25, E21B 28/00, Генератор коливань резонансної дії на нафтову свердловину / Слиденко В. М., Калюш М. П., Бараняк М. М., Смашний В. А., власник Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут». – № u201102540; заявл. 03.03.2011, опубл. 26.09.2011 року, Бюл. № 18. – 4 с.
6. Коваль В. П. Гидравлика и гидропривод горных машин: Учебник для вузов по специальности «Горные машины и комплексы». – М.: Машиностроение, 1979. – 319 с., ил.
7. Пономарев. С. Д. Расчеты на прочность в машиностроении: Некоторые задачи прикладной теории упругости. Расчеты за пределами упругости. Расчеты на ползучесть. Т. 2 / С. Д. Пономарев, В. Л. Бидерман, К. К. Лихарев, В. М. Макушин, Н. Н. Малинин, В. И. Феодосьев. М.: Машгиз. – 1958. – 974 с.

M. KALIUSH, postgraduate student,

V. SLIDENKO, PhD, Ass. Prof.

National Technical University of Ukraine «Kyiv Polytechnic Institute»

**DEVICE OF HARMONIZATION OF OSCILLATION IN PROCESS OF FLUID PULSATIONS
WHICH CONSIST IN DEVICE OF PULSE ACTION ON OIL WELL**

The device of pulse action on oil well is developed. The purpose of research is substantiation the parameters of device for harmonization which named as harmonizator of oscillations. Harmonizator of oscillations is device for regulating of pulsating of pressure the flow of fluid. The interaction of harmonizator of oscillations and vortex module is described. Harmonizator of oscillations is contains a circular membrane. The vortex module contains the device for swirling of flow with tangential holes. The area of low pressure is formed in vortex module. The fluid flow is injected through harmonizator of oscillations into the area with low pressure. The both fluid flow are mixed. The pulsating of fluid flow is formed. The frequency and amplitude of pulsating flow are regulated by harmonizator of oscillation through the parameters of the membrane. The circle membrane is calculated on the stressed-strained state. The working deformation of the membrane is defined. The process throttling of flow fluid through the membrane in harmonizator of oscillation is described. The generator of oscillation contains no moving parts, has high reliability of work. The generator of oscillation is lowered into the well on the working depth and has a hydrodynamic action on the bottomhole zone of the oil well. Using the generator vibrations cleared the collector of oil-well from pollutants and increases the productivity of oil wells.

Key words: device of harmonization of oscillation, vortical module, membrane, stress-strain state.

REFERENCES

1. Dyiblenko, V.P. Povyishenie produktivnosti i reanimatsiya skvazhin s primeneniem vibrovolnovoogo vozdeystviya (2000) / V.P. Dyiblenko, R.N. Kamalov, R.Ya. Shariffulin, I.A. Tufanov – ООО «Недра-Бизнесцентр», Moscow, Russia, p. 381.
2. Yaremiychuk R. S. Osnovy hirnychoho vyrobnytstva: vydobuvannya nafty, hazu ta tverdikh korysnykh kopalyv (2006) / R. S. Yaremiychuk, V. R. Voznyy. «Kondor», Kyiv, Ukraine, p. 376.
3. Bohuslaev, V. A., Kononenko, P. Y., Skachedub, A. A., Kvytchuk, K. K., Kozlov, O. V., Slydenko, V. M., Lystovshchik, L. K., Lesyk, V. S Sposob sinergicheskoy raagentno-impulsno-volnovoy obrabotki prizaboynoy zonyi plasta i ustanovki dlya ego osuschestvleniya (dated September 27, 2012), Pat. RU № 2462586 С2, МПК E21B 43/22, E21B 37/06, E21B 28/00; no. 27, ЗАО «Ренфорс», Russia, p. 11.
4. Nahornyy, V. P., Denysyuk, I. I., Mykulyak, S. V. Sposib khvyl'ovoyi obrobky naftonosnogo plasta (dated December 10, 2009), Pat. na korysnu model №46043, E21B 43/25, no 23, Ukraine, p.2

5. Slidenko, V. M., Kaliush, M. P., Baranyak, M. M. and Smashnyy V. A. Henerator kolyvan rezonansnoyi diyi na naftovu sverdlovynu (dated September 26, 2011), Pat. na korysnu model № 63072, E21B 43/25, E21B 28/00, no. 18, National Technical University of Ukraine "Kyiv Polytechnic Institute", Ukraine, p.4.
6. Koval V. P. Gidravlika i gidroprivod gorniyh mashin: Uchebnik dlya vuzov po spetsialnosti «Gornyye mashyny i kompleksy» (1979). «Mashinostroenie», Moscow, Russia, p. 319.
7. Ponomarev. S. D. Raschety na prochnost v mashinostroenii.: Nekotorye zadachi prikladnoy teorii uprugosti. Raschety za predelami uprugosti. Raschety na polzuchest. T. 2 (1958) / S. D. Ponomarev, V. L. Biderman, K. K. Liharev, V. M. Makushin, N. N. Malinin, V. I. Feodosev. «Mashgiz», Moscow, Russia, p. 974.

УДК 622.23.05, 532.517.6

М. П. КАЛЮШ, аспірант,

В. М. СЛИДЕНКО, доцент, канд. техн. наук.

**Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт»
ГАРМОНИЗАТОР ПРОЦЕССА ПУЛЬСАЦИИ РАБОЧЕЙ ЖИДКОСТИ В УСТРОЙСТВЕ
ИМПУЛЬСНОГО ДЕЙСТВИЯ НА НЕФТЯНУЮ СКВАЖИНУ**

Представлено устройство импульсного действия на нефтяную скважину, которое на основе взаимодействия гармонизатора колебаний и вихревого модуля, обеспечивает репрессионное воздействие рабочей жидкости на коллектор призабойной зоны, увеличивая продуктивность нефтяной скважины. Цель исследования заключается в обосновании параметров гармонизатора колебаний, как основного модуля для регулирования колебаний давления пульсирующего потока рабочей жидкости. Используя предложенную конструкцию устройства, проведено расчет процесса дросселирования рабочей жидкости через гармонизатор колебаний. Проведена оценка напряженно-деформированного состояния мембраны, как оболочки, исходя с моментной теории расчета. Учитывая критерий эффективности функционирования устройства, в результате исследования определены рациональные параметры регулирующего элемента гармонизатора колебаний – мембраны, а именно ее толщина, внешний и внутренний диаметры, которые имеют существенное влияние на частоту колебаний мембраны в заданном диапазоне.

Ключевые слова: гармонизатор колебаний, вихревой модуль, мембрана, напряженно-деформированное состояние.

УДК 620.9:658.26

А.К. ПРАХОВНИК, аспірант,

Т.В. ПАСІЧНИК, студент,

Д.А. НІКШИН, студент.

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»

**СОЛЯЧНІ ТА ВІТРОВІ УСТАНОВКИ, ЯК АЛЬТЕРНАТИВНІ
ДЖЕРЕЛА ЕНЕРГІЇ ПРОМИСЛОВОМУ КОМПЛЕКСІ УКРАЇНИ**

Дана стаття присвячена питанням впровадження відновлювальних джерел енергії в промисловому секторі України. Розглянуті основні питання стимулювання розвитку ВДЕ та бар'єри для швидкого впровадження нових технологій. Були проведено порівняльний аналіз різних типів відновлювальних джерел енергії.

Ключові слова: Відновлювальна енергетика, сонячна енергетика, вітроенергетика

Вступ

Прийнято вважати, що викопні енергоресурси Землі обмежені, тобто виробництво нафти, газу, вугілля прийде до свого завершального піку в наступному десятилітті, тому ми постійно бачимо зростання цін. У той же час ми бачимо сильну політичну опозицію проти розширення (зміцнення) ядерної енергетики. Поновлювальні джерела енергії повинні зробити свій внесок в розвиток енергетики.

Використання нетрадиційних та відновлюваних джерел енергії (НВДЕ) розглядається світовою спільнотою як один із найбільш перспективних шляхів вирішення зростаючих проблем енергозабезпечення. Наявність невичерпної ресурсної бази та екологічна чистота НВДЕ є визначальними їх перевагами в умовах вичерпання ресурсів органічного палива та зростаючих темпів забруднення довкілля [1].

Однією з найактуальніших проблем великих міст і промислових зон є проблема екологічного забруднення. Використання нетрадиційних та відновлюваних джерел енергії, до яких належать сонячні