

## МЕТОД ОЦІНКИ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ СВЕРДЛОВИННИХ ШТАНГОВИХ НАСОСІВ

<sup>1</sup>В.М.Світлицький, <sup>2</sup>В.О.Панченко, <sup>3</sup>О.Р.Кондрат

<sup>1</sup>ДК “Укргазвидобування”, м. Київ, вул. Кудрявська, 26/28, тел/факс (044) 4612994, e-mail: ugvmail@gasdob.com.ua

<sup>2</sup>НГВУ „Полтаванафтогаз”, м.Полтава, вул. Монастирська, 12 тел/факс (05322) 75074, e-mail: wadimp@ukrnafta.com

<sup>3</sup>ІФНТУНГ, 76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15, тел/факс (03422) 42195, e-mail: kondrat@nung.edu.ua

*Раскрывается существующее состояние работы скважинных штанговых насосов в НГВУ „Полтаванефтегаз”. На его основании обосновывается метод оценки работоспособности скважинных штанговых насосов.*

*In article existing the improving of technology and technical means of drill exploitation by using of plutonic bucket rods. New principle of calculation of working capacity estimation of plutonic bucket rods was created.*

Експлуатація нафтових свердловин штанговими насосними установками є найбільш поширеною на нафтових родовищах України. Однак, незважаючи на досить тривалий час використання цього способу експлуатації нафтових свердловин, а також високий рівень технічного та технологічного забезпечення, йому притаманні численні ускладнення. Вони пов'язані з глибинним обладнанням, до якого належать свердловинний штанговий насос, насосні штанги та насосно-компресорні труби (НКТ). За твердженням А.Н.Адоніна [1] основними ускладненнями, які призводять до втрати працездатності свердловинного штангового насоса є заклинювання плунжера, зношування плунжерної пари та пропускання в клапанах. Окрім того, існує багато інших поломок, які складають незначний відсоток від загальної кількості ускладнень. До них відносяться несправність замкової опори, зношування приєднувальних частин насоса тощо.

Для оцінки працездатності свердловинних штангових насосів нами пропонується методика статистичного аналізу їх роботи на підґрунті класифікації ускладнень, що виникають під час експлуатації свердловин. Методика полягає у наступному. Класифікують вихідні дані щодо піднятих насосів за такими несправностями:  $K_1$  – кількість піднятих насосів через заклинювання плунжера;  $K_2$  – кількість піднятих насосів через зношування плунжерної пари;  $K_3$  – кількість піднятих насосів через пропускання в клапанах;  $K_4$  – кількість піднятих насосів через інші несправності;  $T$  – сумарна кількість відроблених діб всіх насосів певного діаметра до першого ремонту, *доба*.

За отриманими даними визначають такі параметри.

Сумарна кількість підйомів через несправності насосів певного діаметра:

$$K = K_1 + K_2 + K_3 + K_4, \quad (1)$$

де  $K$  – сумарна кількість підйомів насосів через несправності.

Середня тривалість відпрацювання одного насоса певного діаметру до першого ремонту :

$$t = \frac{T}{K}, \quad (2)$$

де  $t$  – середня тривалість відпрацювання одного насоса до першого ремонту, *доба*.

Коефіцієнт поломок опущених насосів певного діаметра  $\eta$  :

$$\eta = \frac{K}{N}. \quad (3)$$

Коефіцієнт поломок опущених насосів певного діаметра через заклинювання плунжера  $\eta_1$  :

$$\eta_1 = \frac{K_1}{N}. \quad (4)$$

Коефіцієнт поломок опущених насосів певного діаметра через зношування плунжерної пари  $\eta_2$  :

$$\eta_2 = \frac{K_2}{N}. \quad (5)$$

Коефіцієнт поломок опущених насосів певного діаметра через пропускання в клапанах  $\eta_3$  :

$$\eta_3 = \frac{K_3}{N}. \quad (6)$$

Коефіцієнт поломок опущених насосів певного діаметра через інші несправності  $\eta_4$  :

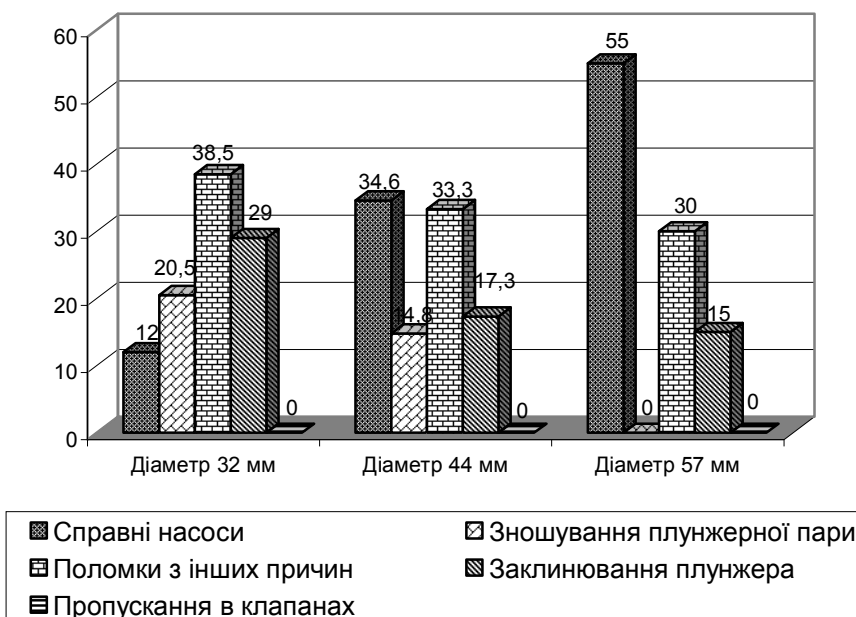
$$\eta_4 = \frac{K_4}{N}. \quad (7)$$

Аналізуючи результати статистичних досліджень, порівнюють надійність насосів залежно від особливостей конструкції та виконання і визначають надійність насосів певного типу-розміру.

Для наочності далі наведемо приклад застосування запропонованої методики стосовно

**Таблиця 1 — Вихідні дані та статистичні параметри надійності насосів виробництва “Акселсон-Кубань” (Росія) та словацького виробництва в НГВУ “Полтаванافتогаз” із різним діаметром плунжера  $\varnothing$  (мм)**

Параметр	Виробник насосів						
	Акселсон-Кубань (Росія)			Словакія			
	$\varnothing 32$	$\varnothing 44$	$\varnothing 57$	$\varnothing 28$	$\varnothing 32$	$\varnothing 38$	$\varnothing 56$
Кількість опущених насосів, $N$ , шт.	117	81	20	10	18	5	11
Сумарна кількість відпрацьованих діб до першого ремонту, $T$ , доба	11015	6334	2017	600	1316	166	791
Заклинювання плунжера, $K_1$	24	12	0	2	4	1	2
Зношування плунжерної пари, $K_2$	45	27	6	2	7	2	3
Пропускання в клапанах, $K_3$	34	14	3	3	3	1	1
Інші несправності, $K_4$	0	0	0	1	1	0	1
Сумарна кількість підйомів насоса через несправності, $K$	103	53	9	8	15	4	7
Середня тривалість часу відпрацювання одного насоса до першого ремонту, $t$ , доба	106,9	119,5	224,11	75	87,7	41,5	113
Коефіцієнт поломок опущених насосів $\eta$ , %	88	65,4	45	80	83	80	63,6
Коефіцієнт поломок опущених насосів через заклинювання плунжера $\eta_1$ , %	20,5	14,8	0	20	22	20	18
Коефіцієнт поломок опущених насосів через зношування плунжерної пари $\eta_2$ , %	38,5	33,3	30	20	38,9	40	27
Коефіцієнт поломок опущених насосів через пропускання в клапанах $\eta_3$ , %	29	17,3	15	30	16,7	20	9
Коефіцієнт поломок опущених насосів через інші причини $\eta_4$ , %	0	0	0	10	5,6	0	9



**Рисунок 1 — Діаграма залежності коефіцієнтів поломок свердловинних штангових насосів виробництва „Акселсон-Кубань” (Росія) від їх діаметра**

використання свердловинних штангових насосів виробництва “Акселсон-Кубань” (Росія) та словацького виробництва в НГВУ “Полтаванافتогаз”. Згідно з методикою зводимо у таблицю вихідні дані щодо відпрацювання насосів за типорозмірами і визначаємо статистичні параметри згідно з формулами (1)–(7).

За результатами вищенаведених розрахунків побудовано діаграми залежності коефіцієнтів поломок штангових глибинних насосів виробництва “Акселсон-Кубань” (рис. 1) та словацького виробництва від їх діаметра (рис. 2).

Як видно з наведених діаграм (рис. 1 і 2), коефіцієнти поломок СШН виробництва

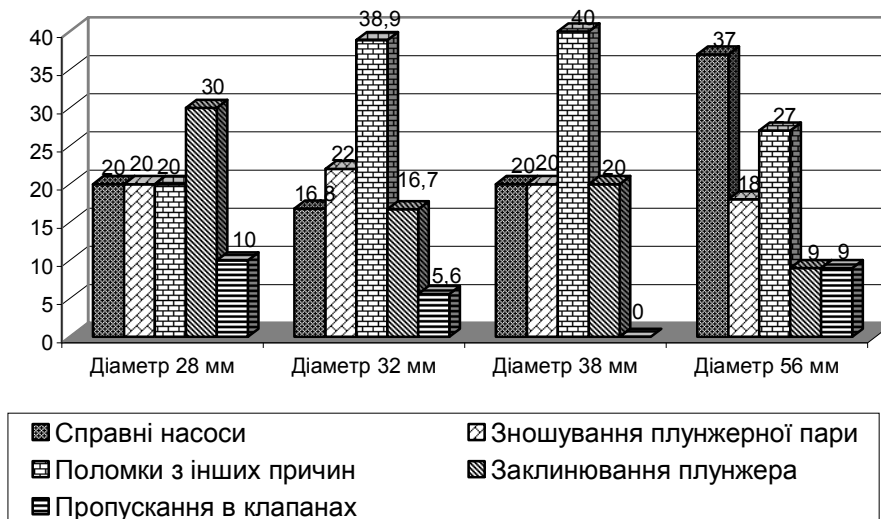


Рисунок 2 - Діаграма залежності коефіцієнтів поломок штангових глибинних насосів Словацького виробництва від їх діаметра



Рисунок 3 – Середня тривалість відпрацювання одного насоса до першого ремонту

“Акселсон-Кубань” та словацького виробництва із зростанням діаметра зменшуються як за видами поломок, так і загалом. Найбільша кількість поломок СШН викликана зношуванням плунжерної пари. Менша кількість поломок викликана пропусканням в клапанах та заклинюванням плунжера.

За результатами наведених вище розрахунків на рис. 3 зображено графік залежності середньої тривалості відпрацювання одного насоса (діб) до першого ремонту для кожного діаметра насоса.

Як видно з рис. 3, спостерігається тенденція до збільшення середньої тривалості часу відпрацювання насоса у разі збільшення його діаметра, причому середня тривалість відпрацювання одного насоса виробництва “Акселсон-Кубань” вища, ніж у насосів словацького виробництва.

Для подальшого аналізу насосного парку результати досліджень представлено у вигляді графіків залежності коефіцієнта поломок та коефіцієнтів поломок по видах від діаметра насоса (рис. 4).

Із зображених на рис. 4 графіків видно, що коефіцієнт поломок насосів зменшується із збільшенням діаметра, а найбільший негативний вплив на роботу СШН має зношування плунжерної пари.

Для порівняння відпрацювання насосів різних виробників статистичні дані представлено у вигляді графіка залежності коефіцієнта поломок СШН від діаметра насоса (рис. 5).

З рис. 5 видно, що за загальною тенденцією до зменшення коефіцієнта поломок  $\eta$  із збільшенням діаметра насоса перевага у відпрацюванні належить СШН виробництва “Акселсон-Кубань” (Росія).

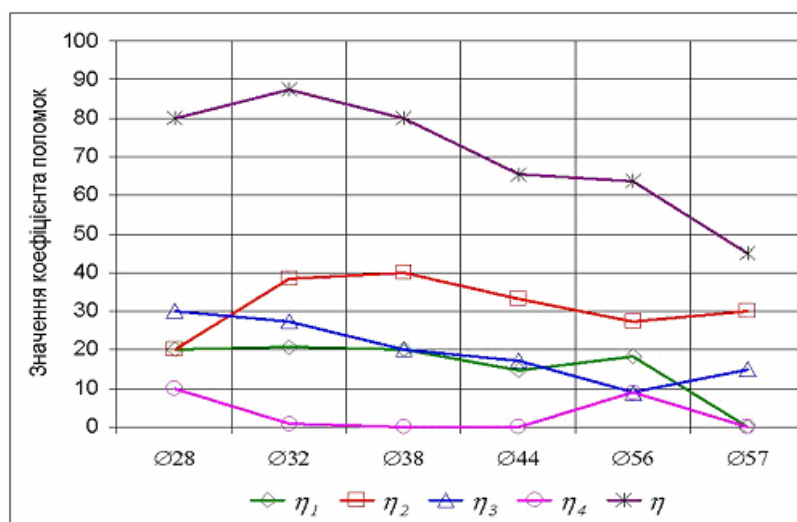


Рисунок 4 – Залежність загального коефіцієнта поломок та коефіцієнтів поломок по видах від діаметра насоса

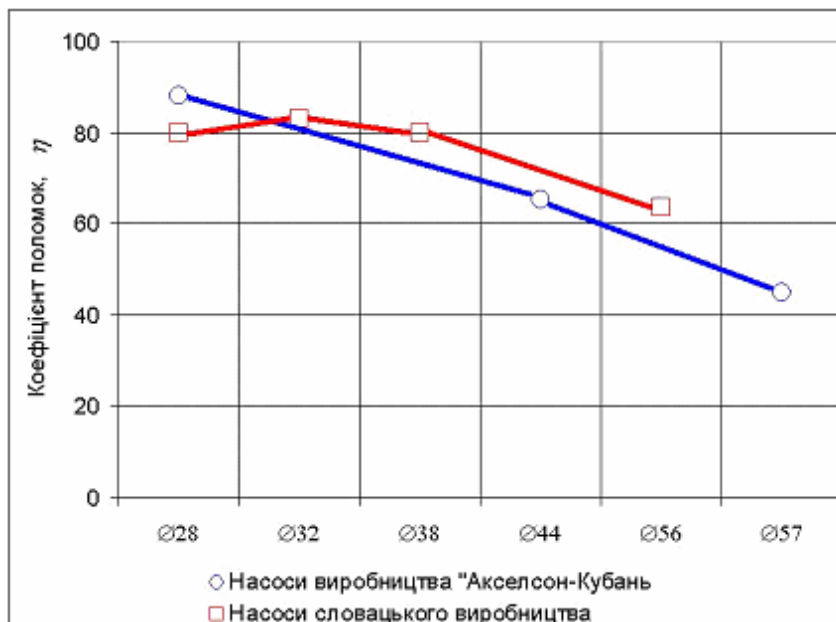


Рисунок 5 — Залежність коефіцієнта поломок  $\eta$  опущених насосів від діаметру (мм)

На основі наведених вище розрахунків, діграм та графіків можна зробити такі висновки.

1. Із збільшенням діаметру насоса середня тривалість їх відпрацювання зростає.

2. Коефіцієнт поломок спущених насосів із збільшенням діаметра насоса зменшується.

3. Аналіз коефіцієнтів поломок по видах показує, що найбільший відсоток мають поломки через зношування плунжерної пари як у насосів "Акселсон-Кубань" (Росія), так і у насосів словацького виробництва.

Далі в бік зменшення пари ідуть ремонти насосів "Акселсон-Кубань", що пов'язані із пропусками в клапанах, а у насосів словацького виробництва - через заклинювання плунжера.

Для насосів виробництва "Акселсон-Кубань" характерним є низький відсоток поломок, пов'язаних із заклинюванням плунжера. А у насосів словацького виробництва – з пропусками в клапанах. Окрім того насоси словацько-

го виробництва мають додатковий відсоток поломок, пов'язаних з іншими типами ускладнень (несправності замкової опори, зношування приєднувальних частин насосів тощо), через які штангові насоси піднімають для ремонту.

В цілому насоси "Акселсон-Кубань" мають більшу середню тривалість відпрацювання одного насоса, та менший коефіцієнт поломок, ніж насоси словацького виробництва.

Отже, оскільки зношування плунжерної пари у штангових насосів має найвагомніше місце серед усіх видів несправностей, то виникає потреба у вдосконаленні конструкції насосів для більш надійної їх роботи та використанні нових технологій для зменшення зношування пари циліндр-плунжера. За твердженням І.М.Муравйова та І.Т.Міщенко [2] цього можна досягти, наприклад, завдяки застосуванню на прийомі насосів газопісочних якорів та хвостовиків.

Література

1 Адонин А.Н. Процессы глубиннонасосной нефтедобычи. – М.: Недра, 1964.

2 Муравьев И.М., Мищенко И.Т. Насосная эксплуатация скважин за рубежом. – М.: Недра, 1967.

УДК 657.471.012: 622.24:621.603.29

## ЗНИЖЕННЯ ВИТРАТ НА РЕМОНТ РЕДУКТОРІВ ШТАНГОВИХ СВЕРДЛОВИННИХ НАСОСНИХ УСТАНОВОК

<sup>1</sup>Б.В.Копей, <sup>2</sup>О.І.Стефанишин

<sup>1</sup>ІФНТУНГ, 76019, Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15, тел. (03422) 40534, e-mail: public@nuing.edu.ua

<sup>2</sup>ЦБВО ВАТ "Укрнафта", 79760, Львівська обл., м. Борислав, вул. Шевченка 77-а

На основі вивчення структурно-елементної моделі в процесі функціонування редуктора: розподілені матеріальні носії між функціями; визначені основні та допоміжні функції; визначені сумми витрат на виконання кожної з визначених функцій, як сумми витрат на виготовлення їх матеріальних носіїв; визначені місця функцій по витратах; виявлені конструктивні, технологічні, експлуатаційні недоліки матеріальних носіїв функцій.

Все навколо нас – це вартість; всі предмети і дії – це форми здійснення витрат; на виконання будь-якої дії, тобто функції, витрати можуть бути різними, а це означає, що вони можуть бути меншими, ніж ми собі можемо уявити. Функціонально-вартісний аналіз (ФВА) дає орієнтир на пошук резервів і містить низку напрямків для їх визначення і реалізації.

За допомогою ФВА встановлено, що лише 20-30% вартості будь-якої системи відноситься до виконання її основних функцій. Приблизно половина витрат припадає на виконання системою різноманітних допоміжних функцій, а 5-12% вартості об'єкта взагалі не стосуються виконання системою необхідних функцій і є резервом для зменшення її собівартості.

Об'єктом ФВА є редуктор Ц2НШ-750 штангової свердловинної насосної установки з такими основними параметрами:

маса	2820 кг,
крутний момент на валу	40 кН·м
передавальне відношення	
зубчастої передачі	37,18.

Редуктор призначений для зменшення частоти обертання вихідного вала порівняно з частотою обертання вала електродвигуна ШСНУ. Виготовляються редуктори у двох виконаннях: з оливозгінними шайбами і без них. Об'єктом ФВА вибрано перше виконання.

Метою ФВА є зниження вартості ремонту редуктора без погіршення його експлуатаційних характеристик.

За результатами оброблення економічної інформації, згідно з дефектною відомістю на

*Distribution of material transmitters between functions, certain basic and auxiliary functions, certain charges on implementation of each of certain functions, as sums of prime price of making of their material transmitters, certain places of functions on charges as well as exposed structural, technological and operating lacks of material transmitters of functions are determined on the basis of study of structurally-element model in the process of functioning of reducing gear.*

редуктор Ц2НШ-750, який було відремонтовано на підприємстві, проаналізовано витрати на виготовлення деталей і вузлів редуктора для проведення його ремонту (табл. 1).

Визначено деталі і вузли редуктора, які вирізняються порівняно великими витратами на ремонт: позиції 5, 7, 11, 14, 15, 16, 17. Складаючи 47,6% за кількістю, вказані вузли і деталі сягають 96% загальної вартості ремонту. Дані результати визначають шлях аналітичного пошуку.

На основі вивчення структурно-елементної моделі в процесі функціонування редуктора:

а) розподілено матеріальні носії між функціями (табл. 2);

б) визначено основні та допоміжні функції;

в) визначено витрати на виконання кожної з визначених функцій, як суми собівартості виготовлення їх матеріальних носіїв;

г) визначено місця функцій за витратами (табл. 3);

д) виявлено конструктивні, технологічні, експлуатаційні недоліки матеріальних носіїв функцій.

Після класифікації функцій згідно виробничих витрат для подальшого дослідження виділяємо функції: F1, F3, F5, F6, F7, F8. Дані функції є найбільш дорогими і складають 97,7% собівартості ремонту редуктора.

Для визначення із роду виділених функцій таких, що володіють надлишковими витратами, проведено експертну оцінку важливості кожної функції щодо забезпечення головної зовнішньої функції обладнання, визначено питому вагу