

АНАЛІЗ ВИКОРИСТАННЯ ШТАНГОВИХ ГЛИБИННИХ НАСОСІВ ВИРОБНИЦТВА ТОВ «МАГІСТРАЛЬ» НА РОДОВИЩАХ ПАТ «УКРНАФТА»

І.Б. Конеї

*ПрАТ "Івано-Франківський локомотиво-ремонтний завод";
76000, Україна, м. Івано-Франківськ, вул., Залізнична, 22, тел.: +38 (066) 4553886,
e-mail: koreyi@i.ua*

У промислових умовах проведено дослідження штангових насосів виробництва ТОВ "Магістраль", які призначені для роботи на глибинах до 2500 метрів у свердловинах з обводненою до 99 % продукцією, в умовах, ускладнених підвищеним вмістом піску і присутністю агресивних хімічних сполук. Показано, що міжремонтний період роботи цих штангових насосів значно більший за такий для насосів інших виробників, і це обумовлено конструктивними особливостями насосів і високою культурою їх виробництва. Коефіцієнт втрати подачі насосів виробництва ТОВ «Магістраль» в 4-5 рази нижчий, ніж насосів інших виробників. Проведений розрахунок прогнозованого економічного ефекту від їх впровадження, отриманий за рахунок збільшення міжремонтного періоду роботи насосів.

Ключові слова: видобуток нафти, штангові глибинні насоси, надійність, ремонт, міжремонтний період.

В промислових умовах проведено дослідження штангових насосів виробництва ООО "Магістраль", призначених для роботи на глибинах до 2500 метрів в скважинах з обводненою до 99% продукцією, в умовах, ускладнених підвищеним вмістом піску і присутністю агресивних хімічних сполук. Показано, що міжремонтний період роботи цих штангових насосів значно більше по відношенню до насосів інших виробників, і це обумовлено конструктивними особливостями насосів і високою культурою виробництва. Коефіцієнт втрати подачі насосів виробництва ООО «Магістраль» в 4-5 рази нижче, ніж насосів інших виробників. Проведений розрахунок прогнозованого економічного ефекту від їх впровадження, отриманий за рахунок збільшення міжремонтного періоду роботи насосів.

Ключевые слова: добыча нефти, штанговые глубинные насосы, надежность, ремонт, межремонтный период.

The research was carried out in oilfield conditions of the rod pumps manufactured by Mahistral LLC, which are intended for work at depths up to 2500 meters in wells with up to 99% watercut production, complicated by high sand content and aggressive chemical compounds. It has been shown that the inter-repair operation period of these rod pumps is much larger than of the pumps of other manufacturers, and this is due to the structural features of the pumps and high production standards. The loss of flow rate ratio of the pumps supplied by Mahistral LLC is 4-5 times lower than in the pumps of other manufacturers. The calculation of the predicted economic effect from their implementation has been conducted, which was obtained by increasing the inter-repair period of the pumps operation.

Keywords: oil production, deep-well sucker rod pumps, reliability, repair, interrepair period.

Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок з важливими науковими та практичними завданнями. Більшість нафтових свердловин України облаштовано засобами механізованого видобування нафти. Серед різноманітних способів видобування нафти механізований спосіб (за допомогою штангових свердловинних насосних установок (ШСНУ)) є найбільш поширеним. Кількість нафтових свердловин, що експлуатуються за допомогою ШСНУ, складає понад 70% від усіх діючих свердловин.

З точки зору техніко-економічних можливостей, ШСНУ можуть забезпечити високий напір в обмеженому діапазоні подач - від 5 до 50 м³/добу. В області подач від 1 до 40 м³/добу ШСНУ має більш високий к.к.д. порівняно з іншими способами видобування нафти і при подачі, що дорівнює 35 м³/добу, він може досягати максимального значення - 37%. Таким чином, ШСНУ добре пристосована для роботи в умовах малого і середнього дебіту свердловин.

В Україні ШСНУ використовуються переважно в західних районах нафтовидобутку (Борислав, Долина, Надвірна), а менше – на Сході України.

Для нарощування власного видобутку вуглеводнів потрібна одна з передумов – наявність насосного обладнання, яке б відповідало високим показникам щодо продуктивності, робочих характеристик, якості, надійності та зручності експлуатації. Тому завданням статті є дослідження насосного обладнання в промислових умовах.

Аналіз останніх досліджень, у яких започатковано вирішення проблеми. Штангові насоси виробництва ТОВ «Магістраль» призначені для роботи на глибинах до 2500 метрів у свердловинах з обводненою до 99 % продукцією, ускладнених підвищеним вмістом піску і присутністю агресивних хімічних сполук. За результатами досліджень [1-3] та проведених промислових випробувань, термін служби цих

Таблиця 1 – Використання насосів ТОВ «Магістраль» станом на 01.11.2013 р.

Типорозмір насоса	К-ть насосів, які експлуатувались, шт.	Відпрацьований час, діб	К-ть насосів, що вийшли з ладу		Середній період до підйому насоса, діб
			шт.	%	
НН2Б-44	1	181	1	100	181
НВ2Б-38	7	3690,9	2	28,5	527,27
НН2Б-70	1	475,3	0	0	475,3
Всього	9	4347,2	3	33,3	483,02

насосів у разі перевищує термін служби аналогічних насосів інших виробників, що обумовлено їх конструктивними особливостями і високою культурою виробництва. Автор довший час працював в ТОВ «Магістраль» та проводив впровадження та випробування цих насосів на промислах.

Конструктивні особливості насосів ТОВ «Магістраль»:

- наявність контактної ущільнювачі між плунжером і циліндром насоса виключає втрати через пару тертя «плунжер-циліндр» і істотно підвищує об'ємний ККД насоса;

- контактне ущільнювачі плунжера володіє принципом самоущільнювачі, що дає можливість підтримувати герметизуючу здатність насоса впродовж тривалого періоду експлуатації;

- конструкція насоса дає можливість істотно зменшити довжину плунжера, а також збільшити величину зазору між циліндром і плунжером, що істотно зменшує вірогідність заклинювання насоса в процесі експлуатації;

- наявність антиадгезійного покриття робочих поверхонь циліндра і плунжера перешкоджає осіданню механічних домішок, смолянистих і парафінових відкладів на спряжених деталях насоса.

Конструктивні особливості насосів полягають в конструкції плунжера з високою зносостійкістю робочої поверхні, рельєф якої перешкоджає розриву водонафтової змащуючої плівки і виключає сухе тертя до поверхні циліндра. У практиці експлуатації даних насосів був випадок падіння динамічного рівня нижче за рівень прийому, при якому насос відпрацював "насухо" близько 10 годин без будь-яких видимих наслідків.

У виробництві штангових насосів застосовуються високоякісні леговані сталі, що мають високу стійкість до абразивної дії і агресивних середовищ.

Завдяки високій точності виготовлення комплектуючих в сукупності із застосуванням передових конструкційних матеріалів, з'явилася можливість на 2/3 зменшити довжину плунжера без помітного погіршення експлуатаційних характеристик насоса. Зменшення довжини плунжера дозволяє збільшити максимальний хід насоса в порівнянні з аналогічним стандартним обладнанням без зміни довжини циліндра. Ця обставина сприятливо впливає на експлуатаційний ресурс циліндра і насоса загалом, а також, дозволяє збільшити коефіцієнт подачі насоса.

Зменшення довжини в сукупності з особливостями рельєфу робочої поверхні плунжера дозволяють застосовувати насоси в умовах підвищеної в'язкості пластової рідини, не збільшуючи зазор між плунжером і циліндром вище II групи посадки [4]. Завдяки щільнішій посадці плунжера в циліндрі знижуються витоки рідини, яка видобувається, але, що найважливіше, значно зменшується динаміка зношування робочих поверхонь насоса через неможливість проникнення в зазор між плунжером і циліндром твердих абразивних частинок. Детальний аналіз надійності штангових свердловинних вставних і невставних насосів різного діаметра виконано авторами [1]. Проте отримані результати та аналіз літературних джерел і виконаних досліджень свідчить про необхідність проведення промислових випробувань цих насосів та оцінки їх ресурсу.

Виклад основного матеріалу з повним обґрунтуванням отриманих наукових результатів. У період з 01.09.2011 р. по 1.11.2013 р. на 17 нафтових свердловинах НГДУ «Охтирканефтегаз» було впроваджено 9 штангових насосів виробництва ТОВ «Магістраль» (табл. 1), з них 4 використовувалися повторно без ремонту.

За станом на 01.11.2013 р. експлуатацію трьох насосів було продовжено. Три насоси підняті (підйом не пов'язаний з технічним станом ШГН) і знаходяться в робочому стані, два насоси вийшли з ладу з напрацюванням відповідно 441,5 і 665,7 діб, один насос втратив придатність до експлуатації з вини бригади ЦК і ПРС [5].

Аналіз роботи насосів проводився за критеріями:

- міжремонтний період роботи;
- об'ємний коефіцієнт корисної дії;
- збільшення видобутку нафти;
- коефіцієнт втрати подачі насоса.

Порівнювалось середнє напрацювання до першої відмови випробовуваних в свердловинах на родовищах НГВУ «Охтирканефтегаз» насосів з середнім міжремонтним періодом роботи (МРП).

Міжремонтний період роботи на 1.11.2013 р. штангових насосів ТОВ «Магістраль» значно більший за такий для насосів, що використовувалися раніше (табл. 2).

За рахунок збільшення міжремонтного періоду роботи насосів проведений розрахунок прогнозованого економічного ефекту від їх впровадження.

Таблиця 2 – Порівняння МРП ШГН виробництва ТОВ «Магістраль» і насосів, які експлуатувалися в свердловинах НГВУ «Охтирканафтогаз» раніше (за методикою "Украфти")

МРП ШГН НГВУ на 01.03.2011 р.	МРП ШГН НГВУ на 01.10.2013 р.	МРП ШГН виробництва ТОВ "Магістраль" на 01.10.2013 р.	Відношення спільного МРП ШГН "Магістраль" до спільного МРП ШГН НГВУ
155	171	1845	10,78

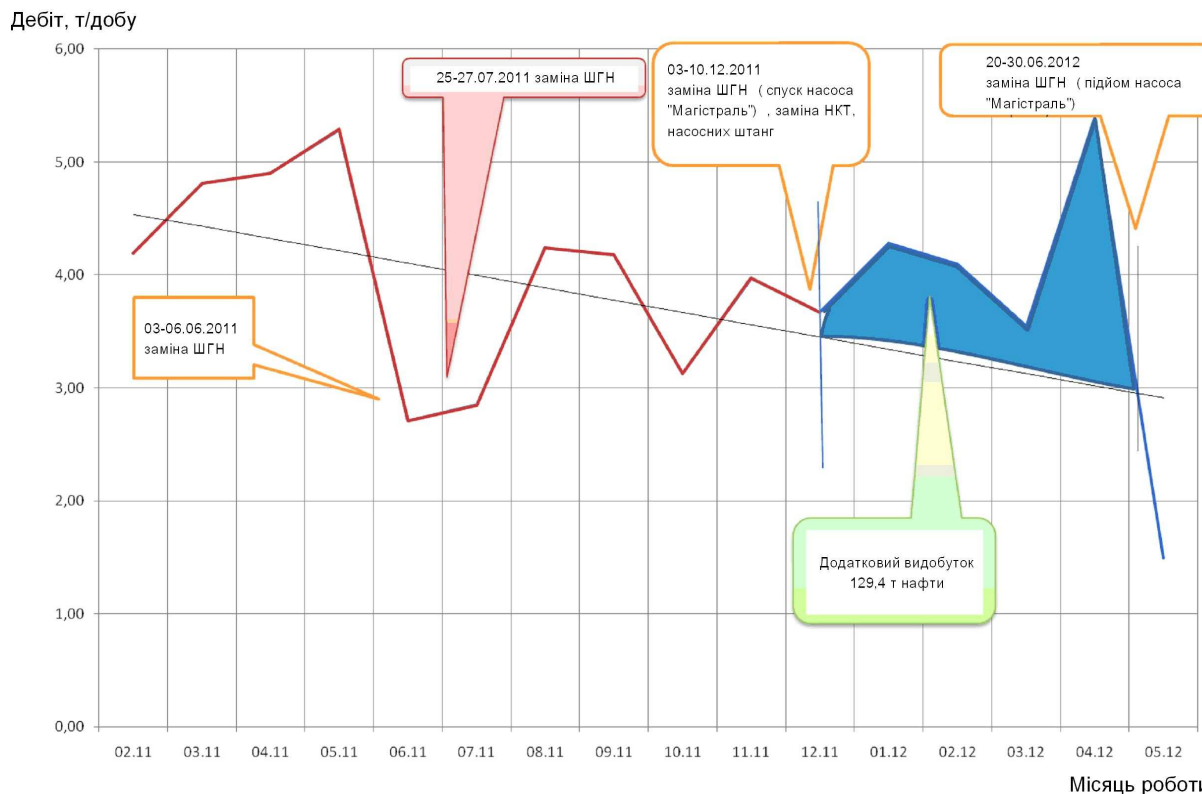


Рисунок 1 – Динаміка видобутку нафти на свердловині №24 Бугруватівського родовища

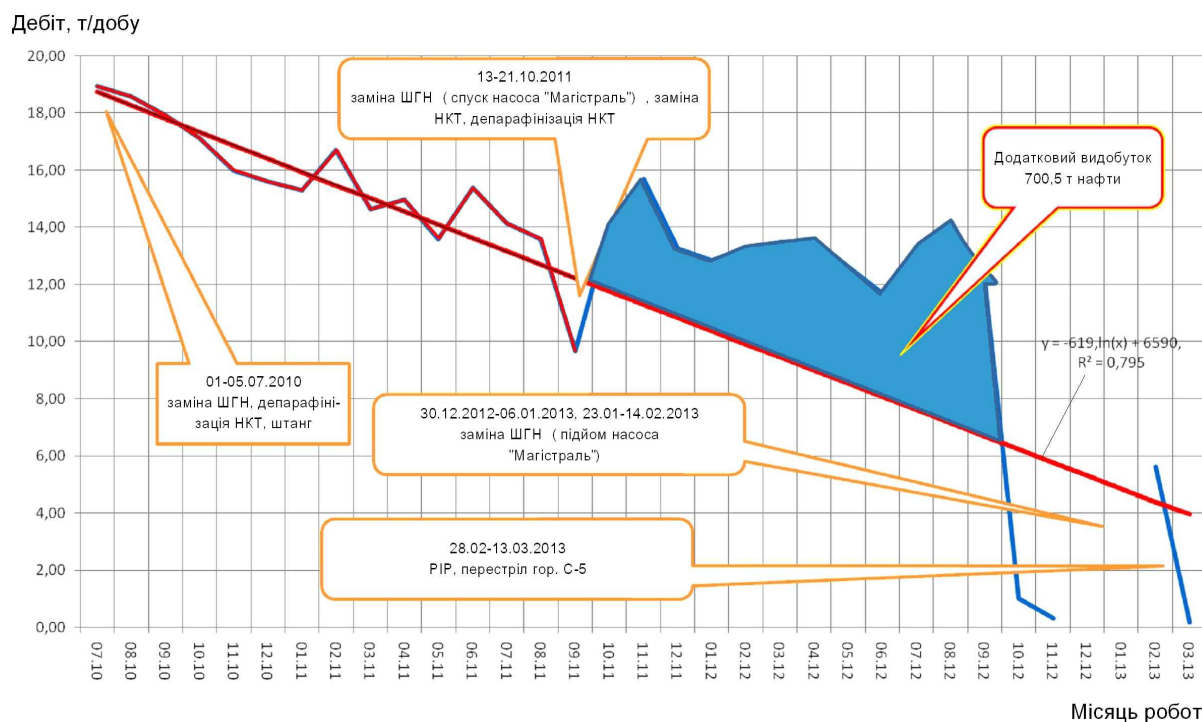


Рисунок 2 – Динаміка видобутку нафти на свердловині №132 Велико-Бубнівського родовища

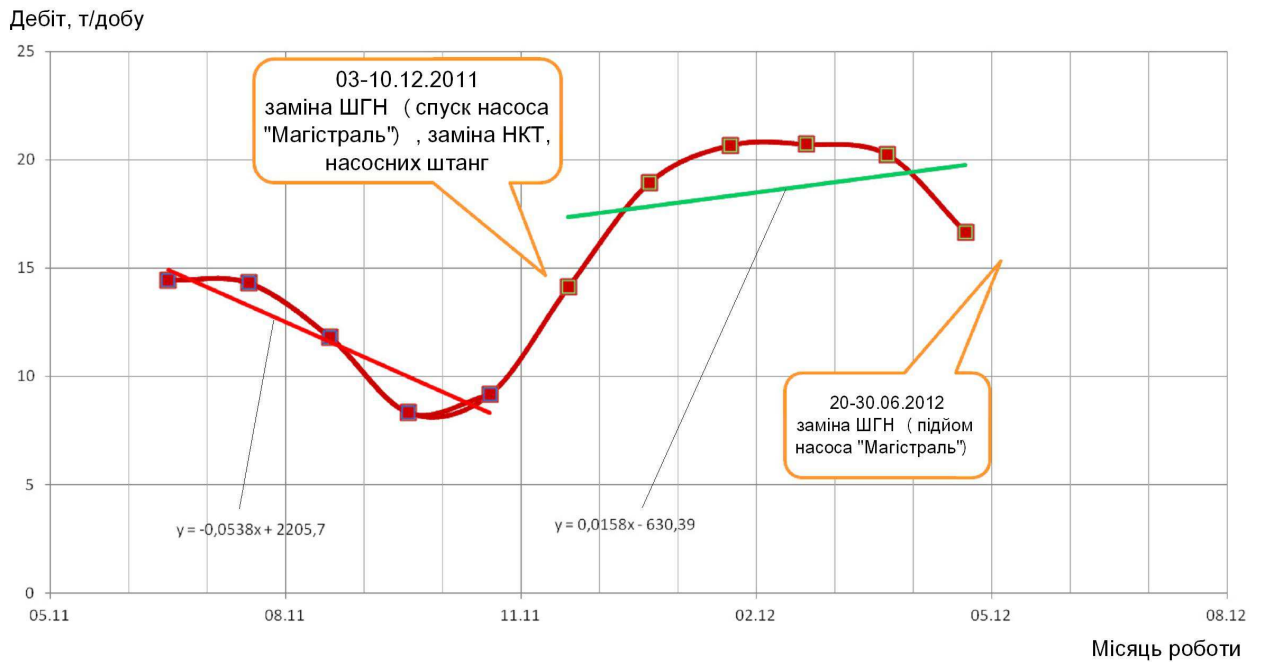


Рисунок 3 – Аналіз зміни та лінійні апроксимуючі залежності подачі насосів на свердловині №24 Бугруватівського родовища

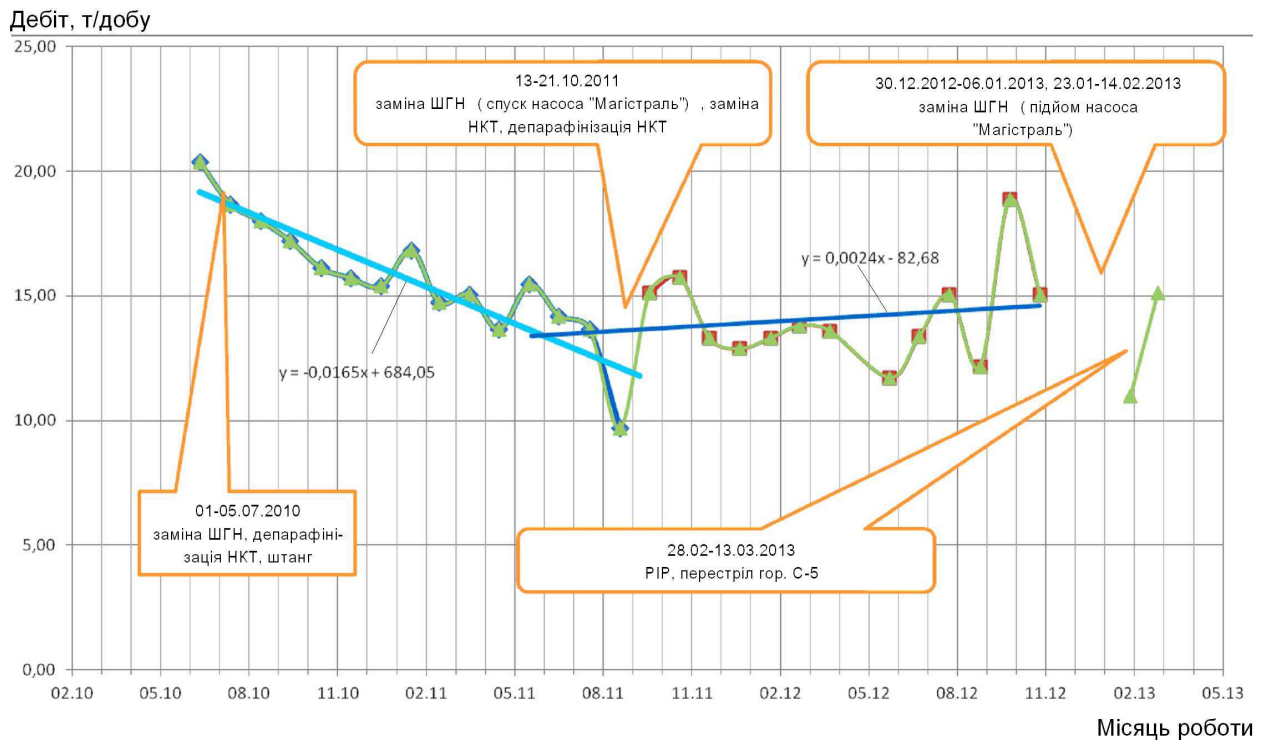


Рисунок 4 – Аналіз зміни та лінійні апроксимуючі залежності подачі насосів на свердловині №132 Велико-Бубнівського родовища

Для розрахунку прибутку від впровадження насосів була використана методика, викладена в [6]. При використанні даної методики враховується отримання прибутку за рахунок: економії витрат на проведення капітального ремонту; збільшення міжремонтного періоду експлуатації свердловини; додаткового видобутку нафти за рахунок збільшення міжремонтного періоду експлуатації свердловини.

Розрахунок проводиться за формулою:

$$\Delta\Pi = T_p \cdot \left(\frac{B_6}{T_6} - \frac{B_n}{T_n} \right), \quad (1)$$

де $\Delta\Pi$ – додатковий прибуток, грн.;
 T_p – час роботи свердловин за розрахунковий період, днів;
 T_6, T_n – тривалість міжремонтного періоду відповідно за базовим і новим варіантами, днів;
 B_6, B_n – витрати на проведення ремонтів за базовим і новим варіантами, грн.

Очікуваний ефект становить 10352,58, тис. грн. Економія на ремонті при цьому складає 450 тис. грн. на рік на одну свердловину.

Збільшення міжремонтного періоду насосів підвищує екологічну безпеку за рахунок зменшення екологічних ризиків під час ремонту свердловин.

Після опускання насосів «Магістраль» додатково видобуто 49,7 і 30,5% нафти на свердловинах № 24 Бугруватівського родовища та № 132 Велико-Бубнівського родовища (рис. 1, 2).

Аналіз втрат подачі насоса характеризує рівняння прямої, яка побудована за фактичними даними роботи насоса (рис. 3, 4). Кут нахилу прямої до горизонтальної прямої (осі часу роботи) і є коефіцієнтом втрати подачі насоса.

Коефіцієнт втрати подачі насосів виробництва ТОВ «Магістраль» в 4-5 рази нижче, ніж для насосів інших виробників (табл. 3).

Таблиця 3 – Аналіз коефіцієнтів втрати подачі насосів

№ з/п	Свердловина	Коефіцієнт втрати подачі насоса до заміни	Коефіцієнт втрати подачі насоса після заміни
1	№ 24 Бугруватівська	-0,0538	0,0158
2	№ 132 В.-Бубнівська	-0,0165	0,0024

У зв'язку з тим, що в насосах виробництва ТОВ «Магістраль» використовується плунжер спеціальної конструкції, об'ємний коефіцієнт корисної дії насосів вищий в порівнянні з насосами, що використовувалися раніше, і залишається практично постійним упродовж усього періоду експлуатації.

Компанія продовжує інтенсивну роботу над поліпшенням експлуатаційних характеристик насосного обладнання. В міру вивчення питань, пов'язаних з економічними аспектами експлуатації нафтових і газових свердловин, ТОВ «Магістраль» займається розробкою цілого комплексу організаційних заходів з поліпшення фінансово-економічних показників процесу механізованого видобутку нафти і газу.

Висновки

Проведені промислові дослідження та результати трирічного досвіду експлуатації насосів у свердловинах НГВУ «Охтирканафтогаз» дають підстави стверджувати, що в порівнянні з аналогічним обладнанням інших виробників втричі збільшився міжремонтний період, пов'язаний з відмовами насосного устаткування. Відмічено значне зниження динаміки падіння видобутку внаслідок фізичного зношування вузлів тертя. В зв'язку з цим при незмінних режимах відбору практично на усіх свердловинах спостерігалось збільшення середнього об'єму

видобутку за аналогічні інтервали часу. Наявність позитивної динаміки на переважній кількості свердловин дозволяє виключити випадковий вплив зміни геологічних параметрів на роботу свердловинних установок.

На основі вищесказаного, використання насосів виробництва ТОВ «Магістраль» є ефективним на родовищах ПАТ «Укрнафта» і рекомендовано до впровадження на нафтовидобувних підприємствах України.

Література

1 Копей Б.В. Аналіз надійності штангових свердловинних вставних і невставних насосів різного діаметра / Б.В.Копей, І.Б. Копей // Розвідка та розробка нафтових і газових родовищ. Серія: Нафтогазопромислове обладнання. – 1995. – Вип. 32. – С.49-56.

2 Копей Б.В. Надійність штангових свердловинних насосів з втулочними і безвтулочними циліндрами в свердловинах з значною обводненістю / Копей Б.В., Копей І.Б. – Івано-Франківськ: ІФДТУНГ, 1995. – 7 с. – Деп. в ДНТБ України 29.04.96 – №1041-Ук96.

3 Определение оптимальной величины наработки между отказами деталей нефтепромыслового оборудования. / Б.В. Копей, И.Б.Копей, Я. Н. Драгомирецкий // Нефтепромысловое дело. – 1997. – № 10-11. – С.30-32.

4 Романова Н.А. Вязкость водонефтегазовой эмульсии и ее влияние на эффективность работы глубиннонасосных установок / Н.А.Романова, З.З. Алиев, А.Р. Буранчин – Нефтегазовое дело. – 2009. – № 1, том 7. – С. 43-45.

5 Звіт по результатах проведення дослідно-промислових досліджень штангових глибинних насосів виробництва ТОВ «Магістраль» на родовищах НГВУ «Охтирканафтогаз» ПАТ «Укрнафта». – Івано-Франківськ, 2013.

6 Бойко В.С. Підземний ремонт свердловин: підручник для вищих навчальних закладів; у 4-х частинах. / В.С. Бойко. – Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2002. – Частина 1. – 465 с.

Стаття надійшла до редакційної колегії 30.01.18

Рекомендована до друку професором Лисканичем М.В. (ІФНТУНГ, м. Івано-Франківськ) д-ром техн. наук Хоминцем З.Д. (ТОВ «ЕМПІ-сервіс», м. Івано-Франківськ)