


УДК 622.24

 <https://doi.org/10.31996/mru.2021.3.24-27>

Р. І. СТЕФУРАК, канд. техн. наук, заступник директора ВП Український геологорозвідувальний інститут ДП “Українська геологічна компанія”, stefurakroman9@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-0394-2776>,
Р. С. ЯРЕМІЙЧУК, д-р техн. наук, професор, академік Української нафтогазової академії, rom.yaremiychuk@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0001-9041-6576>

R. STEFURAK, PhD (Engin.), Deputy Director (Ukrainian Geological Research Institute of the UGC), stefurakroman9@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-0394-2776>,
R. YAREMIYCHUK, Dr. Sci. (Engin.), Professor, Academician of the Ukrainian Oil and Gas Academy, rom.yaremiychuk@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0001-9041-6576>

ІСТОРИЧНІ НАРИСИ БУРІННЯ НАФТОВИХ І ГАЗОВИХ СВЕРДЛОВИН – ВІД ПРОЄКТУ ДО ПРАКТИКИ (ПОГЛЯД З МИНУЛОГО В МАЙБУТНЄ)

HISTORICAL ASPECTS OF DRILLING OF OIL AND GAS WELLS – FROM PROJECT TO PRACTICE (LOOK FROM THE PAST IN THE FUTURE)

У статті висвітлено історію становлення й розвитку буріння глибоких нафтових і газових свердловин в Україні впродовж останнього сторіччя. Особливої уваги надано як бурінню надглибоких вертикальних свердловин завглибшки понад 6000 метрів, так і розгалужено-горизонтальних свердловин на суші й на морі.

На думку авторів, проекти буріння експлуатаційних свердловин мають складатися з двох частин, перша з яких передбачає забезпечення максимальної швидкості буріння, а друга – якісного розкриття продуктивних горизонтів.

Втілюючи в життя ці частини проекту, рекомендується використовувати сервісну систему виконання окремих видів робіт. Передусім це стосується регулювання властивостей промивальних рідин, процесів кріплення стінок свердловини, відновлення фільтраційних характеристик пластів-колекторів.

Для вивчення надр із застосуванням новітніх технологій буріння доцільно було б заново переглянути геологічну інформацію з буріння найглибшої в Україні свердловини Шевченково-1 та запроєктувати буріння її аналога з порівнянною глибиною.

Описано унікальний вітчизняний досвід буріння похило-скерованих і горизонтальних свердловин під час розбурювання Одеського газоконденсатного родовища на шельфі Чорного моря через регулювання тиску в разі розкриття пласта. Авторі запропонували новітню технологію зменшення тиску в процесі експлуатації свердловин у воронках депресії. Технологія пройшла промислове випробування.

Отриманий досвід можна застосувати під час буріння на інших родовищах Чорного моря.

На переконання авторів, уряд має подбати про збільшення фінансування науково-технічних програм і заходів зі стабілізації й нарощування видобутку нафти й газу, зокрема й завдяки бурінню нових глибоких свердловин, відновленню фонду законсервованих свердловин та інтенсифікації роботи свердловин на виснажених родовищах.

Ключові слова: буріння свердловин, проект буріння, регулювання властивостей промивальних рідин, розкриття пласта, воронки депресії, горизонтальні свердловини, самопідіймальна бурова установка.

The article covers the history of deep oil and gas wells drilling in Ukraine during the last century. Particular attention is paid to the drilling of ultra-deep vertical wells with a depth of more than 6000 meters, and the drilling of branched-horizontal wells onshore and offshore.

According to the authors, drilling projects for production wells should consist of two parts, the first one provides the maximum rate of penetration and the second one provides the high-quality opening of production intervals. When implementing these parts of the project, it is recommended to use a service system for certain types of operation. First of all, it concerns control of drilling mud properties, wall fixing processes, recovery of filtration characteristics for reservoir formations.

In order to study the subsoil using the latest drilling technologies, it would be appropriate to revise the geological information on drilling of the deepest well in Ukraine, Shevchenkovo-1, and design a new analogue with a comparable depth.

The article describes the unique local experience of deviated and horizontal wells drilling at Odesa gas condensate field on the Black Sea offshore by pressure control during formation drilling. The authors propose to carry out the opening formation following the technology which allows reducing the pressure during the well production with the cone of depression. The technology has passed industrial testing.

The gained experience can be applied during the drilling of other Black Sea deposits.

According to the authors, the government should increase funding for scientific and technical programs and measures to stabilize and increase production of these minerals by drilling new deep wells, restoring the stock of suspended wells and intensifying wells in depleted fields.

Keywords: well drilling, drilling project, control of drilling mud properties, opening of formation, cone of depression, horizontal wells, jack-up drilling rig.

Вступ

Відкриття й розроблення нафтових і газових родовищ було б неможливим без спорудження свердловин, що з'єднують з поверхнею нафтогазовий колектор на будь-якій доступній для сучасної техніки й технології глибині. Відомі на сьогодні поклади нафти й газу залягають на глибинах від 500–600 метрів до 6000–7000 метрів. Вуглеводні розміщуються в колекторах з різними тисками: від аномально низьких до аномально високих.

Поклади виявляють у різних типах колекторів, здебільшого в пісковиках і тріщинуватих вапняках. Окремі пісковики містяться в потужних відкладах товщ з різною проникністю, що можуть бути розділені прошарками глини, глинистих сланців або залягати над частиною колектора, заповненого під тиском водою (відомі Долинське, Орів-Вуличнянське, Битківське та інші нафтові родовища Прикарпаття).

Основна частина

У 60–70-ті роки ХХ століття на сході й заході України працювали потужні геологорозвідувальні експедиції глибо-

кого буріння в системі Міністерства геології УРСР та контори буріння, згодом перетворені на управління бурових робіт (УБР) Міністерства нафтової промисловості СРСР. Обсяги буріння сягали 500–700 тисяч метрів на рік (фото 1). На сході України було відкрито потужні нафтові й газові родовища в Харківській, Полтавській, Чернігівській, Івано-Франківській і Львівській областях, розміщені в Дніпровсько-Донецькій западині (ДДВ) та у Внутрішній зоні Прикарпатського прогину і його зовнішній частині. Після введення в експлуатацію більш як десяти потужних родовищ річний видобуток газу сягнув 69 млрд м³ газу в 1969 році та 15 мільйонів тонн нафти в 1970 році [11, 12]. Більшу частину видобутого газу транспортували в Москву, Мінськ і Ленінград.

Буріння свердловин виконували на високому, як на той час, технологічному рівні. Наприклад, Бориславська контора розвідувального буріння ще наприкінці 50-х років ХХ століття під інженерним супроводом Петра Шинкарика розбурювала Рудківське газове родовище з одного монтажного куша мережею похило-скерованих свердловин (це було вперше в СРСР). На цьому ж родовищі вперше, на пропозицію видатного вченого Еммануїла Чекалюка, ліквідовано потужний відкритий газовий фонтан через похило-скеровану свердловину з використанням гідророзриву пласта. Поряд з масовим бурінням свердловин завглибшки від 900 метрів (Свидницьке газове родовище) до 2500–3500 метрів на більшості родовищ України в ці роки пробурено кілька надглибоких свердловин, як-от Луги-1 завглибшки 6000 метрів, Синьовидна-1 завглибшки 7000 метрів і найглибша на той час у СРСР свердловина Шевченково-1 завглибшки 7522 метри [11, 12]. Буріння цих свердловин тривало довго. Свердловину Шевченково-1 бурили 3,5 року й законсервували з технічних причин через труднощі з ліквідацією прихоплення бурильних труб. Наш аналіз буріння цієї свердловини (1975 рік) засвідчив, що лише завдяки використанню бурових доліт відповідно до фізико-механічних властивостей розбурюваних порід її можна було пробурити набагато швидше, орієнтовно за один рік. Під час буріння цієї свердловини з глибини 6900 метрів до бурового розчину безперервно надходила плівка нафти й газу, від якої він очищувався в дегазаторі циркуляційної системи. Пластовий тиск сягав 120 МПа. Навіть у разі ліквідації аварії, експлуатувати цю свердловину не було технічної можливості, бо для цього треба було б встановити в гирлі свердловини фонтанну арматуру під тиск 180 МПа. На той час така арматура в одному екземплярі була лише у Франції. Доцільно заново переглянути геологічну інформацію з буріння цієї свердло-

вини та запроєктувати на новій технічній і геологічній основі буріння її аналога з порівнянною глибиною.

На початку 70-х років ХХ століття в Україні зусиллями Долинського й Бориславського УБР було пробурено одинадцять розгалужено-горизонтальних свердловин з використанням електробурів, телесистем і механізмів викривлення вітчизняного виробництва [12]. Стовбури свердловин від гирла до кінцевого викривлення бурили під одним азимутальним кутом, а кінцеве зенітне викривлення сягало 96–110 градусів. Ця техніка й технологія випереджали тогочасні технології буріння горизонтальних свердловин за кордоном.

У ці ж роки окремі інтервали тридцяти восьми свердловин бурили з продуванням вибою стисненим повітрям, пінами або аерованим розчином. Водночас швидкість буріння і проходження одним долотом істотно зростала. На трьох свердловинах буріння в менілітових продуктивних відкладах з високопарафіністими смолами й асфальтенами було здійснено з продуванням вибою під час буріння стисненим азотом, природним газом та аерованим повітрям [14]. Цей складний експеримент виявився невдалим через охолодження пристовбурної зони до температур, за яких асфальтени й смоли випадали в цій зоні й повністю ізолювали колектор від свердловини.

Одним з дуже складних експериментів тих часів було розкриття продуктивного колектора розвідувальною свердловиною на структурі Великі Мости в межах Волино-Подільської платформи з продуванням під час буріння колектора пінним потоком, утворюваним за допомогою італійського компресора високого тиску Пінйоне. Гирло свердловини було обладнане обертовим превентором канадського виробництва. Інтервал 2000–2100 метрів було пробурено одним долотом за 20 годин. Під час розкриття колектора свердловина фонтанувала газом з кінцевою продуктивністю 96 тис. м³/добу. Різні дослідження характеру припливу газу тривали впродовж двох тижнів під час горіння газового факела. Виявилось, що пластовий тиск становив 0,9 від величини гідростатичного тиску. Спорудження розвідувальної свердловини мало завершитися спуском і цементацією експлуатаційної свердловини, через що газовий фонтан треба було заглушити. Після виконання всіх робіт свердловина виявилася “сухою”; і її списали з геологічних причин. Згодом підрахунок показав, що в процесі глушіння свердловини створювався тиск в 1,8 раза вищий від величини пластового тиску, а під час цементування колони він перевищував пластовий майже втричі. Очевидно, що внаслідок цих операцій привибійна зона пласта стала повністю непроникною для газу.

Упродовж кількох десятиліть на території Волино-Поділля геологічними дослідженнями в межах глибин до 2500 метрів виявлено понад сорок потенційних вуглеводневмісних структур, а родовище лише одне – Локачівське. Та й то лише через технологічну помилку буровиків, які не долили у свердловину бурового розчину під час підймання колони бурильних труб. На наш погляд, варто відновити буріння хоча б по одній свердловині на кожній структурі, але в проєктуванні треба передбачити розкриття продуктивного горизонту за тисків, набагато менших від гідростатичного. Власне буріння свердловин завглибшки до 2500 метрів може тривати 15–20 діб.

З початку 80-х років ХХ століття бурові бригади разом з усіма допоміжними службами України відрядили на бурові роботи на території Західного Сибіру й Півночі (фото 4). Для прикладу, у ті часи кількість щоденних авіарейсів для перевезення устаткування й персоналу з Івано-Франківська до Сибі-



Фото 1. Бурова установка “Уралмаш 3Д”



Фото 2. Патент України №91576. Спосіб будівництва куща свердловин на морі (С.М.Головін, П.І.Дякович, С.Д.Павлов, Р.І.Стефурак, Р.С.Яремійчук)



Фото 3. Обкладинка довідника “Французько-український нафтогазовий словник” під загальною редакцією Р. І. Стефурака, 2013 рік



Фото 4. Бурова вежа ВБ53-320

ру сягала 18. Сотні свердловин, пробурених зусиллями українських бригад, дали змогу досягти величезних обсягів видобутку нафти й газу в СРСР. Натомість на сході й заході України бурові роботи було припинено або обмежено до мінімуму.

У 90-ті роки ХХ століття під керівництвом видатного геолога й організатора виробництва П. Ф. Шпака було розроблено дві державні програми з нарощення видобутку нафти й газу на суші та в акваторії Чорного моря, що дістали схвалення уряду, а саме: національна програма “Нафта і газ України до 2010 р.” і державна програма “Освоєння вуглеводневих ресурсів Українського сектора Чорного і Азовського морів”. Згідно з цими програмами до 2010 року власний видобуток нафти й газового конденсату в Україні мав становити 5,416 млн тонн нафти й 24,5 млрд м³ газу, в акваторії Чорного моря видобуток газу мав сягнути 3 млрд м³ газу. Якби програми було втілено в життя, нині Україна була б набагато ближче до енергетичної незалежності.

Сьогодні триває процес відновлення в Україні геолого-розвідувального й експлуатаційного буріння свердловин. До роботи залучають як державні, так і приватні компанії. Проте темпи нарощення видобутку вуглеводнів поки що дуже повільні. Буріння свердловин завглибшки 5–6 тисяч метрів здебільшого зосереджено на окремих ділянках ДДВ. Щоб збільшити обсяги буріння свердловин, треба вкласти великі кошти в придбання бурових верстатів, доліт, інструменту. Персонал бурових бригад має опанувати новітні технології.

Проекти буріння варто розділити на дві частини. Втілення в життя першої покликано забезпечити максимальну швидкість буріння від початку до досягнення покрівлі продуктивних пластів. Це можливо в разі науково обґрунтованої конструкції свердловини, використання сучасних бурових доліт, вибійних двигунів, компонування низу бурильної колони, режимів буріння, досконалих типів промивних рідин і способів регулювання їхніх властивостей [3, 4]. Особливо актуальним стає вибір відповідно до фізико-механічних властивостей порід [2, 9] типу бурових доліт та їхньої раціональної відробки [3], а також запобігання ускладненням та аваріям у процесі заглиблення стовбура свердловини [6].

Друга частина проекту передбачає обґрунтування конструкції вибою свердловини; технології розкриття продуктивних пластів і наступного відновлення погіршених у процесі їхнього розкриття фільтраційних характеристик; технології виклику припливу в процесі освоєння та введення свердловини в експлуатацію. Всі відомі й доступні методи відновлення або навіть поліпшення фільтраційних характеристик пласта-колектора мають бути передбачені в цій частині проекту [5].

Під час утілення в життя першої й другої частин варто використовувати сервісну систему виконання окремих типів робіт із залученням фахівців з цих типів робіт. Передусім це стосується регулювання властивостей промивальних розчинів, режимів їхньої циркуляції у свердловині, а також процесів кріплення свердловини. Сервісні компанії треба залучати до всіх типів робіт з відновлення фільтраційних характеристик пластів-колекторів.

Сьогодні світова практика буріння дає змогу з одного майданчика бурити десять і більше свердловин з різним азимутальним спрямуванням їхніх стовбурів. Радіус викривлення залежно від геологічних потреб може бути великим (до 300 метрів) і малим (у межах 50–60 метрів). Новітні роботи було здійснено у 2012–2013 роках під час розбурювання Одеського газоконденсатного родовища на шельфі Чорного моря буровою установкою сингапурського виробництва (фото 3). Всього було пробурено вісім похило-скерованих і горизонтальних свердловин. До початку розбурювання свердловин одночасно з монтажем самопідіймальної бурової установки було прокладено газопровід дном Чорного моря на відстані 80 км від берега, а також змонтовано систему збирання й транспортування конденсату. Пробурені свердловини відразу вводили в експлуатацію й далі транспортували газ через газопровід. Буріння всіх свердловин у зоні продуктивного горизонту, крім другої, здійснювалося без ускладнень завдяки регулюванню тиску під час розкриття пласта відповідно до технології зменшення тиску в умовах виникнення воронок депресії [10], що її запропонували С. М. Головін, П. І. Дякович, С. Д. Павлов, Р. І. Стефурак і Р. С. Яремійчук (фото 2). На другій свердловині довелося ліквідувати поглинання промивальної рідини й наступне фонтанування газу, оскільки це

зниження тиску не було враховане. Отриманий досвід мав бути застосований під час буріння на інших родовищах Чорного моря, але внаслідок анексії Криму роботи припинено. Звісно, розроблення нових нафтових і газових родовищ на материковій частині України має здійснюватися за прикладом Одеського родовища незалежно від глибини залягання покладів, бо це розв'язує проблему відведення землі та ще й сприяє істотному підвищенню коефіцієнта нафтогазовилучення, зменшує всі витрати на буріння свердловин, їхню експлуатацію та транспортування нафти й газу.

У 2011 році на східній частині шельфу Чорного моря ДАТ “Чорноморнафтогаз” відкрило унікальне нафтогазоконденсатне Субботинське родовище, продуктивні горизонти якого розміщуються на глибинах від 1200 до 2400 метрів і яке передбачалося розбурювати горизонтальними свердловинами та мережею похило-скерованих свердловин за допомогою колтубінгових установок.

В Україні великі перспективи пов'язували з видобутком нафти на дні Чорного моря за глибини води 2200 метрів і газоконденсату на схилі Чорного моря за глибини води 1600 метрів, у яких, за даними президента нафтогазодобувної компанії “Хант Ойл” Джеймса Б. Дженнінгса і Ю. Макогона, містяться величезні запаси нафти й газоконденсату. Розв'язанню проблем видобутку вуглеводнів під дном Чорного моря присвячені роботи Р. Яремійчука, опубліковані в газеті “Урядовий кур'єр” (12 березня 2020 року, № 47) під назвою “Скарби Чорного моря. Ресурси надр” та в журналі “Вісник НТШ” (№ 63) під назвою “Чорне море – день прийдеший. Освоєння вуглеводневих ресурсів.” В умовах окупації Криму Російською Федерацією залишаються лише можливості розвідувальних робіт у західній частині шельфу Чорного моря, де за даними тривимірної сейсміки містяться десять перспективних структур. У цій статті ми не розглядаємо сучасних технологій інтенсифікації припливів вуглеводнів до свердловин. На сьогодні їх найповніше описано в монографіях і публікаціях [1, 5, 7, 8, 12, 13]. Над удосконаленням наявних і розробленням нових технологій донедавна працювали потужні науково-дослідні інститути, як-от УкрДГРІ, УкрДіпро-НДІнафта, УкрНДІгаз та Івано-Франківський національний технічний університет нафти й газу. За останні 10–15 років їх припинили фінансувати. Звідси й наша залежність від досягнень закордонних компаній.

Висновки

З огляду на нинішній стан видобутку нафти й газу в Україні, уряд має подбати про збільшення фінансування науково-технічних програм і заходів зі стабілізації й нарощування видобутку цих корисних копалин, зокрема й завдяки бурінню нових глибоких вертикальних і похило-скерованих свердловин, відновленню фонду законсервованих свердловин та інтенсифікації свердловин на виснажених родовищах.

ЛІТЕРАТУРА

1. Булатов А. І. Освоєння нафтових і газових свердловин. Наука і практика. (Монографія)/А. І. Булатов, Ю. Д. Качмар, О. В. Савенок, Р. С. Яремійчук. – Л.: СПОЛОМ, 2018. – 476 с.
2. Буріння свердловин: у 5 т./М. А. Мислюк, І. Й. Рибчич, Р. С. Яремійчук. – К.: Інтерпрес ЛТД, 2002. – Т. 1. – 367 с.
3. Буріння свердловин: у 5 т./М. А. Мислюк, І. Й. Рибчич, Р. С. Яремійчук. – К.: Інтерпрес ЛТД, 2002. – Т. 2. – 303 с.
4. Буріння свердловин: у 5 т./М. А. Мислюк, І. Й. Рибчич, Р. С. Яремійчук. – К.: Інтерпрес ЛТД, 2002. – Т. 3. – 294 с.
5. Буріння свердловин: у 5 т./М. А. Мислюк, І. Й. Рибчич. – К.: Інтерпрес ЛТД, 2002. – Т. 4. – 608 с.

6. Буріння свердловин: у 5 т./М. А. Мислюк, І. Й. Рибчич, Р. С. Яремійчук. – К.: Інтерпрес ЛТД, 2002. – Т. 5. – 376 с.

7. Качмар Ю. Д., Світлицький В. М., Синюк Б. Б., Яремійчук Р. С. Інтенсифікація припливів вуглеводнів у свердловину. – Львів: Центр Європи, 2004. – Кн. 1. – 352 с.

8. Качмар Ю. Д., Світлицький В. М., Синюк Б. Б., Яремійчук Р. С. Інтенсифікація припливів вуглеводнів у свердловину. – Львів: Центр Європи, 2004. – Кн. 2. – 414 с.

9. Мислюк М. А., Зарубін Ю. О. Моделювання явищ і процесів у нафтогазопромисловій справі: Навчальний підручник. – Івано-Франківськ: Екор, 1999. – 496 с.

10. Патент 91576 UA, МПК(2014.01), Е 21В 7/00, С 09 К 8/02(2006.01). Спосіб будівництва куща свердловин на морі/С. М. Головін, П. І. Дякович, С. Д. Павлов, Р. І. Стефурак, Р. С. Яремійчук, заявник Публічне акціонерне товариство “Державне акціонерне товариство “Чорноморнафтогаз” – № U 201401063; заявл. 04.02.2014; опубл. 10.07.2014, Бул. №13.

11. Яремійчук Р. С. Буріння нафтових і газових свердловин: вчора, сьогодні, завтра//Прикарпатський вісник НТШ. – 2018. – № 2 (46). – С. 192–196.

12. Яремійчук Р. С. Теорія і практика освоєння свердловин та сучасні методи інтенсифікації припливів вуглеводнів до свердловин//Геотехнології. – 2019. – № 2. – С. 12–15.

13. Яремійчук Р. С., Яремійчук Я. С. Освоєння свердловин: Довідникове видання. – Львів: Центр Європи, 2007. – 368 с.

14. Яремійчук Р. С., Семак Г. Г. Обеспечение надежности и качества стволов глубоких скважин. – М.: Недра, 1982. – 264 с.

REFERENCES

1. Bulatov A. I. Development of oil and gas wells. Science and Practice/A. I. Bulatov, Yu. D. Kachmar, O. V. Savenok, R. S. Yaremychuk. – Lviv: SPOLOM, 2018. – 476 p. (In Ukrainian).
2. Drilling of wells: Handbook in 5 volumes/M. A. Mysliuk, I. Y. Rybchych, R. S. Yaremychuk. – Kyiv: Interpres LTD, 2002. – Vol. 1. – 367 p. (In Ukrainian).
3. Drilling of wells: Handbook in 5 volumes/M. A. Mysliuk, I. Y. Rybchych, R. S. Yaremychuk. – Kyiv: Interpres LTD, 2002. – Vol. 2. – 303 p. (In Ukrainian).
4. Drilling of wells: Handbook in 5 volumes/M. A. Mysliuk, I. Y. Rybchych, R. S. Yaremychuk. – Kyiv: Interpres LTD, 2002. – Vol. 3. – 294 p. (In Ukrainian).
5. Drilling of wells: Handbook in 5 volumes/M. A. Mysliuk, I. Y. Rybchych. – Kyiv: Interpres LTD, 2002. – Vol. 4. – 608 p. (In Ukrainian).
6. Drilling of wells: Handbook in 5 volumes/M. A. Mysliuk, I. Y. Rybchych, R. S. Yaremychuk. – Kyiv: Interpres LTD, 2002. – Vol. 5. – 376 p. (In Ukrainian).
7. Kachmar Yu. D., Svitlytskyi V. M., Suniuk B. B., Yaremychuk R. S. Intensification of hydrocarbon inflows into the well. – Lviv: Tsentr Yevropy, 2004. – Book 1. – 352 p. (In Ukrainian).
8. Kachmar Yu. D., Svitlytskyi V. M., Suniuk B. B., Yaremychuk R. S. Intensification of hydrocarbon inflows into the well. – Lviv: Tsentr Yevropy, 2004. – Book 2. – 414 p. (In Ukrainian).
9. Mysliuk M. A., Zarubin Yu. O. Modeling of phenomena and processes in the oil and gas industry: Textbook. – Ivano-Frankivsk: Ekor, 1999. – 496 p. (In Ukrainian).
10. Patent 91576 UA, IPC (2014.01), E 21B 7/00, C 09 K 8/02 (2006.01). Method of construction of a well bush at sea /S. M. Holovin, P. I. Diakovych, S. D. Pavlov, R. I. Stefurak, R. S. Yaremychuk, applicant Public Joint Stock Company “State Joint Stock Company “Chornomornaftogaz.” – № U 201401063; declared 04.02.2014; publ. 10.07.2014, Bull. №13. (In Ukrainian).
11. Yaremychuk R. S. Drilling of oil and gas wells: yesterday, today, tomorrow//Prykarpatskyi visnyk NTSh. – 2018. – № 2 (46). – P. 192–196. (In Ukrainian).
12. Yaremychuk R. S. Theory and practice of well development and modern methods of intensification of hydrocarbon inflows to wells//Heotekhnolohii. – 2019. – № 2. – P. 12–15. (In Ukrainian).
13. Yaremychuk R. S., Yaremychuk Ya. S. Well development: Handbook. – Lviv: Tsentr Yevropy, 2007. – 368 p. (In Ukrainian).
14. Yaremychuk R. S., Semak H. H. Ensuring the reliability and quality of deep wells. – Moskva: Nedra, 1982. – 264 p. (In Russian).

Рукопис отримано 15.09.2021.