

АКТУАЛЬНІСТЬ ВІДБОРУ КЕРНУ ПРИ ГЕОЛОГО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ ДОСЛІДЖЕННЯХ СВЕРДЛОВИН, ВПЛИВ НА КОРЕЛЯЦІЮ ТА УТОЧНЕННІ ФІЛЬТРАЦІЙНО-ЄМНІСНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ПЛАСТІВ-КОЛЕКТОРІВ КОМИШНЯНСЬКОГО ГКР

Лев Ємець

*Львівський національний університет імені Івана Франка, вул. Грушевського, 4,
Львів, Україна, 79005
e-mail: Lev.emets11@gmail.com*

Буріння глибоких пошукових і пошуково-розвідувальних свердловин, на родовищах, що давно в розробці, можливе завдяки новітнім модернізованим буровим верстатам важкої вантажопідйомності, новітньому геофізичному обладнанню для проведення промислово-геофізичних досліджень у відкритому й обсадженому стовбурах свердловин, що спонукає покращенню якості проведення досліджень. Свердловини мають проектну глибину понад 6500 м. Збільшується відсоток проведення 3d сейсміки, робіт з вертикального сейсмічного випробування в свердловинах, що дає змогу уточнити будову навколосвердловинного простору, потенційністю колекторських товщ і визначитися з точністю проектування наступних свердловин. Під час буріння свердловини проводять геолого-технологічні дослідження (далі – ГТД), що є невід’ємною частиною геофізичних досліджень свердловини (далі – ГДС). Первинно дібраний матеріал є материнською основою для геологічної інформації по розрізу свердловини, що дає змогу корелювати розріз з проектними даними, із сусідніми свердловинами та отримати уточнення в побудовах. Висвітлено актуальність відбору керну за допомогою керновідбірною снаряду при бурінні свердловин, встановлення й уточнення фільтраційно-ємнісних властивостей (далі – ФЄВ) порід-колекторів у свердловинах за дібраним керном, застосування даних при побудові кореляційних схем на пробурених свердловинах у комплексі з даними промислово-геофізичних досліджень. У розвідувальних і пошукових свердловинах це суттєво актуальне, і що більша інтервальність відбору, то якісніше отримання інформації по геологічному розрізу, виділенню перспективних інтервалів насичених вуглеводнями та встановлення їх характеристик.

Комплексними методами разом з ГДС виділяють інтервали вуглеводневих товщ, уточнюється стратиграфічна прив’язка горизонтів. Аналіз геолого-геохімічних даних, дібраного шламу й керну доповнює обґрунтування флюїдонасичення порід-колекторів, а у випадках, коли промислово-геофізичні дослідження виконані не в повному комплексі, у зв’язку з ускладненим стовбуром свердловини і небезпечністю втрати його, що не дає змоги однозначно оцінити характер насичення, є вагомим важелем для виділення перспективності горизонту.

Ключові слова: кореляція, свердловина, промислово-геофізичні дослідження свердловин, добір керну, флюїдонасичення, пробі шламу, фільтраційно-ємнісні властивості, ГДС, ФЄВ.

Вступ. Комишнянське родовище розташоване на території Миргородського району Полтавської області України. Найближчі крупні населені пункти – районні центри міста Миргород, Гадяч, Лохвиця. Вивчення геологічної будови Комишнянської групи родовищ вуглеводнів тісно пов’язане з дослідженнями суміжних з нею площ (Радченківська, Малосорочинська та ін.) і розвитком поглядів на будову всієї Дніпровсько-Донецької западини, розумінням регіональних закономірностей поширення

колекторів, особливостей флюїдонасичення розрізу, виділенням генетичних типів пас-ток і покладів.

Одним із важливих складників при бурінні є геолого-геофізичні дослідження свердловин на Комишнянському родовищі, особливе місце посідають детальні дослідження й аналіз шламу та керну. Це допомагає виділити різні за характером насичення пласти, простежити ГВК (газо-водяний контакт), установити розповсюдження за їх межами в розрізах пробурених свердловин. Ми отримуємо детальне розчленування розрізу на літопачки, пласти, послідовність залягання всіх пластів, аналіз їх товщин, літологічного й фаціального складу, мінливості по розрізу, можливість виявити наявність тектонічних порушень, характер контактів. Одержані дані дають змогу виконати кореляцію, яка використовується для уточнення при побудові геологічних профілів, структурних карт. Також розуміння умов осадконакопичення, перспектив нафтогазонакопичення, виділення інтервалів покришок, псевдопокришок, порід-колекторів, зон виклинювання, літологічного заміщення, визначення типу резервуарів. Після виконання каротажних досліджень, аналізу геолого-геохімічних досліджень, врахування даних по дібраному керну, інтерпретатори першочергово виділяють у розрізі реперні горизонти. Далі визначають потенційні колектори, їх фільтраційно-ємнісні характеристики та рекомендують пласти для вторинного розкриття (перфорації).

Також за результатами буріння й отриманих геологічних матеріалів узагальнюють результати аналізу флюїдів, отриманих при випробуванні свердловин, виконуються побудови геологічних та літофаціальних профілів з ув'язкою результатів буріння на суміжних площах.

Виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми. Кількість свердловин з великим відходом від гирла та кутом нахилу суттєво збільшується. Відходи вибою свердловини від вертикалі в середньому становлять межі 500–600 м, а іноді понад 1000 м, кути нахилу похило-скерованої ділянки в межах 20–45 градусів від вертикалі, при глибинах свердловин 5500–6500 м, у горизонтальних свердловинах кут досягає 90 градусів. Проблематичним є проведення якісного відбору керну зі 100 % виносом. Ускладнений стовбур свердловини часто є причиною не виконання запланованих робіт. Недохід керновідбірною пристроєм до вибою, посадки вище необхідної глибини, неповний виніс породи і, як наслідок, неотримання повної інформації, унеможливорює впевнену кореляцію покладів. Проблематичним у своїй дороговартості є залучення обладнання на відбір керну з ізоляцією в алюмінієві або пластикові труби й подальшим спрямуванням у лабораторію для досліджень зі збереженням усіх фільтраційно-ємнісних властивостей. Переважно після підйому керновідбірного пристрою на поверхню керн вибивається й укладається в ящики, для первинного опису та аналізу, а потім зразки направляють у лабораторії фізики порід. Важливим є правильний підхід до збору бурильної компановки з пристроєм і технології виконання самого процесу робіт, взяття до уваги ускладнень в інтервалах відбору, врахування літологічних особливостей порід, передбачених проєктом.

Мета. Аналіз геологічних досліджень, отриманих під час буріння свердловини за допомогою ГТД, дає змогу виконати низку геологічних завдань на прикладі свердловин Комишнянського родовища. Необхідність добору керну в пошукових і розвідувальних свердловинах, його вплив на кореляційні побудови по родовищу, корегування літофаціальних профілів, визначення фільтраційно-ємнісних властивостей, вибір інтервалів перфорації.

Практичне значення. Геологічний блок даних ГТД, включно з добром і первинним аналізом дібраного керну, доповнює комплексування інформації по ГДС, насамперед при виділенні колекторів, оцінці їх літотипу та характеру насичення, що необхідне на стадії буріння пошукових та розвідувальних свердловин, іноді в експлуатаційних свердловинах у проєктних горизонтах з метою оцінки стану насиченості. Отримані дані використовують

для корегування інтервалів випробування свердловини, а іноді є переважальним аргументом для вибору інтервалу перфорації. Також дають змогу в онлайн-режимі виконувати кореляцію із сусідніми свердловинами і в процесі буріння, разом з основним комплексом ГДС, дають розуміння стратиграфічних прив'язок та часто є аргументом для коригування проектної глибини або взагалі буріння іншого стовбура свердловини. Весь комплекс робіт доповнює загальне розуміння стану насиченості вуглеводнями розкритих розрізом пластів та є невід'ємним матеріалом при проектуванні наступних свердловин загалом по родовищу й уточненні геологічного розрізу.

Вирішення актуальних питань. У розвідувальній свердловині № 34а запроєктовано 16 м відбору керну у два інтервали відбору пристроєм УКР2-127/67 бурильною головою 152,4 мм. Фактично відібрано з трьох інтервалів. Таке рішення ухвалено, оскільки проектний геологічний розріз не відповідав фактичному ближче до продуктивних інтервалів і, з метою детального вивчення розрізу та отримання коректних первинних даних, вирішено збільшити інтервальність відбору керну.

При підготовці до буріння важливо забезпечити безперебійну роботу всього бурового обладнання. Для гарантування цієї умови перед початком буріння з відбором керна необхідно провести:

- перевірку технічного стану системи верхнього приводу, ротора, вертлюга, насосів, компресорів, гідравлічної обв'язки бурової;
- перелік усього основного (керноприймальний пристрій, бурголовки і т. д.) й допоміжного (хомути, ключі, комплект для парафінізації керна тощо) обладнання та інструменту, що необхідно завести на бурову до початку робіт;
- налагодження роботи системи очистки бурового розчину;
- тарування всіх контрольно-вимірювальних приладів;
- контрольні заміри довжини бурильних труб, ОБТ, ТБТ, елементів.

Керновідбірний пристрій для відбору керну УКР2-127/67 «Кембрій2-127» призначений для буріння з відбором керна діаметром 67 мм із порід II–III категорії за трудністю відбору керна в компонуванні з бурголовками із зовнішнім діаметром від 132 до 165,1 мм.

Таблиця 1

Технічні дані керновідбірного пристрою УКР2-127/67 «Кембрій2-127»

Найменування керновідбірного пристрою	Діапазон діаметрів бурголовок, які можуть застосовувати при бурінні з відбором керна	Секційний відбір, метраж	Діаметр керна
УКР2-127/67 «Кембрій2-127»	Використовуються бурголовки діаметром: від 132 мм до 165,1 мм	1 секція – 7 м; 2 секції – 14 м	66,7 мм

Залучалась бурголовка типу PDC – оснащена алмазно-твердосплавними різцями. Калібрувальні поверхні, які утворюють зовнішній діаметр, оснащені твердим сплавом та різцями PDC. Принцип роботи полягає в застосуванні ріжучої кромки різців для буріння кільцевим вибоєм. Для буріння цього інтервалу заплановано для використання наступні бурголовки: основна 152.4/67 GMC1306 – бурильна головка призначена для буріння свердловини з відбором керну керноприймальними пристроями з нез'ємним керноприймальником у породах середньої твердості та пропластками твердих порід категорії твердості II–III.

Перед спуском у свердловину керновідбірного інструмента, здійснене очищення вибою і привибійної зони від металічних предметів, уламків твердосплавних зубів і кусків великого шламу. Під час останнього довбання перед початком буріння з відбором керна проходка на долото обмежена до 0,7 від запланованої величини по ГТН, долотній програмі, щоб втрата діаметра була мінімальною. У процесі буріння подання інструмента було

рівномірним, плавним, без різких коливань осевого навантаження. Під час буріння з відбором керна обов’язково проводився добір та аналіз шламу. Для забезпечення високого виносу керна бурильну головку не відривали від вибою протягом усього рейсу. Збирання, розбирання керновідбірною пристрою, буріння та підйом керна, обслуговування інструменту проводилось відповідно до технічного опису пристрою. Після кожного інтервалу робіт з відбором керна, складався акт з описом процесу й технічних результатів роботи та додатком фотографій, що відображають знос інструменту, фотографій і короткого опису керна.

Таблиця 2

Планові та фактичні інтервали відбору керну

Плановий інтервал відбору керну		Фактичний інтервал відбору керну	
Інтервал відбору	Метраж, м	Інтервал відбору	Метраж, м
5840–5848 м	8	5834–5840 м	6 (4,71)
5942–5950 м	8	5946–5952 м	6 (5,9)
		5993–5999 м	6 (6)

Низька швидкість поглиблення зумовлена недостатньою вагою КНБК (компоновання низу бурильної колони), максимальне допустиме навантаження на бурголовку становило 4 т. Тому в перших двох рейсах вихід керну був неповним. Це додатково зумовлено літологічними особливостями порід і досить збільшеним навантаженням, що призвело до незначних втрат, до висипу породи при відриві від вибою і підйомі.

Рейс № 1. Інтервал добору: 5834–5840 м, проходка: 6 м, вихід: L – 4,71 м (78,5 %).

Рейс № 2. Інтервал добору: 5946–5952 м, проходка: 6 м, вихід: L – 5,9 м (98 %). Фактично обидва інтервали представлені пісковиком сірим, іноді до темно-сірого кольору, кварцовим, дрібнозернистим, щільним, міцним, місцями крихким, рихлуватим, з прошарками та включеннями вуглисто (детритового) матеріалу та аргілітом сильноуглефікованим з прошарками та включеннями кам’яного вугілля.

Рейс № 3. Інтервал добору: 5993–5999 м, виніс керну становив 100 % піднято: L= 6 м, що є дуже гарним результатом, зважаючи на літологічні особливості, що містили крихкий аргіліт та місцями слабозцементований пісковик.

Керн представлений (зверху вниз):

(L1) – 6.0 м. Пісковик від світло-сірого до сірого, іноді до темно-сірого кольору, кварцовий, дрібнозернистий, щільний, міцний, з незначними прошарками слабозцементованого пісковику та включеннями детритового матеріалу й аргіліту з прошарками від 1 мм до 5 см,

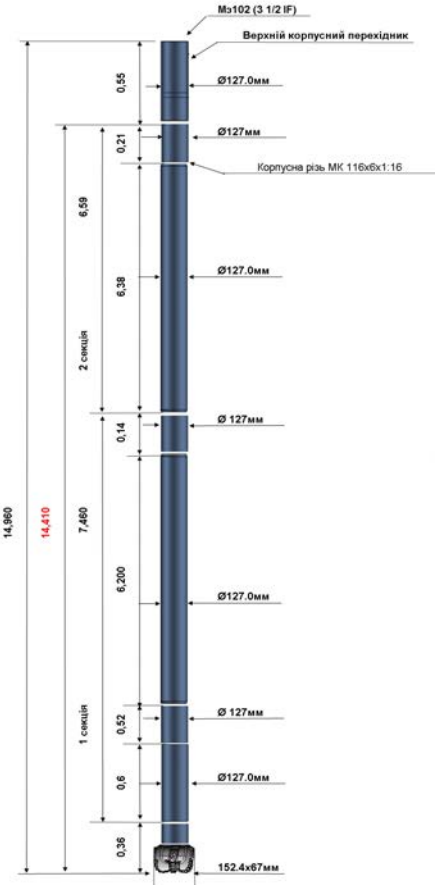


Рис. 1 Схема керновідбірною пристрою УКР2-127/67

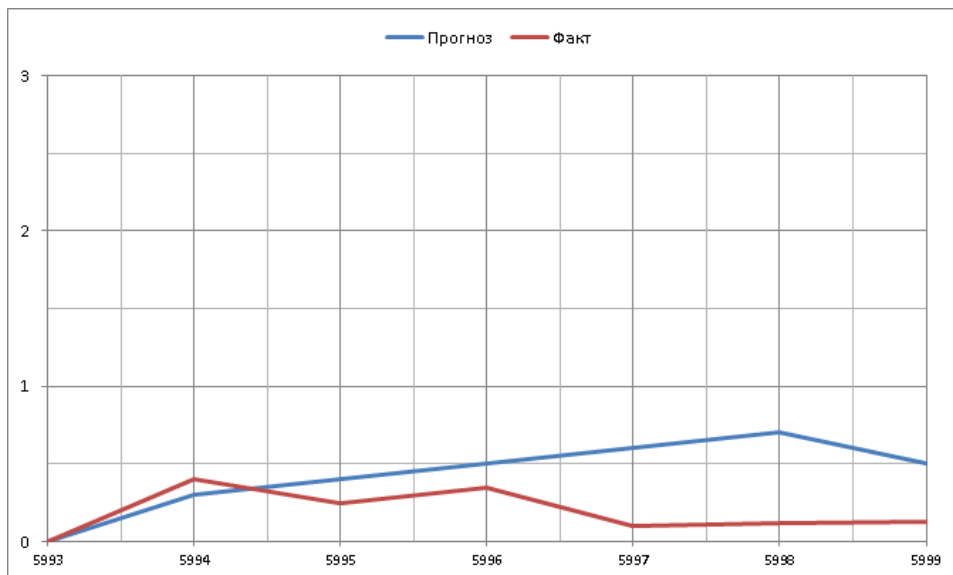


Рис. 2 Порівняння прогнозованої та фактичної механічної швидкості з відбором керну в інтервалі 5993–5999 м



Рис. 3. Зразок пісковика з інтервалу 5993–5999 м

місцями крихкого. На свіжому зламі, присутній запах ВВ (однак слід врахувати, що розчин на ВВ основі).

Результати досліджень:

1) пісковик (відібраний за 0,2 м від верху керну). Карбонатометрія: К – 5,6 %, Д – 0,5 %. ЛБА-МСБ-3(ОЖ). Кп = 1,35 %, роб = 2,58 г/см³, рмін = 2,61 г/см³.

2) пісковик (відібраний за 5,53 м від верху керну). Карбонатометрія: К – 4,2 %, Д – 0,4 %. ЛБА-МСБ-3(ОЖ). Кп = 3,09 %, роб = 2,54 г/см³, рмін = 2,62 г/см³. На результат проведення дослідження ЛБА міг впливати буровий розчин на вуглеводневій основі.



Рис. 4. Зразок укладання керну з інтервалу 5993–5999 м

Висновки та перспективи подальшого дослідження. Умови збільшення відсотка буріння глибоких пошукових та розвідувальних свердловин, виснаженості більшості родовищ спонукають до ретельного підходу у вивченні геологічного розрізу під час буріння. Інформативність якісного матеріалу при первинному розкритті розрізу під час буріння, повного комплексу каротажних досліджень, збільшення інтервальної добору керну при проєктуванні є обов'язковими факторами для успішних результатів як після завершення буріння свердловини, так і для проєктування подальших залежних від неї свердловин і загалом уточнених побудов при моделюванні родовища.

Для повного виносу керна необхідно ретельно добирати конструкцію керновідбірного пристрою в компонуванні низу бурильної колони, ретельно добирати режим буріння, оскільки цей процес досить дороговартісний, збільшує тривалість спорудження свердловини, а також має надати результативність якісним матеріалом для подальших досліджень. Важливо враховувати геомеханіку порід, проводити моделювання в програмному забезпеченні. Такий підхід дасть змогу прогнозувати режими буріння, мінімізувати час на відбір керну. Часто зменшують запроєктовані інтервали добору з метою зменшення тривалості спорудження свердловини, чого категорично не можна робити, оскільки втрачається унікальність первинного матеріалу.

Такі дослідження доповнюють дані ГДС і з великою достовірністю надалі виділяють інтервали перфорації. Цей підхід дає позитивний результат і збільшує видобуток газу. Кожна свердловина індивідуальна, літологічні розрізи мінливі, не завжди присутні реперні горизонти, потужності не витримані. Необхідно збільшувати відсоток інтервалів відбору керну, для повноти геологічної інформації по свердловинах, покращувати якість виконання ГДС, ретельніше приділяти увагу технологічним дослідженням, що входять у комплекс ГТД, оскільки повнота геологічного матеріалу свердловини напряму є показником успішності довивченості родовища.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Стефурак Р. І. Технології відбору керна в глибоких свердловинах. *Мінеральні ресурси України*. № 2. 2024.
2. Стефурак Р. І. Удосконалення конструкцій керноприймальних пристроїв для відбору зразків порід і мінералів. *Мінеральні ресурси України*. 2025.
3. Правила нормативного забезпечення геологічного вивчення надр. (Із змінами, внесеними згідно з Наказом Міністерства охорони навколишнього природного середовища № 64 від 11.02.2009.
4. Технологічний регламент по похило-спрямованому бурінню на площах Східної України. УкрНДІгаз, 1995.

REFERENCES

1. Stefurak, R.I. (2024). Tekhnologii vidboru kerna v hlybokykh sverdlovynakh [Core sampling technologies in deep wells]. *Mineralni resursy Ukrainy*. № 2.
2. Stefurak, R.I. (2025). Udoskonalennia konstruktsii kernopryimalnykh prystroiv dlia vidboru zrazkiv porid i mineraliv [Improvement of the design of core receiving devices for sampling rocks and minerals]. *Mineralni resursy*. Ukrainy.
3. Pravyla normatyvnoho zabezpechennia heolohichnoho vyvchennia nadr [Rules for regulatory support of geological exploration of subsoil]. (Iz zminy, vnesenymy zghidno z Nakazom Ministerstva okhorony navkolyshnoho pryrodnoho seredovyscha № 64 vid 11.02.2009).
4. Tekhnolohichniy rehlyament po pokhylo-spriamovanomu burinniu na ploshchakh Skhidnoi Ukrainy [Technological regulations for directional drilling in the areas of Eastern Ukraine]. UkrNDIhaz, 1995.

THE RELEVANCE OF CORE SAMPLING IN GEOLOGICAL AND TECHNOLOGICAL STUDIES OF WELLS, THE IMPACT ON THE CORRELATION AND REFINEMENT OF FILTRATION AND CAPACITIVE PROPERTIES OF RESERVOIR FORMATIONS OF THE KAMYSHNYANSKY GCF

Lev Yemets

Ivan Franko National University of Lviv, Hrushevsky Str., 4, Lviv, Ukraine, 79005
e-mail: Lev.emets11@gmail.com

Drilling of deep exploratory and appraisal wells in long-developed fields is made possible by the use of modernized heavy-duty drilling rigs and state-of-the-art geophysical equipment for conducting industrial-geophysical studies in both open and cased wellbores. This leads to improved research quality. These wells are designed to reach depths greater than 6,500 meters. The proportion of 3D seismic surveys and vertical seismic profiling in wells is increasing, allowing for more accurate definition of the surrounding borehole environment, reservoir potential, and precise planning of subsequent wells. During the drilling process, geological and technological studies (GTS) are carried out, forming an integral part of well geophysical surveys (WGS). The initially collected material serves as the fundamental source of geological information about the well section, allowing for correlation with design data, neighboring wells, and refinement of geological models. The relevance of core sampling using core barrels during drilling is emphasized, as it helps determine and refine the filtration and storage properties (FSP) of reservoir rocks based on the retrieved core. These data are then applied in building correlation schemes for drilled wells in conjunction with industrial-geophysical survey data.

In exploratory and appraisal wells, this is especially important: the greater the sampling interval, the higher the quality of geological section information, identification of hydrocarbon-saturated intervals, and determination of their characteristics.

Through integrated methods along with WGS, hydrocarbon-bearing intervals are identified and stratigraphic horizons are precisely tied. The analysis of geological and geochemical data from cuttings and cores complements the justification of fluid saturation in reservoir rocks. In cases where a full set of industrial-geophysical studies cannot be performed due to borehole complications or risk of borehole loss, making fluid saturation difficult to assess, such analysis becomes a significant factor in identifying the prospectivity of the horizon.

Key words: correlation, well, industrial-geophysical well surveys, core sampling, fluid saturation, cuttings samples, filtration and storage properties, WGS, FSP.

Дата надходження статті: 28.07.2025

Дата прийняття статті: 25.08.2025

Опубліковано: 29.10.2025