

# ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 1

## ПІДГОТОВКА ЗРАЗКІВ ГІРСЬКОЇ ПОРОДИ ДО ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ З ВИЗНАЧЕННЯ ЇЇ КОЛЕКТОРСЬКИХ ТА ФІЛЬТРАЦІЙНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ (УПАКУВАННЯ, ОПИС ТА ЕКСТРАГУВАННЯ КЕРНА)

### 1.1 Мета роботи :

1.1.1 Вивчення послідовності підготовки гірської породи до проведення досліджень з визначення її колекторських та фільтраційних властивостей (упакування, опис керну та відбір зразків для проведення лабораторних досліджень).

1.1.2 Ознайомлення з екстрагуванням гірських порід (вилучення з пор гірської породи насичуючих її флюїдів) в апараті Сокслета.

### 1.2 Теоретична частина

Керн (зразок гірської породи) являє собою циліндричний моноліт гірської породи, який отримують шляхом кільцевого руйнування вибою свердловини при бурінні.

Керновий матеріал відбирається із пласта при промиванні вибою буровим розчином, приготовленим на водній або нафтовій основі (залежно від завдань дослідження кернового матеріалу). Зокрема, для визначення початкової нафтоводонасиченості гірських порід керн відбирають при промиванні вибою безводними розчинами.

Керн є основним матеріалом для вивчення геологічної будови розрізу свердловини та головним прямим джерелом і носієм інформації про властивості гірських порід. Його використовують для визначення відносного і абсолютного віку, речовинного складу, петрографічних, фізичних, фізико-хімічних та інших характеристик гірських порід на всіх стадіях геологорозвідувального і нафтопромислового процесу.

Планування відбору керна здійснюють геологічні служби нафтогазовидобувних підприємств. Відбір керна здійснюється буровою бригадою відповідно до геолого-технічного наряду на буріння свердловини. Контроль і спостереження за умовами і якістю керна здійснюють представники технологічної і геологічної служби підприємств.

На нових родовищах, у маловивчених районах з невстановленою промисловою нафтогазоносністю при бурінні першої свердловини рекомендується проводити суцільний відбір керна рівномірно по всьому стовбуру, а в другій і третій – відбір керна обмежується і приурочується до

певних стратиграфічних і літологічних границь або перспективних і промислових інтервалів. У наступних пошукових і розвідувальних свердловинах відбір керна проводиться лише в межах нафтогазоносних горизонтів. На родовищах, де верхня частина розрізу вивчена, а нижня ще підлягає дослідженню, у вивченому інтервалі потрібно відбирати керн лише в контактах свит (а також у зонах наявності маркуючих прошарків) або застосовувати каротаж (електричний і радіоактивний), а в невивченому інтервалі – проводити суцільний відбір керна та інші зазначені вище дослідження.

Для відбору керна в свердловину на бурильних трубах опускають керновідбірний снаряд. Знизу до нього приєднують породоруйнуючий інструмент. Для запобігання згинання і підвищення збереження керна корпус керновідбірного снаряда, що передає навантаження і обертання породоруйнуючому інструменту, виконується твердим товстостінним зі стабілізаторами.

Розрізняють керновідбірні снаряди зі знімними і стаціонарними керноприймачами. Керновідбірний снаряд як правило складається з декількох секцій довжиною 7 – 8 м, що дозволяє відбирати керн значної довжини (за рейс до 13 – 14 м). Залежно від типу снаряда одержують керн різного діаметра та довжини. Діаметр керна, що відбирається, становить 40 – 120 мм. При бурінні на нафту і газ в основному використовуються роторні керновідбірні снаряди типу “Надра” (для свердловин діаметром 130 – 300 мм), турбінні керновідбірні снаряди (для свердловин діаметром 130 – 220 мм), а також снаряди серії КИМ. Останні забезпечують відбір керна підвищеної інформативності: керн відбирається без техногенних деформацій зі збереженою структурою і текстурою та з максимально можливим збереженням пластового флюїдонасичення.

Зруйнована по кільцевому затрубному або внутрішньому простору гірська порода виноситься на поверхню промивною рідиною або стиснутим повітрям (газом), що нагнітається у свердловину буровим насосом або компресором, а керн входить в колонкову трубу.

Періодично (через 0,5 – 6 м і більше) керн заклинюють, відривають від вибою, піднімають на поверхню разом з колонковим снарядом і вилучають із колонкової труби. Вилучення керна з бурового снаряда здійснюється працівниками бурової бригади в присутності геолога. Застосовується майже безперервне транспортування керна по внутрішній порожнині колони труб на поверхню; при цьому керн вилучається акуратно, без порушення його орієнтації з обов’язковою фіксацією глибини відбору керна в свердловині.

Первинна розкладка керна здійснюється на буровій. Керн очищають папером чи іншими засобами або відмивають від бурового розчину в ємності з водою, потім складають у спеціальні керноприймальні шухляди або на землю в точній послідовності його вилученню з колонкової труби. Для кожного керна виготовляють етикетку, на якій вказують глибину відбору, проходку і вихід керна. Дрібні шматочки та уламки керна, послідовність яких неможливо встановити, поміщають у мішечки або загортають у щільний папір і складають у ящики в тій же послідовності, що й керн.

Якщо в певному інтервалі керн не відбирився, тоді в шухляду кладуть етикетку із вказанням, в якому інтервалі глибин винос керна був відсутній.

При бурінні снарядами серії КИМ вихід керна становить 90 % і більше (з неконсолідованих порід не менше 75 %). Стовідсотковий вихід керна дозволяє з повною вірогідністю вивчати гірські породи і визначати запаси нафти і газу.

### **Відбір герметизованого керна**

Відбір герметизованого керна проводять у зв'язку із необхідністю прямого визначення по керну пластових значень нафто- і газонасиченості та встановлення фазового складу флюїдів. Інформативність герметизованого керна вища, ніж керна, відібраного без герметизації, тому що крім збереження залишкової водонасиченості в герметизованому керні можливе збереження нафто- і газонасиченості, а також і температури при термостатуванні керноприймача, завдяки чому забезпечується можливість:

- прямого визначення по керну пластових і поточних значень нафто- і газонасиченості;

- збереження фазового складу флюїдів, що є особливо важливим при відборі керна з газогідратних покладів.

Відбір герметизованого керна здійснюється герметичними керновідбірними снарядами. Вони забезпечують (після відділення керна від вибою) герметичне перекриття керноприймача в нижній і верхній частинах. При цьому виключається гідродинамічне сполучення порожнини керноприймача, заповненого керном, зі свердловиною і зберігається вибійний тиск.

При відборі герметизованого керна виконують такі операції: буріння з відбором керна герметичним керновідбірним снарядом, оснащеним апаратурно-вимірювальним комплексом запису термобаричних параметрів у порожнині керноприймача; контроль герметичності керноприймача керновідбірного снаряда на поверхні; ступінчаста дегазація керноприймача з вимірюванням витрати та відбором проб газу для його послідовного аналізу; розгерметизація керноприймача і вилучення керна; зчитування даних апаратурно-

вимірювального комплексу, їхня комп'ютерна обробка та інтерпретація; обробка, експрес-аналіз керна, препарування та консервація зразків.

При відборі герметизованого керна використовують спеціальні пластикові туби.

### **Упакування, опис керна та відбір зразків для досліджень**

Підготовка відібраного із свердловини керна починається з його упакування. Упакування включає операції по маркуванню і герметизації зразків та укладання їх в шухляди. Зразки керна можуть упакуватися з герметизацією або без неї.

Якщо kern відібрано із свердловини без герметизації, то для зберігання залишкових флюїдів для визначення нафтонасиченості гірських порід прямим методом його герметизують. На практиці застосовується найбільш простий і розповсюджений спосіб герметизації – парафінізація керну (герметизація в розплавленому парафіні).

Герметизацію зразків керна рекомендовано здійснювати в такій послідовності. Kern вилучають із керно-приймальної труби і складають на бурові містки або в спеціальні шухляди. Відразу після цього зразки за допомогою тканини, зволоженої в дизельному паливі, швидко очищають від бурового розчину і упаковують у поліетилен. На поверхню поліетилену прикріплюють етикетку із вказанням площі, номеру та інтервалу відбору керна, місця взяття зразка керна. Підготовлений у такий спосіб зразок обтягують марлею, перев'язують шпагатом і для рівномірного покриття декілька разів занурюють у розплавлений парафін, температура якого 70 – 90 °С.

Далі на парафін накладається нова етикетка (з тими ж вихідними даними), а зразок знову опускається в парафін. Занурення здійснюється неодноразово (щоразу стежать за тим, щоб парафін, що просочує марлю, затвердів) доти, поки зразок рівномірно не покриється шаром парафіну. При цьому потрібно стежити за тим, щоб напис на етикетці легко читався.

Запарафіновані зразки складаються в шухляди строго відповідно до їх розташування у керновій колонці. Для відправки на лабораторні дослідження запарафіновані зразки гірських порід поміщають у металеві банки із кришками, що щільно закриваються. З метою запобігання ушкодження парафінової оболонки зразки перекладають м'яким папером, ватою і т. п. Правильне виконання перелічених вище операцій забезпечує консервацію початкового вмісту води і нафти в керні протягом декількох тижнів.

## Укладання і документація керна

Після герметизації керн піддається попередній підготовці. Вона полягає у складанні зразків у шухляди, їх упакуванні та виконанні операцій по їхньому маркуванню, а також у складанні документів, що супроводжують керн.

Укладання керна проводиться в спеціальні кернові шухляди, виготовлені з дерева і розділені на поздовжні секції шириною трохи більше діаметра керна з п'ятьма (для керна  $d = 80$  мм), чотирма (для керна  $d = 100$  мм) або шістьма (для керна  $d = 60$  мм) поздовжніми секціями.

Шухляди обв'язують металевую стрічкою або дротом. Кришку закріплюють на шарнірах.

Крім дерев'яних шухляд, керни складають також у картонні коробки, що складаються із двох секцій довжиною по 1 метру і пластикові пенали.

Для кожної кернової шухляди виготовляються етикетки. Етикетка (бірка) складається у двох екземплярах: першу розміщують на початку інтервалу відбору керна, а другу – наприкінці. Написи на етикетках повинні бути виконані кульковою ручкою, водостійким фломастером або маркером. Не можна робити написи на папері, картоні, тканині та інших підручних матеріалах.

**Маркування кернових шухляд.** Дерев'яні шухляди обов'язково повинні мати кришки, що забезпечують збереження керна при транспортуванні та зберіганні. Кришка закріплюється на шарнірах, інший край кришки при транспортуванні закріплюється цвяхами.

У дерев'яних шухлядах кришки після їх заповнення керном забиваються цвяхами, шухляди складаються в штабелі для відправлення на зберігання в керносковище.

Для уникнення плутанини всі шухляди нумеруються та маркуються, а при складанні в штабелі дотримуються їхнього послідовного розміщення.

Написи роблять на торцевих і лицьових сторонах шухляди, а також на її кришці.

На лицьовій стороні вказують: номер шухляди; назва площі (родовища); номер свердловини; номер керна (його початок, продовження, кінець керна); інтервал відбору керна; проходка (метри); вихід (винос) керна (метри, %).

Приклад маркування кернової шухляди:

ШУХЛЯДА № 17. ВОЛОХІВСЬКА ПЛОЩА,  
СВ. № 26, 1989 р. (КЕРН № 1 – ПОЧАТОК).  
ІНТ. 2720 – 2730 м. ПРОХОДКА 10 м.  
ВИНОС КЕРНА 7,4 м (74 %).  
НАЗВА ГІРСЬКОЇ ПОРОДИ – ПІЩАНИК.

Початок керна відзначають стрілкою на торці перегородки шухляди, що вказує напрям укладання керна.

Опис керна проводиться представниками геологічної служби підприємства. При описі керна необхідно дотримуватись такої послідовності: назва гірської породи, колір, характер насичення зразка нафтою, склад, текстура і структура гірської породи, наявність тріщин, їхня спрямованість і характер заповнення, характер органічних залишків і їх розподіл, різні включення в гірську породу, кути падіння порід. При описі керна особливу увагу необхідно приділяти ознакам породи, що можуть не зберегтися при тривалому зберіганні та перевезенні керна, наприклад, присутність включень, що легко випадають з гірської породи, вологість, запах, ознаки нафтогазо-насиченості, слабкі ознаки шаруватості та інші ознаки, що спостерігаються іноді лише у вологому стані.

Зразки керна, які направляють на дослідження, підбираються окремо для кожної лабораторії. Частота відбору зразків керна для комплексних лабораторних досліджень ви-значається літологічним складом, мінливістю фізичних властивостей, і характером насиченості досліджуваних порід. Як правило, зразки гірських порід відбирають не менше, ніж через 0,5 м товщини продуктивної частини витриманого пласта і неконсолідованих (нестійких) гірських порід. В анізотропних пластах (колекторах флішового типу) інтервал відбору потрібно зменшити до не менше одного зразка на кожен прошарок. У тріщинуватих і кавернозних нафтоводонасичених пластах інтервал відбору зразків повинен бути знижений до 0,1 м.

Дослідження фізичних властивостей гірських порід починають з опису зернистості, степені зцементованості, кольору та інших її петрофізичних характеристик. Крім того, визначаються гранулометричний склад, пористість, проникність (впоперек і вздовж напластування), питома поверхня, карбонатність і нафтоводонасиченість гірських порід.

Перед початком проведення дослідження фізичних властивостей гірської породи із шматка керна виготовляють окремі зразки для всіх видів дослідження. З цією метою ви-користовуються свердлильний верстат з алмазною коронкою і каменерізальний верстат з відрізними алмазними кругами.

Із центральної частини шматка керна висвердлюють два зразки циліндричної форми, орієнтовані паралельно і перпендикулярно нашаруванню для визначення проникності гірської породи. Діаметр зразків як правило дорівнює 30 мм, а довжина не менше, ніж 25 мм. Ці ж зразки надалі використовують для визначення залишкової водонасиченості та коефіцієнта нафтовитіснення гірської породи. Проникність точніше визначається при довжині зразків більше 30 мм. Для оцінки нафтоводонасиченості бажано мати зразки масою 30 – 40 г, а для визначення гранулометричного складу – 50 г. Деякі характеристики визначаються за одним і тим самим зразком (наприклад, початкова водонасиченість, пористість, проникність).

Дослідження ємнісних характеристик гірської породи проводять на зразках, виготовлених із центральної частини шматка керна правильної геометричної форми висотою не менше, ніж 25 мм. Зразки довільної форми повинні мати масу 20 – 100 г. Керн, що залишився після виготовлення зразків для визначення проникності та пористості, застосовують для інших видів досліджень.

Для проведення комплексного дослідження керна розміри зразка повинні становити: діаметр не менше 60 мм і довжина не менше 110 – 120 мм.

Всі зразки керна маркують чорною тушшю або спеціальною фарбою, а за необхідності із вказанням орієнтації відносно нашарування. Всім зразкам з одного шматка керна присвоюють один лабораторний номер, під яким їх і маркують. На відібраний із свердловини керна у робочому журналі складається відомість відбору керна, у якій в табличній формі фіксується інформація, одержана при проходці свердловини: номер керна, інтервали відбору керна, винос керна. Основними джерелами цих даних є записи в бурових журналах і на етикетках, що супроводжують керновий матеріал.

У відомості вказують також кількість шухлядів, наводяться відомості поінтервальної укладки керна в шухляди, загальна довжина пройденого з відбором керна інтервалу і загальний вихід керна. Всю складену документацію підписує документатор керна і проставляє дату.

## Підготовка зразків для дослідження

Для проведення більшості видів досліджень з визначення фізичних властивостей гірської породи необхідно мати сухий мінеральний скелет зразка, тобто зразок без будь-яких слідів присутності нафти, води чи інших органічних домішок. Зокрема, це необхідно при визначенні гранулометричного складу гірських порід, пористості, проникності та інших параметрів нафтоводо-вміщуючих порід.

Вилучення органічного вмісту (води, нафти і газу) з пор гірської породи за допомогою розчинника називається екстрагуванням і для його проведення використовується апарат Сокслета (ОСТ 10075-39).

Апарат Сокслета (рис. 1.1) складається із трьох основних частин: скляної колби 1, екстрактора 2 і холодильника 4. Всі три частини апарату з'єднуються за допомогою шліфів.

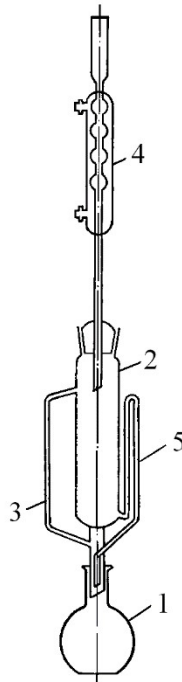
Приготовлені зі шматка керна зразки завантажуються в екстрактор. Екстрактор з'єднують із колбою і заливають у нього таку кількість розчинника, щоб він почав вилитися через сифон 5 у колбу і додають ще невеликий надлишок розчинника (приблизно 50 мл). До екстрактора приєднують холодильник, до якого підключають воду і починають нагрівати колбу.

Колбу нагрівають на водяній бані або електроплитці закритого типу у витяжній шафі.

Основною частиною апарату Сокслета є екстрактор. Він має дві трубки. Через одну, більш широку, пари розчинника надходять із колби в екстрактор, а через іншу, вигнуту трубку (сифон), рідина, що сконденсувалася, стікає назад у колбу.

Як розчинник найчастіше використовують суміш спирту з бензолом, а також хлороформ або чотирихлористий вуглець. Принцип роботи апарату Сокслета полягає в наступному. Розчинник, що міститься в колбі, нагрівають до кипіння, його пари надходять у холодильник, в якому вони конденсуються, стікають в екстрактор, конденсуються і заливають зразок гірської породи, що є в екстракторі. При цьому розчинник, а також нафта і бітум, що є в зразку, збираються в екстракторі і при досягненні коліна відвідної трубки (сифона) стікають назад у колбу. Таким чином, можна використовуючи обмежену кількість розчинника, вилучити необмежену кількість екстрагованої речовини, тому що вона весь час обробляється чистим розчинником.





1 – колба; 2 – екстрактор; 3 – трубка;  
4 – холодильник; 5 – сифон

Рисунок 1.1 – Апарат Сокслета для екстрагування із гірських порід нафти і води

Якщо речовина, яку вилучають із пор гірської породи, зафарбована, то і розчин в екстракторі може бути зафарбований. У цьому випадку екстрагування продовжують до того моменту, коли рідина, що залишається в екстракторі, стане безколірною.

Якщо екстрагована речовина безколірна, то тривалість екстрагування визначається шляхом аналізу проби. Для цього через холодильник опускають в екстрактор тонку довгу скляну паличку, відбирають дві-три краплі екстракту, переносять його на скло і випаровують. Якщо на склі не буде нальоту, то екстрагування завершують. При розбиранні апарату Сокслета, насамперед, припиняють нагрівання, дають приладу охолонути, потім закривають воду і обережно знімають холодильник. Після того як рідина стече з екстрактора в колбу, його від'єднують.

Проекстраговані зразки гірської породи витягують із екстрактора і поміщають у сушильну шафу, де їх висушують протягом 12 годин, при температурі 102 – 105 °С. Після висушування та охолодження зразки готові до подальших лабораторних досліджень.

Для екстрагування зразків гірських порід великого розміру (до 80 мм), що використовуються при дослідженнях тріщинуватості, електричних та акустичних властивостей гірських порід, а також для визначення радіальної газопроникності, застосовують спеціальні екстрактори, принцип дії яких подібний до принципу дії апарату Сокслета.

Процес екстрагування з підігріванням триває досить довго (від декількох годин до декількох діб). Значно швидше здійснити екстрагування зразка гірської породи можна методом центрифугування (з використанням центрифуги з частотою обертання до 15000 об/хв.). Зразки гірської породи поміщають в камеру, яку закріплюють на валу електродвигуна. Під дією відцентрових сил вода і нафта разом із розчинником, що подається в камеру, витікають у пастку. При цьому тривалість повного екстрагування зразка гірської породи становить 30 – 40 хв.

### **1.3 Обладнання, прилади, матеріали та реагенти**

Апарат Сокслета, електроплитка, шматок керна, спирто-бензольна суміш.

### **1.4 Самостійна робота студентів**

Необхідно вивчити теоретичну частину до лабораторної роботи, що наведена в методичному посібнику. При цьому необхідно використовувати також рекомендовану літературу, перелік якої наведено нижче. Підготувати відповіді на контрольні запитання. Оформити звіт до лабораторної роботи.

### **1.5 Порядок виконання роботи**

1.5.1 Перш ніж приступити до роботи, студенти повинні ознайомитися з правилами з техніки безпеки і обов'язково дотримуватись їх при проведенні роботи.

1.5.2 Детально вивчити конструкцію апарату Сокслета.

1.5.3 Шматки керна покласти в екстрактор. Екстрактор з'єднати з колбою і залити у нього необхідну кількість розчинника. До екстрактора приєднати

холодильник. До холодильника підключити воду. Включити електроплитку і почати нагрівати колбу.

1.5.4 Якщо екстрагована речовина зафарбована, то процес екстрагування завершити тоді, коли рідина, що залишається в екстракторі, стане безколірною. У випадку, якщо рідина, яку вилучають із пор гірської породи, безколірна, то тривалість екстрагування визначити шляхом аналізу проби згідно з п. 1.2.

1.5.5 Припинити нагрівання і розібрати апарат Сокслета згідно з п. 1.2.

## **1.6 Контрольні запитання**

1.6.1 Що таке керн? Значення керна в нафтогазовій справі.

1.6.2 Для чого здійснюють відбір керна із свердловини?

1.6.3 Яка служба нафтогазовидобувного підприємства відповідає за роботу з керном?

1.6.4 Як проводиться відбір керна?

1.6.5 Перерахувати види і типи керновідбірних снарядів.

1.6.6 Для чого відбирають герметизований керн?

1.6.7 Перелічити операції, які виконуються при відборі герметизованого керна.

1.6.8 З якою метою проводять парафінізацію керна?

1.6.9 Що розуміють під екстрагуванням гірських порід? Порядок екстрагування нафти і води із гірських порід в апараті Сокслета.

1.6.10 Конструкція і принцип роботи апарату Сокслета.