



2. Буріння свердловин

Інноваційний розвиток. Буріння нафтових свердловин в Україні почалося у XIX ст. на Прикарпатті. В 1849 р. компанія «Щепановські і М. Федорович» ручним способом пробурила першу свердловину у Нагуєвичах до глибини 60 м.

У 1861 р. підприємець Роберт Домс запровадив ручне ударне буріння свердловин у Бориславі. За день поглиблення не перевищувало 50 см, а глибина свердловини сягала 150 м. У 1866 р. американський промисловець заклад свердловину на Приозерній площі в Криму, яка з глибини 116 м дала фонтан нафти дебітом 70–100 т на добу. У 1877 р. під керівництвом Г. Д. Романовського на півострові пробурена найглибша на той час свердловина — 790 м.

У 1884 р. у Галичину було завезено канадську систему ударного буріння на штангах. Спорудження свердловин відбувалося з допомогою дерев'яної вежі, яка мала висоту 20–32 м. У свердловину спускали обсадну колону, яка залежно від поглиблення виробки нарощувалася так, щоб низ колони був біля вибою. Спочатку застосовували дерев'яні штанги та прядивні канати, пізніше їх замінили сталевим. У 1892 р. вже з'явилися сталеві бурові вежі, однак запроваджували їх дуже повільно. Останню дерев'яну бурову вежу висотою 41 м у Бориславі було збудовано в 1940 р.

Прогресивніший роторний спосіб буріння почали впроваджувати у 1931 р. на Дашавському газовому родовищі. Незважаючи на це, ударне буріння продовжували широко застосовувати до 1948 р. У 1945 р., наприклад, буріння ще майже 90% свердловин в Україні проводилося саме ударним способом. Це зумовлено насамперед тим, що під час буріння таким способом буровим розчином не забруднювалися нафтоносні пласти і зберігалися їх фільтраційні властивості. Крім того, вартість обладнання для ударного буріння була нижчою, ніж для роторного. Основним недоліком цього способу є повільний темп робіт: так свердловини глибиною 1000–1800 м бурили протягом трьох-п'яти років. У 1937 р. максимальна глибина свердловин на Бориславському родовищі складала 2085 м, на Орівському — 2274 м.

Широке використання роторного буріння в Україні почалося у 1945 р. спочатку в Дніпровсько-Донецькій западині, а потім у Криму та на Прикарпатті.

Ще у міжвоєнний період у процесі буріння почали застосовувати низку технічних новинок. Наприклад, у 1918 р. на Прикарпатті започатковано тампонування свердловин цементом за методом Паркінсона. У 1937 р. на Опарському родовищі в одній зі свердловин уперше провели електрокоротаж за методом Шлюмберже.

Турбінне буріння вперше в Україні було застосоване у 1947 р. на Бориславському родовищі (свердловини № 1560, 1565). Винахід багатоступеневого турбобура, обґрунтування і розроблення турбінного способу буріння свердловин належать П. П. Шумилу (П. П. Шумилу). Він не лише створив наукову теорію аксіальних турбін, а й разом з іншими фахівцями галузі

дослідив і запропонував нові конструкції бурових доліт, насосів, бурильних труб та іншого обладнання й інструменту, що дозволило комплексно вирішити питання практичного впровадження нового прогресивного способу буріння.

У Східній Україні, зокрема в межах Дніпровсько-Донецької западини, працювали розвідувальні геологічні організації. Роботи проводили фахівці Українського геолого-гідрогеодезичного тресту. Почалися пошуки газу в Приазов'ї, у районі Мелітополя.

Після відкриття у 1936 р. біля м. Ромни першого нафтового родовища в ДДЗ продовжувалося пошукове буріння, яке здійснював трест «Роменська нафтопромрозвідка». Загалом до війни було пробурено 24 пошукові свердловини глибиною від 305 до 2144 м. Починаючи з 1939 р., у с. Височки Лубенського району, що на Полтавщині, почала працювати нафторозвідувальна експедиція. У 1940 р. створено Укрнафтопромрозвідку, яка була підпорядкована Головнафтогазрозвідці Наркомату нафтової промисловості СРСР.

Буріння свердловин не припинялося і під час німецької окупації. У 1943 р. окупаційна влада відновила розвідувальні роботи на площі Помірки у Бориславі. Лише за період окупації пробурено 123 неглибокі свердловини. На Роменському родовищі побудовано п'ять свердловин, із яких одна — продуктивна. Здійснювалося буріння свердловин і на Битківському родовищі.

Після війни свердловини бурили переважно буровими верстатами з пневматичним управлінням вантажопідйомністю 130 т виробництва Уральського заводу важкого машинобудування; використовували і збірні бурові верстати із лебідками Л1–4М Бакинського машинобудівного заводу.

У 1953 р. у Бориславі почали застосовувати бурові верстати «Уралмаш–5Д» для буріння на глибину до 3000 м, що стало значним прогресом. Приводом для лебідки і бурових насосів були п'ять дизельних двигунів В2–300. Для буріння на більшій глибини із 1961 р. використовували бурові верстати «Уралмаш–3Д» вантажопідйомністю 200 т. Після модернізації у 1959 та 1986 рр. їх застосовують і досі. Використовували також бурові верстати 4LD та 4НД–315 румунського виробництва.

Механізація робіт на бурових була мінімальною. Застосовували тільки ключі Залкіна для згинчування бурильних труб та пневматичні розкріплювачі. У 1958 р. почали запроваджувати механізми МСП–2 для механізації встановлення свіч за палець, пневматичні клинові захоплювачі, які розташовували над ротором. Пізніше були сконструйовані клинові захоплювачі, вмонтовані в ротор, підвісні пневматичні ключі ПБК, стаціонарні ключі АКБ, автомати подавання долота. Бурові верстати Уралмашзаводу почали комплектувати механізмами АСП для механізації спуско-піднімальних операцій. Потужність приводу лебідки зросла із 235 до 880 кВт, а потужність приводу насосів — із 350 до 950 кВт.

Спочатку бурові верстати монтували на важких бетонних фундаментах. У 1956 р. у Бориславі вперше впроваджено

металічну основу під бурову лебідку. В подальшому все обладнання встановлювали на металічних блоках, перетягували на нову точку тракторами, що в багато разів пришвидшило монтаж бурових установок. Уже в 1958 р. бурові підприємства України змонтували 43 бурові установки блочним методом. Його застосовувати на Долинському, пізніше — на Шебелинському та інших бурових підприємствах.

Для буріння свердловин спочатку використовували бурильні труби збірної конструкції із нагвинченими у гарячому стані бурильними замками, пізніше почали застосовувати труби із привареними по тілу та висадженій частині замками. Їх виготовляли зі сталі марок Д та К, а зі збільшенням глибини свердловин — зі сталей марок Е і Л. Стійкість бурильних труб до втомлення зростає після впровадження труб зі стабілізуючими поясами та труб, виготовлених за стандартами Американського нафтового інституту (АНИ).

Велике значення у розвитку промисловості мало інноваційне рішення, запроваджене для зменшення аварійності, — проведення ультразвукової дефектоскопії бурильних труб, — технологію та обладнання для якого було вдосконалено в одному з підрозділів ІФНГу (нині — науково-виробнича фірма «Зонд»). Сьогодні тут виготовляють стаціонарні та пересувні дефектоскопічні установки, з допомогою яких можна контролювати обсадні, бурильні і насосно-компресорні труби, а також обважені бурильні труби, квадрати й інші елементи бурового обладнання.

Збільшення глибини буріння, мала вантажопідйомність бурових верстатів та невисока міцність бурильних труб зумовили використання бурильних труб з алюмінієвих сплавів, які застосовували до кінця 60-х рр. XX ст. Однак через свою недовговічність вони виявилися непридатними для роторного буріння.

Важливим етапом будівництва свердловин є кріплення їх обсадними трубами. Згідно зі стандартом 1957 р. останні виготовлялися із трикутної різьбою зі сталей груп міцності С, Д, Ем, а пізніше — Е. Обсадні колони із таких труб були негерметичними, у більшості свердловин спостерігалися мікколонні тиски.

Над вирішенням проблем міцності та герметичності труб активно працювала група вчених (Д. Ю. Мочернюк, М. О. Жидовцев, С. Ф. Білик, В. В. Кравець, П. А. Вислобіцький) під керівництвом проф. Т. Ю. Єременка, з ініціативи якого було споруджено унікальні стенди для випробування труб нафтового сортаменту спочатку у Львові (на території ЛПІ), а потім у Києві (в інституті «УкрНДДіпронафта»). Особливостями цієї авторитетної в колишньому СРСР наукової школи було те, що, крім теоретичних досліджень міцнісних характеристик труб та їх з'єднань, вона проводила стендові випробування, на яких створювалися навантаження, що моделювали реальні умови спорудження свердловин і їх подальшої експлуатації.

Це дало можливість обґрунтовано підійти до розрахунку труб нафтового сортаменту і запропонувати оригінальний спосіб герметизації різьбових з'єднань обсадних труб цинковим ущільнювачем, для реалізації якого на Нікопольському трубопрокатному заводі побудовано автоматичну лінію для виготовлення таких труб.

Наукова школа з проблем надійності кріплення свердловин (А. О. Федоров, О. В. Тищенко, Я. С. Білецький, М. В. Сенюшкович, І. М. Ковбасюк, О. Б. Марцинків) під керівництвом професора Я. С. Коцкулича після переїзду кафедри буріння до Івано-Франківська продовжила свою роботу у Львові. Були створені нові стенди для дослідження герметичності різьбових з'єднань ОТПМ та ОТПГ, впливу згину труб на міцність і герметичність обсадних труб та з'єднань, розроблені засади надійності кріплення похило скерованих та горизонтальних свердловин, що стало актуальною проблемою у зв'язку зі зростанням обсягів буріння таких свердловин.

Для поліпшення якості кріплення свердловин Інститут електрозварювання ім. Є. О. Патона АН УРСР розробив і налагодив виробництво обладнання для зварювання обсадних труб на гирлі свердловини контактним способом. У 1964 р. у тресті «Прикарпатбурнафта» почали використовувати такі обсадні колони, а вже в наступному році за цією технологією було спушено 41 тис. м стикозварних обсадних колон діаметром 146 мм. Але через проблеми з видаленням внутрішнього ґрата в обсадній колоні та низьку якість зварювання труб із високоміцних сталей у подальшій роботі в цьому напрямі були припинені. Ситуація із герметичністю свердловин та надійністю згинування різьбових з'єднань поліпшилася після переходу до застосування обсадних труб із різьбою ОТПМ, а згодом ОТПГ, та труб, виготовлених за стандартами АНИ.

Зі збільшенням глибин буріння і тисків у свердловинах обсадні труби вітчизняного виробництва перед спуском почали опресовувати: спочатку на бурових з допомогою цементувальних агрегатах, а потім на спеціальних трубних базах. Там же проводилася їх дефектоскопія.

Спуск обсадних колон здійснювали однією секцією, а цементування із закачуванням цементного розчину — через низ колони і продавлюванням його в заколонний простір буровим розчином. Згодом колони почали спускати двома і трьома секціями, а їх цементування здійснювали за два етапи через цементувальні муфти. Цементування обсадних колон проводилося тампонажним цементом, який доставляли у мішках. Розчин створювали безпосередньо на буровій з допомогою цементувального агрегату, але вже у 60-х рр. XX ст. його готували у цементозмішувальних машинах, а трохі згодом під час цементування застосовували станції контролю та блок маніфольдів.

Через різні умови буріння свердловин і збільшення їх глибини почали використовувати спеціальні добавки для регулювання термінів тужавіння цементних розчинів. Розширився асортимент останніх — їх підбирали відповідно до умов у свердловинах. Почали застосовувати шлако-піщані, гель-цементні, легкі та важкі цементні розчини. Легкі тампонажні розчини готували із додаванням різних видів перлиту, попелу теплоелектростанцій, глинопорошків та інших матеріалів. Також використовували сповільнювачі, понижувачі фільтрації. Рецептuru розчину підбирали у спеціалізованих лабораторіях з урахуванням умов у кожній окремій свердловині.

Після впровадження роторного буріння промивання свердловин здійснювали буровим розчином, який виготовляли з глини місцевих кар'єрів, де був порівняно невеликий вміст піску. Основним реагентом для оброблення розчину був вуглелужний реагент, який готували безпосередньо на буровій у глиномішалці шляхом змішування бурого вугілля з каустичною содою. Для обробки солоних розчинів застосовували крохмальний реагент, який також готували у глиномішалці із крохмалю та каустичної соди. Для кращого диспергування глини розчин обробляли кальцинованою содою. В обмежених об'ємах застосовували такі дефіцитні реагенти, як КЛСМ та КМЦ.

Для обробки бурових розчинів намагалися застосувати відходи різних хімічних виробництв. Використовували такі реагенти, як поліфенол лісохімічний (ПФЛХ) на основі продуктів газифікації деревини, нітролігнін — продукт гідролізу деревини, вербовий реагент — продукт екстракції вербової кори. У районах, де проводилося багато бурових робіт, будували глинозаводи, які постачали готовий буровий розчин на бурові автотранспортом або трубопроводами. Певний час такий завод функціонував у Долинській КБ.

На початку 60-х рр. XX ст. для приготування розчину почали застосовувати бентонітовий глинопорошок, вапнування бурового розчину, полімерні реагенти: гіпан, метас та реагент РС

на основі поліакриламідів. Для зниження в'язкості використовували триполіфосфат натрію, ПФЛХ та хромати. Застосування останніх у кінці 70-х рр. було припинено як екологічно шкідливих. Буровий розчин обважнювали гематитом, пізніше — баритом. Як мастильні добавки використовували нафту та графіт.

Фахівці галузі проводили промислові експерименти з використанням під час буріння свердловин продування вибою газом (повітрям, туманом, піною, аерованим буровим розчином). Так у 1965 р. уперше в колишньому СРСР пробурено свердловину № 643 у Долині із продуванням повітрям, а у свердловині № 35 Спас нафтовий пласт розкрито з продуванням вибою аерозолем. У 1966 р. буріння повітрям застосовано у свердловині № 31 Орів-Уличнянського родовища. Його також використовували у Битківській та Солотвинській КБ. У 1973 р. почалися роботи із розкриття менілітових відкладів на Битківському родовищі з продуванням вибою азотом, природним газом та пінами (свердловини № 662, 609, 640).

Буріння з використанням повітря як промивального агента, незважаючи на високі швидкості, не знайшло широкого використання через ускладнення, які виникали під час розкриття водоносних пластів.

Вагомий внесок у розробку рецептур цементних та бурових розчинів, удосконалення технології їх застосування зробили спеціалісти відповідних лабораторій науково-дослідних інститутів «УкрНДІгаз», «УкрНДДіпронафта», НДІ ПАТ «Укрнафта» та «УкрНДГРІ». Ці організації не тільки готували проектно-кошторисну документацію на будівництво свердловин, а й розробляли оптимальні рецептури розчинів залежно від геолого-технічних умов буріння свердловин на конкретних родовищах, при цьому УкрНДІгаз займався переважно газовими і газоконденсатними родовищами Дніпровсько-Донецької западини, УкрНДДіпронафта — нафтовими родовищами цього регіону, а НДІ ПАТ «Укрнафта» та Львівське відділення УкрНДІгазу — нафтовими і газовими родовищами Карпатського регіону.

Серед інноваційних розробок, які знайшли широке застосування на практиці, можна виокремити термодинамічну модель зацементованого простору, розроблену в УкрНДІгазі під керівництвом О. І. Бережного. Вона давала можливість пояснити механізм розгерметизації зацементованого простору та створити ефективні рекомендації щодо попередження перетікання газу в зацементованому кільці. Зокрема, на найбільшому в Україні Шебелинському родовищі було використано широкий спектр тампонажних компонентів (зола, мелене вугілля, полімерні мікросфери), що сприяло зменшенню утворення каналів у зацементованому просторі та дозволяло регулювати густину цементних розчинів. Розроблена технологія цементування експлуатаційних колон (О. І. Бережний, Є. Ф. Зубков, В. Л. Назаренко) забезпечила надійність експлуатації газових свердловин і стала базовою у процесі розбурювання газових родовищ України, а також знайшла широке застосування на Оренбурзькому й Уренгойському газових родовищах Росії.

Співробітники ІФНТУНГу (В. П. Банатов, Б. І. Навроцький, В. І. Колісник) запропонували технологію цементування та полегшені тампонажні розчини, що розширюються під час тверднення, які були використані при бурінні свердловин для створення підземних сховищ газу на Прикарпатті.

До інноваційних розробок також належить розробка малоглинистих і безглинистих вапняних бурових розчинів, зокрема на різноманітній полімерній основі. У 1965 р. під керівництвом П. Г. Кулагіна пробурена перша свердловина на малоглинистому (на основі гіпану) буровому розчині. Пізніше були створені і успішно впроваджені (А. М. Андрусяк, А. О. Васильченко, І. Ю. Харів) нові рецептури безглинистих псевдопластичних рідин для розкриття пластів в умовах аномально низьких пластових тисків. Для збереження фільтраційних властивостей

привибійної зони пласта розроблено систему малоглинистих рідин з органоколідними складовими на базі побічних продуктів нафтопереробки. Учені УкрНДІгазу запропонували оригінальні прилади контролю вмісту вугільної фази у бурових розчинах, а також спеціальні піногасники та вакуумні дегазатори (М. І. Дьогтев, А. І. Зінкевич), які були освоєні серійно і експортувалися до 12 зарубіжних країн.

Певний внесок у створення технології обробки бурових розчинів зробили працівники Полтавського відділення УкрНДГРІ та виробничники. Так у 1980 р. у Полтавському УБР з ініціативи М. М. Поліника вперше розпочало буріння на калієвому буровому розчині, чому сприяло налагодження вимірювання вмісту іонів калію працівниками УкрНДІгазу (О. В. Соломатіна).

Розробкою оптимальних промивних рідин та цементних розчинів для умов буріння нафтових свердловин у районі ДДЗ займалися вчені інституту «УкрНДДіпронафта» під керівництвом М. О. Луценка, а пізніше О. М. Ярова, І. С. Фіногенова, В. П. Банатова. Тут створено оригінальні рецептури цементних розчинів, які забезпечують розширення цементного каменю (В. П. Банатов, А. Б. Скочеляс, П. С. Мазурок), що сприяє надійній ізоляції водяних і нафтових пропластків. Ця технологія широко використовується на родовищах України, а також у Башкирії та Тюменській області Росії.

Великий внесок у технологію буріння свердловин у Західному регіоні України зробили фахівці ЦНДЛ (нині — НДІ ПАТ «Укрнафта»). Зокрема, вони запропонували рецептури вапняно-калієвих, нафтоемulsionних бурових розчинів та розчинів на нафтовій основі (А. М. Андрусяк, А. Ф. Семенаш, У. Л. Скальська), подвійно-інгібованих біополімерних бурових розчинів, технологічних рідин для глушіння свердловин та ГРП (А. М. Андрусяк, Г. В. Мельник, О. В. Гайдамака, О. Т. Кравців), нові реагенти-стабілізатори РС-1, РС-2, РС-3, РС-4, КССБ (У. Л. Скальська, Л. Б. Склярська, А. Ф. Семенаш, Б. Ю. Лернер).

Серед важливих розробок у сфері цементування свердловин — створення рецептур тампонажних розчинів на вуглеводневій основі (В. В. Кротков, Я. Ю. Соболевський, А. В. Чабанович); розробка технології розмежування близькорозташованих різнонапірних продуктивних і водоносних горизонтів (С. В. Шумега, А. Б. Меркур'єв, Б. А. Тершак та ін.); застосування модифікованих тампонажних матеріалів і розчинів на їх основі (Б. А. Тершак, Ю. М. Попович, Є. М. Ставичний, М. М. Плитус).

Після переходу на обертовий спосіб буріння почали використовувати лопатеві долота для буріння м'яких відкладів, а для інших порід застосовували переважно шарошкові долота із фрезованим зубом та відкритою опорою. Вони були недостатньо стійкими, а проходка на долото — невеликою. Тому пізніше почали використовувати долота з маслорозчинними опорами, армовані натуральними і штучними алмазами, зі вставками із твердого сплаву.

Велике значення для конструювання доліт мало розроблення Інститутом надтвердих матеріалів АН УРСР штучних алмазів та інших синтетичних надтвердих матеріалів. Долота з надтвердих матеріалів, спроектовані в інституті (В. М. Бакуль, І. Ф. Вовчанівський, Е. М. Фінкельштейн та ін.), широко застосовуються на практиці буріння свердловин.

У 1961 р. уперше на Прикарпатті у свердловинах Орівського та Долинського родовищ використано долота з натуральних алмазів діаметром 188 мм компанії «Christiansen», а в 1967 р. на площі Решетняки тресту «Полтаванафтогазрозвідка» випробувано перші інструменти зі штучних алмазів Інституту надтвердих матеріалів АН УРСР. У 1973 р. розпочато серійне виробництво таких доліт на Дрогобицькому долотному заводі. Їх застосування під час буріння глибоких свердловин турбінним способом дозволило суттєво поліпшити техніко-економічні показники процесу спорудження свердловин. Вони могли

конкурувати з дорогим шарошковими долотами із ущільненими опорами ковзання американського виробництва.

Важливу роль у забезпеченні бурових підприємств долотами відіграв Дрогобицький долотний завод. У 1947 р. він виготовив першу партію доліт, а в 1960 р. був реконструйований, оснащений новим імпортованим та вітчизняним обладнанням. З того часу підприємство займалося виготовленням виключно бурового інструменту. Крім доліт, завод налагодив виробництво бурильних замків, калібраторів, центраторів, перевідників, машинних ключів. Тепер він входить до складу російського об'єднання «Волгобурмаш», яке в 1997 р. отримало сертифікат ISO та АНІ, виготовляє високоякісні долота із відкритою опорою.

Певний внесок у підвищення якості породоруйнівного бурового інструменту зробив Інститут електрозварювання ім. Є. О. Патона, який створив технологію виробництва сталей із використанням електрошлакового переплаву. Бурові долота, виготовлені з таких сталей, відрізнялися підвищеною працездатністю.

Удосконаленням конструкцій бурових доліт займалися також фахівці УкрНДДіпронафти (Р. Н. Сейфі) та ІФІНГу (Є. П. Майдан).

Для широкого впровадження турбінного буріння й інших інноваційних технологій головного інституту — ВНДІБТу — в Івано-Франківську та Полтаві було відкрито його філії. Керівниками призначені відповідно Р. С. Яремійчук і В. П. Мацієвський. Перед налагодженням серійного виробництва та подальшим впровадженням основні розробки цього інституту проходили випробування в Україні. Удосконаленням конструкцій турбобурів, зокрема його опорних вузлів, та іншого вибієного обладнання займалися також в інституті «УкрНДДіпронафта» (А. В. Кольченко, З. П. Осінчук, А. І. Титаренко, А. П. Шпренк).

У 1950 р. виготовляли лише односекційні турбобури типу Т12М із гумово-металічною опорою. Потім були впроваджені багатосекційні турбобури ТС. Основним недоліком турбінного буріння була висока частота обертання долота, що не давало змоги забезпечити ефективне руйнування породи. Дослідно-конструкторські роботи були спрямовані на зменшення кількості обертів, збільшення моменту на валу турбобура та ККД. Для цього почали застосовувати трисекційні турбобури ЗТСШ, високомоментні А9К5Са, турбобури із решітками гідрогальмування, турбінки із різним профілем лопаток. У 1958 р. в Україні вже було відпрацьовано 93 секційні турбобури. Разом із долотами, армованими синтетичними надтвердими матеріалами, практикувалося застосування турбобурів із п'яти секцій.

У 1970 р. для буріння свердловин великого діаметру почали використовувати роторно-турбінні бури РТБ–394. Буріння проводилося двома спареними паралельно турбобурами із одночасним обертанням їх ротором.

Поряд із турбінним бурінням розвивалося буріння електробурами. До речі, серед авторів конструкції промислового електробура є українські вчені: випускник Дніпропетровського гірничого інституту А. П. Островський та випускник Харківського електромеханічного інституту Ф. М. Фоменко.

У 1956 р. налагоджено серійне виробництво електробурів на Харківському електромеханічному заводі (нині — ВАТ «Завод «Потенціал»). Технічну та технологічну документацію розробляло Харківське СКБ електробурів, яке у 1963 р. було реорганізоване в Спеціальне проектно-конструкторське і технологічне бюро із зануреного електрообладнання для буріння свердловин та видобування нафти «Потенціал». У 1961 р. електробури почали застосовувати на Шебелинському родовищі, а з 1964 р. — і на Долинському, Долинська та Шебелинська КБ були перейменовані у спеціалізовані контори електробуріння. Використовуючи електробури, ці підприємства пробурили близько 1 млн м гірських порід. Основним недоліком такого буріння є ненадійність з'єднань електричного кабелю, змонтованого у бурильних трубах.

У зв'язку зі збільшенням глибин, ускладненнями під час доведення долота до вибою через осипання та обвалювання стінок свердловини, неякісне очищення її стовбура від вибуреної породи об'єми буріння турбобурами й електробурами поступово зменшувалися. У 1961 р. українські фахівці знову почали переходити на роторний спосіб буріння. У подальшому турбобури продовжували успішно використовувати у поєднанні із алмазними долотами під час спорудження вертикальних свердловин, а в процесі буріння похилих свердловин застосовували гвинтові двигуни.

Поширене нині буріння похилих, багатовибійних та горизонтальних свердловин уперше почали впроваджувати на Прикарпатті. Протягом 1957–1959 рр. у Бориславі на ділянці МЕР під керівництвом О. М. Григоряна споруджено низку розгалужено-горизонтальних свердловин: № 1543, 1544, 1545, 1546. У 1972 р. розпочато буріння горизонтально-розгалуженої свердловини № 801 у Долині із чотирма стовбурами з допомогою електробурів і телеметричних систем СТЕ–215. Загалом було споруджено п'ять горизонтально-розгалужених свердловин (№ 350, 351, 353, 356, 360) і чотири одностворні похило спрямовані (№ 239, 354, 355, 825). Похилі свердловини бурили у разі потреби. Так у 1983 р. у Бориславі споруджена свердловина № 2000 глибиною 2025 м і відхиленням від вертикалі 1259 м. Із 1977 р. на Прикарпатті під час буріння похилих свердловин почали застосовувати телеметричні системи СТЕ–164 Харківського СКБ «Потенціал».

У кінці 50-х рр. XX ст. у Долинській та Битківській КБ випробовували буріння двостовбурних свердловин, тобто одночасне буріння двох свердловин з одного бурового верстата із застосуванням пересувного кронблока. Хоча завдяки цьому способу можна було економити час на спускопіднімальних операціях, він не знайшов широкого застосування через ускладнення, які часто виникали у свердловині, яка простоювала під час виконання робіт у другій свердловині, особливо у разі ліквідації аварій. Одна зі свердловин, як правило, була вертикальною, друга — похило спрямованою.

Надалі у широких масштабах почалося спорудження горизонтальних свердловин. У 1985 р. Долинське УБР ВАТ «Укрнафта» пробурило з допомогою електробурів свердловину Донбас–1 із довжиною горизонтального стовбура понад 500 м по пласту пісковика в підшві вугільного горизонту шахти ім. А. Скочинського. В 1991 р. АТ «Укргазпром» на Уренгойському ГКР пробурило горизонтальну свердловину глибиною по вертикалі 2800 м.

Великий внесок у буріння горизонтальних свердловин зробило НВП «Бурова техніка». У 1999 р. ДАТ «Чорноморнафтогаз» пробурило горизонтальну свердловину № 21-Штормова з довжиною горизонтальної ділянки 200 м. У 2000 р. споруджено боковий похило спрямований стовбур у свердловині № 42 Малодівичького родовища, у 2001–2005 рр. — низку горизонтальних свердловин: № 55 Молодівичького родовища, № 155 Качанівського родовища, № 44 Прилуки, № 230 Качанівська, № 196 Південно-Панасівська.

У 1993 р. БУ «Укрбургаз» пробурило горизонтальну свердловину № 321 Хрестищенського ГКР із максимальним зенітним кутом 80° і відхиленням від вертикалі 800 м.

У 2004 р. Полтавське УБР ДК «Укргазвидобування» пробурило горизонтальну свердловину № 152 Яблунівського ГКР вертикальною глибиною 3578 м і довжиною горизонтального стовбура 446 м.

У 1965 р. на Шебелинській площі у пошуковій свердловині № 300 глибиною 4491 м уперше у процесі буріння було проведено випробування пластів. У 1967 р. у Солотвинській КБ широко застосовували випробовувачі пластів на трубах. Це пришвидшило відкриття Богородчанського газового родовища.

Під час буріння свердловин на глибини до 2000 м широко використовували одноколонну конструкцію свердловин зі спуском есплуатаційної колони діаметром 146 мм. Під цю коло-ну бурили долотами діаметром 243–269 мм. Зі збільшенням глибин буріння почали застосовувати проміжні колони діаметром 299–324 мм зі спуском 426-міліметрового кондуктора та бурінням під 146-міліметрову колоноу долотами діаметром 190 мм. Експлуатаційні колони у газових свердловинах комплектували 168-міліметровими трубами, що забезпечувало застосування необхідного підземного обладнання. Найбільш поширеною стала така конструкція свердловин: кондуктор — 426 мм, проміжна колона — 324 мм, проміжна колона — 245 мм, резервна потайна колона — 194 мм та експлуатаційна колона — 168x140 мм.

Складніші конструкції використовували під час буріння на більші глибини. Конструкцію свердловин розробляли конкретно для групи свердловин або родовища залежно від геолого-технічних умов буріння.

Динаміка обсягів буріння та організаційна структура.

Після Другої світової війни обсяги буріння в Україні почали стрімко зростати. Якщо у 1945 р. було пробурено 22,7 тис. м (із них 7,3 тис. експлуатаційним і 15,4 тис. м розвідувальним бурінням), то вже в 1960 р. — 491,3 тис. м (165,2 тис. м експлуатаційним і 326,1 тис. м розвідувальним бурінням). Максимальний обсяг буріння припадає на 1967 р., коли загалом було пробурено 1083,2 тис. м (358,9 тис. м експлуатаційним і 724,3 тис. розвідувальним бурінням). У 1965 р. максимальний обсяг експлуатаційного буріння склав 396,0 тис. м.

Найпотужнішим буровим підприємством на заході України була Долинська КБ. Вона мала 30 бурових верстатів, тут працювало 1387 осіб. У 1960 р. КБ пробурило 83 149 м, а в 1965 р. — понад 100 тис. м гірських порід. На посадах бурових майстрів у цей період працювали герої Соціалістичної Праці П. М. Зіненко, М. Є. Сусяк, О. І. Жарський.

Варто відзначити роботу Шебелинської КБ (пізніше — УБР ДК «Укргазвидобування») у східних районах країни. У 1979 р. Шебелинське УБР закінчило буріння Шебелинського родовища, на якому споруджено 654 свердловини, зокрема 94 розвідувальні, 560 експлуатаційних (загальне проходження — 1380 тис. м). На підприємстві працював Герой Соціалістичної Праці Д. І. Саєнко.

До найбільших належить і Охтирське УБР об'єднання «Укрнафта». Якщо за перші 40 років своєї діяльності з 1961 р. підприємство пробурило 1 714 315 м породи, спорудило 531 свердловину (серед яких розвідувальних — 88, пошукових — 55, параметричних — п'ять), то в подальшому об'єми буріння почали знижуватися, зокрема різко зменшилися обсяги розвідувального буріння.

В Україні пробурено низку унікальних глибоких свердловин.

Наприклад, у 1975 р. у Долинському районі закінчено спорудження свердловини Шевченкове-1 при вибою 7522 м. Вона стала найглибшою на той час у колишньому СРСР та Європі.

У 1972 р. Калуська нафтогазорозвідувальна експедиція пробурила свердловину Луги-1 глибиною 6224 м, а в 1976 р. — свердловину № 100 Танява завглибшки 6266 м. Глибина Синьовиднянської свердловини сягнула 7001 м.

У 1977 р. Карлівська експедиція глибокого буріння (ЕГБ) закінчила буріння свердловини № 9 Східно-Полтавської площі (глибина — 6003 м), а в 1980 р. — свердловини № 12 Східно-Полтавська. Фактична глибина останньої сягнула 6750 м і вона стала найглибшою на сході України. Глибина свердловини № 800 Шебелинського ГКР склала 6113 м.

У 2005 р. закінчено найглибшу в Україні (6223 м) продуктивну свердловину № 10 Семеренківського родовища.

Буріння свердловин на нафту і газ проводили три основні організації: Міністерство геології України, бурові підприємстві об'єднань «Укрнафта» та «Укргазпром» (після реорганізації — НАК «Нафтогаз України»). Пошукове і розвідувальне буріння здійснювали контори або експедиції розвідувального буріння, підпорядковані Міністерству геології України. Експедиції входили до складу геологорозвідувальних трестів та об'єднань.

У 1943 р. у м. Полтава на базі Українського відділення Союзної контори геофізичних розвідок, яка повернулася з евакуації із Саратова, організували трест «Укрсхіднафтогазрозвідка». У 1949 р. було створено Шебелинську партію роторного буріння Ізюмської експедиції. У 1951 р. організовано Шебелинську та Миргородську контори розвідувального буріння (КРБ).

У 1957 р. засноване Головне управління геології й охорони надр при Раді Міністрів УРСР — Головгеологія УРСР (пізніше — Міністерство геології). Протягом наступних двох років на базі тресту «Укрсхіднафторозвідка» було організовано трести «Чернігівнафтогазрозвідка», «Полтаванфтогазрозвідка» і «Харківнафтогазрозвідка», які були підпорядковані Головгеології УРСР.

У 1957 р. на базі Солохівської нафторозвідки створено Ново-Санжарську та Опішнянську КРБ, а в 1964 р. — Карлівську КРБ. У 1970 р. їх реорганізовано у відповідні нафтогазорозвідувальні ЕГБ.

У Західному регіоні України з 1944 р. працювала Бориславська КБ, пізніше розпочала свою діяльність Надвірнянська, Болахівська і Долинська нафторозвідки. В 1952 р. Долинська нафторозвідка реорганізована в Долинську КБ, якій були підпорядковані бурові бригади Болахівської нафторозвідки.

У 1957 р. у Львові на базі об'єднання «Укргаз» створено трест «Львівнафтогазрозвідка». До його складу входили Калуська та Стрийська нафтогазорозвідувальні експедиції глибокого буріння.

Сьогодні практично всі геологорозвідувальні бурові підприємства припинили свою роботу, тільки Миргородська ЕГБ споруджує свердловини на замовлення приватних компаній.

Розвідувальним бурінням, крім геологічних організацій, займалися також нафтогазовидобувні підприємства.

Експлуатаційне буріння проводилося спочатку буровими організаціями, підпорядкованими безпосередньо видобувним підприємствам. Починаючи з 1959 р., вони ввійшли до складу бурових трестів та об'єднань.

Під час буріння свердловин виникали масштабні аварії. Серед найбільших із них — відкритий газовий фонтан, який стався у 1946 р. при бурінні свердловини № 105 Угерського родовища. Дебіт газу сягав 2–3 млн м³ на добу. Свердловина фонтанувала протягом двох років. На її місці утворилося озеро діаметром 100 м і глибиною 16–20 м.

У 1972 р. відкритий газовий фонтан на свердловині № 35 Хрещищенського родовища спробували ліквідувати з допомогою підземного атомного вибуху. Атомний заряд підірвали у спеціально пробуреній похилій свердловині на глибині 2400 м на відстані 20 м від свердловини, що фонтанувала. Але це не дало результату, тому фонтанування ліквідували традиційним способом.

Для створення безаварійних умов буріння свердловин, попередження та ліквідації фонтанів, розробки відповідних пристроїв у системі Міністерства геології УРСР, нафтовидобувних і газовидобувних організацій були створені воєнізовані служби.

У 1969 р. шляхом об'єднання Львівського, Чернігівського, Харківського та Кримського воєнізованих загонів у Полтаві організовано Спеціалізовану воєнізовану аварійно-рятувальну частину Міністерства геології СРСР, яка з 1997 р. входить до складу МНС України. В 1971 р. Міністерство газової промисловості створило у Харкові воєнізовану частину для роботи

у європейській частині тодішнього СРСР. У 2004 р. організація (зараз — ДП «ЛІКВО») ввійшла до складу НАК «Нафтогаз України».

Буріння в екстремальних умовах Крайньої Півночі та на морі. У 1978 р. Івано-Франківське УБР розпочало роботи в Тюменській області Росії бурінням свердловини № 5 Північно-Варйоганського родовища. У 1985 р. управління почало розбурювати Муравленківське родовище. У складі Івано-Франківського УБР було створено Долинське управління з підвищення нафтовіддачі пластів і капітального ремонту свердловин (УПНП КРС) для ремонту свердловин у Сибіру. В 1988 р. УПНП КРС було підпорядковане об'єднанню «Укрнафта». У 1990 р. Івано-Франківське УБР пробурило 1100 тис. м на родовищах Сибіру, а загалом у цьому регіоні воно пробурило 3173 свердловини. В 1985 р. тут почало працювати також і Полтавське УБР об'єднання «Укрнафта».

В 1981 р. Хрестищенське УБР об'єднання «Укргазпром» створило експедицію в Уренгої, яка в 1982 р. почала розбурювання Уренгойського газового родовища. В 1985 р. Уренгойська експедиція Хрестищенського УБР була реорганізована в Красноградське УБР у складі двох експедицій, яке в 1991 р. пробурило в Уренгої 298,7 тис. м породи.

У 1992 р. Красноградське УБР перейшло під юрисдикцію Росії, у 1994 р. об'єднання «Ноябрьскнефтегаз» також відмовилося від послуг Івано-Франківського УБР.

За період роботи в Сибіру українські нафтовики пробурили 16,5 млн м гірської породи і здали в експлуатацію 5844 свердловини, відремонтували 4958 свердловин, а газовики пробурили 2 млн м породи і здали в експлуатацію 600 свердловин. Незважаючи на перехід підприємств під юрисдикцію Російської Федерації, велика частина спеціалістів нафтової та газової промисловості продовжують працювати на родовищах Сибіру. Вагомий внесок в організацію робіт і технологій будівництва свердловин у Тюменській області зробили І. В. Дяк, А. М. Мельничук, С. Я. Носко, М. І. Іванів, І. С. Атаманчук, М. О. Блаженко, В. Г. Филь.

Буріння в українському секторі Чорного й Азовського морів розпочалося у 1973 р., коли бригада бурового майстра П. П. Годованця з малогабаритної льодостійкої платформи пробурила свердловину № 16 на морській частині Стрілкового газового родовища (Азовське море). У цей час на базі тресту «Кримгеологія» було організоване нове багатогалузеве підприємство — об'єднання з розвідування морських родовищ нафти і газу «Кримморгеологія» (нині — ПАТ «ДАТ «Чорноморнафтогаз»).

У 1976 р. відкрито промислові запаси газу на Голіцинському родовищі — зі стаціонарної платформи в Чорному морі пробурено свердловину № 9.

Подальший розвиток пошуково-розвідувальних робіт на Чорному та Азовському морях пов'язаний із використанням самопідйомних плавучих бурових установок (СПБУ) «Сиваш» і «Таврида», побудованих на верфях Астраханського суднобудівного об'єднання та Миколаївського суднобудівного заводу «Океан». Незважаючи на обмеження глибиною моря (до 65 м), з допомогою цих установок було відкрито низку газових родовищ (Архангельське, Штормове, Одеське, Безіменне) і нафтове родовище Субботіна на Чорному морі, а також Північно-Булганацьке, Східно-Казантипське та інші газові родовища на шельфі Азовського моря.

Освоєння буріння свердловин на морі здійснювалося під керівництвом і за активною участю досвідчених фахівців Мінгеології України (П. Ф. Шпак, В. І. Поняковський) та об'єднання «Кримморгеологія» і ПАТ «ДАТ «Чорноморнафтогаз» (І. М. Васильченко, В. С. Вовк, М. К. Ільницький, А. В. Козлов, В. С. Овчаренко, Р. М. Сенів, Ф. М. Урюпін та ін.).

У 2012 р. ДАТ «Чорноморнафтогаз» придбав дві нові самопідйомні плавучі бурові установки «Петро Годованець» та «Незалежність», спроектовані і побудовані на сингапурській судноверфі «Kerrel FELS» у 2010 р. й оснащені новітнім обладнанням. Вони мають найкращі характеристики як за глибиною моря у місці встановлення (до 120 м), так і за глибиною буріння (9144 м); можуть бурити 12 свердловин з однієї позиції. Серед устаткування — автоматизована система контролю буріння «Амфюн», цементувальний комплекс компанії «Schlumberger» та два автоматизовані ключі бурильника.

За якістю буріння СПБУ відповідають стандартам Американського нафтового інституту, а норми охорони праці — нормам та правилам України. Ці установки витримують шторм із висотою хвиль до 15 м і швидкістю вітру до 130 км на годину.

З 2012 р. СПБУ «Петро Годованець» здійснює експлуатаційне буріння похило спрямованих свердловин на блок-кондукторі БК-1 Одеського газового родовища у північно-західній частині шельфу Чорного моря. Це перший блок-кондуктор родовища, з якого розпочато подавання газу до ГТС України. Загалом на БК-1 буде збудовано та введено в експлуатацію шість продуктивних свердловин.

Одеське родовище із запасами газу 21 млрд м³ є найбільшим родовищем, відкритим ДАТ «Чорноморнафтогаз» у Чорному морі. Освоєння його покладів у комплексі з покладами Безіменного родовища стало основою для реалізації програми істотного збільшення видобутку природного газу в українському секторі Чорного і Азовського морів.

Перспективи. Відповідно до оновленої Енергетичної стратегії України на період до 2030 р. планується розширення як геологорозвідувальних робіт, так і експлуатаційного буріння. Їх конкретні обсяги будуть визначені запланованими приростами запасів нафти і газу та рівнями видобутку. Головні роботи будуть здійснені у традиційних нафтогазових регіонах на суші та в українському секторі акваторій Чорного й Азовського морів. Окрім того, великі обсяги бурових робіт будуть пов'язані з розвідуванням та видобуванням газу з нетрадиційних джерел, зокрема таких, як сланцевий газ і газ вугільних родовищ.

З. П. Осінчук, кандидат технічних наук,
М. М. Поліник, інженер

Джерела:

1. Дяк І. В., Осінчук З. П. Газова промисловість України на зламі століть: наукове видання. — Івано-Франківськ: Лілея-НВ, 2000. — 236 с.
2. Nafta i gaz Podkarpackia. Нафта і газ Прикарпаття. — Інститут нафти і газу (Краків), ВАТ «Укрнафта», ВАТ «Український нафтогазовий інститут» (Київ). — Краків: Видавництво Інституту нафти і газу; К.: Наукова думка, 2004. — 572 с.
3. Дяк І. В., Осінчук З. П., Савків Б. П. Газова галузь України. Становлення, досягнення, особистості. — К.: Світ Успіху, 2009. — 320 с.
4. Оновлення Енергетичної стратегії України на період до 2030 р. — м. Київ. — 7 червня 2012 р.