

## ПРОГНОЗ КОНТУРА СОЛЯНОГО ШТОКУ — ШЛЯХ ДО ПРИРОСТУ ЗАПАСІВ У ПІВДЕННО-СХІДНІЙ ЧАСТИНІ ДНІПРОВСЬКО-ДОНЕЦЬКОЇ ЗАПАДИНИ

*В.С.Локтєв*

*Український науково-дослідний інститут природних газів, м. Харків, Красношкільна наб., 20,  
тел. (057) 7190611, e-mail: Lok\_Val@mail.ru, gaz@ukrniigaz.kharkov.ru*

*Рассмотрена возможность определения контуров соляных штоков. На основании описанной модели формирования штоков предложены пути уточнения контуров соляных штоков и экранированных ими залежей углеводородов*

*The possibility of determination outlines of salt stocks. On the basis of described model of salt stocks formation is considered offered are the ways of specification outlines of salt stocks and hydrocarbon deposits shielded by them as well.*

Соляні штоки у Дніпровсько-Донецькій западині (ДДЗ) мають широке розповсюдження, і практично з кожним з них пов'язані поклади нафти і газу.

У південно-східній частині майже третина родовищ вуглеводнів пов'язані зі штоками. В приштокових зонах цих родовищ спостерігаються покращані фільтраційно-ємнісні властивості та найбільша щільність запасів вуглеводнів, що привертає особливу увагу до цих ділянок.

Основні труднощі вивчення соляних штоків і оточуючого їх простору пов'язані з тим, що через різні причини жоден польовий геофізичний метод не здатен визначити однозначну геологічну картину. Одним з основних методів глибинного картування є сейсмічний. Внаслідок розсіювання хвиль на ділянках контакту солі з вміщуючими породами та труднощів кореляції хвильової картини відбиттів від порушених тектонікою горизонтів сейсмічні дані унеможливають визначення однозначних контурів штоків, деталей будови приштокових зон [1, 2]. Яскравими прикладами невпевненості сейсмічних матеріалів при вивченні ділянок, ускладнених штоками, є випадкове розкриття експлуатаційною свердловиною Бакейського штоку на Солохівському родовищі, періодична поява та зникнення Яковенківського соляного штоку на різних геологічних картах тощо. Ці причини зумовлюють суттєву неоднозначність визначення контура соляного штоку на родовищах і пошукових площах.

Тому актуальним завданням є пошуки методів для більш впевненого визначення контура соляних штоків, таких, що базуються не на якостях фізичних полів, а на особливостях літологічних, тектонічних, стратиграфічних та інших геологічних властивостях гірського масиву.

Уточненням контура соляних штоків за допомогою геологічних методів досліджень присвятили ряд робіт О.М.Істомін та ін. [3], О.М.Черняков та ін. [4]. Цими авторами визначається контур штоку способом порівняння товщин його козирка та хомогенних відкладів нижньої пермі. Такий шлях дає задовільні результати, але у багатьох випадках є значні обмеження у використанні способу: по-перше,

соляний шток не завжди по всьому периметру має козирок, наприклад, Хрестищенський — на заході, Ведмедівський шток — на півночі та ін.; по-друге, відрізати козиркову кам'яну сіль від кам'яної солі краматорської світи є складним та не завжди однозначно вирішуваним завданням.

Автор пропонує додати для більш надійного оконтурування соляних штоків результати аналізу товщин стратиграфічних горизонтів, що перекривають соляний шток. Аналогічним способом користувалися для прогнозу зон з аномально високими пластовими тисками (АВПТ) на приштокових ділянках, коли для цього була використана одна з індикаторних товщ, яка складається з нижньої юри та байського ярусу середньої юри. Інтерес до цих відкладів був викликаний тим, що вони над соляними штоками у склепінній частині надсолевого купола мають підвищені товщини та специфічний літологічний склад (у тому числі буре вугілля) [5], що дає змогу досить впевнено виділяти індикаторні товщі у розрізі.

Можливість та надійність використання такого роду непрямих методів для оконтурування соляних штоків природно впливають з історії формування соляних штоків (рис. 1).

Однією з необхідних умов формування соляного штоку є наявність розривного порушення у фундаменті, яке ділить його на відносно опущений та припіднятий блоки. Порушення існує впродовж майже всієї історії формування осадового комплексу. Його амплітуда вже у девоні забезпечує накопичення в опущеному блоці такої товщини солі, яка формує в наступному блоці наявність соляного штоку. Девонський етап закінчується передкам'яновугільним розмивом.

У ранньому карбоні зберігається співвідношення припіднятих та опущених блоків і накопичуються відклади нижнього карбону, які захоплюють соленосні відклади девону, що залишилися після розмиву. Відносні тектонічні рухи блоків фундаменту продовжуються на фоні накопичення відкладів до кінця кам'яновугільного періоду — початку пермського, коли завдяки геостатичному навантаженню девонська сіль отримує властивості в'язкої течії.

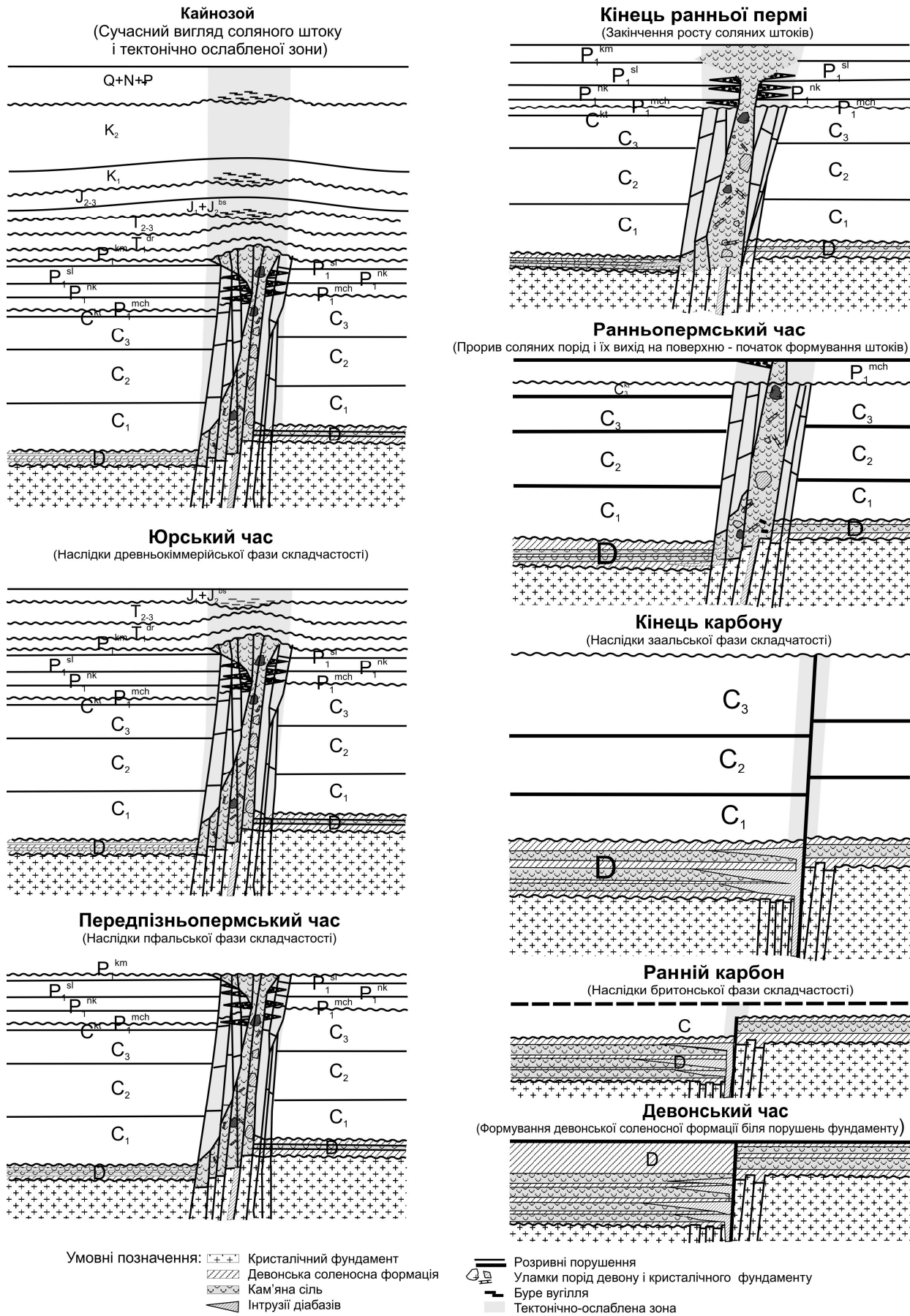


Рисунок 1 — Етапи формування соляних штоків

Заальська тектонічна фаза продовжує формування опірюючих порушень регіонального порушення через всю осадову товщу і утворює тектонічно ослаблену зону, тобто шлях найменшого опору для руху солі. З іншого боку, заальську тектонічну фазу можна розглядати, як час початку руху солі.

Рух солі захоплював уламки всієї товщі порід соленосного девону, серед яких значна кількість крупних уламків діабазів є наслідком того, що первинна форма їх залягання — силові утворення діабазів з віддаленням від розлому фундаменту, по якому виводилися на субаквальну поверхню, зменшуються у товщині. Тому логічно, що найбільші уламки діабазів звідси були залучені до руху солі.

Достатньо складне питання — час прориву девонської солі. Але безперечно, на межі карбону і пермі соляний шток вийшов на денну поверхню тому, що саме в цьому інтервалі розрізу навколо штоку з'являються породи, які складені нерозчинною складовою штоковою солі, тобто уламки теригенних та вивержених порід. Вони заповнюють понижені форми палеорельєфу. Цей процес продовжується доти, поки солоність ранньопермського моря сягає рівня, при якому розчинення солі припиняється, і понижені ділянки заповнюються девонськими соляними масами, що призводить до утворення козирків штоків.

Передтріасовий регіональний розмив (відповідає пфальській фазі складчастості) препаує всю денну поверхню разом із соляними штоками. На знівельовану поверхню відкладається тріас.

Викладене дає підстави зробити висновок: штокоутворюючими розломами стають ті крупні розломи, які простежуються від фундаменту через весь осадовий чохол. Подальший розвиток соляних штоків і ослаблених зон проходить відповідно до історії та інтенсивності коливальних рухів у западині.

Вектори рухів під час підйому та опускання різні в ослаблених зонах і просторах, що їх розділяють. Випереджує завжди більш активна тектонічно ослаблена зона, що зафіксовано підвищеними товщинами порід індикаторних товщ і відбивається у своєрідному літологічному складі нижньоюрських та батських, нижньокрейдових відкладів та палеоген-неогенової товщі. Ці товщі циклічно повторюються у розрізах над ослабленими зонами і в плані ніколи їй не перевищують.

Всі решта складові мезокайнозойського комплексу над цими зонами або накопичувалися в значно менших кількостях, ніж у міжкупольних просторах, або ставали такими внаслідок розмивів.

Представлена модель розвитку соляних штоків у ДДЗ є не суто гіпотетичним уявленням, а базується на значній кількості фактичного ядерного та каротажного матеріалу. Окремі моменти, які неможливо висвітлити через глибини, що недоступні бурінню, відновлені за аналогією з доступними частинами ДДЗ (північно-західна та прибортові частини).

Твердження, що штоки знаходяться на межах блоків фундаменту, тобто наймобільніших ділянках, базується на таких фактах. У соляних штоках поряд з масою із уламків осадових порід (пісковики, алевроліти, аргіліти тощо) суттєве місце займають діабазі. Ксеноліти діабазів розміром до 50 м розкриті бурінням, але можливі ще значно більші. На ранніх стадіях вивчення регіону вони сприймалися сейсмікою як самостійні теригенні блоки у середині соляних штоків [6]. Характерною особливістю уламків, що містяться у соляних штоках на різних глибинах, є сліди руху. Всі діабазі датуються девонським часом утворення і є прямими аналогами тим, що були доступні бурінню і неодноразово траплялися у первинному заляганні у північно-західних окраїнах ДДЗ [7].

Особливе місце серед різноманітних уламків займають фрагменти порід, що складають протерозойський фундамент зі складом, що відповідає складу фундаменту у цій зоні регіону. Так, у солях Краснопавлівського соляного штоку виявлено чорний сланець, в Бантишевському — сієніти, Миронівському — уламки граніту, Берекському — глиби амфіболітів. Слід підкреслити, що глибини залягання поверхні фундаменту у відповідних районах ДДЗ оцінюються за даними сейсмічних методів не менш ніж 9 км.

Як видно з моделі розвитку, соляні штоки і оточуючий їх простір за весь час розвитку, починаючи з девону, зазнавали значно більшого тектонічного впливу, ніж породи поза приштоковими зонами.

Одним з проблемних питань у дослідженні приштокових зон є визначення їх зональності. Деякі автори пропонують поділяти приштокові ділянки на три частини відповідно до зменшення кутів падіння порід. Але, ґрунтуючись на побудовах структурних карт і розрізів родовищ ДДЗ, бачимо, що частина з них (Кегичівське, Соснівське, Мелихівське, Західно-Хрестищенське та ін.) не підпорядковуються цій класифікації, тому що породи, які вміщують соляний шток, прилягають до останнього під кутом, близьким до прямого, що не передбачено класифікацією.

Для розгляду структури приштокового простору необхідно визначити ступінь тектонічної деформації приштокових зон. Ступінь тектонічної деформації можливо оцінити через тріщинуватість гірського масиву. Надійніший наочний спосіб — це дослідження ядра та шліфів, але через незначну кількість ядра і ще меншу освітленість розрізу шліфами зробити будь-який достовірний аналіз по площині та розрізу неможливо. Також виникнення техногенних тріщин при отриманні ядра та приготуванні шліфів може внести значну похибку при визначенні ступеня тріщинуватості.

Ширококутні акустичні методи геофізичних досліджень свердловин дають повне висвітлення рівня тріщинуватості по стовбуру свердловини, але рідше використання цих методів при дослідженні свердловин також не дає достатньої кількості статистичного матеріалу.

Для досягнення оцінки тектонічного впливу можна ефективно використовувати дані кавернометрії. З чисельних замірів діаметра свердловин каверноміром відомо, що фактичний їх діаметр часто відрізняється від номінального, який відповідає розміру долота. Збільшення діаметра свердловини спостерігається у тріщинуватих породах внаслідок ослаблення їх міцності.

Для дослідження явища збільшення діаметра свердловин при наближенні до соляного штоку були вибрані Західно-Хрестищенське, Мелихівське, Кегичівське, Ведмедівське та Західно-Ведмедівське родовища, які обмежені, як правило, двома соляними штоками, до яких вміщуючі палеозойські породи прилягають майже горизонтально і не мають встановлених значних порушень. Заміри діаметра свердловин і розрахунок коефіцієнта кавернозності проводилися в теригенних та хемогенних відкладах нижньої пермі та верхнього карбону.

Автором було помічено збільшення діаметра свердловин в однойменних пластах при наближенні до соляного штоку, виділено певні зони за рівнем коефіцієнта кавернозності і, таким чином, оцінено тектонічний вплив:

– I — приштокова ділянка, на яку значно вплинув процес розвитку соляного штоку, в якій Кк не менше 1,3-1,4 (тобто, виникає аномальна кавернозність) та іноді сягає значень 4 і вище. Але, як правило, біля межі соляного штоку спостерігається значення 1,5, що може бути прийнятне за своєрідний граничний коефіцієнт. Відстань зовнішньої межі цієї зони від соляного штоку приблизно 500 м. Характерно для цієї ділянки повна відсутність кореляції сейсмічних горизонтів;

– II — приштокова ділянка, на яку менше вплинув соляний шток. Кк від 1,2 до 1,5, межі від 500 до 1500 м від ніжки соляного штоку. Спостереження сейсмічних горизонтів невпевнене;

– III — приштокова ділянка, на яку незначно вплинув соляний шток. Кк сягає значень не більше 1,3, а межі — внутрішня і зовнішня — 1500 і 2500 м відповідно. Спостереження сейсмічних горизонтів майже впевнене;

– простір, де на вміщуючі породи соляний шток вже практично не впливає, і діаметр свердловин наближується до фонових значень. Спостереження сейсмічних горизонтів впевнене.

Таким чином, видно, що породи оточуючого простору приштокової зони перебувають у напружено-деформованому стані, що виражається у підвищеному значенні кавернозності.

Для такого роду досліджень автор вираховував коефіцієнт кавернозності тільки в інтервалах, схильних до руйнування (аргіліти, доломіти та ін.), оскільки породи, що мають позитивні фільтраційні властивості, виражені у свердловині номінальними та навіть меншими діаметрами. При підрахунку для окремого стратиграфічного підрозділу такі інтервали вносять похибку визначення коефіцієнта кавернозності. Окремо досліджені інтервали з солями — зна-

чення Кк більші, але закономірність зростання в бік соляного штоку також спостерігається.

За допомогою такої класифікації завдяки оперативному підрахунку коефіцієнта кавернозності і коригування напрямку стовбура свердловини можна більш точно встановлювати місцеположення соляних штоків та відстань свердловини до соляного штоку.

Геологічна будова приштокових зон спричинила характерне розташування та будову покладів вуглеводнів.

У надштоковому мезозойському комплексі порід відомі незначні скупчення нафти і газу склепінно-пластового типу.

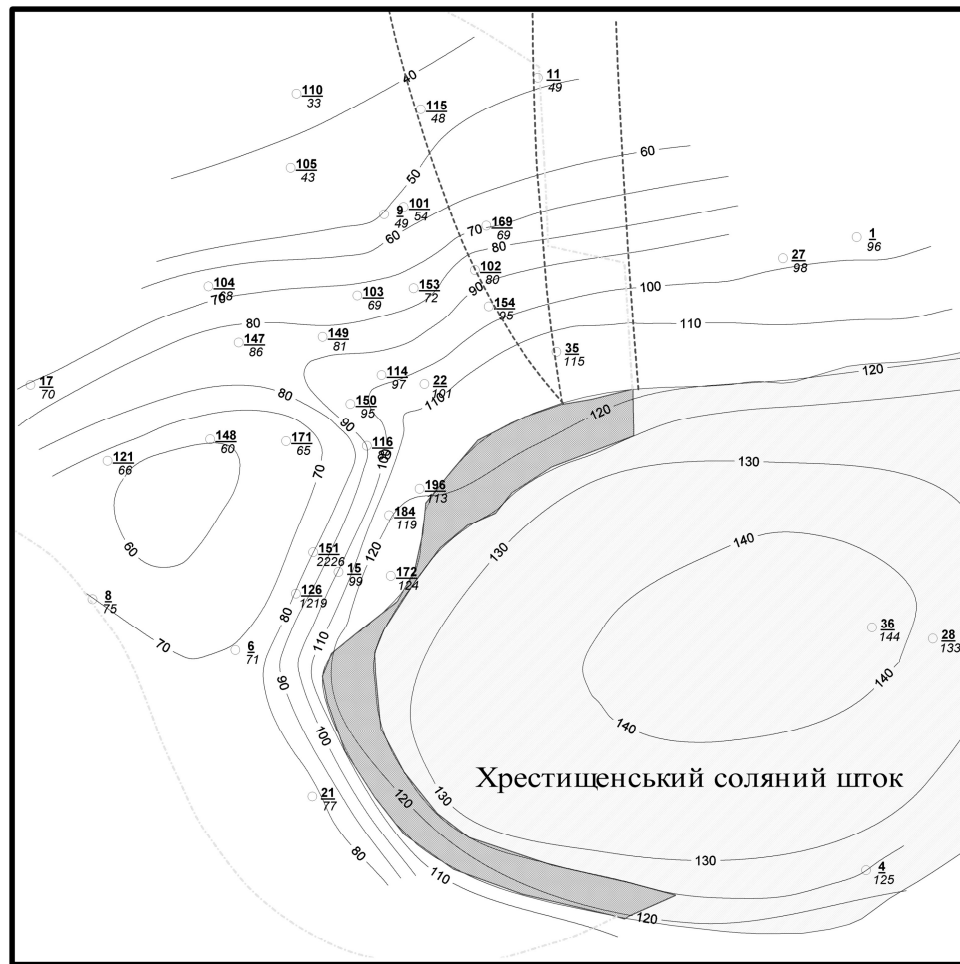
У породах палеозою, що вміщують соляний шток, є структурні, тектонічно і літологічно екрановані пастки, з якими пов'язані масивнопластові і пластові поклади вуглеводнів.

Масивнопластові поклади широко розповсюджені по території ДДЗ, і пов'язані не тільки зі штоками. Характерною особливістю масивнопластових покладів в приштокових зонах є покращані фільтраційноємнісні параметри та збільшені газонасичені товщини.

Крім цих, існують поклади, екрановані козирком соляного штоку та пластами солі (літологічно екрановані) в хемогенних відкладах нижньої пермі. Особливу увагу привертають високі пластові тиски, характерні для таких покладів, які сягають градієнта 2 і вище. Розміри цих покладів дуже різноманітні, але незначні за площею і висотою, значно ускладнюють проведення свердловин на приштокових ділянках. Ці поклади розташовані від соляного штоку до проекції ізопакіти 100 м по індикаторній товщі нижньої юри на Західно-Хрестищенському газоконденсатному родовищі. Таким чином, їх розповсюдження можливо прогнозувати.

Другий вид пластових покладів — це тектонічно екрановані ніжками штоку у пластах з кутами падіння більше ніж 30-45° (Новоукраїнське, Чутівське та інші родовища) та майже горизонтальні (Кегичівське та ін.). Відсутність козирків та хемогенних відкладів нижньої пермі поблизу штоку не заперечує наявності покладів вуглеводнів. У таких випадках екраном може слугувати сам соляний шток, що робить реальним розповсюдження покладів на великі глибини у великому стратиграфічному діапазоні. Їх можна очікувати біля всіх соляних штоків. Невелика кількість виявлених родовищ у таких умовах скоріш за все є результатом того, що ці поклади розташовані тільки у межах приштокової зони. Оскільки контур соляного штоку встановлюється невпевнено і, як правило, є за розміром менший, ніж дається сейсмічними методами, у багатьох випадках, можливо, свердловини були пробурені за контуром покладів. Велика кількість штоків з такої точки зору залишаються неопитуваними.

Для оконтурення соляних штоків можна використовувати товщини індикаторної товщі нижньої юри та байосу. На прикладі Східно-Ведмедівського штоку свердловини, які розкрили контакт соляного штоку з оточуючими породами, мають товщину індикатора 125 м. На



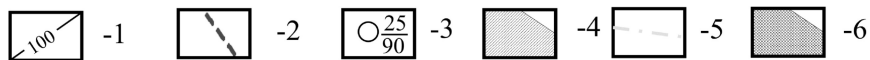
1:50000

1 cm = 500 m

1000 0 1000 2000 3000 m



Умовні позначення:



1- ізогіпса; 2- тектонічне порушення; 3- свердловина, номер, значення товщини;  
4- соляний шток; 5 - контур газонасності;  
6 - площа можливої відсутності соляного штоку та приросту запасів газу

**Рисунок 2 — Хрестищенський соляний шток.  
Карта ізопахіт індикаторної товщі нижньої та середньої юри**

Хрестищенському штоці контакт солі з приштоковою зоною прийнятий умовно, але видно (рис. 2), що свердловини з позначкою менше 124 м розкривають породи приштокової зони, а з позначкою більше 126 м всі знаходяться у соляному штоці. Тому доцільно провести роботи з уточнення контура Хрестищенського штоку і, можливо, зменшити його радіус на майже 500 м.

Підтвердження контакту соляних штоків свердловинами на родовищах південно-східної частини ДДЗ може дати відчутний приріст запасів вуглеводнів за рахунок збільшення контура газонасності відомих покладів та розкриття пасток, які генетично пов'язані зі штоками на відносно невеликих глибинах до 3 км (на-

приклад, пластові тектонічно екрановані поклади в делювіальних шлейфах штоків) та на глибинах до 5-6 км (пластові тектонічно екрановані поклади).

Для вибору оптимального місця закладання достатньої кількості та раціональної траскторії свердловин доцільно поряд з геофізичними методами використовувати суто геологічні методи, такі як аналіз товщин індикаторних товщ, зміна коефіцієнта кавернозності тощо. Накреслені шляхи можуть дати досить відчутний приріст запасів вуглеводнів за рахунок більш впевнених контурів соляних штоків як таких, що вже перебували у пошуках та розвід-

ці, так і нових, які будуть ще виявлені на слабковивчених землях.

### Література

1. Каламкарров Л.В. Методика геофизических исследований областей развития соляной тектоники / Л.В.Каламкарров, А.П.Шафранов, Н.И.Тулминович и др. – М.: Недра, 1975. – С. 216.

2. Розробка методики обробки та інтерпретації даних 3D-сейморозвідки для умов солянокупольної тектоники ДДЗ / Н.Я.Мармалевський, В.В.Мерщій, З.В.Горняк, К.М.Іваненко, Н.М.Постнікова // Матеріали 5-ї Міжнар. конф. «Нафта-Газ України-98». – Полтава: Українська нафтогазова академія, 1998. – Т.1. – С. 391-392.

3. Способ оконтуривания соляных штоков, имеющих козырьки: А.с. 1038916 СССР, МКИ G 01 V 9/00// Е 21 В 49/00 / А.Н.Истомина, Н.Ф.Брынза, Д.Р.Сороченко, Г.И.Глова, М.Г.Ульянов, Л.Я. Решетняк (СССР). – № 3431832/18-25 – Заявл. 19.04.82. – Опубл. 30.08.83, Бюл. № 32.

колон свердловин, пов'язаних з цими процесами.

Захід 1. З метою уникнення порушення експлуатаційних колон свердловин, пов'язаних

4. Черняков А.М. Соляные тела юго-востока Днепровско-Донецкой впадины и их участие в формировании месторождений газа и нефти: Дис. канд. геол.-минер. наук: 04.00.17 / Московский ордена Трудового красного знамени институт нефтехимической и газовой промышленности им. И.М. Губкина. – М., 1974. – 25 с.

5. Зильберман В.И. Дистанционное оконтуривание зон аномально высоких пластовых давлений и прогнозирование АВПД в экранирующих хемогенных толщах: Методическое руководство. – Харьков, 1985. – 15 с. (Ротапринт УкрНИИГаза; 1985).

6. Черняков А.М. Соляные диапиры Днепровско-Донецкой впадины и их связь с разломами // Бюл. Московского общества испытателей природы. Отделение геологическое. – М., 1981. – Вып. 4. – Т. 6. – С. 26-31.

7. Андреева В.И. Новые находки вулканогенных пород в юго-восточной части Днепровско-Донецкой впадины // Труды УкрНИИГРИ, Выпуск 8. – Л.: Недра, 1964. – С. 132-141.

УДК 553.981/982 (477.8)

## РОЗРОБЛЕННЯ ЗАХОДІВ ЩОДО УНИКНЕННЯ ПОРУШЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ КОЛОН СВЕРДЛОВИН В ПРОЦЕСІ РОЗРОБКИ НАФТОГАЗОВИХ РОДОВИЩ ВНУТРІШНЬОЇ ЗОНИ ПЕРЕДКАРПАТСЬКОГО ПРОГИНУ

*Н.В. Гонтьарьова*

*ІФНТУНГ, 76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15, тел. (0342)*

*e-mail: spring@nung.if.ua*

*Обобщены результаты проведенных геолого-промышленных исследований по изучению причин искривления и слома эксплуатационных колонн скважин. Сделаны соответствующие предложения относительно закладывания эксплуатационных скважин с целью увеличения термина их работы, которые имеют большое практическое значение. Предложен ряд мероприятий по избежанию нарушения эксплуатационных колонн скважин с целью повышения эффективности поисков, разведки и разработки нефтегазовых месторождений.*

*Conducted geologo-industrial investigations results about study of casing defects have been generalized. The applicable offers concerning a location of operational wells are made with the purpose of magnification of the term of their operation, which one have the large practical value. A number of measures on avoidance of failure of production casings of wells is proposed with the purpose of increase of performance of searching, prospecting and development of oil and gas fields.*

З проведених багаторічних досліджень [1] випливає, що на активізацію деформаційних процесів під час розробки нафтогазових родовищ Внутрішньої зони Передкарпатського прогину значний вплив мають літолого-фаціальні особливості розрізу, геодинамічні процеси та зміна термогідродинамічних параметрів покладів в результаті закачки води для підтримання пластового тиску. У зв'язку з цим виникає необхідність у розробленні заходів, які дадуть змогу уникнути порушення експлуатаційних

з термогідродинамічними змінами, слід регулювати об'єми нагнітання води у поклад.

З рис. 1 випливає, що із започаткуванням процесів заводнення на Долинському родовищі різко зростає кількість свердловин із порушеними експлуатаційними колонами. Особливо висока частота дефектів припадає на 1963-1982 роки, що пов'язано із збільшенням річного закачування води від 3,2 млн.м<sup>3</sup> до 4,7 млн.м<sup>3</sup>. Це свідчить про те, що саме надлишковий об'єм закачаної води  $\Delta V_v$  спричинює деформації гір-