

19. Тяжкин К. Ф. О тектонике Украинского щита по геолого-геофизическим данным [Текст] / К. Ф. Тяжкин, В. А. Нечаев, В. Д. Харитонов // Геотектоника. – 1966. – № 1. – С. 72-82.
20. Быстревская С. С. Система разрывных структур фундамента Украинского щита по данным анализа региональных космоснимков [Текст] / С. С. Быстревская, Г. А. Земсков, Б. А. Николаенко // Геофизические методы изучения систем разломов земной коры и принципы их исследования для прогнозирования рудных месторождений. – Днепропетровск: ДГИ, 1988. – С. 15-18.
21. Серебряков Е. Б. Система разломов Воронежского кристаллического массива и их значение для прогнозирования эндогенного оруденения [Текст] / Е. Б. Серебряков, В. И. Жаворонкин // Геофизические методы изучения систем разломов земной коры и принципы их исследования для прогнозирования рудных месторождений. – Днепропетровск: ДГИ, 1988. – С. 20-22.
22. Гинтов О. Б. Полевая тектонофизика и ее применение при изучении деформаций земной коры Украины [Текст] / О. Б. Гинтов. – К.: Феникс, 2005. – 572 с.
23. Леонов Ю. Г. Напряжения в литосфере и внутриплитная тектоника [Текст] / Ю. Г. Леонов // Геотектоника, 1995. – № 6. – С. 3-21.
24. Проблемы нефтегазоносности кристаллических пород фундамента Днепроовско-Донецкой впадины [Текст]: сб. науч. тр. / Отв. ред. И. И. Чебаненко, В. В. Крот, В. П. Клочко. – К.: Наук. думка, 1991. – 148 с.
25. Расцветаев Л. М. Парагенетический метод структурного анализа дизъюнктивных тектонических нарушений [Текст] / Л. М. Расцветаев // Проблемы структурной геологии и физики тектонических процессов. Ч. 2. – М.: ГИН АН СССР, 1987. – С. 173-235.

УДК 553.981:550.8

О. Л. Василенко, к. геол. н., зав. сектору,
Український науково-дослідний інститут природних газів

ФЛЮИДОДИНАМІЧНА МОДЕЛЬ ПОКЛАДІВ ВУГЛЕВОДНІВ У СОЛЯНО-ЗДВИГОВИХ СТРУКТУРАХ ДНІПРОВСЬКО-ДОНЕЦЬКОЇ ЗАПАДИНИ

Розглянуто особливості нафтогазоносності нового типу тектонічних структур – соляно-здвигових структур (СЗС), які встановлені автором у Дніпровсько-Донецькій западині (ДДЗ). За результатами проведених досліджень розроблена флюїдодинамічна просторова модель утворення скупчень вуглеводнів у СЗС. Встановлено, що традиційні газоконденсатні родовища характеризуються: колекторами вторинного тріщинно-порового типу; двофазовою вуглеводневою складовою (газоконденсатні); єдиним газоводяним контактом (ГВК), що контролює масивно-пластовий поклад; максимальним аномально високим пластовим тиском (АВПТ) в покрівлі покладів безпосередньо під соляною покривною і масивно-пластовими покладами. Особливостями нафтогазоносності родовищ, приурочених до СЗС, є: широкий спектр типів колекторів з глибиною (від вторинно-порових до соляно-здвигових тектоклазів); широкий діапазон фазового стану вуглеводнів зумовлює існування на одному родовищі газових, газоконденсатних, нафтогазоконденсатних і нафтових покладів одночасно; відсутність загального газоводяного контакту і, багатопластовий тип родовищ; відсутність максимумів аномально високого пластового тиску в покрівельному покладі і пластові типи покладів в комбінованих несклепінних пастках

Ключові слова: родовище, горизонт, пастка, колектор, поклад, здвиг, соляно-здвигова структура (СЗС), флюїдодинамічна модель.

А. Л. Василенко. ФЛЮИДОДИНАМИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ЗАЛЕЖЕЙ УГЛЕВОДОРОДОВ В СОЛЯНО-СДВИГОВЫХ СТРУКТУРАХ ДНЕПРОВСКО-ДОНЕЦКОЙ ВПАДИНЫ. Разглянуты особенности нефтегазоносности нового типа тектонических структур – соляно-сдвиговых структур (ССС), которые установлены автором в Днепроовско-Донецкой впадине (ДДВ). По результатам проведенных исследований разработана флюидодинамическая пространственная модель образования скоплений углеводородов в СССР. Установлено, что традиционные газоконденсатные месторождения характеризуются: коллекторами вторичного трещинно-порового типа; двухфазовой углеводородной составляющей (газоконденсатные); единственным газоводяным контактом (ГВК), что контролирует массивно-пластовую залежь; максимальным аномально высоким пластовым давлением (АВПД) в кровле залежи непосредственно под соляной покрывкой и сводовыми, массивно-пластовыми залежами. Особенности нефтегазоносности месторождений, приуроченных к СССР, являются: широкий спектр типов коллекторов с глубиной (от вторично-поровых до соляно-сдвиговых тектоклазов); широкий диапазон фазового состояния углеводородов обуславливает существование на одном месторождении газовых, газоконденсатных, нефтегазоконденсатных и нефтяных залежей одновременно; отсутствие общего газоводяного контакта и многопластовой тип месторождений; отсутствие максимумов аномально высокого пластового давления в кровельной залежи и пластовые типы залежей в комбинированных несводовых ловушках.

Ключевые слова: месторождение, горизонт, ловушка, коллектор, залежь, сдвиг, соляно-сдвиговая структура (ССС), флюидодинамическая модель.

Актуальність. Дніпровсько-Донецька западина – це крупний прогин, який утворився в тілі Сарматського щита [6, 10, 17].

Територія досліджень знаходиться у Машівсько-Шебелинському нафтогазоносному районі, до якого приурочена Машівсько-Єфремівська депресія [8, 9, 16].

Проведені автором комплексні дослідження геофізичних полів, солянокупольних підняття і морфоструктурних характеристик регіону дозволили встановити наявність структур горизонтального здвигу (СГЗ) в осьовій частині ДДЗ, що має важливе науково-практичне значення у зв'язку з їх нафтогазоносністю [3, 15, 18, 19].

Проявом структурно-горизонтальних здвигів в осадовому чохла солянокупольних областей слід вважати **соляно-здвигові структури (СЗС)**, під якими автор розуміє структурні форми, що утворюються внаслідок прояву сингенетичних тектонічних режимів горизонтального здвигу та галокінезу. Вони і є потенційними нафтогазовими пастками в регіоні [4].

Результати геологічних особливостей, умов формування, закономірностей розміщення і нафтогазоносності СЗС є основою для вирішення практичних завдань прогнозу і пошуків нових перспективних типів пасток та збільшення ресурсної бази вуглеводнів (ВВ) регіону.

Аналіз попередніх досліджень і публікацій. За результатами аналізу буріння, промислово-геофізичних даних та сейсморозвідки 3D на Веснянській, Чутівській, Східно-Медведівській та Мелихівській площах доведено наявність соляно-здвигових структур (СЗС) [11, 12, 13].

Визначено, що за специфікою структурних рисунків здвигових порушень соляно-здвигові структури поділяються на 5 видів: чутівський, східно-медведівський, мелихівський, веснянський нафтогазоносні та перспективний кочубіївський типи соляно-здвигових структур [2].

Пошуково-розвідувальними роботами на Веснянській площі було відкрито новий тип багатозонного покладу вуглеводнів, приуроченого до СЗС. Однак, за своїми параметрами він не відповідає "традиційним" покладам крупних газоконденсатних родовищ (Західно-Хрестищенське, Медведівське та ін.) на солянокупольних структурах [5, 14, 20].

Незважаючи на хорошу вивченість Машівсько-Єфремівської депресії, родовища, що приурочені до СЗС, об'єднують характерні риси багатозонності і тривалості процесів формування пасток і покладів ВВ, що значно розширює наші уявлення нафтогазоносний потенціал регіону.

Цілі та задачі дослідження. Метою досліджень є встановлення особливостей нафтогазоносності в різних типах соляно-здвигових структурах приосьовій зоні Машівсько-Єфремівської депресії у південно-східній частині Дніпровсько-Донецької западини. Наведено аналіз та зіставлення даних буріння свердловин з матеріалами ГДС з позиції структуроформуючих елементів здвигу. Основна задача – вдосконалити флюїдодинамічну модель будови покладів вуглеводнів у соляно-здвигових структурах.

Викладення основного матеріалу.

Дослідження з вивчення розподілу нафтогазоносності у СЗС ґрунтувалися на визначенні промислових характеристиках продуктивного розрізу з урахуванням здвигової тектоніки [16].

Характерною особливістю нафтогазоносності Чутівського типу СЗС (Чутівське НГКР) є наявність газоносних приштокових блоків, які є частинами здвигу. Тут встановлено поклади вуглеводнів башкирських відкладів, що приурочені до блоку, який утворився в зоні стискання частини крила правобічного здвигу, обмеженого правим вигином і уступом. При випробуванні продуктивних горизонтів свердловин було отримано припливи: газу – до 208 тис.м³/д, конденсату – до 132 м³/д і нафти – до 163,7 м³/д.

На СЗС Східно-Медведівського типу (Східно-Медведівське ГКР) поклади газу горизонтів К-1 – К-3 (С₃²) приурочені до частини крила лівобічного здвигу.

Газоносність Мелихівського типу (Мелихівське ГКР) приурочена до пасток "дуплексів стиснення". Поклади газу виявлено у продуктивних горизонтах Г-6 (С₃^{kr}) – Г-13 (С₃³). На родовищах Мелихівського типу встановлено єдиний ГВК.

На Веснянському типі СЗС (Веснянське НГКР) промислово нафтогазоносність СЗС у районі досліджень виявлено у теригенних відкладах верхнього карбону (С₃³ і С₃²). Вона зосереджена у продуктивних горизонтах від Г-10 – Г-13 до К-1 – К-5. Товщина продуктивного комплексу порід складає більше 1150 м. При випробуванні продуктивних горизонтів свердловин було отримано припливи: газу – до 285 тис.м³/д, конденсату – до 122 м³/д і нафти – до 9,5 м³/д.

На формування покладів у СЗС вирішальний вплив мають процеси горизонтального стиснення та горизонтального здвигу. Ці процеси лежать в основі флюїдодинамічної моделі покладів ВВ на основі структурних особливостей СЗС. Вона охоплює: 1) утворення зон розуцільнення, як шляхів надходження та корисних об'ємів для акумуляції ВВ; 2) наступну висхідну вертикальну міграцію флюїдних потоків по розуцільнених зонах над ділянками здвигових тектонічних дислокацій; 3) формування пасток ВВ під надійними соляними флюїдоупорами.

Принципові флюїдодинамічні моделі покладів ВВ у СЗС розглянуто на основі особливостей геологічної будови Веснянського НГКР (Веснянський тип) (рис. 1А) в порівнянні з Мелихівським ГКР (Мелихівський тип) (рис. 1Б).

Максимальні зусилля локальних напруг стиснення при формуванні СЗС припадають на реверсну частину головних здвигів структури. У цій частині розрізу СЗС виникає максимальне її локальне стискання, яке пов'язане з поперечними та поздовжніми вигинами шарів осадової товщі за рахунок здвигів. Нижче по розрізу відбувається формування зони розтягнення, яке компенсується низкою локальних R-сколів, у вигляді скидів, а вище – підкидів.

Формування покладів ВВ у вторинно-порових, трищинно-вторинно-порових, вторинно-порово-трищинних та кавернозно-тріщиноватих колекторах відбувалося одночасно з утворенням СЗС за рахунок вертикальної і латеральної міграції ВВ по ослаблених зонах здвигу.

Особливим типом колекторів, які утворюються у зонах вияви здвигової тектоніки, є соляно-здвигові тектоклази, характерною рисою яких є наявність інтенсивної здвигової тріщинуватості та зон розуцільнення (рис. 1А).

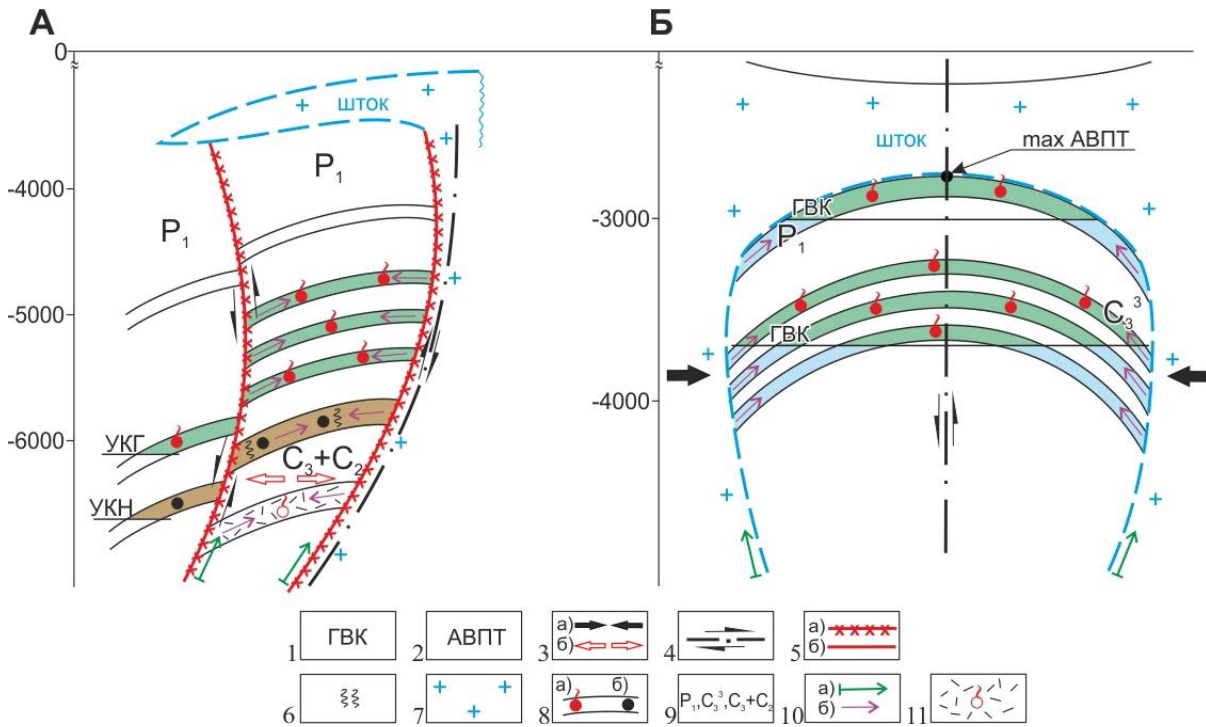


Рис. 1. Принципова флюїдодинамічна модель покладів у соляно-здвигових структурах (А – Веснянський тип, Б – Мелихівський тип).

Умовні позначення: 1-газоводяний контакт; 2-аномально високий пластовий тиск; 3-локальні напруги, пов'язані зі здвигом: а) стиснення, б) розтягнення; 4-вісь здвигу; 5-локальні R-сколи; 6-зона розуцільнення; 7-девонська сіль; 8-пастки ВВ: а) газу, б) нафти; 9-продуктивний комплекс; 10-шляхі міграції ВВ: а) вертикальні, б) латеральні; 11-соляно-здвигові тектоклази

Фактором локалізації вуглеводнів у СЗС є складна тектонічна дислокованість, в якій суттєву роль відіграють зони древніх глибинних розломів, що є каналами флюїдного тепломасоперенесення. Вони забезпечували первинну міграцію водорозчинених вуглеводневих потоків. Їхня вертикальна та латеральна міграція забезпечуються внутрішніми та зовнішніми факторами. Внутрішні фактори визначаються фізико-хімічними властивостями середовища, а зовнішні – концентрацією, температурою і енергією надстиснених флюїдів тиском. В умовах прояву горизонтальних рухів у зонах здвигів до зовнішніх факторів додається геодинамічний стрес-фактор на СЗС. Такі активні геодинамічні зони проявляються в потенційних геофізичних полях у вигляді чітких геотермічних, гідродинамічних і гідрогеохімічних аномалій [7].

Отже, вплив геодинамічних процесів на флюїдодинаміку проявляється через первинний дислокаційний епігенез у межах зон розуцільнення на СЗС, завдяки чому формуються канали

постачання в осадовий чохол високонапірних флюїдів і консервація вторинного ефективного простору вуглеводнями [7].

На Веснянському, Чутівському, Новоукраїнському і Червоноярському родовищах виявлено різноманітні за фазовим станом поклади ВВ. Така вертикальна зональність (згори донизу) зафіксована в усіх встановлених покладах СЗС.

На родовищах відсутній загальний газоводяний контакт, що свідчить про багатопластовий, а не масивно-пластовий тип покладів.

Відмінною рисою СЗС є відсутність аномально високого пластового тиску (АВПТ) – термобаричні (P, T) показники зростають з глибиною поступово. У свердловині № 200 Веснянській при глибині 5550 м АВПТ відсутні.

Головною особливістю СЗС є висока пористість колекторів (до 14 %) на великих глибинах (нижче 5000 м).

На Веснянському родовищі встановлено вертикальну зональність за колекторськими властивостями. Колектори з глибин від 4600 до

5550 м змінюються від порово-тріщинних до вторинно-порово-тріщинних. Нижче прогнозується збільшення тріщинної складової ємності, тому очікуються колектори вторинно-тріщинного типу – соляно-здвигові тектоклази (СЗТ). Таким чином, особливості нафтогазоносності СЗС істотно відрізняється від нафтогазоносності традиційних газоконденсатних родовищ на солянокупольних структурах (Західно-Старовірівське, Мелихівське).

Останні характеризуються:

- колекторами вторинного тріщинно-порового типу;
- двофазовою складовою (газоконденсатні);
- єдиним ГВК, що контролює масивно-пластовий поклад;
- максимум АВПТ в покрівлі покладу безпосередньо під соляною покришкою;
- склепінними, масивно-пластовими покладами.

У родовищах, приурочених до СЗС, особливостями нафтогазоносності є:

- широкий спектр зміни типів колекторів з глибиною від вторинно-порових до соляноздвигових тектоклазів;
- широкий діапазон фазового стану вуглеводнів, що обумовлює існування на одному родовищі газових, газоконденсатних, нафтогазоконденсатних та нафтових покладів одночасно;
- відсутність загального газоводяного контакту і, відповідно, елементарний, багатопластовий тип родовищ;

- відсутність максимумів АВПТ у покрівельному покладі;
- елементарні пластові типи покладів у комбінованих несклепінних пастках.

Таким чином, особливості нафтогазоносності залежать від структурно-геодинамічної обстановки у СЗС.

Виходячи з викладеного, можна зробити наступні **висновки**:

1. Розроблено флюїодинамічну просторову модель утворення скупчень вуглеводнів у СЗС, що дозволяє прогнозувати шляхи міграції вуглеводнів і оконтурювати пастки природних резервуарів.

2. Встановлено, що традиційні газоконденсатні родовища характеризуються: колекторами вторинного тріщинно-порового типу; двофазовою складовою (газоконденсатні); єдиним ГВК, що контролює масивно-пластовий поклад; максимум АВПТ в покрівлі покладу безпосередньо під соляною покришкою та склепінними, масивно-пластовими покладами.

3. З'ясовано, що у родовищах, приурочених до СЗС особливостями нафтогазоносності є: широкий спектр типів колекторів з глибиною; широкий діапазон фазового стану вуглеводнів; відсутність загального газоводяного контакту; багатопластовий тип родовищ; відсутність максимумів АВПТ; пластові типи покладів у комбінованих несклепінних пастках.

Література

1. Василенко, О. Л. Елементи здвигової тектоніки в формуванні Східно-Медведівського підняття / О. Л. Василенко, О. В. Барташук, В. В. Панасенко і др. // Вісник ХНУ імені В. Н. Каразіна. – 2013. – № 1049. – С. 13-21.
2. Василенко, О. Л. Особливості геологічної будови та розповсюдження пасток вуглеводнів у соляно-здвигових структурах Дніпровсько-Донецької западини / О. Л. Василенко // Вісник ХНУ імені В. Н. Каразіна. – 2016. – Випуск 44. – С. 12-16.
3. Василенко, О. Л. Структурно-тектонічні особливості південно-східного сегменту дніпровсько-донецького рифтогену (з позиції здвигової тектоніки) / О. Л. Василенко // Вісник ХНУ імені В. Н. Каразіна. – 2013. – № 1084. – С. 40-44.
4. Василенко, О. Л. Особливості здвигової тектоніки Медведівсько-Касьяновського валу Дніпровсько-Донецької западини / О. Л. Василенко // *Нафта і газ України – 2013 : зб. матеріалів міжнар. наук.-практ. конф. – Яремча, 2013. – С. 43-45.*
5. Кривошея, В. О. Відкриття нових газоконденсатних покладів на Веснянському НГКР / В. О. Кривошея // Вісник ХНУ імені В.Н. Каразіна. – 2015. - № 1049. – С. 13-21.
6. Гавриш, В. К. Глубинные разломы, тектоническое развитие и нефтегазоносность рифтогенов / В. К. Гавриш – К. : *Наук. думка.* – 1974. – 160 с.
7. Суярко, В. Г. Геохимия подземных вод восточной части Днепро-Донецкого авлакогена / В. Г. Суярко. – Харьков : ХНУ имени В.И. Каразина, 2006. – 225 с.
8. Чирвинская, М. В. Глубинная структура Днепровско-Донецкого авлакогена по геофизическим данным / М. В. Чирвинская, В. Б. Соллогуб. – К. : *Наук. думка,* 1980. – 178 с.
9. *Тектоника и нефтегазоносность Днепровско-Донецкой впадины.* – К. : *Наук. думка,* 1981. – 227 с.
10. *Тектоника Украины / Под ред. С. С. Круглова и др.* – М. : *Недра,* 1988. – 254 с.
11. Василенко, А. Л. Геологическая модель строения западного и северного блоков Восточно-Медведовского соляного диапира в связи с оценкой промышленной газоносности / А. Л. Василенко, Л. Н. Тараненко, С. Н. Белинская // *Нафта – Газ України, Судак, 2004 : Зб. наук. праць; матеріали 8-ої Міжнарод. конф.* – К., 2004. – С. 260-261.

12. Василенко, А. Л. Доразведка сложнопостроенных тектонически и литологически ограниченных ловушек углеводородов в нижнепермских отложениях (горизонты А-6, А-7, А-8) Восточно-Медведовского ГКМ / А. Л. Василенко, Л. Н. Тараненко, С. Н. Белинская // Вторинні природні резервуари та неструктурні пастки як об'єкти істотного приросту запасів вуглеводнів України : Зб. наук. праць; матеріали Міжнарод. конф., присвяченої пам'яті О. М. Істоміна. – Харків: УкрНДІгаз, 2006. – С. 71-72.
13. Василенко, А. Л. Новые представления о геологическом строении юго-восточной приштоковой зоны Тарасовского соляного штока в связи с результатами поисково-разведочных и сейсморазведочных работ / А. Л. Василенко, Г. Н. Гулая, Л. Ю. Полунина // Зб. наук. праць. Матеріали Міжнарод. конф., присвяченої пам'яті О. М. Істоміна "Вторинні природні резервуари та неструктурні пастки як об'єкти істотного приросту запасів вуглеводнів України". – Харків: УкрНДІгаз, 2006. – С. 79-81.
14. Василенко, А. Л. О геологическом строении и нефтегазоносности юго-восточной приштоковой зоны Тарасовского соляного штока / А. Л. Василенко, Г. Н. Гулая, А. В. Барташук // Зб. наук. праць "Питання розвитку газової промисловості України". – Вип. XXXV. – Харків: УкрНДІгаз, 2006. – С. 52-58.
15. Василенко, А. Л. Роль горизонтальных сдвигов в формировании рифтовых систем и их связь с нефтегазоносностью / А. Л. Василенко // Вестник НИУ (Белгородский государственный университет) (Россия). – 2014. – Вип. 28, № 17 (188). – С. 165-173.
16. Высочанский, И. В. Тектонические нарушения и вопросы нефтегазоносности (особенности тектоники Днепровско-Донецкого авлакогена / И. В. Высочанский, В. В. Крот, И. И. Чебаненко, В. И. Клочко // Препринт АН УССР, Ин-т геол. наук, 90-29. – К., 1990. – 38 с.
17. Гавриш, В. К. Роль глубинных разломов в формировании локальных структур Днепровско-Донецкой впадины (рифтогена) / В. К. Гавриш // Геол. журнал. – 1965. – Вип. 6. – С. 13-23.
18. Гогоненков, Г. Н. Горизонтальные сдвиги фундамента Западной Сибири / Г. Н. Гогоненков, А. С. Кашик, А. И. Тимурзиев // Геология нефти и газа, № 3. – 2007. – С. 3-13.
19. Гогоненков, Г. Н. Структурно-тектоническая характеристика фундамента сдвиговых зон Еты-Пуровского вала / Г. Н. Гогоненков, А. И. Тимурзиев // Геология нефти и газа, № 6. – 2007. – С. 2-10.
20. Истомин, А. Н. Открытие Веснянского газоконденсатного месторождения и направление дальнейших исследований в приштоковой зоне по периметру Тарасовского и Елизаветовского соляных штоков / А. Н. Истомин, А. Л. Василенко, Г. Н. Гулая // Зб. наук. праць "Питання розвитку газової промисловості України". – Харків: УкрНДІгаз, 2001. – С. 12-18.