

Д. О. Єгер¹, Ю. О. Зарубін¹, М. В. Гунда¹, В. П. Гришаненко¹,
А. О. Васеньова¹, О. В. Горбунов¹, Ю. С. Левандович¹, А. В. Кучернюк²

¹ДП “Науканафтогаз”, Київ

²НАК “Нафтогаз України”, Київ

ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ СИСТЕМИ ГОРИЗОНТАЛЬНИХ СВЕРДЛОВИН ДЛЯ ВИЛУЧЕННЯ ЗАПАСІВ ВИСОКОВ'ЯЗКОЇ НАФТИ

Анотація: В роботі розглянуто один з перспективних методів підвищення ефективності вилучення запасів високов'язкої нафти і важковидобувних запасів вуглеводнів з використанням системи горизонтальних свердловин, яка на сьогоднішній день потребує широкого впровадження в нафтогазовій галузі України. На прикладі Орховицького родовища наведено ефективне впровадження системи горизонтальних свердловин з підтриманням пластового тиску, що дає можливість забезпечити відпрацювання методології розробки покладів високов'язкої нафти системою горизонтальних свердловин з подальшим використанням набутого досвіду на нафтогазових родовищах України.

Ключові слова: родовище, поклад, свердловина, горизонтальні стволи, важковидобувні запаси, розробка, коефіцієнт вилучення нафти.

Д. А. Егер, Ю. А. Зарубин, Н. В. Гунда, В. П. Гришаненко, А. А. Васенева, А. В. Горбунов, Ю. С. Левандович, А. В. Кучернюк. ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ СИСТЕМЫ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ СКВАЖИН ДЛЯ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ЗАПАСОВ ВЫСОКОВЯЗКОЙ НЕФТИ.

Аннотация: В работе рассмотрен перспективный метод повышения эффективности извлечения запасов высоковязкой нефти и трудноизвлекаемых запасов углеводородов с использованием системы горизонтальных скважин, которую на сегодняшний день необходимо широко внедрять в нефтегазовой отрасли Украины. На примере Орховицкого месторождения показано эффективное внедрение системы горизонтальных скважин с поддержанием пластового давления, что позволяет обеспечить отработку методологии разработки залежей высоковязкой нефти системой горизонтальных скважин с дальнейшим использованием приобретенного опыта на нефтегазовых месторождениях Украины.

Ключевые слова: месторождение, залежь, скважина, горизонтальные стволы, трудноизвлекаемые запасы, разработка, коэффициент извлечения нефти.

D. O. Yeager, Y. O. Zarubin, M. V. Gunda, V. P. Gryshanenko, A. O. Vasenjova, O. V. Gorbunov, Y. S. Levandovych, A. V. Kuchernjuk. EFFICIENCY OF APPLICATION OF THE SYSTEM OF HORIZONTAL WELLS FOR EXTRACTION OF HIGH-VISCOSITY OIL RESERVES.

Abstract: The most perspective direction in relation to the increase of production efficiency of high-viscosity oil reserves and hard-extractive reserves of hydrocarbons with the use of the system of horizontal wells is considered, which require wide application in oil-gas industry of Ukraine. With an example of Orhovuchy deposit demonstrated effective application of the system of horizontal wells with reservoir pressure maintenance which will allow to provide working out of methodology of high-viscosity oil pool development by the system of horizontal wells with the subsequent use of the acquirements on the deposits of oil-gas complex of Ukraine.

Keywords: deposit, pool, well, horizontal boreholes, hard-extractive reserves, development, coefficient of oil extraction.

Сучасний стан сировинної бази нафтогазової промисловості України характеризується погіршенням структури і якості запасів вуглеводнів. Більшість родовищ нафти і газу вступили в період завершальної розробки і спадаючого видобутку вуглеводнів. Нові родовища, які відкриваються, характеризуються порівняно невеликими запасами нафти і газу та погіршеною їх структурою.

Частки запасів високов'язкої нафти (ВВН) і важковидобувних запасів вуглеводнів в низькопроникних пластах і перехідних зонах родовищ значно зросли. На родовищах НАК "Нафтогаз України" частка важковидобувних запасів нафти становить на сьогодні понад 70 % від загальних запасів. Нові родовища нафти переважно мають складну структуру запасів через складну геологічну будову, значну глибину залягання (понад 4 000 м), колектори з низькими фільтраційно-ємнісними характеристиками та малорухомими флюїдами, тобто високов'язкими важкими нафтами.

Традиційні технології розробки родовищ з ВВН неефективні, оскільки не дають можливості досягти величини вилучення нафти більше ніж 7–8 %. Це зумовлене тим, що фільтрація такої нафти можлива переважно в зонах високої проникності. Горизонтальні свердловини (ГС) за рахунок значного збільшення зони дренування у порівнянні з вертикальними свердловинами (ВС) можуть компенсувати недостатню високу проникність порід-колекторів. Розробка нафтових родовищ з важковидобувними запасами при використанні традиційної технології з системою ВС не забезпечує рентабельного видобутку нафти. Сучасні технології розробки родовищ передбачають використання свердловин з горизонтальними стовбурами, що дає можливість значно збільшити дренування запасів та в декілька разів підвищити рівні видобутку.

Ситуація, яка склалася наразі в нафтогазовій галузі в Україні, вимагає необхідного широкого впровадження світового досвіду роз-

робки родовищ важковидобувних запасів нафти. У світі на сьогодні широко впроваджуються інноваційні технології, зокрема горизонтальне буріння, спорудження багатовибійних свердловин, інтелектуальні технології видобування нафти і газу.

Особливо актуальним методом підвищення вуглеводневилучення на даному етапі розвитку нафтогазовидобувної галузі України є застосування систем ГС при розробці родовищ з ВВН та важковидобувними запасами нафти і газу. Цей метод дає змогу забезпечити значний видобуток вуглеводнів та скоротити термін освоєння родовища, що призводить до зростання чистого прибутку.

Розробка об'єктів за допомогою ГС має безсумнівні переваги у порівнянні із ВС [1–3] в покладі, а саме:

- зона дренування покладу ГС в декілька раз перевищує зону дренування ВС;
- площа контакту стовбура ГС з продуктивною зоною пласта не обмежена величиною ефективною товщини пласта, як у ВС;
- дебіт ГС від 3–5 до 10–20 разів перевищує дебіт свердловини з вертикальним вибоєм в межах продуктивного пласта;
- знижується темп утворення водяних конусів на вибоях горизонтальних свердловин;
- скорочується термін розробки покладу в зв'язку із забезпеченням високих темпів розробки (в 3–5 разів вище, ніж системою ВС), що також дає можливість скоротити витрати на розробку родовища;
- знижується техногенне навантаження в нафтогазовидобувних регіонах; зберігається довкілля завдяки зменшенню кількості земельних відводів на будівництво нових свердловин та їх облаштування.

Родовища, які містять важковидобувні запаси ВВН, складають значний резерв нафтовидобутку в Україні, оскільки переважно всі вони розташовані у розвинених нафтогазовидобувних районах із сформованою інфрас-

структурою, що дає можливість зменшити відповідні капіталовкладення.

Розробка покладів ВВН, як звичайно, передбачає застосування теплових методів впливу на пласт. Нагнітання теплоносіїв в пласти з ВВН збільшує нафтовилучення, але застійні зони, які містять значну кількість невилученої нафти, залишаються невиробленими ВС. Тому для видобутку високов'язкої нафти необхідно застосовувати ущільнену сітку свердловин, що приведе до значних капіталовкладень без забезпечення їх окупності.

В Україні впровадження горизонтального буріння розпочато у 2000 р. успішним закінченням свердловини № 55 Малодівицького родовища. Всього за період 2000–2005 рр. пробурено 15 ГС, але їх буріння є поодиноким без системного вибору експлуатаційних об'єктів та проектування систем розробки ГС. В результаті не забезпечується стабільний видобуток нафти та достатнє дренавання залишкових запасів, а отримується короткостроковий ефект з подальшим зменшенням дебіту ГС до рівня вертикальної через 12–18 місяців експлуатації.

Використання саме системи, а не поодиноких горизонтальних свердловин дасть можливість більш ефективно вирішувати питання ущільнення, вироблення запасів нафти із застійних зон без значного збільшення капітальних витрат на облаштування площі.

Для вирішення комплексного завдання з вибору та проектування ефективної системи розробки ГС родовища з ВВН було обране Орховицьке нафтогазове родовище (НГР), яке знаходиться на балансі ДК "Укргазвидобування". Нафтові поклади Орховицького НГР відповідають основним критеріям вибору об'єкту для застосування системи розробки ГС:

- значна величина видобувних запасів ВВН (середнє значення в'язкості нафти в пластових умовах складає 67,6 МПа·с), 90 % з

яких відноситься до нафтового покладу Орховицького блоку, котрий є основним об'єктом розробки;

- відносно невелика глибина залягання продуктивних горизонтів (1 660–1 980 м);
- ефективна нафтонасичена товщина продуктивних горизонтів (4–7 м);
- низька поточна продуктивність вертикальних свердловин;
- незадовільна сітка видобувних свердловин (1 200–1 500 тис. м² на одну свердловину).

Родовище відкрито у 1999 р. і розташоване у Городоцькому та Самбірському районах Львівської області. У тектонічному відношенні родовище знаходиться в північно-західній частині Зовнішньої зони Передкарпатського прогину. Промислова нафтоносність родовища встановлена у відкладах кайнозойсько-мезозойської ери трьох блоків – Орховицького, Добрянського та Вишнянського:

- нафтові поклади Орховицького блоку у відкладах карпатію та верхньої юри;
- нафтові поклади Добрянського блоку у піщано-алевролітових відкладах карпатійського ярусу;
- нафтові поклади Вишнянського блоку у карпатійських та верхньоюрських відкладах.

Поклади нафти у відкладах всіх трьох блоків пластові, склепінні. Колектори продуктивних горизонтів представлені органогенно-детритовими вапняками та піщано-алевритистими породами.

Для проектування ефективної системи розробки та прогнозування технологічних показників на сучасному рівні було створено постійно діючу геолого-технологічну модель нафтових покладів Орховицького НГР (рис. 1) за допомогою пакету програм фірми SCHLUMBERGER.

Враховуючи недостатність вивчення нафтових покладів Добрянського та Вишнянсь-

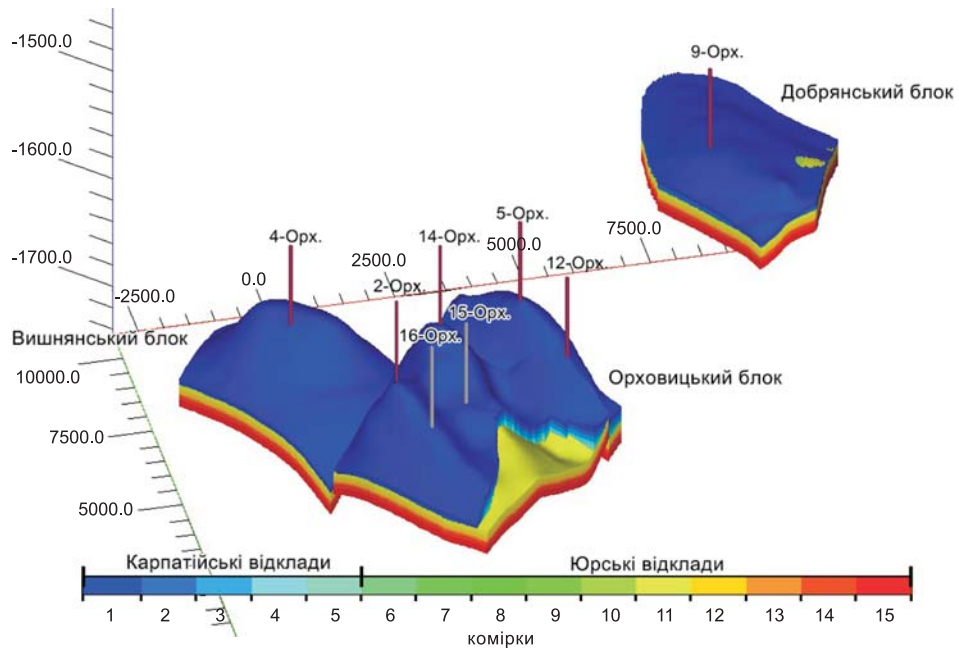


Рис. 1. Геологічна модель нафтових покладів Орховицького НГР

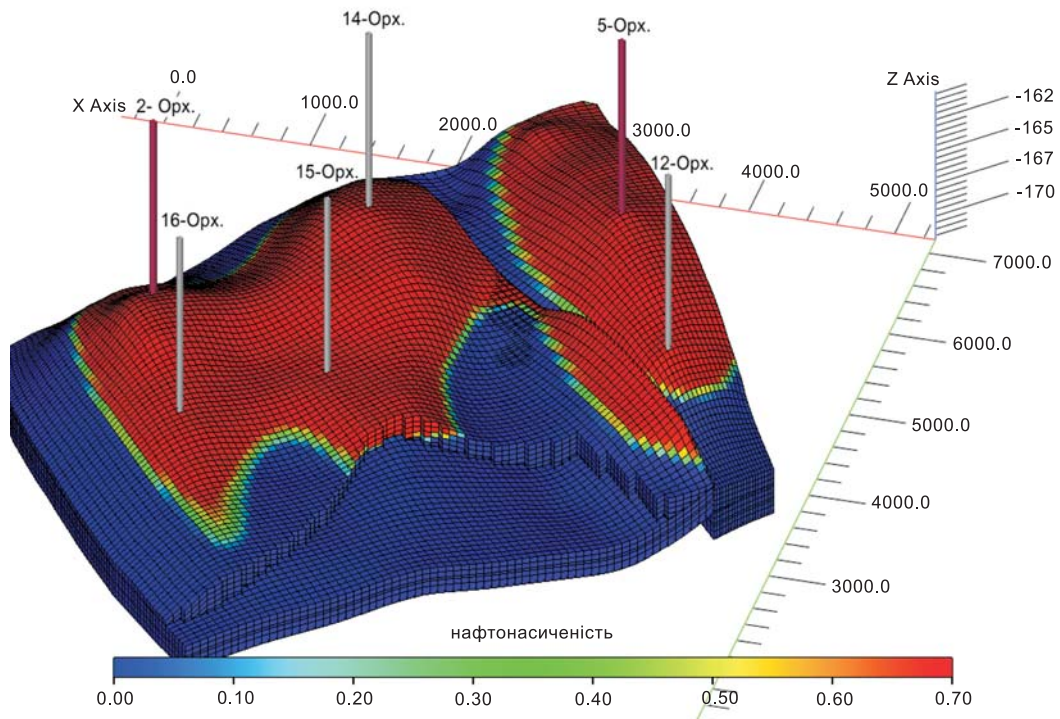


Рис. 2. Геологічна модель нафтових покладів Орховицького блоку

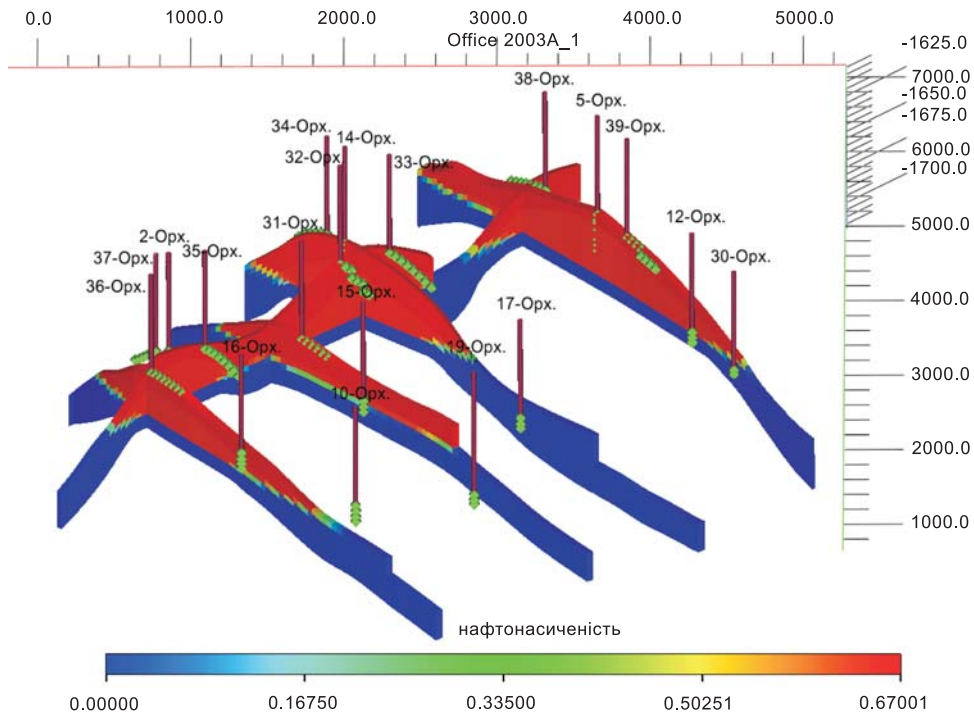


Рис. 3. Схема розташування проектних горизонтальних свердловин

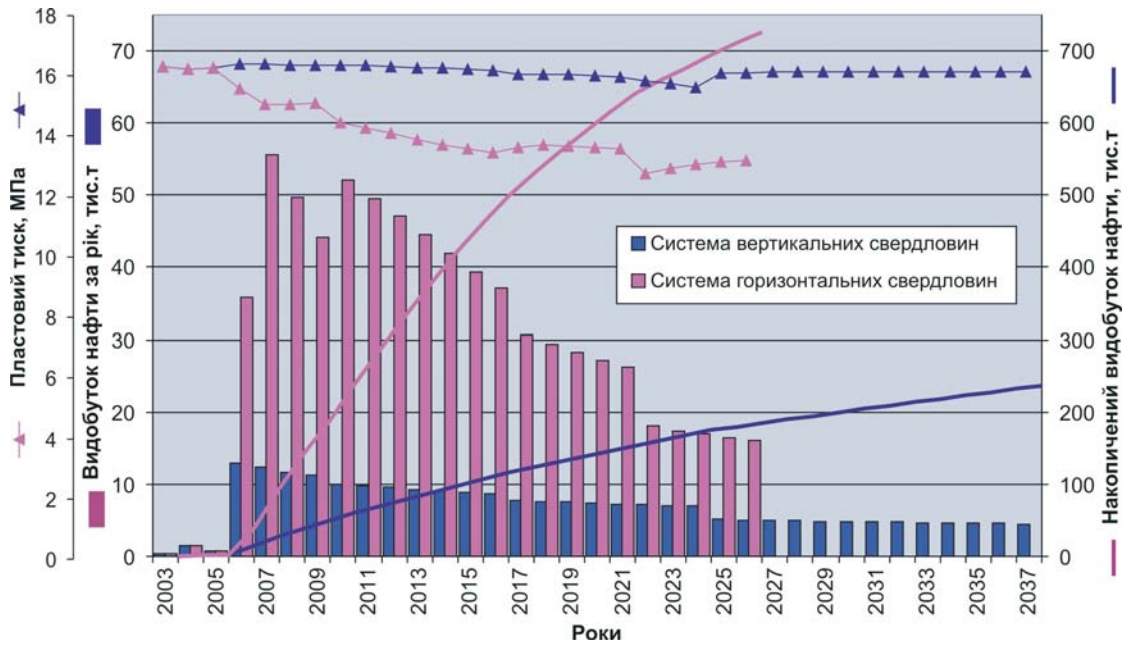


Рис. 4. Порівняння проектних показників розробки нафтових покладів Орховицького блоку горизонтальними і вертикальними свердловинами

кого блоків Орховицького НГР, які на цей час мають незначні запаси і потребують подальшого геологічного вивчення, опрацювали основний за запасами експлуатаційний об'єкт – нафтові поклади Орховицького блоку (рис. 2).

Результати моделювання системи розробки Орховицького блоку з ВС засвідчили низьку ефективність розробки нафтових покладів. Так, за 31 рік розробки родовища на природному режимі (експлуатаційний фонд – 8 вже пробурених вертикальних свердловин) кінцевий коефіцієнт вилучення нафти (КВН) досягне 2,7 % від початкових геологічних запасів, що знаходяться на обліку ДКЗ (Державної комісії по запасам). Вочевидь, що таку систему розробки родовища не можна вважати ефективною.

Проаналізувавши вітчизняний досвід розробки родовищ з ВН, зокрема Бугруватівського та Коханівського, а також родовищ США та Канади, автори дійшли висновку, що ефективну розробку таких родовищ можна забезпечити тільки при застосуванні комплексної технології розробки, а саме системи ГС, впровадження методів підвищення нафтовіддачі та підтримання пластового тиску. На основі розроблених рекомендацій розробку Орховицького блоку було запропоновано проводити з підтриманням пластового тиску за допомогою закачки води на початку розробки, базуючись на позитивному світовому досвіді застосування одного з найстаріших ефективних методів підвищення нафтовилучення, при одночасному застосуванні системи горизонтальних видобувних свердловин. Без впровадження кардинальних сучасних технологій дане родовище буде приречене на безперспективно малі видобутки нафти, що призведе до передчасного його закриття.

Згідно з проведеним гідродинамічним моделюванням найбільш ефективною схемою розташування ГС визначена променево-радіальна схема (рис. 3) на площадках уже існуючих видобувних свердловин №№ 2, 14, 5-Орх.,

що значно скоротить терміни землевідведення, облаштування свердловин та родовища в цілому і при ефективних нафтонасичених товщинах (до 7,0 м) дасть змогу максимально охопити розробкою продуктивні пласти.

Рекомендована променево-радіальна схема розташування ГС може бути використана при можливому застосуванні теплового впливу таким чином: вертикальна свердловина, що розташована в центрі, робиться осередком нагнітання теплоносія, а горизонтальними свердловинами більш ефективно вилучається нафта.

Горизонтальні стволи передбачається проводити максимально у верхній частині карпатських відкладів по лінії падіння продуктивних пластів, оскільки при розташуванні ствола довжиною 400 м в зоні наближеної до підосви цих відкладів збільшується вірогідність утворення конусів води з юрських водоносних відкладів.

Враховуючи те, що вісь ореолу протягання найбільших нафтонасичених товщин та тріщинуватості розповсюджується в південно-східному напрямку в межах Орховицького блоку, горизонтальні ділянки свердловин №№ 32, 33, 35, 36 є на 100 м довшими, ніж у свердловинах №№ 34 та 37, стволи яких спрямовані у північно-західному напрямку.

Для вилучення запасів нафти в районі ліквідованої свердловини № 1-Орх. пропонується пробурити горизонтальну свердловину № 31. Свердловина № 1-Орх. була ліквідована через геологічні причини, але згідно з ГДС ефективна нафтонасичена товщина карпатських відкладів у свердловині становить 8,6 м.

Було запропоновано використати пробурені ВС, що розташовані в зоні ВНК (свердловини №№ 10, 12, 15, 16, 17, 19) під нагнітання води.

Проектні показники розробки нафтових покладів з використанням системи ГС у порівнянні з вертикальними (обидва варіанти розраховані з впровадженням системи ППТ)

є значно кращими (див. рис. 4). Період стабільного річного видобутку нафти з горизонтальних свердловин на рівні 39 000–55 300 т становитиме 9–10 років. Залучення до розробки нафтового покладу Орховицького блоку дев'яти ГС дає можливість збільшити видобуток нафти на 536 400 т у порівнянні з вертикальними при зменшенні прогнозного періоду розробки на 10 років. Розрахований коефіцієнт вилучення нафти досягне 0,16 проти 0,051, що підтверджує ефективність застосування системи ГС. Для досягнення таких же рівнів видобутку нафти необхідно було б пробурити біля 40 вертикальних свердловин.

Таким чином, використання комплексної технології розробки – поєднання системи горизонтальних свердловин з підтриманням пластового тиску – є ефективним способом вилучення важковидобувних запасів нафти та збільшення поточних і кінцевих коефіцієнтів нафтовилучення.

Надійшла до редакції 27.01.06

Завдяки впровадженню сучасних технологій спорудження горизонтальних свердловин на нафтові поклади Орховицького родовища значно скорочуються терміни освоєння родовища і виходу на проектний рівень видобутку нафти. Чистий прибуток зростає майже в три рази, а термін окупності проекту становить близько чотирьох років.

ЛІТЕРАТУРА

1. Бердин Т. Г. Проектирование разработки нефтегазовых месторождений системами горизонтальных скважин. – М.: Недра, 2001. – 198 с.
2. Оганов К. О., Кунцяк Я. В., Гаврилов Я. С., Дубленич Ю. В. та ін. Практика буріння і експлуатації свердловин з горизонтальними стовбурами. – К.: Наук. думка, 2002. – 197 с.
3. Сборник научных трудов по результатам научно-технических работ за 2003 г. // ОАР "НК" Роснефть. – М.: "ЦНТИИТЭнефтехим", 2004. – т. V. – 369 с.