Облікова картка дисертації

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0821U102150

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 19-07-2021

Статус: Захищена

Реквізити наказу МОН / наказу закладу:

II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Бурачок Олександр Володимирович
2. Burachok Oleksandr Volodymyrovych

Кваліфікація:

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Вид дисертації: доктор філософії

Аспірантура/Докторантура: так

Шифр наукової спеціальності: 185

Назва наукової спеціальності: Нафтогазова інженерія та технології

Галузь / галузі знань:

Освітньо-наукова програма зі спеціальності: Не застосовується

Дата захисту: 30-06-2021

Спеціальність за освітою: 185 Нафтогазова інженерія та технології

Місце роботи здобувача: Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

Код за ЄДРПОУ: 02070855

Місцезнаходження: вул. Карпатська, буд. 15, м. Івано-Франківськ, Івано-Франківська обл., 76019, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

III. Відомості про організацію, де відбувся захист

Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради): ДФ 20.052.019

Повне найменування юридичної особи: Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

Код за ЄДРПОУ: 02070855

Місцезнаходження: вул. Карпатська, буд. 15, м. Івано-Франківськ, Івано-Франківська обл., 76019, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

IV. Відомості про підприємство, установу, організацію, в якій було виконано дисертацію

Повне найменування юридичної особи: Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

Код за ЄДРПОУ: 02070855

Місцезнаходження: вул. Карпатська, буд. 15, м. Івано-Франківськ, Івано-Франківська обл., 76019, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

V. Відомості про дисертацію

Мова дисертації:

Коди тематичних рубрик: 52.47.27

Тема дисертації:

1. ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИЛУЧЕННЯ ВУГЛЕВОДНІВ НА РІЗНИХ СТАДІЯХ РОЗРОБКИ ГАЗОКОНДЕНСАТНИХ РОДОВИЩ

2. IMPROVING THE EFFICIENCY OF HYDROCARBON RECOVERY AT DIFFERENT STAGES OF GAS CONDENSATE RESERVOIR DEVELOPMENT

Реферат/анотація:

1. Значна кількість газових і газоконденсатних родовищ України характеризуються суттєвим ступенем виснаження. Наприклад, по ПАТ «Укргазвидобування», 80% видобутку забезпечується з родовищ із виснаженням 75%. Особливістю газоконденсатних родовищ є те, що через зниження пластового тиску відбувається конденсація із газу рідких вуглеводнів з утворенням окремої рідкої вуглеводневої фази, яка досягає критичних значень насичення і стає рухливою тільки у привибійній зоні свердловин, негативно впливаючи на продуктивність свердловин і розробку родовищ загалом. Для того, щоб запобігти конденсації із газу важких вуглеводнів, такі родовища повинні розроблятися з підтримуванням пластового тиску. Нажаль, тільки на 4 об'єктах розробки в Україні впроваджено сайклінг процес. Через неоднорідність фільтраційно-

ємнісних властивостей за об'ємом покладів, відбувається вибіркове дренування, а у випадку активної водонапірної зони також вибіркове, важкоконтрольоване обводнення, що значно ускладнює проєктування подальшої розробки покладів, особливо проєктування геолого-технологічних заходів із інтенсифікації припливу газу до вибою свердловин, забурювання бокових стовбурів та вибір місця закладання нових свердловин. Виконано детальний огляд і критичний аналіз досліджень з проблем підвищення вуглеводневилучення із газоконденсатних покладів на різних стадіях розробки. Одним із пріоритетних завдань для оптимізації подальшої розробки родовищ і нарощування власного видобутку вуглеводнів є побудова чисельних тривимірних постійно-діючих моделей родовищ вуглеводнів, які забезпечують прийняття технологічних рішень на основі оптимізаційних розрахунків. Розглянуто постановку математичної задачі та методів чисельного розв'язку. Запропоновано альтернативну математичну модель багатофазної фільтрації газоконденсатної суміші. Наведено порівняння та обґрунтовано переваги багатоваріантного, стохастичного підходу до побудови геологічних моделей. Запропоновано метод вибору репрезентативної стохастичної реалізації моделі газового родовища, що базується на використанні фільтраційних розрахунків за методом ліній течії та перевірці виконання умови відповідності дренованих запасів запасам, підрахованим об'ємним методом, для варіанту із 50% вірогідністю. Внаслідок цього, досягається швидке відтворення історії розробки родовища. Методику апробовано і впроваджено для одного із родовищ Дніпровсько-Донецької западини. Шляхом порівняння результатів розрахунків між композиційною і спрощеною PVT моделями чорної нафти, яка задає зміну PVT властивостей в табличній формі залежно від тиску, досліджено і підтверджено можливість використання спрощеної моделі для коректного опису фазових перетворень під час розробки газоконденсатних покладів на виснаження за різного потенційного вмісту важких вуглеводнів від 50 до 500 г/м3. За результатами досліджень на гідродинамічній моделі типового неоднорідного газоконденсатного покладу ДДЗ виконано комплексне порівняння різних методів підвищення вуглеводневилучення для трьох різних потенційних вмістів вуглеводнів C5+ (100, 300 і 500 г/м3) за умови компенсації відборів нагнітанням за пластових умов 50 і 100% для чотирьох різних ступенів початкового виснаження – середньозваженого пластового тиску рівного 25, 50 і 75% від тиску початку конденсації та за тиску максимальної конденсації. За технологічною ефективністю (додатковим видобутком конденсату відносно базового варіанту на виснаження) методи розподіляються у такому порядку: 1) CO2 100%; 2) C1 90%, C2 5%, C3 5%; 3) C1 98%, C2 1%, C3 1%; 4) C1 100%; 5) C1 50%, N2 50%; 6) N2 100%; 7) заводнення. За економічною ефективністю (максимальний накопичений NPV) методи розподіляються так: 1) C1 100%; 2) C1 98%, C2 1%, C3 1%; 3) заводнення; 4) C1 50%, N2 50%; 5) C1 90%, C2 5%, C3 5%; 6) N2 100%; 7) CO2 100%. На підставі розрахунків з нагнітання CO2 у виснажений газоконденсатний поклад із потенційним вмістом конденсату 500 г/м3 розраховано синергетичний ефект у вигляді додаткового видобутку газу і конденсату та геологічного захоронення діоксиду вуглецю. Сприятливим є низький темп нагнітання CO2 (750 тис. м3/д), що дозволяє додатково видобути до 5,50% газу і 5,18% конденсату і при цьому захоронити до 3,6 Мт діоксиду вуглецю за 20-30 років нагнітання, що дорівнює 1,35% від річного обсягу викидів 2020 р. в Україні за умови впровадження заході з енергоефективності. Аналіз результатів заводнення із використанням хімічних агентів на одній геологічній реалізації показав, що полімери єдині забезпечують позитивний економічний ефект (NPV). Для решти методів відносно висока вартість агентів та необхідні високі концентрації роблять їх неефективними. Високі коефіцієнти газовилучення (близько 92%), пов'язані з виснаженням за рахунок щільної сітки свердловин і низьким пластовим тиском, за якого увесь газ розчиняється у сконденсованій рідкій фазі. Водночас додатковий видобуток конденсату не перевищує 0,33%, що загалом використання хімічних агентів є економічно недоцільним.

2. Significant number of gas and gas-condensate fields in Ukraine are characterized by significant level of depletion. For example, 80% of the production of PJSC "Ukrgasvydobuvannia" are coming from the fields depleted up to 75%. Gas-condensate fields are very particular since reduction of reservoir pressure leads to condensation of liquid hydrocarbons with formation of separate hydrocarbon phase that reaches critical saturations and becomes mobile only in the vicinity to the wells. These make a negative impact on the well performance and field development in general. To prevent the in-situ condensation of hydrocarbons, such reservoirs must be developed

with artificial pressure support. Unfortunately, only in 5 Ukrainian reservoirs gas cycling or inter-well gas bypass was implemented. Heterogeneous distribution of reservoir properties leads to selective drainage, and in case of water drive – selective and highly controllable water encroachment, that complicates field development planning, especially production improvement, hydraulic fracturing, side-track drilling and placement of the new wells. Detailed review and critical analysis of the research on the problems of hydrocarbon recovery enhancement from the depleted gas-condensate reservoirs was performed. One of the priority tasks for further field development and increase of internal production is creation of numerical 3D reservoir models to be used in technological decision making based on optimization results. Mathematical model and numerical solution methods were reviewed. Alternative mathematical model of multiphase gas-condensate mixture filtration was proposed. Comparison and justification of the advantage of multi-variant stochastic approach for creation of geological models was given. The method for the selection of representative stochastic realization of gas reservoir based on streamline flow simulation results and comparison was proposed. Condition check for compliance satisfaction between calculated drained reserves and volumetric method for the cases with 50% probability with simultaneous correspondence to material balance (P/z=Qprod). Because of that, fast history matching is achieved. The method was tested and implemented for one of the fields in Dnieper-Donets Depression (DDD). Calculation results comparison between compositional and simplified black-oil PVT model, that describes the change of PVT properties as a function of pressure in tabular form, was investigated. The possibility of possible application of simplified model for correct characterization of phase transitions during gas-condensate reservoir depletion for different potential yield between 50 and 500 g/m3 was proved. According to the results of numerical simulation of the typical heterogeneous gas-condensate reservoir of DDD the integrated comparison of different enhanced hydrocarbon recovery methods for three different potential yields of C5+ (100, 300 and 500 g/m3) with 50 and 100% voidage replacement for four different initial depletion stages of 25, 50 and 75% from dew point pressure and pressure of maximum liquid condensation was performed. Based on technical efficiency (incremental condensate recovery versus base depletion case) the methods are ranked as follows: 1) CO2 100%; 2) C1 90%, C2 5%, C3 5%; 3) C1 98%, C2 1%, C3 1%; 4) C1 100%; 5) C1 50%, N2 50%; 6) N2 100%; 7) water flooding. Economic efficiency (maximum cumulative NPV) methods ranking: 1) C1 100%; 2) C1 98%, C2 1%, C3 1%; 3) waterflooding; 4) C1 50%, N2 50%; 5) C1 90%, C2 5%, C3 5%; 6) N2 100%; 7) CO2 100%. Based on CO2 injectivity results into the depleted gas-condensate reservoir with potential condensate yield of 500 g/m3, the synergy effect from incremental gas and condensate recovery and geological storage of carbon dioxide was calculated. Slow injection rate (750K m3/d) is favorable, leading to incremental recovery of gas 5,50% and condensate 5,18%, with possibility to store up to 3,6 Mtons of CO2 during 20-30 years of injection. This amount is equal to 1,35% of annual 2020 emissions assuming implementation of energy efficiency measures. Results analysis of the chemical flooding on the same geological realization showed, that polymers are the only ones generating positive economic efficiency (NPV). For the rest of the methods, relatively high agents' costs and required concentrations make them inefficient. High gas recovery factors (about 92%) are related to depletion caused be dense well pattern and low reservoir pressure, at which all gas is dissolved in the condensed liquid phase. At the same time incremental condensate recovery is not greater than 0,33%, that in general makes application of chemical agents economically not efficient.

Державний реєстраційний номер ДіР:

Пріоритетний напрям розвитку науки і техніки:

Стратегічний пріоритетний напрям інноваційної діяльності:

Підсумки дослідження:

Публікації:

Наукова (науково-технічна) продукція:

Соціально-економічна спрямованість:

Охоронні документи на ОПІВ:

Впровадження результатів дисертації:

Зв'язок з науковими темами:

VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Кондрат Олександр Романович
2. Kondrat Oleksandr Romanovych

Кваліфікація: д. т. н., 05.15.06

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи:

Код за ЄДРПОУ:

Місцезнаходження:

Форма власності:

Сфера управління:

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

VII. Відомості про офіційних опонентів та рецензентів

Офіційні опоненти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Наумко Ігор Михайлович
2. Наумко Ігор Михайлович

Кваліфікація: д.геол.н., 04.00.02, 04.00.02

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи:

Код за ЄДРПОУ:

Місцезнаходження:

Форма власності:

Сфера управління:

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Угриновський Андрій Васильович

2. Uhrynovskyi Andrii Vasyliovych

Кваліфікація: к. т. н., 05.15.06

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи:

Код за ЄДРПОУ:

Місцезнаходження:

Форма власності:

Сфера управління:

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Рецензенти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Хомин Володимир Романович

2. Khomyn Volodymyr Pomanovch

Кваліфікація: к. геол. н., 04.00.17

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи:

Код за ЄДРПОУ:

Місцезнаходження:

Форма власності:

Сфера управління:

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Трубенко Олександр Миколайович

2. Trubenko Oleksandr M

Кваліфікація: к. геол. н., 04.00.17

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи:

Код за ЄДРПОУ:

Місцезнаходження:

Форма власності:

Сфера управління:

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

VIII. Заключні відомості

Власне Прізвище Ім'я По-батькові голови ради	Федоришин Дмитро Дмитрович
Власне Прізвище Ім'я По-батькові головуючого на засіданні	Федоришин Дмитро Дмитрович
Відповідальний за підготовку облікових документів	
Реєстратор	
Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є відповідальним за реєстрацію наукової діяльності	Юрченко Т.А.