

553.98.001

Т 77

**ІВАНО-ФРАНКІВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ТЕХНІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ НАФТИ І ГАЗУ**
Міністерство освіти і науки України

ТРУБЕНКО ОЛЕКСАНДР МИКОЛАЙОВИЧ

Т 77

УДК 553.98.061.43(477.8) (0
+ 552.578.2(477.8) (043)

**ТЕКТОНІЧНА ТРИЩИНУВАТИСТЬ ГІРСЬКИХ ПОРІД ВНУТРІШНЬОЇ
ЗОНИ ПЕРЕДКАРПАТСЬКОГО ПРОГИНУ ЯК КРИТЕРІЙ ОЦІНКИ
ПЕРСПЕКТИВ НАФТОГАЗОНОСНОСТІ**

Спеціальність 04.00.17. - Геологія нафти і газу

АВТОРЕФЕРАТ

дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата геологічних наук

Івано-Франківськ - 2000

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в Івано-Франківському державному технічному університеті нафти і газу Міністерства освіти і науки України.

Науковий керівник:

- доктор геолого-мінералогічних наук, професор **ОРЛОВ ОЛЕКСАНДР ОЛЕКСАНДРОВИЧ**, Івано-Франківський державний технічний університет нафти і газу Міністерства освіти і науки України, професор кафедри геології та розвідки нафтових і газових родовищ

Офіційні опоненти:

- доктор геолого-мінералогічних наук, старший науковий співробітник **БОЙКО ГЕОРГІЙ ЮХИМОВИЧ**, головний науковий співробітник Інституту геології і геохімії горючих копалин НАН України

- кандидат геолого-мінералогічних наук **ШТУРМАК ІРИНА ТИМОФІВНА**, начальник групи нафтопромислової геології та підрахунку запасів Центральної науково-дослідної лабораторії ВАТ "Укрнафта"

Провідна установа:

Львівське відділення Українського державного геологорозвідувального інституту, Геолкому України, м. Львів.

Захист дисертації відбудеться " 5 " жовтня 2000 р. о 14⁰⁰ годині на

зустрічці спеціалістів на дисертаційних спеціальностях нафти і газу) та о 15⁰⁰ годині на технічному факультеті Івано-Франківського державного технічного університету нафти і газу (вул.

Івано-Франківського державного технічного університету нафти і науки 5019).

2000 р.

ученко Г.О.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ.

Актуальність проблеми. Зараз, коли молода Українська держава відчуває дефіцит в енергоносіях, дуже важливим є проведення досліджень з метою подальшого детального вивчення нафтогазоносних регіонів та уточнення їх геологічної будови, що сприятиме пошуку та розвідці нафтових і газових родовищ. Однією з актуальних проблем є вивчення колекторських властивостей продуктивних горизонтів, особливо їх тріщинуватості, оскільки відомо, що значна частина покладів вуглеводнів пов'язана з тріщинувато-поровими колекторами. Актуальність проблеми походження тріщинуватості в науковому плані пов'язано з тим, що за результатами вивчення характеру тріщин в гірських породах, їх орієнтації в просторі і з врахуванням часу утворення, можна вирішувати теоретичні питання про домінуючий напрям дії тектонічних сил в районі досліджень, що обумовлюють формування порушеності відкладів і сприяють покращенню фільтраційних властивостей порід-колекторів. В практичному плані в результаті вивчення розподілу тріщинуватості в окремих районах, або в цілому регіоні можна виявляти перспективні площі з поліпшеними колекторськими властивостями гірських порід, в межах яких існують сприятливі умови для локалізації нафтових і газових покладів. Ця інформація надзвичайно важлива для підвищення ефективності пошуково-розвідувальних робіт на нафту і газ в крейдово-палеогенових відкладах у Внутрішній зоні Передкарпатського прогину.

Питаннями походження тріщинуватості гірських порід в Карпатському регіоні займалися окремі науковці, серед яких особливо можна виділити І.І. Чебаненка, Р.С. Копистянського, О.О. Орлова, Т.В. Дорофееву, В.М. Бортницьку та деяких інших. Однак поки що проблема утворення тектонічної тріщинуватості гірських порід крейдово-палеогенового віку Внутрішньої зони Передкарпатського прогину, ще не достатньо вивчена з точки зору формування та розробки нафтових і газових родовищ.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Проведені автором польові та камеральні дослідження є складовою частиною бюджетної теми: "Дослідження корисних копалин України" кафедри геології та розвідки нафтових і газових родовищ Івано-Франківського державного технічного університету нафти і газу. Одночасно вона є складовою частиною держбюджетної програми інституту нафтогазових технологій ІФДТУНГ "Дослідження зон геодинамічних напруг Карпатського регіону".

емнісно-фільтраційні пок
газових родовищ та їх роз
України", а також до міжн

НТБ
ІФДТУНГ



as893

ІВАНО-ФРАНКІВСЬКИЙ
ДЕРЖАВНИЙ ТЕХНІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ НАФТИ І ГАЗУ
Івано-Франківський державний технічний університет нафти і газу
авну програму "Нафта і газ України"
Tetic".

ІВАНО-ФРАНКІВСЬКИЙ
ДЕРЖАВНИЙ ТЕХНІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ НАФТИ І ГАЗУ

Мета і задачі досліджень. Метою досліджень передбачалось:

1. Дослідити характер тектонічної тріщинуватості крейдово-палеогенових відкладів Внутрішньої зони Передкарпатського прогину на основі польових досліджень.
2. Встановити домінуючі типи тріщин в регіоні та удосконалити існуючу класифікацію тектонічних тріщин в крейдово-палеогенових відкладах.
3. Вивчити просторовий розподіл густоти тектонічних тріщин по площі Внутрішньої зони Передкарпатського передового прогину, а також встановити особливості розподілу тектонічної тріщинуватості гірських порід у межах окремих локальних структур.
4. Створити методику комп'ютерної обробки даних польових вимірів тектонічної тріщинуватості для узагальнення польового матеріалу в камеральних умовах.
5. Встановити взаємоз'язок відкритих родовищ вуглеводнів з ділянками підвищеної тріщинуватості порід для подальшого його використання при прогнозуванні нафтогазоносності надр.

Основні завдання досліджень:

В теоретичному плані:

1. Доповнити існуючу класифікацію типів тектонічних тріщин, врахувавши нові літературні дані та узагальнені результати власних польових досліджень на території Внутрішньої зони Передкарпатського прогину і у межах досліджуваних локальних структур.
2. Дати пояснення механізму формування різних типів тріщин у межах регіону досліджень.
3. Встановити залежності густоти тріщин від інтенсивності складчатості і від місця положення ділянки досліджень на структурі та побудувати графічні залежності з використанням ПЕОМ.

В практичному плані:

4. Скласти карти - схеми розповсюдження густоти тріщин гірських порід та густоти розривів і розломів на території Внутрішньої зони Передкарпатського прогину.
5. Співставити вказані карти-схеми з картою нафтогазоносності Внутрішньої зони Передкарпатського передового прогину і прослідкувати розповсюдження ділянок підвищеної тріщинуватості гірських порід в межах території досліджень.
6. Дослідити зв'язок ділянок підвищеної густоти тріщин гірських порід з локалізацією відкритих покладів вуглеводнів у Внутрішній зоні Передкарпатського прогину і на основі цього зробити висновки про

можливість використання даної інформації для оцінки перспектив нафтогазоносності окремих площ і районів.

Фактичним матеріалом послужили літературні та фондові матеріали з геології трьох нафтогазоносних районів Внутрішньої зони Передкарпатського прогину (Бориславського, Долинського та Надвірнянського), а також результати власних польових досліджень тріщинуватості у відслоненнях вздовж долин річок та їх притоків на території Внутрішньої зони Передкарпатського прогину, проведених під час стажування і навчання в очній аспірантурі при кафедрі геології та розвідки нафтових і газових родовищ ІФДТУНГ. Фактичний матеріал про тріщинуватість гірських порід, зібраний при проведенні польових досліджень у 352 відслоненнях, сягає понад 4500 вимірів орієнтації тріщин в просторі.

Наукова новизна одержаних результатів.

- доповнено існуючу класифікацію тектонічних тріщин Внутрішньої зони Передкарпатського передового прогину, яка зараз складається із шести типів - двох систем тріщин відриву та чотирьох систем тріщин сколювання.

- дано пояснення формування кожного з виділених типів тріщин в процесі дії складкоутворення.

- вперше представлено на графіках і на карто-схемах характер розподілу густоти тріщин в межах окремих структур і в цілому по території Внутрішньої зони Передкарпатського прогину.

- вперше графічно та аналітично показано залежності зміни густоти тріщин по мірі віддаленості від склепіння складки різної інтенсивності в кількісних вимірах, а також залежність густоти тріщин від коефіцієнтів інтенсивності локальних структур Внутрішньої зони Передкарпатського прогину.

- вперше виявлено і показано на карто-схемах і картах зв'язок співпадання ділянок підвищеної густоти тріщинуватості в приповерхневих структурах і густоти тектонічних розривів та розломів на глибині з ділянками відкритих покладів нафти і газу у Внутрішній зоні Передкарпатського прогину. Зроблено висновок про подальші перспективи нафтогазоносності Внутрішньої зони за даними інформації про тріщинуватість гірських порід.

Основні положення, які захищаються.

1. Густота тріщин в складках, згідно графічних та аналітичних залежностей, зменшується по мірі віддаленості від її склепіння складки та пропорційно до інтенсивності деформації самої складки.

2. Коефіцієнт густоти тектонічних тріщин і густоти розривів та розломів у Внутрішній зоні Передкарпатського прогину збільшується з північного заходу на південний схід.

3. Аналіз орієнтації тектонічних тріщин порід Передкарпаття в просторі дає підстави стверджувати, що в їх розвитку були три етапи: первинний - стиснення порід до їх згину, середній - під час згину і завершальний - в час посиленних деформаційних напруг під час розтягання структур у вертикальному напрямку.

4. За даними тріщинуватості гірських порід у Внутрішній зоні Передкарпатського прогину перспективними є: Уричський блок Нагуєвицької складки, Попельський блок Бориславсько-Орівської складки, Моршинський і Тянявський блоки Стинаво-Тянявської складки, Оболонський блок Верхньо-Струтинської складки та Перегінський блок Вільхівської складки, Північно-Делятинська складка.

Практичне значення одержаних результатів. Проведені дослідження по вивченню тріщинуватості гірських порід дозволяють більш обґрунтовано планувати пошукові роботи на нафту і газ у Внутрішній зоні Передкарпатського прогину. В дисертаційній роботі вперше представлена карта перспектив нафтогазоносності Внутрішньої зони Передкарпатського прогину за даними інформації про розповсюдження тріщинуватості гірських порід по регіону. Виділено ділянки з максимальними значеннями густоти тріщин, які можуть враховуватись при плануванні буріння пошуково-розвідувальних, а також видобувних свердловин з метою їх попадання в ділянки продуктивних горизонтів з покращеними колекторськими властивостями.

Особистий внесок здобувача. Особисто здобувачем виконано польові дослідження у відслоненнях долин річок і їх притоків, що протікають на території Внутрішньої зони Передкарпатського прогину; побудовано рози-діаграми та діаграми тріщинуватості в ізолініях; розроблено методику обробки даних польових спостережень тріщинуватості з використанням ПЕОМ; побудовано графічні та встановлено аналітичні залежності коефіцієнта густоти тріщин від коефіцієнта інтенсивності структур і від просторового розміщення в межах локальної структури; побудовано карти-схеми розподілу тектонічних тріщин, густоти розривів та розломів на території Внутрішньої зони Передкарпатського прогину. Визначено нові ділянки перспектив нафтогазоносності за даними розповсюдження тріщинуватості гірських порід.

Апробація результатів дисертації. Основні положення дисертаційної роботи доповідались на науково-технічних конференціях професорсько-викладацького складу (Івано-Франківськ, 1997, 1998, 1999), на Міжнародній конференції за програмою "PERY-TETHYS" (Мароко, 1997), на 5-й Міжнародній конференції "Нафта-Газ України - 98" (Полтава, 1998), на Другій Міжнародній конференції студентів, аспірантів

і молодих вчених ім. академіка М.А. Усова (Томск, 1998).

Публікації. Автору належать 23 опубліковані праці. За темою дисертації автором опубліковано 11 праць, із них 5 статей (в тому числі 3-и одноосібних), 5 статей в журналах рекомендованих ВАК України і 6 тез науково-технічних конференцій (з них три одноосібні).

Об'єм і структура роботи Дисертаційна робота складається з вступу, 6 розділів, висновків та рекомендацій і містить 187 сторінок машинописного тексту, 59 рисунків, 6 таблиць, 2 додатки. Список використаної літератури включає 110 найменувань.

Автор висловлює подяку викладачам кафедри геології та розвідки нафтових і газових родовищ Івано-Франківського державного технічного університету нафти і газу за сприяння, допомогу та підтримку у виконанні дисертації: доктору геолого-мінералогічних наук, професору, завідувачу кафедри геології та розвідки нафтових і газових родовищ Б.Й. МАЄВСЬКОМУ, доктору геолого-мінералогічних наук, професору Н.Н. ГУНЬЦІ, кандидатам геолого-мінералогічних наук, доцентам Л.С. МОНЧАКУ, М.В. ЛЯХУ, кандидату геологічних наук В.Г. ОМЕЛЬЧЕНКУ, кандидату геолого-мінералогічних наук Н.В. ДУБЕЙ, кандидату геолого-мінералогічних наук, провідному науковому співробітнику Г.О. ЖУЧЕНКО, доценту О.Є. ЛОЗИНСЬКОМУ.

Особисто автор висловлює глибоку подяку науковому керівникові доктору геолого-мінералогічних наук, Заслуженому працівнику народної освіти України, професору О.О. ОРЛОВУ за керівництво, постійну увагу та цінні поради при виконанні дисертаційної роботи.

ЗМІСТ РОБОТИ

В першому розділі коротко висвітлюється історія проблеми та сучасний стан вивчення тріщинної тектоніки в Карпатській складчастій системі. Відзначено, що цією проблемою займалися окремі геологи. Проблема тріщинуватості гірських порід є багатогранною і включає в себе вивчення питань генезису, деформаційних характеристик та механізму утворення тріщин в гірських породах при складкоутворенні.

Так вже в кінці XIX і на початку XX століть В. Тейссейре, К. Фрідль, Р. Зубер, К. Толвінський в своїх роботах відзначили зв'язок нафтоносності з тріщинуватістю гірських порід. З вивченням Карпатського регіону накопичувались відомості про тріщинуватість гірських порід. Вивченням розломної тектоніки, з якою пов'язана тріщинуватість гірських порід на основі регіональних геологічних і геофізичних досліджень, займалися І.І. Чебаненко, В.В. Глушко, В.О. Краюшкін, М.Р. Ладиженський, Г.Н.

Доленко, С.І. Шишигін, Г.Ю. Бойко, М.А. Вуль та інші. Вивчення тектонічних тріщин у відслоненнях і в свердловинному керні проводили Р.С. Копистянський, О.О. Орлов і А.М. Бак, І.Д. Гофштейн, В.М. Бортницька, Т.В. Дорофеева, Е.М. Смахов, М.В. Рац, Б.Й. Масвський та інші.

У розділі наведено основні геометричні (морфологічні) класифікації, які переважно розроблено для структурної геології (Г.Д. Ажгірей, В.В. Белоусов, Н.І. Буялов), та генетичні, які враховують механічні умови утворення тріщин (Л.У. де Сіттер, М.В. Гзовський, М.Е. Михайлов, Л.Д. Кнорінг). Для Внутрішньої зони Передкарпатського прогину за основу нами прийнято класифікацію тектонічних тріщин О.О.Орлова і А.М. Бак (1965). На основі проведення польових досліджень ця класифікація доповнена тріщинами сколювання, які утворюються при ундуляції осей складок.

У другому розділі дається короткий опис особливостей тектонічної будови Внутрішньої зони Передкарпатського прогину, яка обрамлена з південного заходу складчатою спорудою Карпат.

В загальному плані Внутрішня зона Передкарпатського передового прогину є складнобудованою в тектонічному відношенні спорудою. Відклади зони сильно дислоковані і розбиті великою кількістю поперечних та поздовжніх розривів. Складки, як правило, мають насувний характер. В будові складок північно-західної та південно-східної частин Внутрішньої зони встановлені відмінності. Для північно-західної частини характерні протяжні, майже плоскі структури, які складені палеогеновими відкладами; для південно-східної частини - випуклі, іноді коробчасті антиклиналі, як правило, з потужними відкладами верхньої крейди в ядрі. Ця закономірність витримується у всіх ярусах складок. В III ярусі складок потужність флішових відкладів, які беруть участь в будові краєвих північно-східних структур, зменшується, а тому тут розвиваються менші складки. Південна частина Внутрішньої зони, яка представлена Покутсько-Буковинським аллохтоном шар'яжного типу, переміщена в північно-східному напрямку на відстань більшу, ніж 25 км. В її межах виділяються дві різні за геолого-тектонічною будовою підзони, які характеризуються неоднаковою будовою та формою локальних структур, а також розвитком тріщинуватості.

В третьому розділі наведено результати польових спостережень тріщинуватості гірських порід по шести маршрутах південно-східного району, де опрацьовано 208 відслонень. В центральному районі спостереження проводились по трьох маршрутах, де опрацьовано 74 відслонення. В північно-західному районі спостереження проводились по трьох маршрутах, де

опрацьовано 70 відслонень. Всього дослідженнями охоплено 352 відслонення. Сумарна кількість вимірів параметрів тріщин (азимут простягання та кут падіння) дорівнює біля 4500. Наведено загальні принципи методу польових спостережень тріщинуватості гірських порід у Внутрішній зоні Передкарпатського прогину. За основу прийнято методику Є.М. Смахова (1969). В розділі наведено методи камеральної обробки, зокрема побудови роз-діаграм та кругових діаграм тріщинуватості в ізолініях. За допомогою роз-діаграм проведено визначення переважаючих напрямків орієнтації тріщин. Для кількісної оцінки вимірів тріщин використано графічну побудову діаграм на сітці Вальтера-Шмідта.

У четвертому розділі дисертації приведено основний, найбільш характерний фактичний матеріал польових спостережень по трьох районах досліджень. У розділі проводиться опис найбільш типових і характерних для кожної з річок відслонень з послідовним описом типів тектонічних тріщин. Встановлено, що тектонічні тріщини в досліджуваному регіоні, це тріщини сколювання (65%), тріщини відриву зустрічаються дещо рідше і складають біля 33%. Серед тріщин сколювання та відриву нами виділено 6 систем тріщин (О.О. Орлов, О.М. Трубенко, В.Г. Омельченко, 1996; О.О. Орлов, О.М. Трубенко, 1997; О.М. Трубенко, 1998). Слід відзначити, що крім встановлених шести систем тріщин, зустрічаються хаотичні тріщини в гірських породах, які неможливо класифікувати.

На блок-діаграмі моделі насуву вказано місцеположення кожного з виділених типів тріщин, що спостерігалися при проведенні польових досліджень (О.М. Трубенко, 1997). Розкриті тріщини відриву, як правило розвинуті в склепінних частинах насувних структур. На крилах знаходяться переважно тріщини сколювання, хоча вони зустрічаються дещо в меншій кількості й в склепінній частині складок.

В результаті камеральної обробки даних польових спостережень побудовано рози-діаграми систем тріщин окремо для кожного із нафтогазопромислових районів, які показують орієнтацію тектонічних тріщин в цілому досліджуваному регіоні відповідно до виділених типів (О.М. Трубенко, 1998).

Діаграми тріщинуватості підтверджують й те, що домінуючим напрямком дії тектонічних зусиль в досліджуваному районі є переважно північно-східний. Одночасно слід відзначити, що у відслоненнях в межах досліджуваного регіону спостерігається переважаюча північно-східна орієнтація тектонічних тріщин при азимуті 220-250⁰. Встановлено, що в деяких конкретних відслоненнях мають місце відхилення (10-15⁰) від

загальної орієнтації тектонічних тріщин певного району (О.М. Трубенко, 1998).

Для зменшення суб'єктивізму в роботі, пов'язаного з обробкою даних тріщинуватості, а також підвищення оперативності, нами розроблено алгоритми програм "SLICER" та "FISSURITY", які відповідно дозволяють будувати рози - діаграми тріщинуватості та діаграми тріщинуватості в ізолініях для окремо вибраної території досліджень. Програму "SLICER" складено на алгоритмічній мові "Turbo Pascal" версії 7.0. Програму "FISSURITY" розроблено в середовищі "DELPHY" з використанням блоків програм, написаних на алгоритмічній мові програмування "Turbo Pascal" версії 7.0, яка підготовляє вихідну базу даних на сітці Вальтера-Шмідта. Безпосередня побудова діаграми тріщинуватості в ізолініях за програмою "FISSURITY" проводиться в спеціалізованому програмному пакеті "Surfer" версії 6.04 фірми Golden Software. Як технічний засіб для проведення побудов за розробленими програмами використовується ПЕОМ IBM 80486 (Орлов О.О., Трубенко О.М., Кахнич М.М., 1999).

За допомогою розроблених програм побудови роз-діаграм та кругових діаграм тріщинуватості в ізолініях прискорюється час обробки польового матеріалу, а також дається можливість просторового моделювання тріщинуватості гірських порід у різних регіонах.

У п'ятому розділі проведено аналіз умов формування кожної окремо виділеної системи тріщин, що дозволило встановити основні положення механізму формування тріщин в процесі складкоутворення. Вперше цю роботу розпочав на прикладі Покутсько-Буковинських Карпат проф. О.О. Орлов (1965). Після проведених автором досліджень в цілому по Внутрішній зоні Передкарпатського прогину і виділення шостого типу тріщин пропонується наступний більш аргументований механізм (Orlov A., Omelchenko V., Trubenko A., 1997; О.М. Трубенко, 1999). Відповідно до теоретичних основ геотектоніки еліпсоїд деформації орієнтований так: мала вісь еліпсоїда деформації **С** (головна вісь деформації) орієнтована, розміщується приблизно горизонтально вхрест до простягання складчастості; середня вісь еліпсоїда деформації **В**, по якій також проходить скорочення розмірів деформуючої ділянки, хоч дещо менше, ніж по осі **С**, розміщується горизонтально, паралельно простягання складок; довга вісь еліпсоїда деформації **А** (вісь подовження деформуючої ділянки) орієнтована вертикально.

Процес тріщиноутворення в районі досліджень можна поділити на три основних етапи: перший етап - це початковий період дії тектонічних сил, коли пласти гірських порід знаходились у відносно простих геологічних умовах

(можливо вони мали горизонтальне положення). На цьому етапі сформувались первинні тріщини сколювання, орієнтовані під кутом стосовно до осі стиснення С і первинні тріщини відриву, площини яких вертикальні і паралельні стосовно до напрямку дії сил стиснення. Відповідно, що під час початкового періоду дії процесів стиснення, на деяких ділянках розпочинається утворення тріщин відриву поздовж осі структур. На цьому етапі довга вісь А еліпсоїда деформації орієнтована в районі досліджень майже горизонтально. Вісь В на протязі цього періоду часу була вертикальною.

Другий етап тріщиноутворення характеризується тим, що в процесі складкоутворення сформувались тріщини сколювання 3-4 і тріщини відриву 5. На цьому етапі положення осей А, В і С в просторі залишається без змін. Згідно Л.У. де Сіттера, коли горизонтально залягаючий пласт згинається, формуються вторинні тріщини сколювання 3, площини яких паралельні площині напластування і тріщини сколювання 4 на крилах структури, які перетинають пласти під кутом майже 90° , а також тріщини відриву 5 в їх склепіннях.

На третьому етапі тріщиноутворення по мірі інтенсивної дії сил стиснення по осі С, положення осей В і А змінювалися в часі і в просторі. Обертання еліпсоїда деформації навколо осі С мало місце на 90° . Вісь В зайняла горизонтальну позицію, а вісь А мала вертикальну позицію. Вісь С залишалась на місці переважно в напрямку процесів стиснення і деформації пластів гірських порід. За період цього етапу утворюються тріщини сколювання 6 в результаті зміни дії тектонічних зусиль, про що свідчить формування ундуляції осей складок. На цьому етапі продовжується розтягання структур у вертикальному напрямку тому, в результаті чого складки почали інтенсивно рости, а їх склепіння підніматися. Продовжується утворення і ускладнення тріщин відриву 5, а також ускладнюються тріщини сколювання 3 - 4. Слід відзначити, що за цей період тріщини сколювання 4, які мають напрямок простягання на південний-схід, часто перетворюються в локальні підкиди в північно-східного напрямку, що відповідає дії тектонічних сил в напрямку осі С еліпсоїда деформації. За наведеними даними по Внутрішній зоні Передкарпатського прогину можна сказати, що тут постійно діяли тангенціально-спрямовані тектонічні сили по осі С, а осі А і В міняли своє положення у просторі. Тому домінуючим напрямком дії тектонічних сил в регіоні досліджень слід вважати напрям по осі С.

В розділі значна увага приділяється вивченню розподілу коефіцієнтів інтенсивності локальних структур (*i*) у Внутрішній зоні Передкарпатського прогину (в Бориславському, в Долинському і в Надвірнянському

нафтогазоносних районах), де встановлено, що структури у відповідних районах за коефіцієнтом інтенсивності відрізняються між собою. Математико-статистична обробка результатів вивчення величин коефіцієнта інтенсивності локальних структур Внутрішньої зони Передкарпатського прогину показала, що для Бориславського нафтогазоносного району (північно-західної частини зони) найбільша частота зустрічі значень коефіцієнта інтенсивності структур в інтервалі 20-80. Для Долинського нафтогазоносного району (центральної частині Внутрішньої зони) характерні структури із значеннями інтенсивності в інтервалі 20-50. Структури з найбільш високим значенням коефіцієнта інтенсивності структур відносяться до Надвірнянського нафтогазоносного району (південно-східна частина зони). Тут коефіцієнт інтенсивності коливається в межах 50-175. Складки в цій частині Внутрішньої зони дуже високі, часто з вертикальними, нахиленими та пірнаючими в північно-східному напрямку осьовими площинами. Це Гвіздецька, Пнівська, Битківська, Південно-Гвіздецька, Микуличинська та інші структури.

Таким чином, в південно-східній частині Внутрішньої зони Передкарпатського прогину при формуванні складчастих структур інтенсивність складкоутворних процесів була вищою, ніж у центральній і північно-західній частинах, що в свою чергу привело до збільшення тектонічної тріщинуватості в межах досліджуваного району.

Шостий розділ присвячений розподілу коефіцієнта густоти тріщин в приповерхневих структурах різної інтенсивності в цілому по території Внутрішньої зони Передкарпатського прогину, густоти розривів і розломів на досліджуваній території і можливості використання цієї інформації, як додаткового критерію оцінки перспектив нафтогазоносності. Коефіцієнт густоти тріщин ($K_{Г.ТР}$) це число тріщин, що припадає на одиницю довжини нормалі до площини цих тріщин:

$$K_{Г.ТР} = N/L \quad (1)$$

де N - число площин тріщин, що розсікають гірську породу;

L - довжина нормалі до площин даної системи тріщин, які розсікають породу.

Необхідно сказати, що в роботі приділено увагу вивченню коефіцієнта густоти тектонічних тріщин в структурах, які можна спостерігати на поверхні в процесі польових досліджень. Однак в зв'язку з тим, що складкоутворювальні процеси у Внутрішній зоні Передкарпатського прогину проходили під дією тих самих сил в усіх тектонічних поверхах з домінуючим напрямком з південного заходу на північний схід і, в більшості випадків одночасно з формуванням насувних дислокацій, можна вважати, що виявлені закономірності залежності коефіцієнта густоти тріщин від коефіцієнта

інтенсивності локальних структур, а також віддалі від кульмінаційної точки склепіння, можуть розповсюджуватись й на глибинні тектонічні структури Внутрішньої зони Передкарпатського прогину. В літологічному відношенні всі поверхи складені, як відомо, аналогічними відкладами.

Дослідження також показали, що існує певна залежність між коефіцієнтом густоти тріщин і величиною коефіцієнта інтенсивності локальних структури. В дисертації це доказується побудованими графічними залежностями, виведеними за допомогою ПЕОМ. У цілому узагальнена формула залежності $K_{г.тр.} = f(i)$ може бути представлена в наступному вигляді:

$$K_{г.тр.} = 7,42 + 0,07 \cdot i, \quad (2)$$

де 7,42 і 0,07 - постійні коефіцієнти для рівняння. Коефіцієнт кореляції дорівнює 0.81, що вказує на тісний зв'язок між досліджуваними параметрами. Реальність зв'язку підтвержується критерієм Фішера.

Встановлено також, що коефіцієнт густоти тріщин закономірно збільшується при зменшенні відстані від склепінь структур в напрямку до крил і перикліналей складок. Графічні та аналітичні залежності зміни коефіцієнта густоти тріщин відриву та сколювання ($K_{г.тр.}$) по мірі віддаленості від склепінних ділянок складок отримані при застосуванні програми "STATISTICA for Windows" StatSoft, Inc. (1996).

Для Внутрішньої зони Передкарпатського прогину узагальнено залежність коефіцієнта густоти тріщин ($K_{г.тр.}$) від відстані склепіння структури в напрямку до периферійних ділянок. Вона має такий вигляд:

$$K_{г.тр.} = 14,04 - 0,0022 \cdot L. \quad (3)$$

Коефіцієнт кореляції $r = 0,79$, що вказує на існування прямого тісного зв'язку між цими параметрами. Реальність зв'язку підтверджується критерієм Фішера.

Таким чином, за наведеними графічними залежностями та емпіричними формулами можна визначити приблизно коефіцієнти густоти тріщин складки в залежності від значень (i) та (L).

Закономірності розподілу коефіцієнтів в приповерхневих структурах можна перенести й на глибинні структури за критерієм однорідності χ^2 , що досліджувався за двома незалежними між собою методами (О.М. Трубенко, 1999). Перший метод, що був використаний для перевірки однорідності роздіаграм, має вигляд:

$$t = n \sum_{i=1}^s \sum_{j=1}^r \frac{\left(h_{ij} - \frac{h_i \cdot h_j}{n} \right)^2}{h_i \cdot h_j} \quad (4)$$

де h_{ij} - абсолютна частота вибірки (вимірне значення азимута простягання тріщин у відслоненні чи розривів на структурно-тектонічній карті), що спостерігалися у вибірці об'ємом n_i .

Значення критерію однорідності параметрів вибірки при $m = 51$ ступеня свободи та при 0,5 % ступеня надійності $\chi^2_{m; 1-\alpha} = 35,60$, що підтверджує гіпотезу про однорідність порівнювальних параметрів.

Другий метод, який застосовано для перевірки гіпотези про те, що дві незалежні між собою вибірки даних параметрів тріщин, а саме азимут простягання, належать до одного закону розподілу перевіряється за формулою Смірнова, яка має вигляд:

$$\chi^2 = n_1 n_2 \sum_{i=1}^r \frac{1}{m_i + m_i''} \left(\frac{m_i}{n_1} - \frac{m_i''}{n_2} \right)^2 \quad (5)$$

де m_i ; m_i'' - відповідні частоти вибірок, що порівнюються (значення азимутів простягання тектонічних тріщин і азимутів простягання тектонічних розривів у будь-якому 10-градусному інтервалі); n_1 і n_2 - об'єми вибірок, що порівнюються; r - число вибірок ($r = 18$).

Значення критерію однорідності вибірки при 5, 1 та 0,1 % ступеня надійності відповідно дорівнюють: $\chi^2_{0,05} = 27,59$; $\chi^2_{0,01} = 33,41$; $\chi^2_{0,001} = 40,79$, що також підтверджує однорідність вибірок.

Результати кількісного розрахунку показують, що існує тісний генетичний зв'язок між тектонічними тріщинами у відслоненнях і тектонічними розривами Внутрішньої зони Передкарпатського прогину. Деякі відхилення, що мають місце в наших розрахунках, як правило, відносяться до тріщин не тектонічного походження. Наведені розраховані показники однорідності азимута простягань можуть свідчити, що кількісні характеристики тектонічних тріщин на більших глибинах досліджуваного регіону мають ту ж саму орієнтацію в просторі і сформувалися в результаті дії одних і тих же тектонічних рухів в земній корі.

Коефіцієнт густоти тріщин в цілому по Внутрішній зоні Передкарпатського прогину коливається в межах від 22,5 до 8,7 в залежності від місця розташування на структурі (склепіння, крило, місце перегину пласта). Спостереження показали, що в породах приблизно однакової твердості, але різної товщини, відстань між тріщинами зменшується разом із зменшенням товщини пласта.

За результатами польових досліджень побудовано карто-схему розповсюдження коефіцієнта густоти тріщин в межах Внутрішньої зони Передкарпатського прогину та карто-схему густоти розривів і розломів (за даними структурно-тектонічних побудов) для трьох тектонічних поверхів.

Отримано за допомогою "ковзаючого виміру" (И.Г. Гольббрайх, В.В. Забалуев, А.Н. Ласточкин и др., 1968) карти - схеми густот розривів і розломів гірських порід Внутрішньої зони Передкарпатського прогину, аналіз яких показав, що при загальному підвищенні густоти тріщинуватості на ділянках структур, максимальна густина спостерігається в склепінних частинах структур, в деяких випадках ці ділянки зміщуються в напрямку крутих піднасувних крил. Підвищенні значення густоти розривів і розломів відмічаються на ділянках зчленування структур, блоків та на перикліналях і на крутих крилах.

Суміщення карто-схем зон підвищеної тріщинуватості гірських порід з карто-схемою густоти розривів і розломів, і з картою нафтогазоносності Внутрішньої зони Передкарпатського прогину, встановлено, що більшість ділянок підвищених значень коефіцієнта густоти тріщин та ділянки підвищеної густоти розривів і розломів співпадають або майже співпадають з площами, де відкриті нафтогазові поклади. Такими ділянками є Іванківське, Орів - Уличнянське, Східницьке, Заводівське, Вигода-Витвицьке, Долинське, Північнодолинське, Тереснянське, Микуличинське, Пасічнянське, Гвіздецьке та інші нафтогазові родовища.

Це в свою чергу, дозволяє більш цілеспрямовано здійснювати пошуково-розвідувальні роботи на нафту і газ, поскільки на більш тріщинуватих ділянках гірських порід завжди передбачаються підвищені колекторські властивості і сприятливі умови для накопичення нафти і газу в покладах.

Наведені дані дозволяють вважати підвищену тріщинуватість гірських порід, як додатковий критерій оцінки перспектив нафтогазоносності. Безпосередньо у Внутрішній зоні Передкарпатського прогину ділянки тріщинуватих гірських порід, де ще не встановлена промислова нафтогазоносність, за результатами наших досліджень потрібно вважати перспективними відносно нафтогазоносності. До них можна віднести Урицький блок Нагуєвицької складки, Попельський блок Бориславсько-Орівської складки, Моршинський і Тянявський блоки Стинаво-Тянявської складки, Оболонський блок Верхньо-Струтинської складки та Перегінський блок Вільхівської складки, Північно-Делятинську складку.

Як підтвердження нашого висновку про можливість використання інформації про тріщинуватість гірських порід доречно зіслатись на результати газогеохімічних досліджень, які проводились фахівцями ІФДТУНГ, згідно яких виділені нами ділянки в межах Внутрішньої зони Передкарпатського прогину також визначені, як перспективні для пошуків нафтогазових родовищ.

ВИСНОВКИ І РЕКОМЕНДАЦІЇ

У дисертації в науковому плані розроблено узагальнену класифікацію тектонічних тріщин гірських порід, яка складається з шести типів тріщин, що дозволяє доповнити уявлення про характер і напрямок дії тектонічних зусиль в складчастих смугах Внутрішньої зони Передкарпатського прогину. Більшість тріщин гірських порід регіону належить до типу тріщин сколювання (65 %), дещо менше до тріщин відриву - 33 %. Орієнтація тріщин в просторі свідчить, що тут в основному діяли тангенціально-спрямовані складкоутворні тектонічні сили в напрямку з південного заходу на північний схід. Цей напрямок дії вважається домінуючим. На певних стадіях еволюційного формування складчастості спостерігається зміна домінуючого напрямку дії тектонічних сил, за рахунок чого здійснювався значний ріст амплітуд складок, а також формувались складки з ундульованими великими осями.

В практичному плані результати проведених досліджень тріщинної тектоніки у Внутрішній зоні Передкарпатського прогину дозволили встановити графічні та аналітичні залежності між коефіцієнтом густоти тріщин і коефіцієнтами інтенсивності локальних структур, а також від відстані тої чи іншої ділянки досліджуваної площі від кульмінаційної точки склепінь локальних структур. Ці результати дозволяють більш цілеспрямовано здійснювати пошуково-розвідувальні роботи на нафту і газ, тому що ділянки з підвищеною тріщинуватістю гірських порід дозволять, в свою чергу, передбачити в їх межах підвищені колекторські властивості гірських порід, що дуже важливо для оцінки перспектив нафтогазоносності в процесі проведення пошуково-розвідувальних робіт

Крім вказаного, результати виділення ділянок з підвищеною тріщинуватістю гірських порід можуть використовуватись в нафтогазопромисловій справі для закладання видобувних свердловин, оскільки на таких ділянках дебіти свердловин, як правило, вищі в порівнянні з ділянками гірських порід, на яких не було тріщиноутворення.

Суміщення складених нами карто-схем коефіцієнта густоти тріщин, густоти тектонічних розривів та розломів з картою нафтогазоносності Внутрішньої зони Передкарпатського прогину показало, що більшість тріщинуватих ділянок Внутрішньої зони Передкарпатського прогину співпадає або майже співпадає з площами, де відкрито нафтогазові родовища (Долинське, Північнодолинське, Заводовське, Пасічнянське, Гвіздецьке) та інші родовища.

Цей результат дозволяє вважати виділення тріщинуватих ділянок як додатковий критерій оцінки перспектив нафтогазоносності.

Безпосередньо у Внутрішній зоні Передкарпатського прогину ділянки підвищеної тріщинуватості гірських порід, де ще не встановлено промислової нафтогазоносності, слід вважати перспективними для пошуків покладів нафти і газу.

По темі дисертації опубліковані наступні роботи:

1. Орлов О.О., Трубенко О.М., Омельченко В.Г. Тріщинуватість гірських порід Внутрішньої зони Передкарпатського прогину // Розвідка та розробка нафтових і газових родовищ. - Івано-Франківськ: ІФДТУНГ. - 1996. - Вип.33. - С. 49-57.

2. Трубенко О.М. Типи тектонічних тріщин в гірських породах Внутрішньої зони Передкарпатського прогину // Розвідка та розробка нафтових і газових родовищ. - Івано-Франківськ: ІФДТУНГ. - 1998. - Вип. 35. Том 1. - С. 74 - 77.

3. Трубенко О.М. Зв'язок тріщинуватості з тектонічними розривами в кількісному виразі за даними досліджень у відслоненнях // Розвідка та розробка нафтових і газових родовищ. - Івано-Франківськ: ІФДТУНГ. - 1999. - Вип.36. - Том 1. - С. 63 - 70.

4. Трубенко О.М. Системи тектонічних тріщин у відкладах Передкарпатського прогину західного нафтогазопромислового регіону України // Розвідка та розробка нафтових і газових родовищ. - Івано-Франківськ: ІФДТУНГ. - 1997. - Вип. 34. - С. 75-82.

5. Орлов О.О., Трубенко О.М., Кахнич М.М. Метод математичної обробки тріщинуватості гірських порід //Розвідка та розробка нафтових і газових родовищ. - Івано-Франківськ: ІФДТУНГ. - 1999. - Вип.36. Том 1. - С. 53 - 57.

6. Орлов О.О., Трубенко О.М. До питання вивчення мікротектоніки гірських порід у Внутрішній зоні Передкарпатського прогину // Тези наук.- техн. конф. проф. - викл. складу університету нафти і газу. - Івано-Франківськ: ІФДТУНГ. - 1997.- С.74.

7. Orlov A., Omelchenko V., Trubenko A. The fissurite of the mountain breeds of the internal zone of the Pre-Carpathian deflection // Pery-Tethys programme annual meeting. Rabat-Mogocco, 10-12 June 1997. - P. 70-71.

8. Трубенко А.Н. Трещинная тектоника во Внутренней (геосинклинальной) зоне Предкарпатского прогиба // Материалы докладов Второй Международной научной конф. студентов, аспирантов и молодых ученых им. академика М.А. Усова."Проблемы геологии и освоения недр" -Томск: Изд-во НТЛ. - 1998. - С. 47-48.

9. Орлов О.О., Трубенко О.М., Омельченко В.Г. Залежності коефіцієнта густини тріщин від коефіцієнта інтенсивності структур і віддалі від їх склепінь // Матеріалами 5-ої Міжнар.конф. «Нафта і Газ України - 98». (Полтава, 15-17 вересня 1998). - Полтава. - 1998. - Том 1. - С. 335 - 336.

10. Трубенко О.М. Системи тріщин флішевих утворень Внутрішньої зони Передкарпатського прогину // Тези наук.- техн. конф. проф. - викл. складу університету нафти і газу.- Івано- Франківськ: ІФДТУНГ. - 1998. - С.130.

11. Трубенко О.М. Результати досліджень тріщинуватості гірських порід Внутрішньої зони Передкарпатського прогину // Тези наук.- техн. конф. проф. - викл. складу університету нафти і газу. - Івано- Франківськ: ІФДТУНГ. - 1999. - С.159.

Анотація

Трубенко О.М. Тектонічна тріщинуватість гірських порід Внутрішньої зони Передкарпатського прогину як критерій оцінки перспектив нафтогазоносності. - Рукопис

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата геологічних наук за спеціальністю 04.00.17 - геологія нафти і газу. - Івано-Франківський державний технічний університет нафти і газу, Івано-Франківськ, 2000.

Дисертація присвячена вивченню характеру розподілу тектонічної тріщинуватості крейдово-палеогенових відкладів у Внутрішній зоні Передкарпатського прогину. У дисертації вдосконалено існуючу класифікацію тектонічних тріщин. Вперше в роботі встановлено характер розподілу густоти тріщинуватості гірських порід в межах окремих структур і в цілому для Внутрішньої зони. У дисертації показано на карто-схемах і картах зв'язок між ділянками підвищеної густоти тріщинуватості в приповерхневих структурах та густотою тектонічних порушень на глибині з ділянками відкритих покладів нафти і газу, а також з перспективними зонами за даними газогеохімічних досліджень. Зроблено висновок про перспективи нафтогазоносності за даними про тріщинуватість гірських порід.

Ключові слова: тектонічна тріщинуватість, тектонічна тріщина, тріщини відриву, тріщини сколювання, роза-діаграма, діаграма тріщинуватості в ізолініях, розлом, розрив, орієнтація тріщини.

Annotation

Trubenko O.M. Tectonic jointing of rocks in the Internal Zone of Precarpathian Foredeep as a criterium of estimation of petroleum bearing perspectives. - Manuscript.

The thesis for a candidate of geological sciences scientific degree on the speciality 04.00.17 - Petroleum geology. -Ivano-Frankivsk State Technical University of Oil and Gas, 2000.

The thesis is devoted to the studying of the tectonic jointing spreading character in Cretaceous-Paleogenic and Neogenic deposits of the Internal Zone. In the thesis the existing classification of tectonic fissures is improved. For the first time the rock's jointing density spreading character in borders of local structures and Internal Zone of Precarpathian Foredeep is represented.

The connection between the areas of high jointing density in surface structures, the tectonic deformations density in depth with areas of explored petroleum deposits and also with perspective zones by gasogeochemical researches data is shown on schemes and maps. The conclusion about perspectives of petroleum bearing based on rock's jointing data has been made.

Key words: tectonic jointing, tectonic fissure, rupture fissure, spin fissure, rose-diagram, jointing diagram in isolines, fault, fracture, fissure orientation.

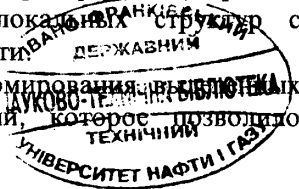
Аннотация

Трубенко А.Н. Тектоническая трещиноватость горных пород Внутренней зоны Предкарпатского прогиба как критерий оценки перспектив нефтегазоносности. - Рукопись

Диссертация на соискание научной степени кандидата геологических наук за специальностью 04.00.17 - геология нефти и газа. - Ивано-Франковский государственный технический университет нефти и газа, Ивано-Франковск, 2000.

Диссертация посвящена изучению характера распределения тектонической трещиноватости мел-палеогеновых и неогеновых отложений во Внутренней зоне Предкарпатского прогиба. Фактическим материалом исследований послужили результаты собственных полевых исследований трещиноватости в обнажениях вдоль долин рек и их притоков на территории Внутренней зоны Предкарпатского прогиба, а также литературные и фондовые данные по геологии трех нефтегазоносных районов Внутренней зоны Предкарпатского прогиба (Бориславского, Долинского и Надворнянского). В диссертации усовершенствована существующая классификация тектонических трещин. Впервые в работе представлен характер распределения густоты трещиноватости горных пород в границах отдельных структур и в целом по территории Внутренней зоны Предкарпатского прогиба. В результате изучения характера изменения коэффициентов густоты трещин горных пород в приповерхностных складках в Внутренней зоне Предкарпатского прогиба получены данные, которые указывают на распределение трещин тектонического происхождения в границах локальных структур с различным значением коэффициента интенсивности.

Дано научное объяснение механизма формирования и развития шести типов трещин в регионе исследований, которое позволило



обосновать основные положения механизма формирования трещин в процессе складкообразования, и разделено автором на три этапа. Первый этап охватывает время, когда пласты горных пород были еще в относительно простых геологических условиях. На этом этапе в результате действия тектонических сил сформировались две системы трещин: первичные трещины скалывания, ориентированные под углом по отношению к оси сжатия **С**, и первичные трещины отрыва, плоскости которых вертикальны и параллельны по отношению к направлению действия сжимаемых сил. Второй этап трещинообразования характеризуется тем, что в процессе складкообразования сформировались еще три системы трещин, а именно, вторичные трещины скалывания и вторичные трещины отрыва. На этом этапе положения осей **А**, **В** и **С** в пространстве остаются без изменений. На третьем этапе трещинообразования по мере интенсивного действия тектонических сил положение в пространстве по оси **С** остается неизменным. Положение осей **В** и **А** изменяется в пространстве. Вращение эллипсоида деформации вокруг оси **С** имело место на 90° . Ось **В** заняла горизонтальное положение, а ось **А** заняла вертикальное положение. В период этого этапа формируются трещины скалывания шестой системы в результате действия тектонических усилий вдоль большой оси складок, о чем свидетельствует также формирование ундуляции осей этих складок. За приведенными данными во Внутренней зоне Предкарпатского прогиба постоянным и доминирующим направлением действия тектонических сил происходили по оси **С**. Что ж касается осей **А** и **В**, то они меняли свое положение в пространстве в процессе складкообразования.

Определена преобладающая ориентация трещин в пространстве, которая свидетельствует, что в регионе в основном действовали тангенциально - направленные тектонические силы в направлении из юго-запада на северо-восток. В работе разработана методика обработки данных полевых наблюдений трещиноватости с использованием компьютерных программ, с помощью которых повышается оперативность, а также возможность пространственного моделирования трещин. Установлены зависимости коэффициента густоты трещин от интенсивности структур и места их положения на структуре.

В диссертации показана на карто-схемах и картах связь между участками повышенной густоты трещиноватости в приповерхностных структурах, густотой тектонических нарушений на глубине с участками открытых залежей нефти и газа, а также с перспективными зонами за данными газогеохимических исследований. Совмещение карто-схем с зонами повышенных значений коэффициентов густоты тектонических трещин в горных породах с карто-схемами размещения зон повышенных значений

густоты разрывов и разломов между собой, а также с картой нефтегазоносности Внутренней зоне Предкарпатського прогиба дало возможность установить, что большинство участков повышенных значений коэффициентов густоты трещиноватости горных пород и густоты тектонических разрывов и разломов совпадают или почти совпадают с площадями, где были открыты промысловые нефтегазовые залежи.

Результаты прослеживания взаимосвязи, на наш взгляд, позволяют более целеустремленно осуществлять поисково-разведочные работы на нефть и газ в исследуемом регионе. Объяснить это можно тем, что на более трещиноватых участках горных пород всегда происходит повышение их коллекторских свойств и создаются благоприятные условия для накопления нефти и газа. Кроме того, тектонические трещины, разрывы и разломы могут служить ведущими путями для миграции флюидов. Приведенные автором в работе данные позволяют считать выделение повышенной трещиноватости горных пород как дополнительного критерия оценки перспектив нефтегазоносности. Непосредственно во Внутренней зоне Предкарпатського прогиба участки повышенной трещиноватости горных пород, где еще не установлена промышленная нефтегазоносность, по результатам исследований тектонической трещиноватости горных пород, следует считать перспективными.

Ключевые слова: тектоническая трещиноватость, тектоническая трещина, трещины отрыва, трещины скальвания, роза-диаграмма, диаграмма трещиноватости в изолиниях, разлом, разрыв, ориентация трещины.

