

Л. М. ЗАМІХОВСЬКИЙ, д-р техн. наук, проф., зав. каф., Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу;

О. А. ШАПОВАЛ, канд. техн. наук, доц., Івано-Франківський університет права ім. Короля Данила Галицького

КОНТРОЛЬ ТРІЩИНУВАТОСТІ КОЛЕКТОРІВ БУРИМОЇ СЛАНЦЕВОЇ ГІРСЬКОЇ ПОРОДИ

Проаналізовані методи контролю тріщинуватості сланцевої гірської породи при бурінні свердловин і показано, що одним із способів отримання інформації про тріщинуватість буримої породи є аналіз реакції електропривода бурового верстата. Встановлено, що найбільш чутливими до зміни навантаження на валу електропривода є активна потужність і струм у колі його живлення а також обертовий момент. Проведена розробка приладу контролю показників тріщинуватості породи безпосередньо в процесі буріння свердловин та визначені статистичні характеристики показників тріщинуватості буримої породи за результатами його промислової апробації.

Ключові слова: бурима порода, тріщинуватість, електропривід, частота обертання, контроль, струм, потужність, крутний момент, кореляція, структурна схема.

Вступ

У нафтогазовому виробництві існує пряма залежність між величиною видобутку нафти та кількістю тріщин у пластах гірської породи. Враховуючи, що тріщинуваті колектори відрізняються від звичайних порових, необхідно звертати увагу на їх специфічні риси та враховувати зв'язок умов утворення тріщин з механічними властивостями гірської породи і типами напружень, що дозволяє оцінити високо тріщинуваті зони. Виявлення тріщин, їх оцінка та обробка отриманих даних є суттєвим етапом у формуванні характеристики тріщинуватості пласта. В загальному розуміння процесу утворення тріщин в останній час істотно розширилося і емпіричний підхід у вивченні цієї проблеми трансформувався в науковий, а отже, удосконалився геолого-фізичний опис колекторів і стали практикуватися різні види моделювання [1].

Аналіз досліджень і публікацій

Нафта і газ із колекторів у тріщинуватих сланцевих породах у значних кількостях почали добуватися на початку 1900-х років. Дебіти нафти і газу із самих сланцевих глин зазвичай незначні, але геологічні запаси їх великі і величина видобутку цілком залежить від тріщинопроникності. Так, у Північній Америці є багато прикладів родовищ із покладами, приуроченими до глин, особливо до чорних сланцевих глин девонського-Місісіпського віку. Запаси газу в межах західної крайової частини Апалачського басейну оцінюються в 12 400 млрд. м³ [2]. На родовищі Котеджвіль у північній частині Західної Віргінії видобуваються нафта і газ протягом 25 років з 90 свердловин. Очікується, що на цьому родовищі буде ще видобуто 0,4 млрд. м³ газу [3]. У південно-західній частині Західної Віргінії на тріщинуваті глини пробурено близько 3000 свердловин. Очікується, що там буде видобуто 0,027 трлн м³ газу [4].

Оцінка тріщинуватості є досить складною проблемою [1,5,6,11]. Фактично тріщинуватість залежить від розподілу механічних напружень у гірській породі та її міцнісних властивостей.

У 1960-1980 роках робилися численні спроби виділення тріщинуватості та оцінки густоти тріщин за даними геологічних досліджень свердловин (ГДС). Однак виявилось, що якісна та кількісна оцінка тріщинуватості – значно більш складне завдання, ніж передбачалося [1,5]. Це обумовлено труднощами ідентифікації тріщин, особливо при спробі дати точний опис тріщиною системи, що знаходиться в контакті зі стовбуром

свердловини. Оскільки жоден метод ГДС не чутливий до тріщини як до такої (за винятком свердловинного акустичного телевізора - САТ), будь-яка спроба виявити тріщинуватість вимагає використання комплексу досить значного числа методів ГДС. У тих випадках, коли можливість виділення зон тріщинуватості обумовлена наявністю високо проникних зон, методи ГДС будуть реагувати тільки на відкриті або частково заповнені тріщини. Однак методи промислової геофізики не дозволяють відрізнити природні тріщини від штучних, хоча виділення дрібних тріщин, що утворилися під час буріння, має дуже велике значення, особливо якщо вони з'єднані з системою природних тріщин.

Геофізичними методами досліджують зону тріщинуватості навколо стовбура свердловини в процесі чого особлива увага приділяється тріщинам з обмеженою протяжністю. При цьому в системі природних тріщин (СП) за стовбуром свердловини реєструється різниця електричного потенціалу рухомого електрода, що знаходиться в свердловині та заземленого електрода на поверхні. Навпроти глини рівень кривої СП зазвичай постійний і наближається до прямої лінії, а в разі проникної породи крива СП відхиляється від цієї лінії в тій чи іншій мірі. В разі тріщинуватості пласта-колектора аномалія кривої може бути пов'язана з тріщинуватою зоною. Гамма-метод дозволяє оцінити природну радіоактивність гірських порід і в осадових формаціях служить прекрасним індикатором вмісту глини у породі, так як у глинах концентруються радіоактивні елементи.

Використання САТ є першим прямим методом виділення та оцінки тріщинуватих зон. Хоча цей метод і має свої обмеження, цінність його безсумнівна, особливо при спільному використанні з даними за керном.

В [11] встановлено, що при бурінні тріщинуватої породи навантаження на валу електродвигуна носить змінний характер. Для визначення найбільш інформативного параметра проводилися лабораторні дослідження і за їх результатами визначалися відносні зміни таких параметрів, як сила струму навантаження, споживана активна потужність і коефіцієнт потужності в залежності від моменту опору на валу електродвигуна. Досліджено, що найбільш чутливими до зміни навантаження на валу є активна потужність і струм у колі живлення електродвигуна. Так як визначення потужності, в порівнянні з визначенням струму навантаження, набагато складніше, а виявлення тріщинуватості визначається тільки наявністю або відсутністю зміни інформативної ознаки, за інформативний параметр був прийнятий струм у колі живлення електродвигуна головного приводу бурової установки.

Таким чином, сьогодні відсутні, за винятком [11], дослідження з визначення показників тріщинуватості породи безпосередньо в процесі буріння свердловин.

Мета і задачі дослідження

Метою дослідження є визначення прямим методом тріщинуватих зон буримої гірської породи безпосередньо в процесі буріння.

Для вирішення поставленої задачі необхідно отримати експериментальні дані показників процесу буріння з використанням розробленого в Івано-Франківському національному технічному університеті нафти і газу приладу контролю тріщинуватості буримої породи (ПКТП) [6, 7]; провести обробку отриманих даних і оцінити тріщинуватість буримої породи та визначити середні значення показника тріщинуватості гірських порід на кожному з однорідних інтервалів геологічного розрізу свердловини.

Висвітлення основного матеріалу

Прилад ПКТП призначений для визначення показників тріщинуватості породи безпосередньо в процесі буріння. Він формує наступні сигнали:

- аналоговий сигнал 0...10·В постійного струму, пропорційний середньому значенню споживаного електроприводом бурового верстата струму;

- імпульсні сигнали перевищення сигналом відносного відхилення додатного (" $>$ ") та від'ємного (" $<$ ") порогових значень.

Прилад ПКТП може бути застосований для оперативної оцінки стану гірської породи за тріщинуватістю в системах автоматизованого керування і контролю технологічного процесу буріння розвідувальних свердловин. Його використання дозволяє автоматизувати та оптимізувати технологічний процес буріння.

Функціональна схема приладу ПКТП наведена на рис. 1 і містить трансформатор струму 1, підключений через перетворювач струму 2 та підсилювач 3 із змінним коефіцієнтом підсилення до входу двопівперіодного випрямляча 4, вихід якого з'єднаний із входом елемента усереднення 5, перший вихід якого підключений до першого входу інтегратора 6, вихід якого з'єднаний зі входом запам'ятовуючого елемента (1) 7, перший вихід якого підключений до другого входу інтегратора 6. Другий вихід елемента усереднення 5 приєднаний до першого входу другого суматора 8, другий вхід якого підключений до виходу опорного елемента 9, а вихід – до



Рис. 1 - Функціональна схема приладу контролю тріщинуватості буримої гірської породи (ПКТБП)

першого виходу другого інтегратора 10, вихід якого з'єднаний зі входом запам'ятовуючого елемента 11, перший вихід якого підключений до другого входу інтегратора 10, а другий – до виходу автоматичного регулятора підсилення (АРП) 12, вихід якого приєднаний до другого входу підсилювача 3. Третій вихід елемента усереднення 5, через повторювач напруги 13, з'єднаний з першим входом суматора 14, другий вхід якого підключений до другого виходу запам'ятовуючого елемента 7, а вихід з'єднаний через компаратор 15 і ключ 16 з ресстратором 17.

Прилад працює наступним чином. Гармонічний сигнал, пропорційний струму в колі живлення приводного електродвигуна бурового верстата, при номінальному навантаженні на валу знімається з виходу перетворювача струму 2, передається з коефіцієнтом $k = 1$ через підсилювач 3, випрямляється двопівперіодним випрямлячем 4 і поступає на елемент усереднення 5 з часом усереднення δt , на виході якого діє напруга U_1 , пропорційна чинному значенню струму у вторинній обмотці трансформатора струму 1. Напруга U_1 з виходу елемента усереднення 5 подається на перший інтегратор 6 із запам'ятовуючим зворотним зв'язком на елементі 7, а через повторювач напруги 13 на перший вхід першого суматора 14. На другий вхід першого суматора 14 подається напруга U_2 з виходу запам'ятовуючого елемента 7, пропорційна значенню струму навантаження, усередненому на заданому інтервалі часу $\Delta t_1 \gg \delta t$. Перший суматор 14 порівнює напругу U_1 , пропорційну діючому значенню струму навантаження електродвигуна I_1 , та напругу U_2 , пропорційну струму I_1 , усередненому на інтервалі часу Δt_1 . Напруга U_1 з виходу елемента усереднення 5 подається також на перший вхід другого суматора 8. На другий вхід другого суматора 8 з виходу опорного елемента 9 подається напруга U_{on} , що відповідає оптимальному режиму роботи приладу. Другий суматор 8 порівнює напругу U_1 та напругу U_{on} . Напруга неузгодженості $U_3 = U_1 - U_{on}$ надходить на перший вхід другого інтегратора 10 із запам'ятовуючим зворотним зв'язком на елементі 11. З виходу запам'ятовуючого елемента 11 напруга U_3 , усереднена на інтервалі часу $\Delta t_2 > \Delta t_1$ (з метою усунення

самозбудження кіл автоматичного регулятора підсилення - АРП) подається через АРП 12 на другий вхід підсилювача 3.

Автоматичне регулювання підсилення підсилювача 3 здійснюється наступним чином. При незмінному номінальному навантаженні на бурильному валу напруга U_1 незмінна і рівна опорній $U_1 = U_{on}$. При зміні навантаження протягом часу, більшого Δt_2 , вихідна напруга U_3 запам'ятовуючого елемента 11 також змінюється. На суматорі 8 відбувається порівняння напруги U_3 та опорної напруги U_{on} . Напруга неузгодженості $U_4 = U_3 - U_{on}$ подається на елемент АРП 12 підсилювача 3. При збільшенні напруги U_1 з виходу другого інтегратора 10 напруга неузгодженості U_4 додатна, подача якої на елемент АРП 12 призводить до зменшення коефіцієнта підсилення підсилювача 3, а відповідно до зниження вихідної напруги інтегратора. Зниження напруги U_1 протягом часу, більшого Δt_2 , призводить до появи від'ємної напруги U_4 неузгодженості і отже, до збільшення коефіцієнта підсилення підсилювача 3.

При проходженні буровою коронкою тріщини діюче значення струму I_1 короткочасно зменшується, при цьому напруга U_1 також знижується з постійною часу δt елемента усереднення 5. Напруга U_2 при цьому залишається практично постійною. З виходу першого суматора 14 напруга, пропорційна різниці вхідних напруг $U_4 = U_2 - U_1$ подається на компаратор 15, де порівнюється з граничним значенням, і при перевищенні останнього відкриває ключ 16, який замикає вимірювальний ланцюг реєстратора 17. В результаті відбувається відлік і реєстрація імпульсу, відповідного проходженню буровою коронкою тріщини.

Моделювання блока ПКТП виконано програмою CircuitMaker за алгоритмом роботи функціональної схеми [8]. Ця програма вигідна тим, що під час моделювання можна відслідковувати всі необхідні графіки, а після того, як схема набрана і змодельована, її можна перекинути в підпрограму TraхMaker цього ж пакету і звідти одержати друковану плату. Вікно програми з набраною принциповою схемою ПКТП для моделювання

приведено на рис. 2. Розроблений та змодельований пристрій контролю випадкових навантажень технологічних процесів, принцип роботи якого базується на використанні інформації про енергоємність, дає можливість визначати вплив випадкових факторів та коректувати технологічний процес.

Для імітації впливу випадкових факторів

на параметри технологічного процесу блока контролю в схемі використано два генератори V2 та V1, які імітують несучий сигнал та сигнал завад. Сигнали на виході фільтра НЧ та на виході ПКТП приведені на рис. 3.

На виході компаратор порівнює два сигнали. Один сигнал з виходу фільтра НЧ та сигнал, який проходить через другий інтегратор. Коли відбуваються збурення вхідного сигналу, він переключається. Це видно на осцилограмі (рис. 3).

Експериментальні дослідження показників тріщинуватості гірської породи проводилися у виробничих умовах на свердловинах ВГО "Ташкентгеологія" [9, 10]. Вихідна інформація була отримана під час експериментальних досліджень на свердловині № 1532 Алмаликської ГРЕ. Під час випробувань проводився приладовий і ручний

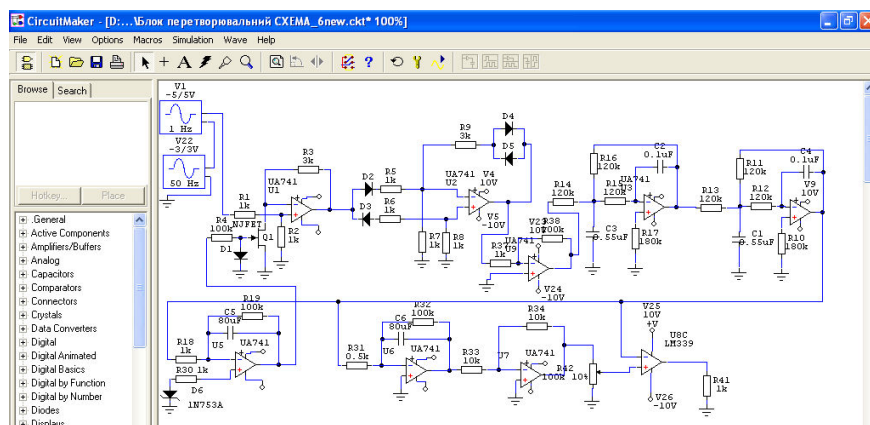


Рис. 2 - Вікно програми Circuit Maker з набраною принциповою схемою ПКТП для моделювання

хронометраж із записом параметрів показів приладів та результатів дослідження кернового матеріалу. Буріння велося із застосуванням верстата СКБ-4, насоса НБ-120/40 і снаряда ССК-46 в інтервалі глибин 1...290-м. Покази пристрою записувалися на діаграмну стрічку приладу Н-338/6П і порівнювалися з фактичною наявністю тріщин у керновому матеріалі після його вилучення в кінці кожного циклу. Буріння велося при частотах обертання 200...250 хв⁻¹ і осьовим

навантаженням

8,0...10,0 кН.

Промивання

здійснювалося

малоглинистими

розчинами з витратою

12...16-л/хв при тиску

2...2,5 МПа [10].

Діаграма запису,

отримана під час

випробувань, була

оцифрована і прийнята у вигляді вихідної інформації. Результати приведені в табл. 1.

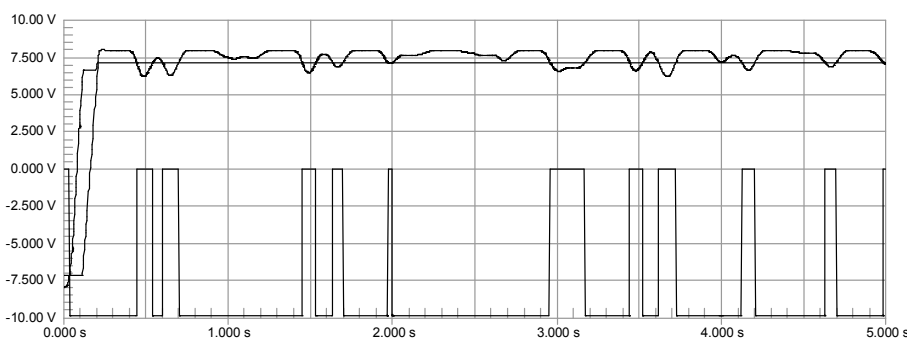


Рис. 3 - Сигнали на виході фільтра низької частоти та на виході ПКТП

Таблиця 1 - Вихідний масив часу (в секундах) між поточними тріщинами для розрахунку однорідних інтервалів тріщинуватості буримої породи

Сумарний час в сек. між поточними тріщинами									
0,0	0,8	2,0	3,3	7,3	14,0	15,3	16,0	19,3	20,6
24,0	24,6	28,6	32,6	39,3	47,3	50,0	51,3	58,0	58,6
60,0	61,3	62,6	64,0	72,0	82,0	82,6	91,0	94,6	97,3
106,0	108,6	122,6	127,0	130,6	142,0	152,6	154,6	156,0	161,3
166,6	170,6	174,0	189,3	190,0	196,6	202,0	269,3	270,0	272,0
280,0	285,3	288,6	304,0	326,3	327,6	333,3	338,0	340,0	346,6
347,3	350,0	364,0	370,6	373,3	376,0	378,6	380,0	386,0	391,3
394,6	396,0	412,0	413,3	415,3	416,6	418,0	419,0	423,3	424,6
427,0	430,0	432,6	440,6	442,0	444,0	444,6	446,0	448,6	454,0
456,0	459,3	461,3	462,6	469,3	480,6	482,0	482,6	483,3	484,6
486,6	488,6	491,3	494,6	496,0	499,3	500,6	501,3	504,6	504,8
505,3	506,0	508,0	508,6	509,3	510,0	511,3	511,6	515,3	515,6
516,6	517,0	518,0	518,6	519,3	520,0	520,6	521,0	522,0	522,3
523,3	524,6	526,0	527,3	528,6	529,3	531,3	532,0	532,6	537,3
540,6	541,3	544,6	547,3	548,6	549,3	552,6	554,6	557,3	561,3
562,6	563,3	567,6	571,0	574,0	574,6	576,0	584,6	586,6	590,0
593,0	593,3	598,0	598,6	605,3	606,6	608,6	611,3	614,6	622,6
626,6	683,3	686,6	688,0	698,0	726,3	748,6	766,3	766,6	780,0
795,3	798,0	798,6	804,0	808,0	821,3	824,0	837,3	846,0	852,0
854,0	855,3	856,0	856,6	860,0	868,6	874,6	876,0	879,3	885,3
892,6	894,0	896,0	896,6	906,6	914,0	932,6	952,0	954,6	956,0
959,3	965,3	975,3	976,6	984,6	996,6	1002,0	1004,6	1008,0	1033,3
1044,6	1050,0	1050,6	1051,3	1055,3	1056,6	1061,3	1062,0	1062,6	1063,3
1064,0	1064,6	1065,3	1066,0	1070,0	1076,0	1076,6	1077,3	1078,3	1078,6
1079,3	1080,0	1083,3	1084,0	1084,6	1085,3	1086,0	1086,6	1087,0	1087,3
1087,6	1088,0	1088,3	1088,6	1094,6	1098,6	1100,6	1116,0	1119,6	1120,6
1134,6	1135,3	1154,0	1156,3	1163,3	1169,3	1178,0	1179,3	1188,6	1198,0
1201,3	1276,0	1289,3	1302,0	1315,3	1333,3	1342,0	1359,3	1364,0	1364,6
1367,3	1404,6	1435,3	1438,0	1478,0	1483,3	1508,0	1508,6	1513,0	1520,6

1536,6	1566,0	1579,0	1580,0	1582,6	1583,3	1584,0	1593,3	1605,3	1609,3
1622,6	1638,0	1644,6	1652,0	1882,0	1883,3	1895,3	1904,0	1930,6	1983,3
2023,3	2054,6	2064,0	2106,0	2152,6	2154,0	2166,6	2179,3	2180,0	2198,0
2209,3	2220,6	2228,0	2236,0	2238,0	2241,3	2251,3	2257,3	2258,6	2266,6
2272,6	2275,3	2278,0	2282,0	2295,3	2299,3	2323,3	2330,0	2335,3	2354,6
2372,6	2376,0	2382,0	2393,3	2399,3	2407,3	2414,6	2418,6	2419,3	2425,3
2437,3	2447,3	2450,6	2452,0	2454,6	2455,3	2458,0	2459,3	2469,3	2470,6
2472,0	2475,3	2476,0	2477,3	2483,3	2484,6	2492,6	2493,3	2512,0	2512,6
2514,0	2520,6	2522,0	2522,6	2523,3	2524,0	2524,6	2525,3	2526,0	2527,3
2528,6	2529,3	2530,0	2530,6	2531,6	2532,0	2538,0	2538,6	2548,6	2550,6
2551,3	2551,6	2553,0	2554,3	2562,0	2562,6	2569,6	2570,6	2572,0	2581,3
2587,3	2589,3	2591,3	2617,3	2624,6	2626,0	2626,6	2627,3	2628,6	2629,3
2630,0	2630,6	2632,0	2632,6	2636,0	2638,0	2640,0	2642,6	2651,3	2655,3
2661,3	2662,6	2673,3	2674,0	2680,6	2689,0	2685,3	2698,0	2698,6	2699,3
2700,6	2702,6	2716,6	2717,3	2730,0	2730,6	2732,0	2750,6	2777,3	2791,3
2801,3	2803,3	2804,0	2811,3	2812,0	2821,3	2822,6	2832,0	2836,0	2839,3
2844,6	2845,3	2846,0	2847,3	2848,0	2852,6	2856,6	2858,0	2866,6	2868,0
2870,6	2871,3	2873,3	2874,0	2875,3	2876,0	2877,3	2878,6	2879,3	2880,0
2880,6	2881,3	2884,0	2885,3	2886,0	2893,3	2894,0	2894,6	2896,6	2898,0
2898,6	2901,3	2902,0	2928,0	2937,3	2938,0	2940,0	2944,0	2946,0	2946,6
2951,3	2954,0	2956,6	2957,0	2962,6	2968,6	2970,0	2983,3	2986,6	2996,6
3010,6	3014,6	3016,0	3017,3	3020,0	3021,3	3022,0	3022,6	3026,6	3030,0
3038,0	3040,0	3042,0	3044,0	3056,6	3063,3	3064,6	3078,6	3122,6	3123,3
3124,6	3136,6	3142,6	3148,6	3156,0	3160,0	3161,3	3180,0	3182,0	3182,6
3190,0	3191,3	3193,3	3202,6	3208,6	3210,0	3211,3	3220,6	3228,6	3230,0
3273,3	3276,6	3288,0	3291,3	3292,6	3296,6	3302,6	3309,3	3310,6	3335,3
3340,6	3341,3	3344,0	3366,6	3369,3	3378,0	3379,3	3380,0	3380,6	3382,0
3382,6	3384,6	3413,3	3420,6	3440,0	3462,0	3462,6	3464,0	3466,6	3467,3
3473,3	3498,0	3500,0	3501,3	3529,3					

Результати розрахунків приведені в табл. 2.

Таблиця 2 - Результати розрахунку однорідних інтервалів показників тріщинуватості від поточних значень глибини свердловини

№ п/п	Поточне значення часу проходки Т, сек	Інтервал проходки ΔН, м	Кількість точок малого масиву М	Середнє значення показника тріщинуватості \bar{W} , 1/м
1	0,0 – 202,0	0,56	М=5	50,64
2	269,3 – 378,6	0,44	М=5	58,42
3	386,0 – 698,0	0,76	М=5	54,76
4	726,3 – 1302,0	1,46	М=5	43,22
5	1315,3 – 1904,0	1,53	М=5	20,68
6	1930,6 – 2209,3	0,68	М=5	17,24
7	2220,6 – 2512,0	0,83	М=5	54,55
8	2520,6 – 2730,0	0,54	М=5	39,53
9	2750,6 – 2839,3	0,34	М=5	43,52
10	2844,6 – 2954,0	0,26	М=5	52,76
11	2956,6 – 3063,3	0,24	М=5	52,16
12	3078,6 – 3291,3	0,64	М=5	35,45

За результатами розрахунків табл. 2 можна також співставити тріщинуватість буримої породи за глибиною свердловини. На підставі результатів розрахунку геологічного розрізу свердловини побудований графік залежності середніх значень показника тріщинуватості

гірських порід на кожному з однорідних інтервалів від поточних значень глибини свердловини, який представлений на рис. 4 [11].

З аналізу розрахунків, приведених на графіку, видно, що визначення однорідності масиву показників тріщинуватості буримої породи складає найменшу глибину 0,24м.

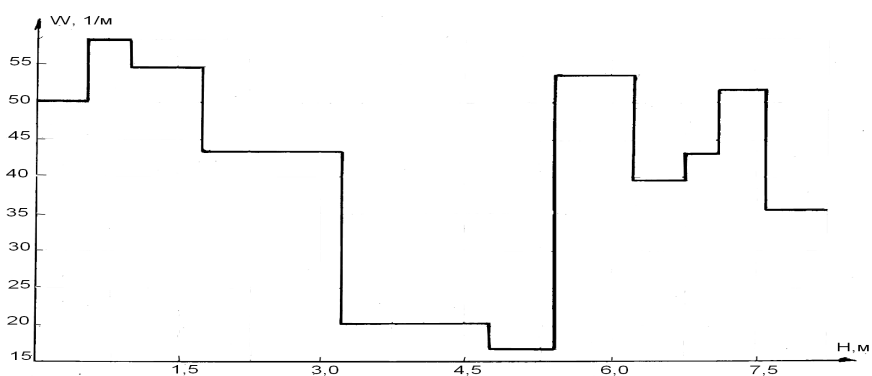


Рис. 4 - Графік залежності середніх значень показника тріщинуватості гірської породи на свердловині № 1532 Алмаликської ГРЕ

Результати контролю тріщинуватості буримої породи при бурінні розвідувальної свердловини, які визначені за даними табл. 1, наведені в табл. 3.

Таблиця 3 - Масив результатів контролю тріщинуватості буримої породи приладом ПКТП

(1-2-3)	7	(14-15-16)	19	21	(24-25)	29	33	39	47	(50-51)	(58-59-60-61)	63															
64	72	82	91	94	97	106	109	122	127	130	142	152	(155-156)	161	166												
170	174	(189-190)	196	202	(269-270)	272	280	285	289	304	328	328	333														
338	340	(346-347)	350	364	370	373	376	378	380	386	391	394	396	(412-413)	(415-416)	(418-419)	423	425	427	430	433	440	442	(444-445-446)	449		
454	456	459	461	463	469	(481-482-483-484-485)	487	489	491	499	(495-496)																
(501-502-503-504-505-506)	508	(510-511-512)	(514-515-516-517-518-519-520-521-522-523-524-525-526-527-528-529-530-531-532-533)	537	541	545	(547-548-549)	552	554	557																	
(561-562-563)	567	571	(574-575-576)	584	586	590	(593-594)	(598-599)	(605-606)																		
609	611	615	623	627	686	688	698	726	748	(766-767)	780	795	(798-799)														
804	808	821	824	837	846	852	(854-855-856-857)	860	869	(875-876)	879	885															
(893-894)	(896-897)	907	914	933	952	(955-956)	959	965	975	977	985	997															
1002	1005	1008	1033	1045	1050	(1051-1052)	1055	1057	(1061-1062-1063-1064-1065-1066)	1070	(1076-1077-1078-1079-1080)	(1083-1084-1085-1086-1087-1088-1089)	1095														
1099	1101	1116	(1120-1121)	(1134-1135)	1154	1156	1163	1169	(1178-1179)	1189																	
1198	1201	1276	1289	1302	1315	1333	1342	1359	(1364-1365)	1367	1404	1435															
1438	1478	1483	(1508-1509)	1513	1521	1537	1566	(1579-1580)	(1582-1583-1584)																		
1593	1605	1609	1623	1638	1645	1652	(1882-1883)	1895	1904	1931	1983	2023															
2055	2064	2106	(2153-2154)	2167	(2179-2180)	2198	2209	2221	2228	2236	2238																
2241	2251	2257	2259	2267	2273	2275	2278	2282	2295	2299	2323	2330	2335														
2355	2373	2376	2382	2393	2399	2407	2415	(2418-2419)	2425	2437	2450																
(2451-2452)	(2454-2455)	(2458-2459)	2469	(2471-2472)	(2475-2476-2477)	2483	2485																				
(2492-2493)	(2512-2513-2514)	(2521-2522-2523-2524-2525-2526-2527-2528-2529-2530-2531-2532)	(2538-2539)	(2549-2550-2551-2552-2553-2554)	(2562-2563)	(2570-2571-2572)	2581																				
2587	2589	2591	2617	(2625-2626-2627-2628-2629-2630-2631-2632-2633)	2636	2638																					
2640	2643	2651	2655	2661	2663	(2673-2674)	2681	2685	2689	(2698-2699-2700-2701)	2703	(2716-2717)	(2730-2731-2732)	2751	2777	2794	2801	2803-2804	(2811-2812)	2821	2823	2832	2836	2839	2853	(2844-2845-2846-2847-2848)	(2857-2858)
(2867-2868)	(2870-2871)	(2873-2874-2875-2876-2877-2878-2879-2880-2881-2882)	(2884-2885-2886)	(2893-2894-2895-2896)	(2898-2899)	(2901-2902)	2928	(2937-2938)	2940																		
2944	(2946-2947)	2951	2954	(2956-2957)	2963	(2969-2970)	2983	2987	2997	3011																	
(3015-3016-3017)	(3020-3021-3022-3023)	3027	3030	3038	3040	3042	3044	3057																			
3063	3065	3079	(3122-3123)	3125	3138	3144	3149	3156	3180	(3182-3183)																	
(3190-3191)	3193	3203	(3209-3210-3211)	3221	(3229-3230)	3273	3277	3288	3291																		
3293	3297	3303	3309	3311	3335	(3340-3341)	3344	3367	3369	(3378-3379-3380-3381-3382-3383)	3385	3413	3421	3440	(3462-3463-3464)	(3466-3467)	3473	3498									
3500																											

Примітка. В даній таблиці без дужок позначена одна тріщина наприклад, при сумарному часі буріння 3500 сек., кількість значень в дужках відповідає кількості тріщин за вказаний проміжок сумарного часу буріння, наприклад (3229–3230) – дві тріщини; (3209–3210–3211) – три тріщини; (3020–3021–3022–3023) – чотири тріщини; (2844–2845–2846–2847–2848) – п'ять тріщин і т. д.

Висновки

Використання розробленого приладу контролю показників тріщинуватості породи в процесі буріння свердловин дозволяє:

- визначити середні значення показника тріщинуватості гірських порід на кожному з однорідних інтервалів геологічного розрізу свердловини;
- оцінювати тріщинуватість буримої породи, а також нахил тріщини, де повторюваність контролю відбувається за час у межах $\approx 1-2$ секунди.

Список літератури: 1. *Голф-Рахт Т. Д.* Основы нефтепромысловой геологии и разработки трещиноватых коллекторов / Т. Д. Голф-Рахт Пер. с англ./Под ред. А. Г. Ковалева. – М.: Недра, 1986. – 608 с. 2. *Davidson D. A. and Snowdon D. Al*, 1978. «Beaver River Middle Devonian Carbonate: Performance review of a high-relief, fractured gas reservoir with water influx*. J. of Petroleum Technology 1672—1678. 3. *Provo L. /.*, 1976. «Upper Devonian black shale — Worldwide distribution and what it means». Proc. of the Seventh Appalachian Pet. Geol. Symp. 4. *Martin P. and Nuckols E. B.*, 1976. «Geology and oil and gas occurrence in Devonian shales: Northern West Virginia*. Proc. of the Seventh Appalachian Pet. Geol. Symp. 5. *Bagnal W. d. and Ryan W. M.*, 1976. «The geology reserves and production characteristics of the Devonian shales in south western West Virginia*. Proc. of the Seventh Appalachian Pet. Geol. Symp. 6. *Шаповал А. А.* Устройство для определения степени трещиноватости горных пород / А. А. Шаповал. Авторское свидетельство № 1469132. Бюл. № 12 от 30.03.89. 7. *Заміховський Л. М.* Методика визначення тріщинуватості гірської породи при бурінні свердловин / Л. М. Заміховський, О. А. Шаповал. Літературний письмовий твір наукового характеру № 46844 від 18.12.2012. 8. *Шаповал О. А.* Моделювання блока контролю випадкових навантажень технологічних процесів (БКТП) / О. А. Шаповал, В. В. Циганчук. «Наукові вісті».– Івано-Франківськ: № 2 (18), 2010. С. 56 – 64. 9. *Шаповал О. А.* Дослідження взаємозв'язку між технологічними параметрами режиму проходки свердловин і станом буримої породи / О.А. Шаповал. Розвідка та розробка нафтових і газових родовищ. Вип. 38.– Івано-Франківськ: Факел, – 2001. С. 3 – 11. 10. *Шаповал А. А.* Особенности контроля и управления процессом бурения в трещиноватых горных породах / А. А. Шаповал, Т. И. Биниток, В. Ф. Закрытний. // Техн. и технол. геол.-развед. работ; орг. производства.– М.: ВИЭМС, 1984 вып. 8, с. 15 – 24. 11. *Заміховський Л. М.* Контроль тріщинуватості буримої гірської породи / Л. М. Заміховський, О. А. Шаповал. Методи та прилади контролю якості. №2 (29).– Івано-Франківськ: 2012. С. 146 – 152.

Надійшла до редколегії 20.12.2012

УДК 622.24.05

Контроль тріщинуватості колекторів буримої сланцевої гірської породи / Л. М. Заміховський, О. А. Шаповал // Вісник НТУ «ХП». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Х: НТУ «ХП», – 2012. - № 68 (974). – С. 19-27. – Бібліогр.: 11назв.

Проанализированы методы контроля трещиноватости сланцевой горной породы при бурении скважин и показано, что одним из способов получения информации о трещиноватости бурими породы является анализ реакции электропривода бурового станка. Установлено, что наиболее чувствительными к изменению нагрузки на валу электропривода является активная мощность и ток в цепи его питания, а также крутящий момент. Проведена разработка прибора контроля показателей трещиноватости породы непосредственно в процессе бурения скважин и определены статистические характеристики показателей трещиноватости буримой породы по результатам его промышленной апробации.

Ключевые слова: Буримая порода, трещиноватость, электропривод, частота вращения, контроль, ток, мощность, крутящий момент, корреляция, структурная схема.

The well-boring shale rock fracturing control methods have been analyzed. It was shown that the rig electric drive reaction analysis is one among the kinds of the drillability rocks fracturing information receiving. It was proved that the most sensitive to the electric drive roller loading changing are the active power, the current in the power supply circuit and the torque. The well-boring process rock fracturing parameters control device has been designed. As the results of device industrial testing the drillability rocks

fracturing indexes statistical characteristics have been defined. Key words: drillability rocks, fracturing, electric drive, rotation frequency, control, current, power, torque, correlation, structural scheme.

Keywords: rock drilled, fracture, electric, speed, control, current, power, torque, correlation, block diagram.

UDC 665.9

T. B. SHATOVSKA, associate Professor, National University of Radioelectronics, Kharkov;

A. A. ZAREMSKAYA, student, National University of Radioelectronics, Kharkov

ONTOLOGY MODELS RESEARCH AND DEVELOPMENT FOR DATA MINING REPOSITORY

Currently, there are a lot of data mining, as well as a large number of data sets stored in different repositories. A significant problem is the lack of analysis methods themselves in the repositories, in fact there is no connection to a specific data set method for the respective data sets. But in this work we offer the implementation of the system and model research ontology and development for our Data mining repository.

Keywords: DM, Ontology models, data, metadata, machine learning, SDMX Standards Version 2, repositories, dataset.

Implementation

Search algorithm is based on ontological models and ranking results. Implementation of access to intelligent agents based on web-services, implemented on the basis of programming paradigms such as dependency injection and control inversion. There were a variety of access through the implementation of web-projects and implemented a more flexible, robust architecture. During this work we analyzed and present ontology models for data mining repository.

The above mentioned drawbacks have a point to create a new public information repository to store datasets using intelligent agent and ontological approach for storing, conversion, search, add, description, selection of the required information for researchers' needs in the field of Data mining and Machine Learning. Using the Protégé 3.4 we created an ontology model of Data mining methods, an ontology model of the user, a model of the resource (W3C, 2004).

A base standard was chosen the standard SDMX Standards Version 2.0 and the main parameters of the Statistical European Repositories were taken. The interaction between the ontological models is based on intelligent agents: coordinator agent, resource agent, search agent, a user agent. The agent approach has been implemented by multitechnology JADEX. We use intelligent software agents. This is a new class of software systems, which acts either on behalf of the user, or on behalf of the system. They are, in fact, a new level of abstraction, different from the usual abstract type - classes, methods and functions. For practical implementation of these agents JADE offers to programmer-designer of agent systems the following possibilities: FIPA-compliant Agent Platform, which includes system agents AMS, ACC and DF; Multiple Domains support – DF agents and so on (IEEE Computer Society standards organization, 2006; Bellifemine, et al., 2006).

Ontology representation

In recent years the development of ontologies are formal descriptions of explicit terms for business and relations between them. In the World Wide Web became commonplace ontology. Ontology in the network range from large taxonomy that categorize websites (Yahoo! website) to products and their characteristics (like on the website Amazon.com). Consortium WWW (W3C) develops RDF (Resource Description Framework). The RDF is language of encoding knowledge on Web pages. It makes knowledge understandable to electronic agents to search information. Now many disciplines develop standard ontology that can be used by experts in subject areas to share and annotate information in their field. For example, in medicine large standard structured dictionaries such as semantic web unified medical language system (the Unified Medical