

ჟურნალს ვუძღვით მომავალ თაობას, რომელმაც უნდა იზრუნოს ქვეყნის გაცხოველებისათვის, საღვინის ცხოვრების უკეთ მოწყობისა და მეცნიერების აღორძინებისათვის



ჩვენი ძირითადი სტრატეგიაა ინვესტიციების მოზიდვა ახალი საბადოების აღმოჩენისა და ათვისებისათვის. რათა ეფექტურად გამოვიყენოთ საქართველოს ნავთობისა და გაზის გამოუყენებელი პოტენციალი. ჩვენი ძველის ინტერესებია, რომ ძველანაში მოპოვებული ნავთობი და გაზი ადგილზე გადაამუშავდეს.

OUR STRATEGIC FOCUS IS TO ATTRACT INVESTMENTS FOR DISCOVERY AND EXPLORATION OF NEW OIL-FIELDS WITH THE OBJECTIVE TO EXPLOIT THE UNEXPLORED OIL AND GAS POTENTIAL OF GEORGIA EFFICIENTLY. OUR COUNTRY IS INTERESTED IN PROCESSING THE EXTRACTED OIL LOCALLY.

Наша основная стратегия-привлечение инвесторов для выявления, освоения новых месторождений нефти и газа, эффективно использования потенциалов и ресурсов нашей страны и переработки добытых нефти и газа на месте.

ნავთობისა და გაზის მრეწველობის განვითარებისათვის საქართველოს, თავისი გეოლოგიური აგებულებიდან გამომდინარე, ნედლეულის მნიშვნელოვანი რაოდენობა აქვს პროგრესული რესურსების ასათვისებლად საჭიროა ფართო მასშტაბის გეოლოგიურ-გეოფიზიკური და ბურღვითი სამუშაოების ჩატარება, რაც მოითხოვს დიდ კაპიტალდაბანდებებს.

დღესდღეობით დასავლური ტექნოლოგიებით ჩატარებული კვლევა-ძიების საფუძველზე გეოლოგიური რესურსები საქართველოში შეადგენს 2400 მლნ ტ ნავთობს (სმელეთზე 1290 მლნ. ტ, აკვატორიაში 1150 მლნ. ტ-ს). საქართველოს ნავთობისა და გაზის კორპორაციაში არსებული გეოლოგიური მონაცემები ცალსახად მიუთითებს ნავთობისა და გაზის საბადოების აღმოჩენის დიდ პერსპექტივაზე ამ მიზნის მისაღწევად საქართველოს ნავთობისა და გაზის კორპორაციის ახალი ხელმძღვანელობა ძალ-ღონეს არ იშურებს.

საქართველოში დღეისთვის ცნობილია ნავთობის 18 (მირზანის, ტარიბანა, პატარა შირაქი, ნორიო, საცხენისი, თელეთი, სამგორის სამხრეთი თალი, სუფსა, აღმოსავლეთ ჭალადიდი, შრომისუბანი, ნაზარლები, მწარეხევი, ბაიდა, დასავლეთ რუსთავი), გაზ-ნავთობის 1 (სამგორ-პატარძელი - ნინოწმინდა) და გაზის 1 (რუსთავის) საბადო.

აღნიშნული საბადოებიდან სულ მოპოვებულია დაახლოებით 27 მილიონი ტონა ნავთობი და 0,5 მილიარდი კუბური მეტრი გაზი. თითქმის ყველა საბადო დღეს დამუშავების ბოლო სტადიაზეა.

ყველა სალიცენზიო ბლოკზე საქართველოს ნავთობისა და გაზის კორპორაციის მიერ მომზადებულია ინფორმაციული ნარკვევები, რომლებშიც განხილულია ნავთობისა და გაზის რესურსებთან დაკავშირებული საკითხები.

აღნიშნული მასალის გაცნობა უთუოდ დაინტერესებს ადგილობრივ და უცხოელ ინვესტორებს. მათ მიერ ამ დარგში ჩადებული კაპიტალდაბანდებები კი განაპირობებს რესპუბლიკაში ნახშირწყალბადების სამრეწველო მარაგების გამოყენებას და მოპოვების მოცულობის მნიშვნელოვან გადიდებას.

ამჟამად, კომპანია „კანარგო-ჯორჯია“ ახორციელებს გაზზე ბურღვას კუმისის საბადოზე, სადაც უკვე გაიბურღა 800 მ-მდე უახლოეს ხანებში შესაძლებელია ამ საბადოზე მივიღოთ გაზის საგრძნობი რაოდენობა, რაც ჩვენ ქვეყანას ძალზე უსაჭიროება ამჟამად.



შ ი ნ ა ა რ ს ი

გეოფიზიკის სექცია

- ი. საფაროვი, ხ. აგაევი, კ. შახმარदानოვი.** დანალექი ქანების მკვრივი ანიზოტროპიულობის განსაზღვრის მაგალითი ლაბორატორიულ და რეალურ გარემოებებში. 14
- გ. ბაირამოვი.** ფიზიკურად არაწრფივ მდგომარეობაში კონტურზე სამ წერტილში დაყრდნობილი მრგვალი ფირფიტის იძულებითი რხევები, ჰარმონიულად ცვალებად განაწილებული დატვირთვით. 30

გეოლოგიის სექცია

- ლ. ბაშელეიშვილი; მ. ქუმელაშვილი, ნ. თევდორაშვილი.** გარე კახეთის მოლასური როფის სამხრეთ სექტორის სტრუქტურული გეგმების ასიმეტრია. 38
- თ. დარახველიძე, ნ. ქოზაშვილი.** ყაზბეგის რაიონში გამოყოფილი კისტინკის წყების ზოლიანი ქანების შედგენილობისა და ასაკის შესახებ. 43

ბურღვის ახალი ტექნიკისა და ტექნოლოგიის, მართვის ავტომატიზაციის სექცია

- გ. ვარშალომიძე, ი. გოგუაძე, ზ. კალანდარიშვილი.** ნედლი ნავთობიდან მარილგაცლის პროცესის მათემატიკური მოდელის შესახებ. 51
- გ. ვარშალომიძე, ვ. სითარიშვილი, მ. ასათიანი.** საბურღი ხსნარების ფილტრატის დასველების უნარის გავლენის შესწავლა თიხური ქანების ტენშთანქმაზე. 61
- ი. გოგუაძე, შ. ნემსაძე.** ენერჯის განახლებადი წყაროები. 69

მაგისტრალური ნავთობგაზსადენების სექცია

- გ. მგელაძე.** მილსადენის მთლიანობის მონიტორინგი ოპტიკურ-ბოჭკოვანი ტექნოლოგიების მეშვეობით. 74

სამთო ტექნოლოგიის სექცია

- ი. გაბრიჩიძე, გ. ხარაბაძე, ნ. ბოჭორიშვილი, ვ. გაბრიჩიძე.** სარწყავი არხების კომპლექსური გამოყენების შესაძლებლობა ელექტროენერჯისა და ეკოლოგიურად სუფთა სტრატეგიული და ეკონომიკური მნიშვნელობის ნივთიერებათა მისაღებად. 86
- რ. მიგინეიშვილი, თ. ლავთაძე.** მადნეულის სპილენძ-ოქროს საბადოს მადნიანი კონკრეციები 97

უ ი ნ ა ა რ ს ი

სსოვნა

აკადემიკოს გრიგოლ წულუკიძის დაბადებიდან 120 წელი 109

საქართველოს მინერალური რესურსები

განზომილების ერთეულები

C O N T E N T S

SECTION OF GEOFYSICS

- I. Saffarov, H. Agaev, K. Shakhmardanoff.** How to investigate elastic anisotropy of sedimentary rocks in laboratory and real circumference. 14
- G. Bairamoff.** Round plate forced oscilations Resting on three points in physically nonlinear Position from distributed load harmonical change. 30

SECTION OF GEOLOGY

- L. Basheleishvili; M. Qumelashvili; N. Tevdorashvili.** Asymmetry of the Structural Plans of the gare kakheti molasse trough Southern Segment. 38
- T. Darakhvelidze, N. Cosashvili.** About the Consistence and Age of the Striped Rocks of the Kistinka Row Marked in Kazbegi Region. 43

**SECTION OF DRILLING TECHNIQUES AND TECHNOLOGY;
AUTOMATIZATION OF CONTROL**

- G. Varshalomidze, I. Gogvadze, Z. Kalendarishvili.** On mathematic model of the rough oil desalting process. 51
- G. Varshalomidze, V. Khitarishvili, M. Asatiani.** Investigation of influence faculty of drilling mud filtrate wetting on the clay rock moisture absorption. 61
- I. Gogvadze, Sh. Nemsadze.** Restorative sources of energy. 69

SECTION OF MAIN OIL PIPELINES

- G. Mgeladze.** Fiber-Optic Pipeline Management Intelligent Solutions. 74

SECTION OF MAIN TECHNOLOGY

- I. Gabrichidze, G. Kharabadze, N. Bochorishvili, V. Gabrichidze.** Possibility of irrigation channel complex using for receiving electric power and ecologically clean substances of strategic and economic importance. 86

C O N T E N T S

R. Migineishvili, T. Gvtdadze. Ore concretions of the Madneuli Cu-Au deposit 97

MEMORY

120 years from the date of a birth of academician Grigola Thsulukidze. 109

MINERAL RESOURCES OF GEORGIA

UNITS DIMENSIONAL

СЕКЦИЯ ГЕОФИЗИКИ

- И.Б. Сафаров, Х.Б. Агаев, К.В. Шахмарданов.** Пример изучения упругой анизотропии осадочных пород при лабораторных условиях и в реальной среде.14
- Г.Н. Байрамов.** Вынужденные колебания круглой пластинки, опертой в трех точках, в физически нелинейной постановке от гармонически меняющейся распределенной нагрузки. 30

СЕКЦИЯ ГЕОЛОГИИ

- Л. Башелеишвили, М. Кумелашвили, Н. Тевдорашвили.** Асимметрия структурных планов южного сегмента Гаре-Кахетинской молассовой впадины. 38
- Т. Дарахвелидзе, Н. Козашвили.** О составе и возрасте полосчатых пород Кистинской свиты, выделенной в Казбегском районе. 43

СЕКЦИЯ НОВОЙ ТЕХНИКИ И ТЕХНОЛОГИИ БУРЕНИЯ, СИСТЕМ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ

- Г. Варшаломидзе, И. Гогуадзе, З. Каландаришвили.** О математической модели процесса обессоливания нефти. 51
- Г.Х. Варшаломидзе, В.Э. Хитаришвили, М.О. Асатиани.** Изучение влияния смачивающей способности фильтратов буровых растворов на влагопоглощение глинистых пород. 61
- И.К. Гогуадзе, Ш.А. Немсадзе.** Возобновляемые источники энергии. 69

СЕКЦИЯ МАГИСТРАЛЬНЫХ НЕФТЕГАЗОПРОВОДОВ

- Г. Мгеладзе.** Мониторинг целостности трубопровода с помощью волоконно-оптической технологии. 74

СЕКЦИЯ ГОРНОЙ ТЕХНОЛОГИИ

- Ю. Габричидзе, Г. Харабадзе, Н. Бочоришвили, В. Габричидзе.** Возможность комплексного использования оросительных каналов для получения электроэнергии и экологически чистых веществ стратегического и экономического значения. 86

რეზიუმეები	–	РЕФЕРАТЫ	-	SUMMARIES
Р. Мигинеишвили, Т. Гавтадзе.		Рудные конкреции		Маднеульского медно-золотого
месторождения.				97

ПАМЯТЬ

120 лет со дня рождения академика Григола Цулукидзе	109
---	-----

МИНЕРАЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ГРУЗИИ

ЕДИНИЦЫ ИЗМЕРЕНИЯ

УДК 550.831

И.Б. Сафаров, Х.Б. Агаев, К.В. Шахмарданов

ПРИМЕР ИЗУЧЕНИЯ УПРУГОЙ АНИЗОТРОПИИ ОСАДОЧНЫХ ПОРОД ПРИ ЛАБОРАТОРНЫХ УСЛОВИЯХ И В РЕАЛЬНОЙ СРЕДЕ

РЕФЕРАТ: В работе приведены результаты испытания образцов осадочных пород при давлениях до 0,9 ГПа в установке типа цилиндр-поршень и данные Вертикального Сейсмического Профилирования (ВСП) в глубокой скважине. Определив скорости и коэффициент анизотропии продольных волн, как в лабораторных условиях, так и в реальной среде, установили, что в большинстве испытанных осадочных пород наблюдалась анизотропия скоростей упругих волн, причиной которой является наличие в образцах проницаемости. Результаты измерений анизотропии скоростей распространения упругих волн в осадочных породах при лабораторных условиях и во внутренних точках реальной среды показали, что наличие анизотропии в пределах примерно 8 – 12%. Для практических целей отмеченные свойства могут служить прогностическими признаками наличия коллекторов.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: анизотропия; сейсморазведка; вертикальное сейсмическое профилирование; продольные волны; поперечные волны; термобарическое условие.

1. Введение



И.Б. Сафаров
Институт геологии НАН
Азербайджана

С целью более точного определения геологического строения среды, вещественного состава и коллекторских свойств осадочных пород в сейсморазведке последнее время широко применяются исследования по изучению анизотропии сейсмических скоростей. Как известно, анизотропия скоростей обусловлена различием скоростей распространения сейсмических волн в зависимости от направления прохождения через среду. Для правильного понимания причин образования сейсмической анизотропии (выявляемых по



Х.Б. Агаев
Институт геологии НАН
Азербайджана

данным сейсморазведки, также и для более точного ее учета, обработки и интерпретации сейсмических данных) необходимо изучение анизотропии осадочных пород как в лаборатории, так и в реальных условиях [Сафаров, 2003; Агаев, 2005].



К.В. Шахмардинов
Институт геологии НАН
Азербайджана

В данной статье приводятся некоторые результаты изучения упругой анизотропии скоростей продольных волн по осадочным породам, по данным измерений в лаборатории в твердофазной установке высокого давления типа цилиндр-поршень [Валарович и др., 1974; Сафаров, Киреенкова, 1979; 1986] и во внутренних точках среды по данным Вертикального Сейсмического Профилирования (ВСП) [Гальперин, 1982; Winterson, Paulsson, 1990] в глубокой скважине [Агаев, 2006].

2. Основная часть

Определение анизотропии по данным лабораторных измерений

Исследованию анизотропии скорости упругих волн по осадочным породам при высоких термобарических условиях уделяется пока мало внимания и данных об этом очень важном свойстве в научной литературе почти не имеется. Однако в тех случаях, когда измерения (скорости распространения упругих волн при высоких давлениях) проводили в разных направлениях в образцах, почти обязательно выявлялась анизотропия скорости в осадочных породах [Баюк и др., 1982; Силаева и др. 1969; Сафаров, 2003]. В лабораторных условиях (при высоких давлениях в ультразвуковом диапазоне частот) значения анизотропии скоростей продольных волн в осадочных породах определяются в образцах, отобранных как из скважин, так из естественных обнажений. (Известно, что значения скоростей при давлениях выше 150-200 МПа определяются минеральными свойствами пород, а при меньших давлениях на них влияют различные структурные дефекты, главным образом микротрещиноватость. Большая часть дефектов возникает при подъеме пород с глубины). Принято считать, что сопоставление лабораторных результатов с сейсмическими данными возможно только в том случае, если под влиянием давления структурные дефекты ликвидируются. Скорости продольных волн изучались в горизонтальном (V_{P1} в км/с) и в вертикальном (V_{P2} в км/с) направлениях, а коэффициент анизотропии определялся по соотношению скоростей V_{P1} к V_{P2} в %.

В табл. 1 приведены те немногие результаты, которые известны к настоящему времени.

Таблица 1

Скорости продольных волн V_p (км/с) при разных давлениях p (ГПа) и плотности ρ_0 (г/см³) в осадочных породах

Порядковый номер	Порода, номер образца	ρ_0 г/см ³	Тип волны	При p , ГПа					
				0,001	0,1	0,3	0,5	0,7	0,9
1	2	3	4	5					
				Мезозой – маастрихтские (Азербайджан)					
1	Агриллиты - 0718	2,44	V_{P1}	3,69	3,86	3,85	3,85	3,88	3,90
			V_{P2}	3,32	3,62	3,77	3,77	3,78	3,81
2	Песчаник известковистый - 0719	2,59	V_{P1}	4,44	4,65	4,80	4,85	4,93	4,98
			V_{P2}	4,04	4,39	4,49	4,63	4,83	4,98
3	Мергель - 0720	2,54	V_{P1}	5,22	5,62	5,49	5,38	5,37	5,40
			V_{P2}	4,27	4,99	5,08	5,08	5,05	5,04
4	«-----» - 0721	2,49	V_{P1}	4,76	4,89	4,97	4,94	4,91	4,87
			V_{P2}	4,15	4,58	4,76	4,82	4,81	4,75

1	2	3	4	5					
				Мезозой - сеноманские					
5	Песчаник - 0722	2,52	V_{P1}	4,15	4,57	4,94	5,06	5,18	5,24
			V_{P2}	3,81	4,02	4,24	4,52	4,68	4,80
6	«-----» - 0723	2,50	V_{P1}	4,38	4,62	4,93	5,03	5,25	5,35
			V_{P2}	4,12	4,43	4,62	4,65	-	-
				Мезозой – кампан – маастрихтские					
7	Песчаник – 0724	2,58	V_{P1}	4,48	4,65	4,82	4,92	5,05	5,10
			V_{P2}	4,05	4,65	4,80	4,87	4,96	5,02
				Неоген – третичный					
8	Песчаник известковистый H=3200 м - 685	2,41	V_{P1}	2,59	3,35	3,60	4,00	-	-
			V_{P2}	2,10	2,85	3,15	3,60	-	-
9	Песчаник известковистый H=3000 м - 675	2,24	V_{P1}	1,41	3,60	3,91	4,23	-	-
			V_{P2}	1,25	3,42	3,78	4,08	-	-
				Мезозойские (Дагестан)					
10	Песчаник - 7218	2,68	V_{P1}	4,75	5,73	5,95	6,05	-	-
			V_{P2}	4,90	5,52	5,67	5,70	-	-
11	«-----» - 7217	2,68	V_{P1}	5,35	5,73	5,87	5,96	-	-
			V_{P2}	5,25	5,70	5,82	5,93	-	-
12	«-----» - 7220	2,61	V_{P1}	3,57	5,10	5,52	5,82	-	-
			V_{P2}	3,52	5,10	5,54	5,82	-	-
13	Песчаник - 7245	2,65	V_{P1}	5,39	5,48	5,50	5,52	-	-
			V_{P2}	5,12	5,20	5,24	5,30	-	-
14	«-----» - 7230	2,55	V_{P1}	4,53	4,90	5,18	5,50	-	-
			V_{P2}	4,45	4,62	4,76	4,96	-	-
15	Доломит - 7242	2,70	V_{P1}	2,88	3,77	4,36	4,96	-	-
			V_{P2}	2,75	3,54	4,26	4,92	-	-
16	«-----» - 7239	2,63	V_{P1}	3,65	4,81	5,25	5,82	-	-
			V_{P2}	3,60	4,80	5,26	5,78	-	-
				Нижнепалеозойские					
17	Песчаник кварцевидный - 7288	2,82	V_{P1}	5,80	6,10	6,16	6,22	-	-
			V_{P2}	5,52	5,95	6,07	6,12	-	-

Здесь представлены как молодые, третичные породы, так и породы мезозойского и даже палеозойского возраста, некоторые из них несут следы метаморфизма – доломиты.

Осадочные породы по своим упругим свойствам оказались очень разнообразными и сильно различаются между собой по минеральному составу как основной массы, так и цементирующего вещества. Эти породы (с большим содержанием глинистого или кальцито-глинистого цемента имеют низкую величину начальной скорости) характеризуются большим (до 120-140%) изменением скорости упругих волн с повышением давления. (При небольшом

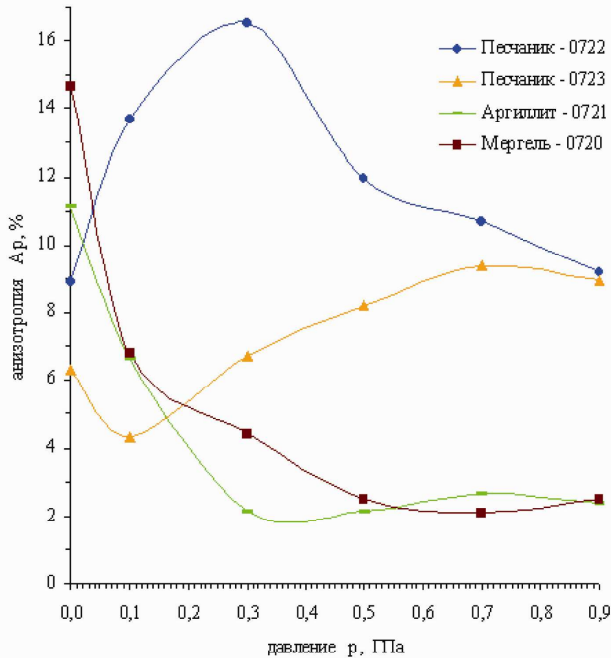
содержании глинисто-карбонатного цемента (5-10%) скорость продольных волн для них изменяется с давлением меньше, а именно на 20-60%, при 0,1- 0,2 ГПа).

Песчаники. Нижнеюрские мелкозернистые песчаники (обр. 7217,7218, 7220, 7230, 7245) состоят из обломков (80-95%) и цемента (5-20%). В составе обломков присутствуют кварц, серпентинизированный глинистый материал, карбонат, рудные, плагиоклаз. Цемент имеет глинисто – карбонатный состав. Скорость продольных волн (пористость 0,86-4,98%) в этих песчаниках также высокая, хотя и несколько ниже, чем в палеозойских, а именно при нормальных условиях изменяется от 4,60 до 5,20 км/с, а при давлении 0,5 ГПа – от 5,50 до 6,0 км/с. Начальные плотности заключены в интервале 2,60-2,68 г/см³ (табл. 1). Невысокие значения скоростей продольных волн получены в мезозой-сеноманских (обр. 0722, 0723) и мезозой-кампан-маастрихтских песчаниках (обр. 0724). Для этих пород плотность образцов при атмосферном давлении находится в пределах от 2,50 до 2,58 г/см³, а значение скорости продольных волн варьирует от 3,80 до 4,40 км/с. Изменение скорости при давлении 0,9 ГПа составляет от 4,80 до 5,10 км/с. По этим породам изменение коэффициента анизотропии при увеличении давления носит сложный характер (табл. 2, рис. 1). По песчаннику (обр. 0722) происходит увеличение анизотропии на 16,51%, при увеличении давления до 0,3 ГПа. При дальнейшем увеличении давления до 0,9 ГПа значение анизотропии равно как при атмосферном давлении. По другому песчаннику (обр. 0723), происходит практически обратное. (Отмеченное явление можно объяснить различием характера и величиной трещиноватости этих образцов). Коэффициент анизотропии скорости при атмосферном давлении составляет 1,5-6,5%, но с увеличением давления анизотропные свойства песчаников для этих возрастов возрастают, достигая величины от 8,5 до 10,80%. Исключение составляет образец 7220, который является практически изотропным (табл. 2).

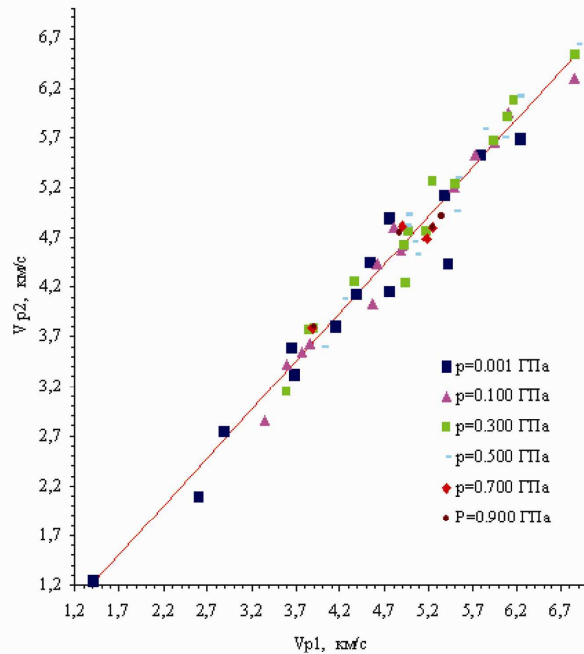
Песчаники известковистые. Изучены известковистые песчаники (обр. 675,685). Эти песчаники из третичных отложений мелко-и тонкозернистые, содержат 40-50% обломочной фракции и цементирующее вещество – кальцито-глинистое. В составе обломков – кварц, левой шпат кальцит, глинистое вещество. Для известковистых песчаников третичных отложений характерны довольно низкие скорости продольных волн (1,25-2,59 км/с) в атмосферных условиях, и сильное возрастание их с ростом давления (до 200%). Скорость продольных волн для этих пород с увеличением давления до 0,5 ГПа, измеренных в двух взаимно перпендикулярных направлениях, составляет от 4,0 до 4,20 км/с (рис.2). Плотность образцов исследованных пород также минимальная и колеблется в пределах от 2,24 до 2,41 г/см³ (табл. 1).

Для мезозой-маастрихтских известковых песчаников (обр. 0719) обычно характерна высокая (4,0-4,40км/с и даже выше) скорость продольных волн в атмосферных условиях и слабое увеличение скорости с ростом давления, которое составляет 15-25%. (В этих породах терригенные компоненты представлены в большинстве кварцем, последний сильно трещиноват и изменен, неравномерно расположен по всей массе породы, полуугловатый, полукатанный, известковая масса загрязнена глинистыми частицами, порода пересечена кальцитовыми прожилками мелкозернистого облика). При атмосферном давлении плотность

образцов для этих известковых песчаников составляет $2,59 \text{ г/см}^3$. При давлении $0,9 \text{ ГПа}$ скорость продольных волн увеличивается и достигает значения $4,98 \text{ км/с}$ (табл. 1).



რის. 1. Анизотропия скоростей продольных волн при различных давлениях



რის. 2. Скорости продольных волн в горизонтальном и вертикальном направлениях при различных давлениях

Таблица 2

Значения коэффициента анизотропии скорости продольных волн A_p (%) в осадочных породах при различных давлениях

Порядковый номер	Порода, номер образца	K, %	При p, ГПа					
			0,001	0,1	0,3	0,5	0,7	0,9
1	Аргиллиты - 0718	A_p	11,14	6,63	2,12	2,12	2,64	2,36
2	Песчаник известковый - 0719	A_p	9,90	5,92	6,90	4,75	2,07	0,00
3	Мергель - 0720	A_p	22,24	12,62	8,07	5,90	6,34	7,14
4	«-----» - 0721	A_p	14,70	6,77	4,41	2,49	2,08	2,53
5	Песчаник - 0722	A_p	8,92	13,68	16,51	11,95	10,68	9,17
6	«-----» - 0723	A_p	6,31	4,29	6,71	8,17	9,38	8,96
7	Песчаник - 0724	A_p	10,62	0,00	0,42	1,03	1,81	1,59
8	Песчаник известковый (H=3,200 м) -685	A_p	23,33	17,54	14,28	11,11	-	-
9	Песчаник известковый (H=3000 м) - 675	A_p	12,80	5,26	3,44	3,68	-	-
10	Песчаник - 7218	A_p	-3,06	3,80	4,94	6,14	-	-
11	«-----» - 7217	A_p	1,90	0,53	0,86	0,50	-	-
12	«-----» - 7220	A_p	10,42	0,00	-0,36	0,00	-	-
13	Песчаник - 7245	A_p	5,27	5,38	4,96	4,15	-	-

14	«-----» - 7230	Ар	1,79	6,06	8,82	10,88	-	-
15	Доломит - 7242	Ар	4,72	6,49	2,35	0,81	-	-
16	«-----» - 7239	Ар	1,39	0,21	-0,19	0,69	-	-
17	Песчаник кварцитовидный - 7288	Ар	5,07	2,52	1,48	1,63	-	-

Анизотропия скорости упругих волн в известковых песчаниках как мезозой-маастрихтского возраста, так и неоген-третичных отложений уменьшается с повышением давления, один из них даже почти изотропен. (При атмосферном давлении коэффициент анизотропии скорости продольных волн для них варьирует от 9,9 до 23,33%. Коэффициент анизотропии скорости продольных волн при давлении 0,5 ГПа для известковых песчаников неоген – третичного отложений сохраняет величину 4,0 – 11,11% (табл.1)).

Песчаник кварцитовидный. Нижне-палеозойские метаморфизованные кварцитовидные песчаники (обр. 7288), залегающие среди сланцев в среднем течении реки Лопоты, состоят из обломочной фракции (75%) и цемента. Обломки представлены кварцем (до 80%), между которым располагаются хлорит и мусковит, а также рудный минерал и эпидот; цемент-кварцевый типа нарастания. Для породы характерна слабовыраженная полосчатая текстура, обусловленная ориентировкой линз хлорита, длинной стороной в одном направлении. Песчаники кварцитовидные имеют довольно высокую скорость продольных волн и плотности. (Скорость продольных волн в этих породах изменяется в пределах атмосферного давления от 5,52 до 5,80 км/с, а плотность - 2,82 г/см³. При давлении 0,5ГПа эти породы показывают слабый рост скорости, в среднем – 7-10%, и достигает величины 6,12-6,22 км/с (табл. 1)). Коэффициент анизотропной скорости в атмосферных условиях для этих пород составляет 5,07% и уменьшается с повышением давления до 1,63% (табл.2).

Аргиллиты. Наименьшее значение скорости продольных волн среди осадочных пород характерно для образцов мезозой-маастрихтских аргиллитов (обр. 0718) при высоких давлениях. (Эти породы состоят из тонкодисперсного глинистого вещества, поэтому имеют высокую пористость. Такие сильно пористые (пористость более 17%) породы характеризуются почти линейным повышением скорости с давлением после 0,1 ГПа. При этом скорость возрастает на 40-60% при 0,1-0,2 ГПа по сравнению со значением её при атмосферном давлении). Скорость продольных волн в аргиллитах при нормальных условиях изменяется от 3,32 до 3,69 км/с, а плотность 2,44 г/см³. При высоком давлении 0,9 ГПа скорость продольных волн достигает 380-390 км/с (табл.1). При атмосферном давлении коэффициент анизотропии скорости продольных волн для аргиллитов составляет 11,14%, с увеличением давления анизотропия скорости у них уменьшается до 2,36% (табл. 2).

Мергели. Мезозой-маастрихтский структурный этаж также представлен мергелями (обр. 0720, 0721). В этих породах под микроскопом отмечаются микропоры и трещины, заполненные свежим кальцитом (вокруг пор происходит отложение рудных минералов впоследствии разложенных и измененных). Порода представлена редкими остатками микрофауны. (Плотность исследованных образцов мергелей в атмосферных условиях колеблется в пределах 2,49-2,54 г/см³. Для них средние значения скоростей продольных волн составляют: 4,20-4,70 км/с при атмосферном давлении и 4,80-5,40 км/с - при 0,9 ГПа

(табл.1)). Как показали исследования, мергели характеризуются более резким возрастанием скорости упругих волн при давлениях до 0,1 ГПа. (После 0,1 ГПа эти породы характеризуются близким к линейному повышением скорости с давлением. Это объясняется наличием объемных пор (пористость 9-12%), которые не закрываются при давлениях до 0,1-0,2 ГПа. В связи с этим эти породы имеют довольно значительный коэффициент анизотропии скорости продольных волн от 14,70 до 22,24% при атмосферных условиях, уменьшающийся с увеличением давления до 2,53-7,14 при 0,9 ГПа (табл. 2)).

Доломиты. Мезозойские доломиты (обр. 7242, 7239) - крупнозернистые породы, сложены зернами доломита в основном неправильной формы. В этих породах между кристаллами доломита расположена криптокристаллическая кальцитовая масса. Все доломиты имеют значительную пористость – от 4 до 8%, поэтому скорость продольных волн в них невысокая – 2,75 – 3,65 км/с при атмосферном давлении. С повышением давления скорости продольных волн резко возрастают (и при 0,5 ГПа составляют 4,90-5,80 км/с (табл. 1). Мезозойские доломиты при нормальных условиях характеризуются плотностями 2,63-2,70 г/см³). Анизотропия скорости продольных волн в доломитах небольшая, порода практически является изотропной (табл. 2). Но в доломитах наблюдалось аномальное изменение коэффициента анизотропии скорости: вначале наибольшей была скорость в направлении плоскости пласта, а затем, при давлении 0,3 ГПа, наибольшей стала скорость в направлении, перпендикулярном пласту. Предполагается [Силаева, Баяк, 1969], что это связано с беспокойной тектонической обстановкой в пласте, с неравномерностью напряжений (таблица 1).

Таким образом, в большинстве испытанных осадочных пород наблюдалась анизотропия скорости упругих волн. При этом она сохранялась при высоких давлениях: при давлении 0,3-0,5 ГПа, что соответствует глубине 10-16 км, различие скоростей составляет 3-8%, а для 5 пород из 17 изученных – даже 10-11,5%.

Определение анизотропии по данным ВСП в глубокой скважине

В сейсморазведке данные об анизотропии скоростей используются при построении скоростной модели среды, миграции и инверсии сейсмических записей, геосейсмическом моделировании и т. п. Результаты обработки и интерпретации данных сейсмоки с учетом анизотропных свойств среды свидетельствуют о высокой эффективности применения этого параметра [Thomsen, 2002]. В данной работе анизотропия в реальной среде исследовалась по данным ВСП, проведенного на одной из глубоких скважин, расположенной в азербайджанском секторе Каспийского моря в работах [Агаев, 2005,206].

При работах ВСП применялась система наблюдения по методике «Walkaway». Пункты взрыва (ПВ) располагались с шагом 30 м на взаимно перпендикулярных 2-х пересекающихся профилях длиной каждого примерно 20 км, по 10 км слева и справа от скважины (рис. 3). Все наблюдения проводились в пунктах приема (ПП) в скважине на глубине 4900-4840 м, на базе приема 60 м с 5–точечным 3–компонентным зондом ВСП. Анизотропия рассчитывалась

для пласта, залегающего на вышеуказанной глубине, с углом наклона примерно 18° . Пласт состоит, в основном, из переслаивания глинистых, алевроитовых и песчанистых слоев. На указанных глубинах давление и температура составляют примерно 0.05-0.06 ГПа и $90^{\circ} - 100^{\circ}$ градусов.

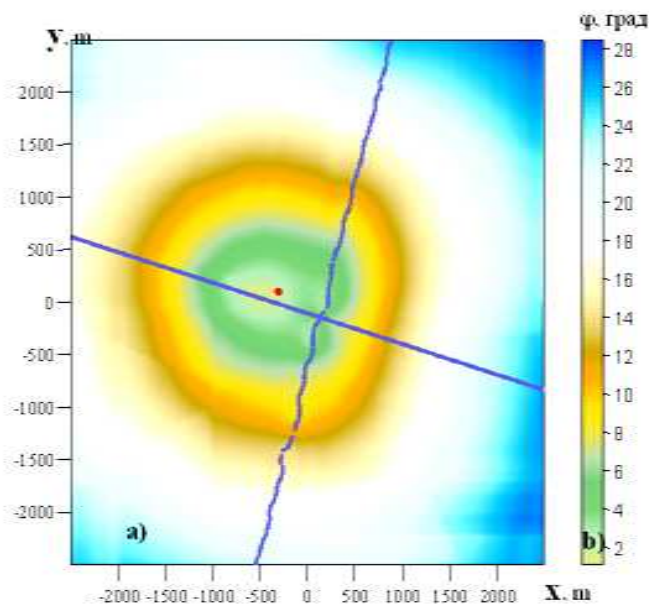


Рис. 3. Карта углов подхода P_0 волны (а), шкала значений углов (б).
 • местоположение скважины
 — линии профилей ПВ.

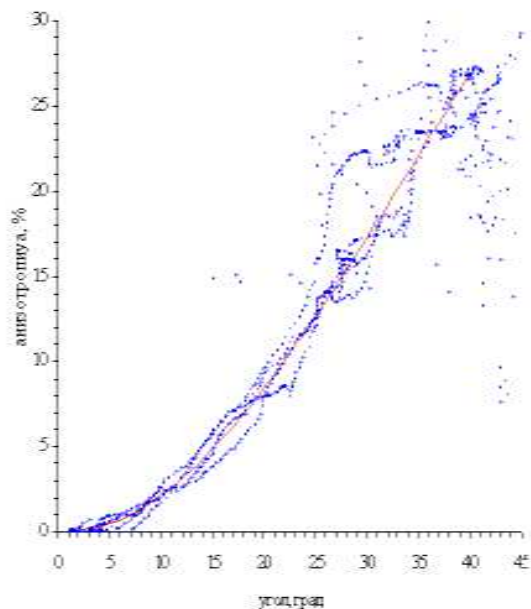


Рис. 4. Анизотропия интервальных скоростей

Известно, что существуют различные способы определения анизотропии, в том числе по годографам отраженных волн. (Однако в данном исследовании использовалась первая продольная волна (P_0), которая характеризуется более высокими соотношениями сигнал/шум, сигнал/помеха и более широким частотным спектром, чем отраженные волны). Для ослабления регулярных волн помех и шумов, интерферирующих с P_0 волной, проведено суммирование ориентированных по P_0 волне сейсмических записей каждого возбуждения по 5-и точкам зонда, в отдельности по компонентам X , Y и Z . Суммирование позволило лучше выделить сигнал P_0 волны и определить более точные значения его параметров поляризации [Агаев, 2006]. Это подтверждается еще тем, что значение линейности поляризации P_0 волны суммированной записи заметно выше, чем в сравнении с одиночными записями. Затем, по несуммированным записям определялось время первого вступления $t_s(x)$ P_0 волны, а по суммированным записям определялся наблюдаемый угол $\varphi_n(x)$ подхода P_0 волны. При известных значениях времени прохождения P_0 волны через интервал глубин 4900-4840 м, угла подхода P_0 волны в этом пласте рассчитывалась пластовая скорость по каждому ПВ по следующей формуле [Гальперин, 1982]:

$$V_{nl}(x) = \cos \varphi(x) \cdot \Delta h / \Delta t(x), \quad (1)$$

где: $\Delta t(x)$ - разность времен прихода P_0 волны на кровле и на подошве пласта;

Δh - толщина пласта, равная 60 м; $\varphi(x)$ - угол подхода P_0 волны в пласте.

Использование данных «Walkaway VSP» позволило рассчитать пластовую скорость при широком диапазоне углов и направлений P_0 волны, проходящей через вышеуказанный пласт. Изменение значений V_{nl} в зависимости от φ было принято признаком наличия анизотропии скоростей. Анализ результатов расчета показывает, что по мере удаления (x) ПВ от исследуемой скважины, $\varphi(x)$ увеличивается (рис. 3), а азимут направления подхода P_0 волны, в основном, совпадает с направлениями профилей ПВ.

Естественно, что $\varphi(x)$ зависит от геометрии системы наблюдений ВСП, геологического строения среды, характера изменения скоростей по площади и по глубине. В таблице $\varphi_n = f(x)$, начиная примерно с $x \geq 2300 \div 2500$ м или углов $\varphi \geq 25^\circ$, происходит резкое увеличение значений $\varphi_n(x)$ и их дисперсии, что представляется нереальным. Это видно и на графике анизотропии рис. 4. По-видимому, это обусловлено тем, что при $\varphi_n \geq 25^\circ$ происходит сильное увеличение интенсивности проходящих ($PS \downarrow$) и отраженных ($PS \uparrow$) обменных волн [Гальперин, 1982], в основном, на записях X и Y компонент, и изменение интенсивности отраженных продольных волн на Z компоненте. В результате интерференции волн различной поляризации интенсивности происходит увеличение амплитуды записей, в основном, на X и Y компонентах. Кроме этого, по мере увеличения x уменьшается различие кажущихся скоростей P_0 волны и помех [Гальперин, 1982], тем самым, при трехкомпонентном суммировании уменьшается эффективность выделения сигнала P_0 волны. Указанные факторы приводят к определению более высокого значения $\varphi(x)$, не соответствующего истинному направлению P_0 волны. Об интерференционном характере сигнала P_0 волны на удалениях ПВ более 2500-3000 м также свидетельствует резкое увеличение нелинейности поляризации волны. Поэтому при анализе анизотропии использовались данные удалений, не превышающих более 2500 м.

На основании параметров примененной системы наблюдения рассчитывался синтетический угол $\varphi_c(x)$ прихода P_0 волны от ПВ к ПП без учета преломления сейсмических лучей по слоям среды. Сопоставление $\varphi(x)$ со значениями $\varphi_c(x)$ для различных удалений ПВ и ПП показывает, что по мере увеличения x увеличивается разность этих углов, что и следовало ожидать. Например, при удалении 2500 м $\varphi(x)$ больше $\varphi_c(x)$ в среднем на 6° . Отмеченное различие углов, в основном, обусловлено влиянием слоистости среды, т.е. квазианизотропией [Ризниченко, 1985].

График изменения анизотропии в зависимости от φ_n приведен на рис. 4, где при $\varphi_n = 25^0$ различие скоростей в вертикальном и в направлении распространения P_0 волны составляет примерно 12%.

Представляло определенный интерес сопоставление значений анизотропии, полученных в лабораторных условиях по керновым данным и с вышеуказанными результатами по ВСП. Для этого данные лабораторного анализа анизотропных свойств аналогичных пород, залегающих в условиях, подобных исследуемому интервалу в скважине, были аппроксимированы с коэффициентом корреляции 0.97 с прямой линией, уравнение которого указывается ниже:

$$V_{p1} = 500.57 + 0.9476 V_{p2}, \quad (2)$$

где: V_{p1} и V_{p2} - скорости, соответственно, в горизонтальном и вертикальном направлениях.

Затем, по этой скважине интервальные скорости по данным АК для глубин 4900-4840м были пересчитаны по указанной формуле (2) в $V_{ин}^{cop}$. Оказалось, что осредненное по пласту значение v_{p1} примерно на 7% больше, чем v_{p2} . Это является прогнозируемым значением анизотропии. По данным же ВСП, различие скоростей в направлениях вертикальном и под углом 25^0 составляет 12%. Более повышенное значение анизотропии по данным ВСП, по видимому, можно объяснить только недостаточным подавлением волн-помех, интерферирующих с P_0 волной. Следует отметить, что по этим же материалам ВСП значение анизотропии по годографам отраженных продольных волн, определенное ранее, составляло примерно 8%.

Полученные результаты указывают на наличие по исследуемой среде анизотропии сейсмических скоростей по продольным волнам. Приведенный пример показывает возможность определения анизотропии сейсмических скоростей по данным ВСП с использованием кинематических и поляризационных параметров P_0 волны.

Для практических целей отмеченные свойства могут служить прогностическим признаком наличия коллекторов. В условиях земной коры повышенная упругая анизотропия при пониженных величинах скорости, не типичных для конкретных пород, должна служить критерием возникновения разуплотненной зоны. Это необходимо учитывать при планировании сейсморазведочных работ на нефть и газ.

3. Выводы

Таким образом, совместные исследования лабораторных и реальных данных по изучению анизотропии позволяют более достоверно определить анизотропные свойства осадочных пород. В результате измерений анизотропии скоростей распространения упругих волн в осадочных породах при лабораторных условиях и во внутренних точках реальной среды видим, что наличие анизотропии в пределах примерно 8-12%. При этом очень важным

является то, что величина и характер изменения анизотропии при изменении давления зависят от величины и направления проницаемости пород. А это позволит по параметрам анизотропии определить направление и величину проницаемости пород по данным сейсморазведки.

Литература.

1. Агаев Х.Б. Опыт определения анизотропии во внутренних точках среды // Геофизические Новости в Азербайджане, 2005, №1, с.14-18
2. Агаев Х.Б. Многоволновая модификация методов обработки и интерпретации материалов вертикального сейсмического профилирования. Автореферат кандидатской диссертации. Баку: ИГ НАНА, 2006.- 23с.
3. Баяк Е.И., Воларович М.П., Левитова Ф.М. Упругая анизотропия горных пород при высоких давлениях. М.: Наука, 1982.- 170с.
4. Валорович М.П., Баяк Е.И., Левыкин А.И., Томошевская И.С. Физико-механические свойства горных пород и минералов при высоких давлениях и температурах. М.: Наука, 1974.- 223с.
5. Гальперин Е.И. Вертикальное сейсмическое профилирование. 2-е изд., доп. и перераб. М.: Недра, 1982.- 344с.
6. Киреевкова С.М., Сафаров И.Б. Одновременное определение скоростей продольных и поперечных волн в горных породах при высоких давлениях // Изв. АН СССР. Физика Земли, 1979, №12, с.93-98.
7. Ризниченко Ю.В. Сейсморазведка слоистых сред. – Москва: Недра 1985.- 184 с.
8. Сафаров И.Б. Анизотропия упругих свойств горных пород при высоких термодинамических условиях и петрофизические модели литосферы. Автореферат докторской диссертации. Баку: ИГНАНА, 2003.- 47с.
9. Сафаров И.Б., Киреевкова С.М. Устройство для определения упругих характеристик материалов. А.с.1280518 СССР. Заявлено 02.04.85. Опубл. 30.12.86, БИ, №48.
10. Силаева О.И., Баяк Е.И. Изменение анизотропии скорости в горной породе при гидростатическом давлении// Изв. АН СССР. Физика Земли, 1969, №8, с. 21-63.
11. Thomsen L. Understanding Seismic Anisotropy in Exploration and Explotation the SEG/EAGE Distinguished Instructor Short Course #5 Lecture Notes, 240pp, Soc. Expl. Geoph., Tulsa, 2002.
12. Winterstein D.F., and Paulsson B.N.P. Velocity anisotropy in shale determined from crosshole seismic and vertical seismic profile data. Geophysics, 1990, 55, p.470-479.

UDC 550.831

I. Saffarov, H. Agaev, K. Shakhmardanoff

HOW TO INVESTIGATE ELASTIC ANISOTROPY OF SEDIMENTARY ROCKS IN LABORATORY AND REAL CIRCUMFERENCE

SUMMARY: The work deals with the results of sedimentary rock testings at about 0,9 ГПа voltages in a cylinder-piston-type system and also data of Vertical Sismic Profiling (VSP) in a deep wellhole. Determining the longitudinal wave speed and anisotropy coefficient both in laboratory and real circumference. It has been stated that in most sedimentary rocks already tested the elastic wave speed anisotropy was observed. The reason for it is its presence in permeable samples. The results showed that presence of anisotropy is within the limits of about 8-12%. For practical purposes the mentioned properties could serve as forecasting signs for collector presence.

KEY WORDS: anisotropy; seismic survey; vertical seismic profiling; compressional waves; shear waves; thermobaric condition.

1. Introduction

For the purpose to determine with more accuracy the geological structure and composition of the environment has been widely investigated and sedimentary rock collector properties in seismic survey of anisotropy of seismic speeds. For proper understanding of the reason for seismic anisotropy formation it is necessary to study sedimentary rock anisotropy both in laboratory and real conditions as well [Saffaroff, 2003; Agaev, 2005].

In the present article some results of longitudinal waves elastic anisotropy of speeds study are given according to sedimentary rocks, the data of measurements in laboratory, in solidphase installation of high voltage of cylinder-piston type (Valarovich and others, 1974; Saffaroff, Kireenkova, 1979, 1986) and also in the environmental interal points according to data of Vertical Seismic Profiling (VSP) (Galperin, 1982; Winterson, Paulsson, 1990) in a deep wellhole (Agaev, 2006).

2. The Body

Determination of Anisotropy according to laboratory measurement data

Little attention is payed so far to investigation of elastic wave speed anisotropy according to sedimentary rocks in high thermobarite conditions and there are no data on this very important property in scientific works. Though in cases when measurements had been carried out in different directions and samples the speed anisotropy in sedimentary rocks had been revealed nearly without fail (Bajuk and group., 1982; Silaeva and group., 1969; Saffaroff, 2003). In the laboratory conditions meanings of speed anisotropy of longitudinal waves in sedimentary rocks are determined in samples selected both from wellholes and natural rock exposure. It is amitted to regard comparison of laboratory results with seismic data only in case of structural defect liquidation under pressure. Longitudinal wave speeds had been studied up in horizontal (V_{p1} km/sp) and vertical (V_{p2} km/sp) directions and anisotropy coefficient according to speed relationships V_{p1} k V_{p2} in %.

Speeds of longitudinal waves (V_p km/sp) at various pressures P (ГПа) and density ρ_0 (г/см^3) in sedimentary rocks.

In table 2 poor results are given known so far.

Sedimentary rocks turned out to be rather various and they are distinguished by both basic mass mineral consistence and cement substance as well according to their elastic properties. These rocks are characterised by high (about 120-140%) elastic wave speed change with pressure rise.

Sandstones. Lower jurassic smallgrain standstones consist of debris and cement containing quarts, cerpentised clayey material, carbon, plagioclase.

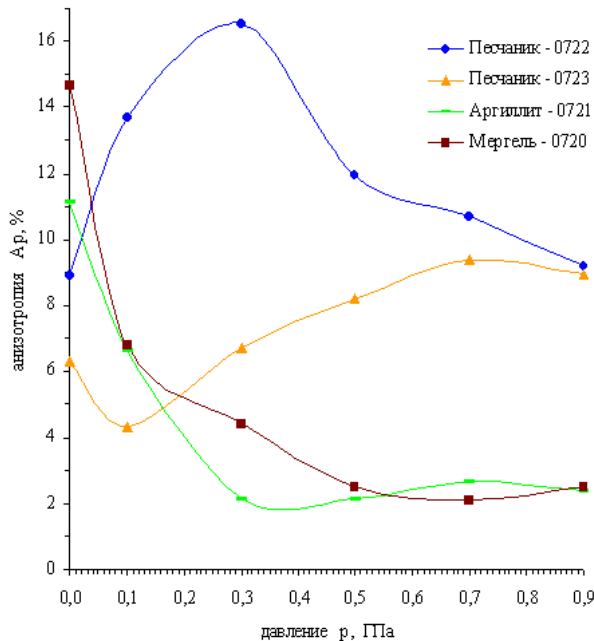


Рис. 1. Анизотропия скоростей продольных волн при различных давлениях.

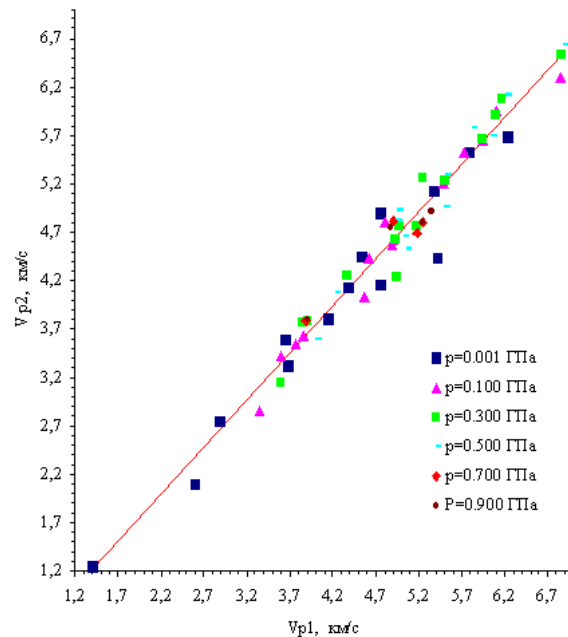


Рис. 2. Скорости продольных волн горизонтальном и вертикальном направлениях при различных давлениях.

In these rocks the coefficient change of anisotropy is complicated when the pressure rises (pic. 1). In sandstones (sample 0722) anisotropy increases by 16,51% when the ressure rises up to 0,3 Гпа. At further rise of pressure up to 0,9 Гпа the meaning of anisotropy is the same as that of atmospheric pressure. In another sandstone (sample 0723) it happens vice-versa.

Calcareous sandstones (from tertiary deposits) are small and fine-grained, consist (40-50%) of debris-quarts, felspar calcite, clayee substance. They are characterized by longitudinal wave of rather low speed (1,25-2,59 km/sp) in atmospheric conditions and pressure rise (up to 200%). For mesozoic calcareous sandstones longitudinal wave speed (4,0-4,20) is characteristic in atmospheric conditions and speed slight growth with pressure risk (up to 15-25 %).

Longitudinal wave speed for these rocks with pressure rise up to 0,5 Гпа is from 4,0 up to 4,20 km/h (pic.2).

Sandstone quartzitis consist of debris and cement, containing quarts (about 80 %), chlorite, muscovite also ore mineral and epidote. Theyhave quite high long wave speed.

Argillities, masozoic-masstrikh are characterized by the lowest longitudinal wave speed out of sedimentary rocks at high pressures. They consist of fine dispersive clayee substance, hence they are high porous and are characterizred by linear speed growth with pressure over 0,1 Гпа.

Marls. In these rocks micropores and cracks are observed under the microscope filled with fresh calcitis. Around the pores the ore minerals deposit which decompose and vary later on. These rocks have quite considerable speed anisotropy coefficient of longitudinal waves in the atmospheric conditions, they reduce with pressure growth up to 2,53-7,14 at 0,9 ГПа (fig. 2).

Dolomits are coarse grained rocks formed by dolomite grains basically of irregular form. With pressure rise the longitudinal wave speed grows. The longitudinal anisotropy speed is not high in dolomites. The rock is isotropic (fig. 2).

Determination of anisotropy according to BCI in a deep wellhole

The results of seismic data development and interpretation considering anisotropic properties of the environment testifies to the high effectiveness of application of this parameter (Thomson. 2002). In the present work Anisotropy had been investigated in the real environment according to BCI carried out in one of the deep wellholes situated in the Aserbajianian section of the Kaspian sea (Agaev, 2005, 2006).

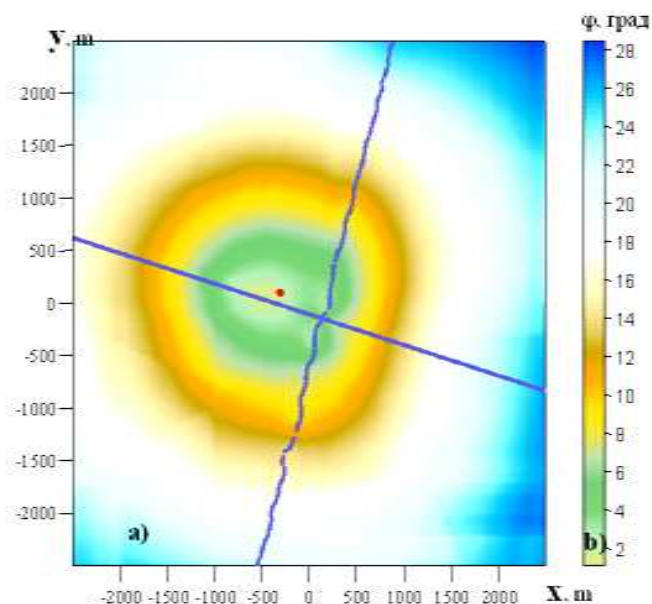


Рис. 3. Карта углов подхода P_0 волны (а), шкала значений углов (б).
 • местоположение скважины
 — линии профилей ПВ.

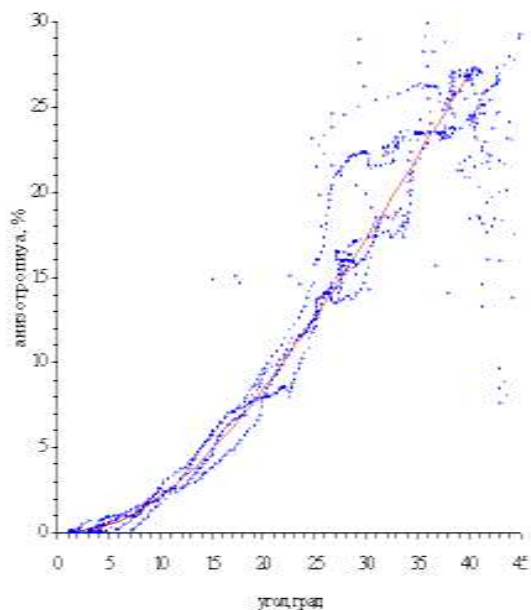


Рис. 4. Анизотропия интервальных скоростей

Anisotropy was rated at seam deposited in the mentioned depth with angle slope about 18° .

It is known that there exist various ways of determination of anisotropy, among them one according to reflected wave locus. Application of “Walkaway VSP” data allowed to calculate seam speed at the angles wide range and P_0 of the wave passing through mentioned seam. Changing the meanings of V_s depending on φ was accepted as the sign of anisotropy speed presence. The results of the analyses show that the more ПВ moves from the wellhole under investigation the more $\varphi(x)$

increases (fig.3), and the azimuth of P_0 wave Approach coincides with directions of PIB profiles. Graph of anisotropy change depending on φ_H is given in fig 4 where when $\varphi_H = 25^\circ$ the speed difference in both vertical and P_0 wave propagation direction makes about 12%.

Especially interesting is comparison of anisotropy meanings obtained in laboratory conditions according to core data with mentioned results according to BCII. For that the anisotropy properties laboratory analysis data of the analogous rocks had been approximated to the correlation coefficient 0,97 with direct line

$$V_{p1} = 500.57 + 0.9476 V_{p2} \quad (2)$$

For practical purposes the mentioned properties could serve as prognostic signs for collector presence. In the conditions of the earth crust increased elastic anisotropy at lower speed, that is not typical for certain rocks they should serve as the criterium for failed zone appearance. It is necessary to consider it in seismic prospecting works planning for oil and gas.

3. Conclusion

Thus cooperative investigation of laboratory and real data in studying anisotropy allows to determine anisotropic properties of sedimentary rocks.

References

1. H.B. Agaev. Test for determination of anisotropy in the inside points of the environment. Geophysical News, #1, p.p.14-18, aserbaijan, 2005
2. H.B. Agaev. Polywave modification of methods for Development and Interperation of the candidate thesis. p.p. 23. ИГ НАНА, Баку, 2006.
3. E.I. Bajuk. M. P. Volarovich, F.M. Levitova. Elastic anisotropy of rocks at high pressures. Nauka, p. p. 170, Moscow, 1982.
4. M.P. Volovich, T.I. Bajuk, A.I.Levikin, I.S. Tomoshevskaya. Physical-Mechanical properties of rocks and minerals at high pressures and temperatures. Nauka, p.p.223, Moskow 1974.
5. E. I. Galperin, Vertical Seismic Profiling. Secored edition; suppl. and revised, Nedra p.p 344, Moscow, 1982.
6. S.M. Kirienkova, I. B. Safferoff. Determination of longitudinal and Cross Waves in rocks at high pressures. Academy of Srenca , USSR, Physics of Earth, #12, p.p. 93-98, 1979.
7. I.B. Risnichenko. Seismic Prespecting of schistore environment. I.B. Nedra, p.p. 184. Mosvow, 1985
8. Safferoff. Anisotropy of rock elastic properties at high thermodynamic conditions and petrophysical models of lithosphere. Autoabstract of Doctoral Thesic p.p.47 Baku. ИГНАНА, 2003.

9. I.B. Saffaroff, S. M. Kireenkova. Apparatus for determination of elastic properties of materials. #48. Би, 1986.
10. O.I. Silaeva, E.I. Bajuk. Change of anisotropy speed in rocks at hydrostatic pressure. As USSR, Physics of Earth, #8, p.p. 21-63, 1969.
11. L. Thomson. Understanding of seismic Anisotropy in Exploration and Exploitation of the SEG/EAGE Distinguished Instructor Short Course #S Lecture Notes, p.p. 240, Soc. Expl. Geoph, Tulsa, 2002
12. Winterstein D.F., and Paulsson B.N.P. Velocity Anisotropy in shale determined from crosshole seismic and vertical seismic profile data. Geophysics, p.p. 470-479, 55.1990.

УДК 622.24

Г.Н. Байрамов

ВЫНУЖДЕННЫЕ КОЛЕБАНИЯ КРУГЛОЙ ПЛАСТИНКИ, ОПЕРТОЙ В ТРЕХ ТОЧКАХ, В ФИЗИЧЕСКИ НЕЛИНЕЙНОЙ ПОСТАНОВКЕ ОТ ГАРМОНИЧЕСКИ МЕНЯЮЩЕЙСЯ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ НАГРУЗКИ

Представлена заведующим кафедрой строительной механики Азербайджанского архитектурного и строительного университета, д.т.н., проф. А. М. Исаев

РЕФЕРАТ: В рассматриваемой задаче исследуются вынужденные колебания круглой пластинки, опертой в трёх точках по контуру, в физической нелинейной постановке. Поставленная задача решается с помощью принципа Гамильтона, при этом физическая нелинейность принимается в виде уравнения Генки. Построены резонансная кривая и эпюры напряжений.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: круглая пластинка; колебание; контур; нелинейный; принцип Гамильтона; эпюра.



Байрамов Г.Н.

Рассмотрим изгибные вынужденные колебания круглой пластинки, опертой по контуру в трех точках, в физической нелинейной постановке (рис. 1). Физическая нелинейность принимается в виде, предложенном Каудерером [1].

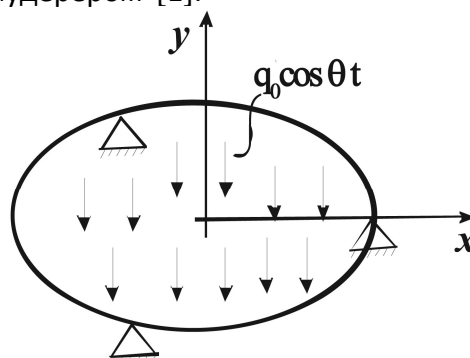


Рис.1

Поставленная задача решается с помощью принципа Гамильтона

$$F = \int_{t_1}^{t_2} (P - A - K) dt.$$

Здесь P и K - соответственно потенциальная и кинетическая энергия круглой пластинки; A - работа внешней нагрузки.

Поскольку прогиб пластинки мал, будем использовать метод Фурье:

$$W(r, \varphi, t) = P(r, \varphi) \cdot q(t) \quad (2)$$

Здесь $p(r, \varphi)$ – функция, зависящая от координат; $q(t)$ – обобщенная функция.

После ряда математических преобразований, получим:

$$\begin{cases} P = a q^2(t) + b q^4(t) \\ K = c [q'(t)]^2; A = d q(t), \end{cases} \quad (3)$$

где коэффициенты a , c и d зависят только от координат r и φ .

Таким образом, подставив (3) в принцип Гамильтона (1), при этом, в качестве интервала времени для интегрирования возьмем период этих колебаний, делящийся от $t_1=0$ до $t_2 = \frac{2\pi}{\omega}$, и перейдем к безразмерным переменным $\tau = \omega t$. Получим:

$$F = \frac{1}{\omega} \int_0^{2\pi} \{a q^2(\tau) + b q^4(\tau) - c \omega^2 [q'(\tau)]^2 - d q(\tau) \cos \eta \tau\} d\tau, \quad (4)$$

где ω - круговая частота собственного колебания круглой пластинки, $\eta = \frac{\theta}{\omega}$, θ - частота внешней нагрузки.

Дифференциальное уравнение Эйлера, которое придает интегралу (4) стационарное значение, будет иметь вид

$$\omega^2 q''(\tau) + \frac{a}{c} q(\tau) \left[1 + 2 \frac{b}{a} q^2(\tau) \right] = \frac{d}{2c} \cos \eta \tau. \quad (5)$$

Перейдя к новым переменным $\omega = \omega_0 = \sqrt{\frac{a}{c}}$ и $q(\tau) = \frac{d}{2\omega^2 c} x(\tau)$, где ω_0 - круговая частота пластинки в линейной постановке, получим:

$$x'' + x(1 + e x^2) = \cos n \eta \tau, \quad (6)$$

где $e = \frac{bd^2}{2a^3}$ - безразмерный параметр.

Решение нелинейного дифференциального уравнения Дуффинга (6) будем искать в виде

$$x(\tau) = \sum_{n=1,3,5}^{\infty} X_n \cos n \eta \tau. \quad (7)$$

Здесь X_n - безразмерная гармоническая и супергармоническая амплитуда колебания.

Подставив (7) в (6), сравнивая коэффициенты одинаковых $\cos n \eta \tau$ и предполагая, что $|X_n| > |X_{n+1}|$, сохранив при этом первые три члена в (7), получим:

$$\begin{cases} (1 - \eta^2)X_1 + e \left(\frac{3}{4} X_1^3 + \frac{3}{2} X_1 X_3 X_5 + \frac{3}{4} X_1^2 X_3 + \frac{3}{2} X_1 X_3^2 + \frac{3}{4} X_3^2 X_5 + \frac{3}{2} X_1 X_5^2 \right) = 1, \\ (1 - 9\eta^2)X_3 + e \left(\frac{1}{4} X_1^3 + \frac{3}{4} X_3^3 + \frac{3}{2} X_1 X_3 X_5 + \frac{3}{2} X_1^2 X_5 + \frac{3}{2} X_3 X_5^2 + \frac{3}{4} X_1 X_5^2 \right) = 0, \\ (1 - 25\eta^2)X_5 + e \left(\frac{3}{4} X_3^3 + \frac{3}{4} X_1^2 X_3 + \frac{3}{4} X_1 X_3^2 + \frac{3}{2} X_3^2 X_5 + \frac{3}{2} X_1^2 X_5 \right) = 0. \end{cases} \quad (8)$$

Решение нелинейных алгебраических уравнений (8) будем искать по методу Зейделя. При этом для первого приближения получим:

$$\begin{cases} (1 - \eta^2)X_1 + \frac{3}{4}eX_1^3 = 1, \\ X_3 = \frac{eX_1^3}{9\eta^2 - 1}, \\ X_5 = \frac{3eX_1X_3(X_1 + X_3)}{25\eta^2 - 1}. \end{cases} \quad (9)$$

Таким образом, учитывая формулу (7) в (2), получим формулу для определения прогибов пластинки в виде

$$W(r, \varphi, \tau) = \frac{d}{2\omega^2 c} p(r, \varphi) \sum_{n=1,3,5}^{\infty} X_n \cos n \tau. \quad (10)$$

Далее, по известным формулам определяются компоненты напряжений [1].

Отметим, что задача решается приближенно, т.е. задается координатная функция $p(r, \varphi)$, удовлетворяющая условию опирания, а затем определяется обобщенная функция $g(\tau)$. Прогиб пластинки, опертой в трех точках, примем в виде [2]

$$p(\rho, \varphi) = \alpha_0 - \alpha \rho^2 + \rho^4 - \sum_{m=3}^{\infty} (a_m - b_m \rho^2) \rho^m \cos m \varphi. \quad (11)$$

Здесь $\rho = \frac{r}{R}$, R - радиус круглой пластинки,

$$\alpha_0 = \frac{5 + \nu_0}{1 + \nu_0} + Cm; \quad C_m = \frac{32}{3 + \nu_0} \sum_{m=k}^{\infty} \left[\frac{1}{m(m-1)} + \frac{2(1 + \nu_0)}{(1 - \nu_0)(m-1)m^2} - \frac{1}{m(m+1)} \right];$$

$$a_m = \frac{1}{m(m-1)} + \frac{2(1 + \nu_0)}{(1 - \nu_0)(m-1)m^2}; \quad b_m = \frac{1}{m(m+1)}.$$

Для численного анализа предполагаем, что круглая пластинка изготовлена из алюминиевой бронзы, при этом примем:

$$a_3 = 3.766; \quad b_3 = 0.798; \quad a_6 = 0.536; \quad b_6 = 0.228; \quad \frac{P}{h} = 50;$$

$$q_0 = 10 \text{ KPa}; \quad a = 327,728 \frac{\pi D}{2R^2}; \quad b = -0,4905 * 10^{10} \frac{\pi D h^2}{2R^6}.$$

Здесь D – цилиндрическая жесткость при изгибе, h – толщина пластинки, ν_0 – коэффициент Пуассона, q_0 – амплитуда внешней нагрузки.

В этом случае получим, что $e = -0,031$. При этом с помощью формулы (9) построены резонансные кривые (рис.2).

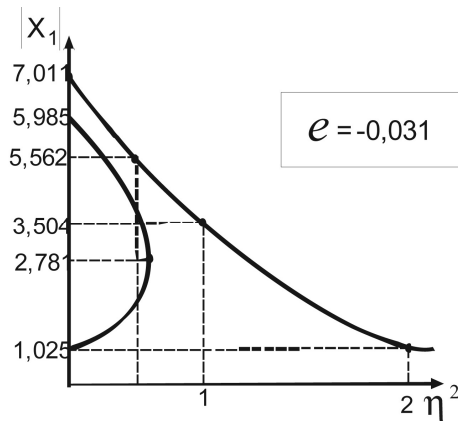


Рис. 2.

Далее, при $\eta^2 = 1$ для сечения $\varphi = 0$ и $\varphi = \frac{\pi}{3}$ определены компоненты напряжений и построены их эпюры (рис. 3, рис. 4).

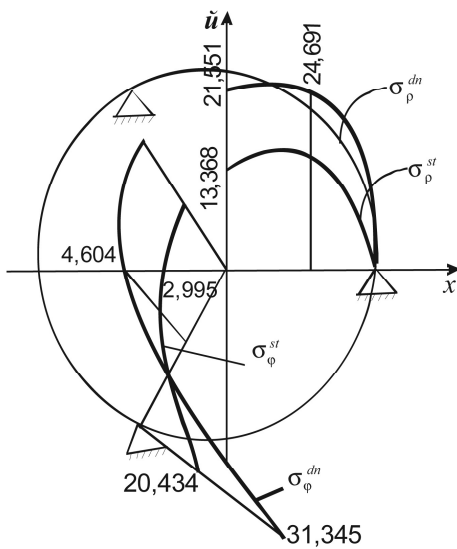


Рис. 3.

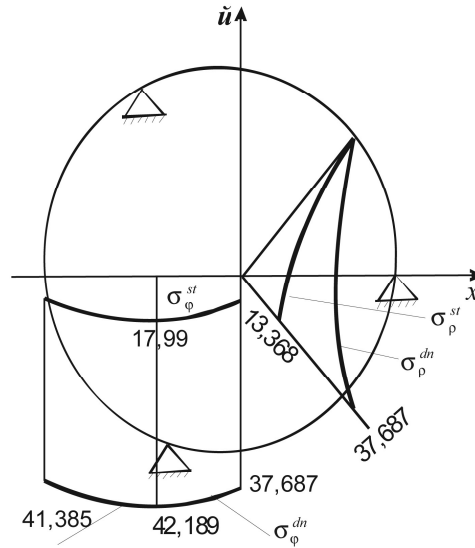


Рис. 4.

Все оценки построенных эпюр необходимо умножить на $\frac{Gh}{1-\nu_0} \cdot \frac{q_0 R^2}{64D}$.

ЛИТЕРАТУРА

1. Каудерер Г. Нелинейная механика. Москва: ИЛ, 1961.- 778с.
2. Тимошенко С.П.и Войновский-Кригер С. Пластинки и оболочки. М., 1966. - 636с.

ROUND PLATE FORCED OSCILLATIONS RESTING ON THREE POINTS OF PHYSICALLY NONLINEAR POSITION FROM DISTRIBUTED LOAD HARMONICAL CHANGE

SUMMARY: The problem under consideration deals with investigation of forced oscillations of round plate resting on three points around the circuit in a physically nonlinear position. The problem under consideration is solved by help of Hamilton principle. With it the physical nonlinearity is obtained in a form of Genk equation. The resonance curve and stress epures are built at the same time.

KEY WORDS: forced oscillation; round plate; curve; circuit; linear; Hamilton principle.

Let's consider round plate forced bending oscillations resting in three points around the circuit in physically non-linear position (fig. 1). Physical non-linearity is admitted in a form offered by Kauderer (1)

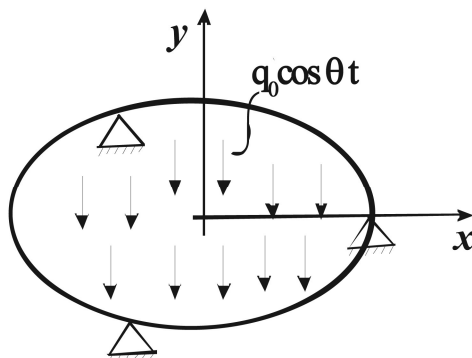


fig. 1

The problem under discussion is solved by means of Hamilton principle

$$F = \int_{t_1}^{t_2} (P - A - K) dt$$

Here P and K are round plate potential and kinetic energies, accordingly, A - work of external load.

Since the plate bending is small the Fourier method is applied

$$W(r, \varphi, t) = P(r, \varphi) \cdot q(t) \tag{2}$$

Here $P(r, \varphi)$ - function depended on coordinates, $q(t)$ - generalized function.

After a number of mathematic transformations, we have:

$$\begin{cases} P = a q^2(t) + b q^4(t) \\ K = c [q'(t)]^2; A = d q(t) \end{cases} \tag{3}$$

Where coefficients a , c and d depend on only coordinates r and φ .

Thus substituting (3) in Hamilton principle (1) taking these oscillations period as time interval for integration dividing from $t_1 = 0$ up to $t_2 = \frac{2\pi}{\omega}$ and going to nondimensional variable $r = \omega t$, we get

$$F = \frac{1}{\omega} \int_0^{2\pi} \{ a q^2(\tau) + b q^4(\tau) - c \omega^2 [q'(\tau)]^2 - d q(\tau) \cos \eta \tau \} d\tau \quad (4)$$

Where ω - angular frequency of round plate oscillation $\eta = \frac{\theta}{\omega}$, θ -frequency of external load.

Eiller differential equation that gives integral (4) steady state value will be:

$$\omega^2 q''(\tau) + \frac{a}{c} q(\tau) \left[1 + 2 \frac{b}{a} q^2(\tau) \right] = \frac{d}{2c} \cos \eta \tau \quad (5)$$

Going to new variable $\omega = \omega_o = \sqrt{\frac{a}{c}}$ and $q(\tau) = \frac{d}{2\omega^2 c} x(\tau)$, where ω_o - plate circuit frequency in linear position, we get:

$$x'' + x (1 + e x^2) = \cos n \eta \tau \quad (6)$$

Where $e = \frac{bd^2}{2a^3}$ - nondimensional parameter.

Solution of non-linear Daffing differential equation (6) should be sought in

$$x(\tau) = \sum_{n=1.3.5}^{\infty} X_n \cos n \eta \tau \quad (7)$$

Here X_n -nondimensional harmonic and superharmonic oscillation amplitude.

Putting (7) in (6), comparing coefficients of identical $\cos n \eta \tau$ and supposing that $|X_n| > |X_{n+1}|$, with it keeping first three members in (7), we get:

$$\begin{cases} (1 - \eta^2)X_1 + e \left(\frac{3}{4} X_1^3 + \frac{3}{2} X_1 X_3 X_5 + \frac{3}{4} X_1^2 X_3 + \frac{3}{2} X_1 X_3^2 + \frac{3}{4} X_3^2 X_5 + \frac{3}{2} X_1 X_5^2 \right) = 1 \\ (1 - 9\eta^2)X_3 + e \left(\frac{1}{4} X_1^3 + \frac{3}{4} X_3^3 + \frac{3}{2} X_1 X_3 X_5 + \frac{3}{2} X_1^2 X_5 + \frac{3}{2} X_3 X_5^2 + \frac{3}{4} X_1 X_5^2 \right) = 0 \\ (1 - 25\eta^2)X_5 + e \left(\frac{3}{4} X_3^3 + \frac{3}{4} X_1^2 X_3 + \frac{3}{4} X_1 X_3^2 + \frac{3}{2} X_3^2 X_5 + \frac{3}{2} X_1^2 X_5 \right) = 0 \end{cases} \quad (8)$$

Solution of non-linear algebraic equations (8) will be sought according to Zeidel method. For the first approach we get:

$$\begin{cases} (1 - \eta^2)X_1 + \frac{3}{4}eX_1^3 = 1 \\ X_3 = \frac{eX_1^3}{9\eta^2 - 1} \\ X_5 = \frac{3eX_1X_3(X_1 + X_3)}{25\eta^2 - 1} \end{cases} \quad (9)$$

Thus considering formula (7) in (2), we get formula for determination of plate bendings in a form of

$$W(r, \varphi, \tau) = \frac{d}{2\omega^2 c} p(r, \varphi) \sum_{n=1,3,5}^{\infty} X_n \cos n\eta\tau \quad (10)$$

Then according to the wellknown formulas component stresses (1) are determined.

It should be noted that the problem is solved roughly, i.e. coordinate function $p(r, \varphi)$ is assigned, satisfying the bearing conditions, then generalized function $q(t)$ is determined. The plate bending resting on three points is taken as (2).

$$p(\rho, \varphi) = \alpha_0 - \alpha\rho^2 + \rho^4 - \sum_{m=3}^{\infty} (a_m - b_m\rho^2)\rho^m \cos m\varphi \quad (11)$$

Here $\rho = \frac{r}{R}$, R - radius of round plate.

$$\alpha_0 = \frac{5 + \nu_0}{1 + \nu_0} + Cm; \quad C_m = \frac{32}{3 + \nu_0} \sum_{m=3}^{\infty} \left[\frac{1}{m(m-1)} + \frac{2(1 + \nu_0)}{(1 - \nu_0)(m-1)m^2} - \frac{1}{m(m+1)} \right];$$

$$a_m = \frac{1}{m(m-1)} + \frac{2(1 + \nu_0)}{(1 - \nu_0)(m-1)m^2}; \quad b_m = \frac{1}{m(m+1)}$$

For numerical analysis we admit that the round plate is made of aluminium bronze, so we get:

$$a_3 = 3.766; \quad b_3 = 0.798; \quad a_6 = 0.536; \quad b_6 = 0.228; \quad \frac{R}{h} = 50$$

$$q_0 = 10 \text{ KPa}; \quad a = 327,728 \frac{\pi D}{2R^2}; \quad b = -0,4905 * 10^{10} \frac{\pi D h^2}{2R^6}$$

Here D - cylindrical stiffness when bending, h - plate thickness, ν_0 - Poisson coefficient, q_0 - external load amplitude.

In this case we get that $e = -0,031$. By formula (9) resonance curves have been built (fig. 2).

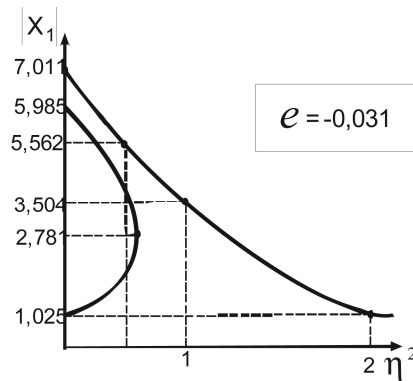


fig.2.

Then when $\eta^2 = 1$ for section $\varphi = 0$ and $\varphi = \frac{\pi}{3}$ stress components are determined and their epures built (fig.3, fig. 4).

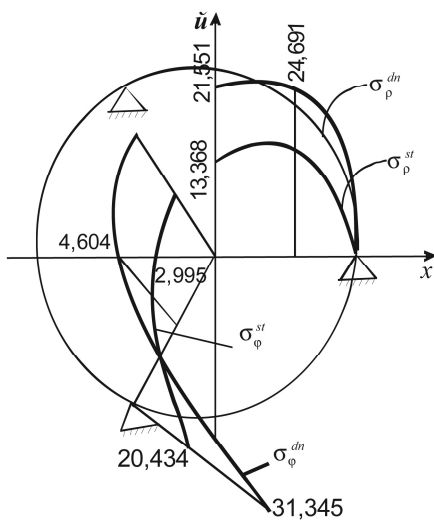


fig. 3.

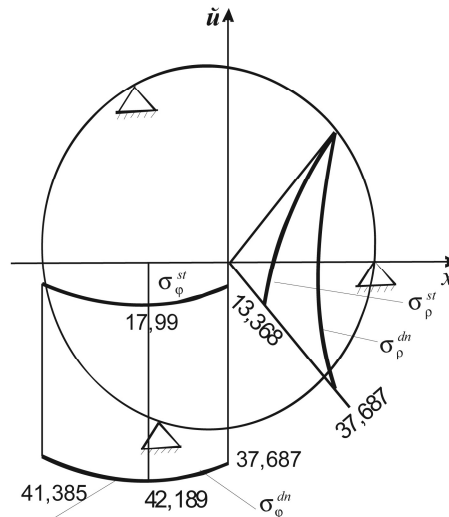


fig. 4.

It is necessary to multiply all estimations of epures built by $\frac{Gh}{1-\nu_0} \cdot \frac{q_0 R^2}{64D}$

References

1. Каудерер Г. «Нелинейная механика». ИИЛ. Москва, 1961,- 778с.
2. С.П.Тимошенко и С. Войновский – Критер. Пластинки и оболочки. М, 1966, - 636с.

უპკ 550.4:551. 781. 5:551 (479.28)

დ. ბაშელეიშვილი; მ. ქუმელაშვილი,
ნ. თევდორაშვილი

გარე კახეთის მოლასური როფის, სამხრეთ სემენტის სტრუქტურული გეგმების ასიმეტრია

წარდგენილია მინერალური რესურსების საერთაშორისო აკადემიის აკადემიკოსის ზ. მგელაძის მიერ

რეზიუმე: გარე კახეთის მოლასური როფის სამხრეთ სემენტის ფარგლებში ეოცენური და, ძირითადად, მეზოზოური ნალექების ზედაპირზე აღინიშნება ანტიკავკასიური მიმართულებების სტრუქტურების არსებობა, სარმატული ნალექების საგებზე კი სტრუქტურების მიმართულება ზოგადკავკასიურია. შედგენილი სტრუქტურული რუკების საფუძველზე დგინდება, რომ აღნიშნული სტრუქტურული ასიმეტრია ამ ერთეულებს შორის დაკავშირებულია, ერთი მხრივ, ძველი კრისტალური სუბსტრატის სტრუქტურული გეგმის გამოვლენასთან შედარებით ახალგაზრდა ნალექებში, მეორე მხრივ, პოსტმეზოზოურ ნალექებში არსებული სუბპორიზონტული მოწყვეტის ზედაპირების – დეტანმენტის არსებობასთან.

საკვანძო სიტყვები: მოლასური როფი, სამხრეთ სემენტი, ანტიკავკასიური მიმართულების სტრუქტურები, დეტანმენტი.

შესავალი



დ. ბაშელეიშვილი,
უფროსი მეცნიერი-
თანამშრომელი

ნავთობგაზიანობის გამოვლენის პროცესის მიმართულების ორიენტირებისათვის დიდი მნიშვნელობა აქვს, მოლასური დეპრესიების სხვადასხვა ტექტონიკურ ეტაპებზე, ფორმირებული ნაოჭების სტრუქტურული გეგმების ურთიერთდამოკიდებულების გარკვევას. აღნიშნული თემა ახალი არ არის, იგი სხვადასხვა სახით და მიდგომით შესწავლილი აქვს მრავალ მკვლევარს [1; 2; 3; 4; 5; 6; 7; 8; 9]. ბოლო ხანებში გარე კახეთის მოლასური დეპრესიის ფარგლებში საკმაო ყურადღება ეთმობა ეოცენური ნალექების ნავთობგაზიანობის საკითხს, რის შედეგადაც სახეზეა, უკვე გახსნილი, სამგორისა და პატარძეულის საბადოები.



მ. ქუმელაშვილი,
„ნავთობის და გაზის საბადოების დამუშავების, ნავთობგაზსადენების და ნავთობგაზსაცავების ექსპლუატაციის“ მიმართულების უფროსი ლაბორანტი

ხანებში გარე კახეთის მოლასური დეპრესიის ფარგლებში



ნ. თევდორაშვილი,
ლაბორანტი

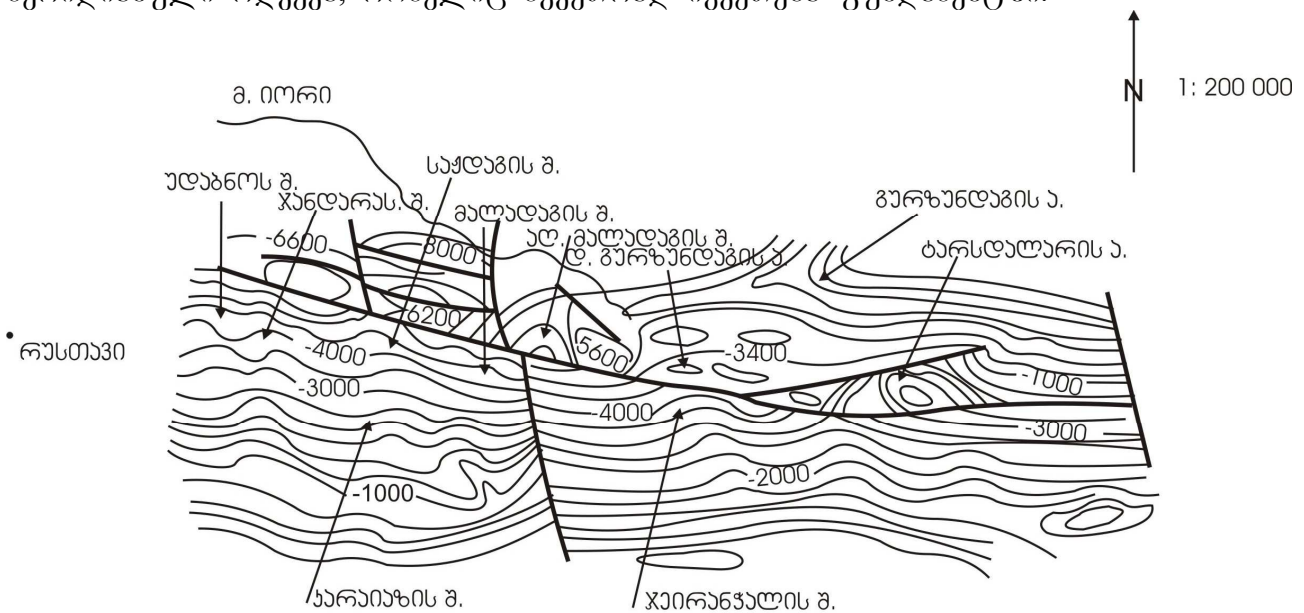
ძირითადი ნაწილი

გარე კახეთის მოლასური როფის ზოგადკავკასიური მიმართულების სტრუქტურებზე დიდ გავლენას ახდენს მერიდია-

ნული, სუბმერიდიანული ან, როგორც აღნიშნავენ, ანტიკავკასიური მიმართულების სტრუქტურები რღვევების, ნაოჭების, ანტიკლინური ამოწვევების, შვერილების თუ სხვადასხვა სტრუქტურული ფორმების სახით. ასეთი ანტიკავკასიური მიმართულების სტრუქტურების ზონალობა, ერთი მხრივ, განპირობებულია ძველი მეზოზოური სტრუქტურული გეგმის გაღვანიზაციით, რომელიც, ხშირ შემთხვევაში, სუბსტრატის ანარეკლს წარმოადგენს.

გარე კახეთის დეპრესიის სამხრეთ სეგმენტისათვის ზედაპლიოცენამდე დამახასიათებელია უთანხმოებისა და ხარვეზების არქონა, ზედასარმატულ ნალექებში კი დანაოჭების თანდათანობითი ჩაქრობა. ამავე დროს ზედა სტრუქტურულ სართულსა (ოლიგოცენ-მიოცენური) და ქვედა მეზოზოურ სართულს შორის განსაკუთრებული განსხვავება არ შეიმჩნევა.

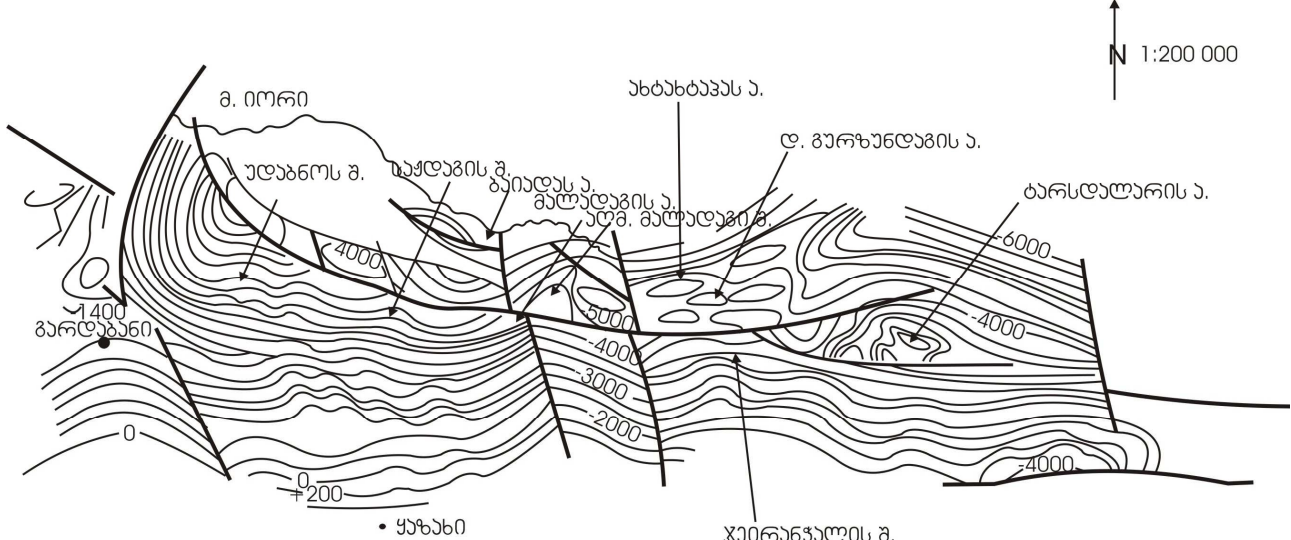
წვეტილი სეისმური და გრავიტაციული მონაცემებით, სამხრეთ-დასავლეთ ბლოკში (მდ. იორის მარცხენა სანაპირო) შუა ეოცენური სტრუქტურები შენარჩუნებულია ზედა სართულშიც, განსხვავებით ჩრდილო ნაწილისაგან, სადაც მდ. იორის მარჯვენა ნაპირზე აზამბურის აზეგების მიდამოებში მკვეთრად იკვეთება უთანხმოება ქვედა პლიოცენსა და აღჩაგილ – აფშერონს შორის. აქ, სეისმური მონაცემებით, აღინიშნება განსხვავება არა მარტო ნაოჭების დერძების მიმართულებაში, არამედ ამავე მიმართულებით აღინიშნება ფაციესების ჩანაცვლება ზედა და ქვედა სტრუქტურულ სართულებს შორის. აქვე КМПВ-ის მონაცემებით, აღინიშნება მერიდიანული რღვევა, რომელიც მკვეთრად იკვეთება ფუნდამენტში.



ნახ. 1. მეზოზოური ზედაპირის სტრუქტურული რუკა

სტრუქტურული რუკების გამოხაზვა სარმატის საგების, ეოცენის სახურავისა და მეზოზოურის ზედაპირზე საშუალებას გვაძლევს ნათელი წარმოდგენა ვიქონიოთ დეპრესიის ამ მონაკვეთის სტრუქტურების ურთიერთგანლაგების შესახებ ანუ მათ ასიმეტრიაზე. ასე, მაგალითად, გარე კახეთის აღმოსავლეთ ნაწილის სარმატულ ნალექებში აღინიშნება ზოგადკავკასიური მიმართულების

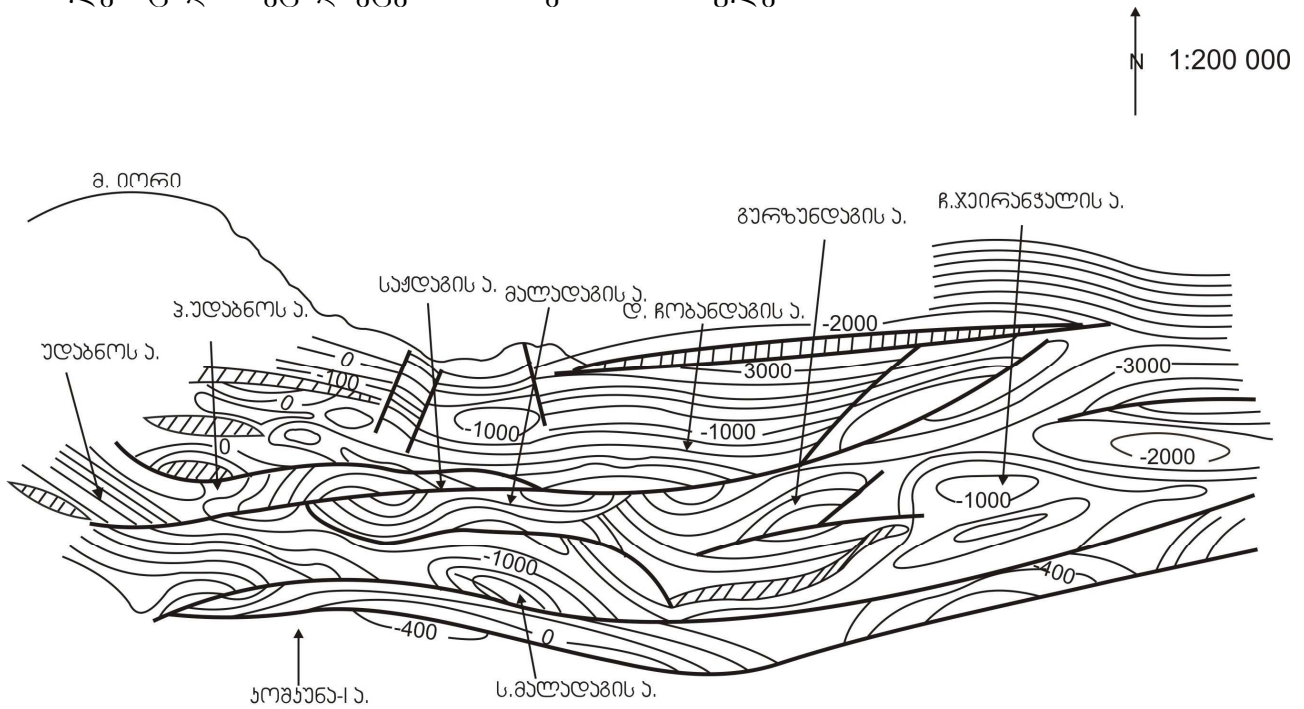
ანტიკლინური ნაოჭები, ეოცენისა და მეზოზოურ ნალექებში – ანტიკავკასიური მიმართულების სტრუქტურები (ნახ. 1; 2; 3). აღსანიშნავია მტკვრის მონოკლინი, რომელიც გამოხატულია სარმატულ ნალექებში, მას ეოცენურ და მეზოზოურ ნალექებში შეესატყვისება მამედტაპას, კარაიაზის და სხვა ანტიკავკასიური მიმართულების სტრუქტურები. უდაბნოსა და მცირე უდაბნოს სარმატული ანტიკლინების ქვემოთ ეოცენურ და მეზოზოურ ნალექებში აღინიშნება უდაბნოს, ჯეირანჭალის სტრუქტურული შვერილები. ასევე, სარმატულ ნალექებში გამოკვეთილია ანტიკლინი კოშკუნა II. მის ფარგლებში, ეოცენის სახურავისა და მეზოზოურის ზედაპირზე, ფიქსირდება საუდაგის სტრუქტურული შვერილი, სადაც განვითარებულია სუბმერიდიანული მიმართულების საუდაგის თაღისებრი ნაოჭი. მაღადაგის სარმატულ ნაოჭს ეოცენის სახურავისა და მეზოზოურის ზედაპირზე შეესაბამება მაღადაგის გარდიგარდმო სტრუქტურული შვერილი, ხოლო სარმატულ ნალექებში განვითარებულ ჩობანდაგისა და დასავლეთ პალანტეკიანის ნაოჭებს, ეოცენურ და მეზოზოურ სტრუქტურებში, შეესატყვისება სუბმერიდიანული მიმართულების დასავლეთ მაღადაგის შვერილი. გურზუნდაგის ანტიკლინს, გამოხატულს ასევე სარმატულ ნალექებში, შეესატყვისება ორი გარდიგარდმო შვერილი, მის დასავლეთ ნაწილში გურზუნდაგისა და აღმოსავლეთით ჯეირანჭალის შვერილების სახით. დასავლეთ გურზუნდაგის ნაოჭის ჩრდილოეთით, შეიმჩნევა, ეოცენის სახურავსა და მეზოზოურის ზედაპირზე, ახტახტაპას ნაოჭი, ასევე, გურზუნდაგისა და ახტახტაპას ნაოჭების შემთხვევაში, შეიმჩნევა თაღების გადაადგილება ჩრდილოეთით, ძველი ნალექების მიმართულებით. ასევე მცირედ, მაგრამ ჩრდილოეთისაკენ ეოცენისა და მეზოზოურის ფონზე გადაადგილებულია დიდი პალანტეკიანის ანტიკლინი. ეს განსხვავება ფიქსირდება - სარმატულ ამავე სახელობის ნაოჭთან.



ნახ. 2. ეოცენის სახურავის ზედაპირის სტრუქტურული რუკა

აღნიშნულ ტერიტორიაზე შესაძლებელია ითქვას, რომ, ხშირ შემთხვევაში, ფიქსირდება ეოცენურ – მეზოზოური სტრუქტურების თანხვედრა და ე.წ. აცდენაც, ასიმეტრია სარმატული სტრუქტურების ფონზე. მსგავსი მოვლენები ნაკლებად

ფიქსირდება გარე კახეთის როფის აღმოსავლეთ ნაწილში, სადაც თანხვედნა ბევრად მეტია. რაც შეეხება აღჩაგილურ სტრუქტურებს, აღსანიშნავია, რომ აქ ისინი ქმნიან უფრო ანტიკავკასიურ მიმართულებას, სტრუქტურულ შვერილებს, რომლებიც დამრეცად ეცემა სამხრეთ მიმართულებით.



ნახ. 3. სარმატული საგების ზედაპირის სტრუქტურული რუკა

ჩვენი აზრით, მნიშვნელოვანია ანტიკავკასიური თაღური სტრუქტურების დაფიქსირება (საუდაგ-მამედტაპის თაღები). მათი მიმართულება მიუთითებს მათ ძველ წარმომავლობაზე, რაც, თავის მხრივ, პერსპექტიულს ხდის ნავთობისა და გაზის დაგროვების თვალსაზრისით.

დასკვნა

ამრიგად, შედგენილი სტრუქტურული რუკები და მათი ფაციალური ცვლილებების ანალიზი საშუალებას გვაძლევს დავადგინოთ ზოგადი თავისებურებები გარე კახეთის მოლასური როფის სტრუქტურული გეგმების ურთიერთდამოკიდებულებაში.

1. გარე კახეთი მოლასური როფის ფარგლებში, მის სამხრეთ ნაწილში, ეოცენის სახურავისა და მეზოზოური ნალექების ზედაპირზე ძირითადად განვითარებულია ანტიკავკასიური ზოგადმერიდიანული სტრუქტურები, სარმატული ნალექების საგებში კი – აღინიშნება ლოკალური კავკასიური მიმართულების ნაოჭები. პირველ რიგში, ეს დაკავშირებულია იმასთან, რომ მტკვარსა და იორს შორის არსებული ტერიტორია წარმოადგენს ართვინ-ბოლნისის ბელტის აღმოსავლეთ დაძირვის ზონას, რაც იწვევს კრისტალური სუბსტრატის შედარებით მაღალ ჰიბსომეტრიულ

განლაგებას და, შესაბამისად, იურამდელი ანტიკავკასიური სტრუქტურების გაღვანიზაციას მეზოზოურ-ეოცენურ ნალექებში.

2. აღნიშნულ ტერიტორიაზე განვითარებულია ზოგადკავკასიური მიმართულების შეცოცების დისლოკაციები, რომელთა სივრცობრივი განლაგება მიუთითებს ერთი დიდი მოწყვეტის ზედაპირის დეტაჩმენტის არსებობაზე, განსაკუთრებით ოლიგოცენ-მიოცენური თიხებთან დაკავშირებულს, რაც, თავის მხრივ, იწვევს ნაოჭა სტრუქტურების დერძული სიბრტყეების აცდენას ვერტიკალურ ჭრილში. სუბჰორიზონტალური მოწყვეტის ზედაპირზე მეოტურ-სარმატული მასის გადაადგილება ხდება ჩრდილოეთიდან სამხრეთით, რაც ამბაფრებს სტრუქტურული სართულების ასიმეტრიას.

ლიტერატურა

1. Агабеков М. Г. Мамедов А. В. Геология и нефтегазоносность Западного Азербайджана . Баку, Изд-во Азер, 1966г. с.356.
2. Агабеков М. Г. Мошашвили А. Б. и др. Структурные соотношения мезозойского и кайнозойского комплексов центральной части Куринской впадины. Баку, Изд-во Элм. 1977 с. 126.
3. Агабеков М. Г. Мошашвили А. Б. Взаимосвязь между характером контакта мезозоя с кайнозойем и перспективы нефтегазоносности. Нефтегазовая геология и геофизика №4 1976 с.8-11
4. Агабеков М. Г. Керимов К. М. Хаин В. Е. и др. Новые данные о строении центральной части Куринской впадины. Геотектоника №5. 1976. с. 75-86.
5. Башелеишвили Л. В. Кумелашвили М. А. Геометрия и генезис покровно-надвиговых структур восточно Грузинской молассовой впадины. ж. «Нефть и газ Грузии» №14, 2005. Тбилиси, с. 39-46
6. Барабадзе Т. Г. Геолого-Тектонические предпосылки нефтегазоносности верхнемел-палеогенных отложений междуречья Куры и Иори. канд. диссер. Масква. 1992 с. 121
7. Мгеладзе З. В. Геологическое строение нефтегазоносность Восточно-Грузинского прогиба и смежных районов Закавказья. Док. дисс. Тбилиси 1991г.
8. Мошашвили А. Б. Сравнительный анализ геотектонического развития Южнокаспийской и Черноморской впадин. Докт. Дисст. Баку – 1990 с. 504
9. Санадзе Г. И. Глубинная тектоника и перспективы нефтегазоносности Восточно-Грузинской впадины по геофизическим данным. Автореферат док. дисс. Баку 1988 с. 30

ყაზბეგის რაიონში გამოყოფილი კისტინკის წყების ზოლიანი ქანების შედგენილობისა და ასაკის შესახებ

წარდგენილია საქართველოს საინჟინრო აკადემიის აკადემიკოსის ნ. ფოფორაძის მიერ

რეზიუმე: ველზე აღებული ნიმუშების შესწავლით მიღებული მონაცემები საშუალებას გვაძლევს გავაკეთოთ დასკვნა, რომ ზოლიანი ქანები არ არის კისტინკის წყების შემადგენელი ნაწილი და თანადროული, რაც დასტურდება შემდეგი არგუმენტებით:

1. მეტამორფიზმით: ზოლიანი ქანების მეტამორფიზმის ხარისხი მართალია დაბალი საფეხურისაა, მაგრამ მკვეთრად განსხვავდება ჩვეულებრივი თიხაფიქლებიდან, რომელთაც მეტამორფიზმი არ აქვთ განცდილი.
2. მინერალური შედგენილობით: ზოლიანი ქანებისთვის დამახასიათებელია რქატყუარის ინექციები, რაც არ გვხვდება ლიასურ თიხაფიქლებში, მაგრამ ფართოდაა გავრცელებული პალეოზოური ასაკის დარიალისა და გველეთის მასივებში. მასხადამე, ეს ინექციები ლიასურამდელი უნდა იყოს.

ამ ქანებით ჩვენი დაინტერესებისა და შემდგომი შესწავლის მიზანი ის იყო, რომ გავგვეჩვენებინათ არის კისტინკის წყებას მიკუთვნებული, ეს შესამჩნევად განსხვავებული ქანები, (ზოლიანი ქანებს განცდილი აქვთ მეტამორფიზმი) უფრო ძველი, ვიდრე თიხაფიქლები. რადგან ძველია – ლიასური ასაკის არ უნდა იყოს და თუ ლიასური ასაკის არ არის, არც კისტინკის წყებას არ უნდა ეკუთვნოდეს, ამიტომ ეს ქანები გამოიყოფა ცალკე წყების სახით, რომელსაც გველეთის წყება შეიძლება ვუწოდოთ.

საკვანძო სიტყვები: კისტინკის წყება, მეტამორფიზმი, ზოლიანი ქანები, თიხაფიქლები, ლიასური ასაკი, გველეთის წყება.

1. შესავალი



თეა დარახველიძე,
მაგისტრანტი

ყაზბეგის რაიონი მდებარეობს კავკასიონის ქედის ჩრდილოეთ ფერდობზე და საერთო გეოლოგიური აგებულებით ხასიათდება. დარიალის ხეობის ზედაპირზე გაშიშვლებულია დარიალისა და გველეთის კრისტალური მასივები. ისინი ძირითადად აგებულია გრანიტოიდული ქანებით, რომლებიც დათარიღებულია შუა კარბონულით. დარიალისა და გველეთის მასივები იკვეთება დიაბაზური ქანების მრავალრიცხოვანი დაიკებით და რქატყუარის წვრილი ძარღვებით.



ნანა ქოზაშვილი,
მაგისტრანტი

დეტალურად შევისწავლეთ დარიალის ხეობის გეოლოგიური ჭრილი, სადაც დაგვიანტერესა კისტინკის წყებამ, რომელიც გაშიშვლებულია დარიალისა და გველეთის მასივებს შუა და წარმოდგენილია ჩვეულებრივი, ადვილად ტყეჩადი, შავი ფერის თიხაფიქლების და ქვიშაქვების მორიგეობით.

კისტინკის წყების ამ მონაკვეთში არ არის აღმოჩენილი ნამარხი ფაუნა, მაგრამ აღმოსავლეთით, მის გაგრძელებაზე, ეს წყება ფაუნისტურადაა დათარიღებული და მისი ასაკი ლიასურ-

აღაა მიჩნეული. კისტინკის წყების სიმძლავრე 400–500 მ-ია, გზის გასწვრივ კილომეტრნახევარზე გრძელდება.



თიხაფიქლის განივი ჭრილი ფიქლებრიობის მიმართ

კისტინკის წყებას მიეკუთვნება აგრეთვე ზოლიანი ქანები, რომელიც ამ წყების სამხრეთ ნაწილში, გველეთის მასივის სიახლოვესაა გაშიშვლებული, მისი სიმძლავრე 50–60 მ-ია და ყველგან ვერტიკალურად არის დაქანებული, მიმართულება კი სუბგანედური აქვს.

საველე პირობებში საკმაოდ დეტალურად გავეცანით ზოლიან ქანებს, მაკროსკოპულად შევადარეთ ჩვეულებრივ თიხაფიქლებს და დავრწმუნდით, რომ საქმე გვაქვს განსხვავებულ ქანებთან, რომელიც შესაძლოა კისტინკის წყების ნაწილი არც კი იყოს და საჭირო გახდეს მისი ცალკე წყებად გამოყოფა.

2. ძირითადი ნაწილი

საკითხის უფრო ღრმად შესწავლის მიზნით, ზოლიანი ქანების წარმოშობის პირობების, სავარაუდო ასაკის და ნივთიერი შედგენილობის დასადგენად, ველზე ავიღეთ ნიმუშები და დეტალურად განვიხილეთ.



ზოლიანი ქანის შტუფი

ზოლიანი ქანები მაკროსკოპულად კარგად გამოხატული მელანოკრატული და ლეიკოკრატული ზოლების მორიგეობით ხასიათდება. მელანოკრატული ზოლების სიმძლავრე 1.5–2 სმ-მდეა, ლეიკოკრატულის – 0.5-1.5 სმ-მდე. ქანი საკმაოდ მჭიდრო აგებულებისაა.

შლიფების პოლარიზაციულ მიკროსკოპში შესწავლისას აღმოჩნდა, რომ ქანი ძირითადად აგებულია ერთნაირი ორიენტაციის სერიციტის, ეპილოტ–ციოზიტის და რქატყუარის ზოლებით. სერიციტთან ერთად იშვიათად გვხვდება კვარცის მცირე ზომის წვრილკრისტალური აგრეგატები. ქანში რქატყუარა და კვარცი მეორეული მინერალებია. ამ ფაქტის და პორფირული სტრუქტურის გათვალისწინებით, საწყისი ქანი ეფუზიური უნდა ყოფილიყო, შედგენილობით შესაძლოა ანდეზიტს შეესაბამებოდა, რადგან ფუქემედგენილობის შემთხვევაში პიროქსენის კვალი ან მისი შეცვლის პროდუქტები უნდა დარჩენილიყო.

შლიფში ზოგან ჩანს პლაგიოკლასის იდიომორფული ფორმები, რომელიც სერიციტითაა ჩანაცვლებული, მაგრამ დიდ გადიდებაზე (250^x), საღ უბნებში შეიმჩნევა პოლისინთეტიკური შემრჩობლის კვალი. ლეიკოკრატული ზოლები ძირითადად შედგება სერიციტისა და პარალელურად განლაგებული ციოზიტის მიწისებრი აგრეგატებისგან, ზოგან ჩანს ციოზიტისათვის დამახასიათებელი ინტერფერენციული ფერები.



რელიქტური პორფირული სტრუქტურა

ამ ქანების მუქი ფერის ზოლები მომწვანო-მოლურჯო ბოჭკოვანი რქატყუარის ძარღვებს წარმოადგენს, რქატყუარის ზოლის სიმძლავრე 4 მმ-ია, საკმაოდ მკვეთრი საზღვარი აქვთ შემცველ მასალასთან, მაგრამ არის ძარღვები არამკვეთრი შეხებით, რომელიც მიმდებარე უბნებს თითქმის თანაბრად ჟღენთავს რქატყუარის კრისტალებით.

მეორე ტიპის ქანი, წარმოდგენილი კვარციტებით, ზოლიან ქანებში თითქმის ნახევარი მეტრის სიმძლავრის დაიკის სახის სხეულებს წარმოადგენს. მისი საწყისი ქანი კვარცის დაიკა ან კვარცის ქვიშაქვა შეიძლება ყოფილიყო. კვარციტი წარმოადგენს მონომინერალურ მეტამორფულ ქანს, რომელიც აგებულია წვრილკრისტალური კვარცის აგრეგატებისგან, მკაცრად ორიენტირებულია ერთი მიმართულებით.



რქატყუარის ინექცია ზოლიან ქანებში

აღსანიშნავია ისიც, რომ გეოლოგიური ლიტერატურა მოვიძიეთ და ვნახეთ თამაზ გიორგობიანის ერთ სტატიაში გამოთქმული ვარაუდი ამ ზოლიანი ქანების სიძველის შესახებ, რაც არგუმენტებით არ არის დადასტურებული.

3. დასკვნა

ველზე აღებული ნიმუშების შესწავლით მიღებული მონაცემები საშუალებას გვაძლევს გავაკეთოთ დასკვნა, რომ ზოლიანი ქანები არ არის კისტინკის წყების შემადგენელი ნაწილი და თანადროული, რასაც დასტურდება შემდეგი არგუმენტებით:

1. მეტამორფიზმით:

ზოლიანი ქანების მეტამორფიზმის ხარისხი მართალია დაბალი საფეხურისაა, მაგრამ მკვეთრად განსხვავდება ჩვეულებრივი თიხაფიქლებისგან, რომელთაც მეტამორფიზმი არ აქვთ განცდილი.

2. მინერალური შედგენილობით:

ზოლიანი ქანებისთვის დამახასიათებელია რქატყუარის ინექციები, რაც არ გვხვდება ლიასურ თიხაფიქლებში, მაგრამ ფართოდაა გავრცელებული პალეოზოური ასაკის დარიალისა და გველეთის მასივებში. მაშასადამე, ეს ინექციები ლიასურამდელი უნდა იყოს.

ამ ქანებით ჩვენი დაინტერესებისა და შემდგომი შესწავლის მიზანი იყო ის, რომ გავკერძოთ რატომ არის კისტინკის წყებას მიკუთვნებული, ეს შესამჩნევად განსხვავებული ქანები (რადგან ზოლიანი ქანებს განცდილი აქვთ მეტამორფიზმი) უფრო ძველი, ვიდრე თიხაფიქ-

ლები. რადგან ძველია – ლიასური ასაკის არ უნდა იყოს და თუ ლიასური ასაკის არ არის, არც კისტინკის წყებას ეკუთვნის, ამიტომ ეს ქანები უნდა გამოვყოთ ცალკე წყების სახით, რომელსაც გველეთის წყება შეიძლება ვუწოდოთ.

ლიტერატურა

1. Гиоргобиани Т. В. Об интрузивном происхождении гранитоидных массивов Дарьяльского ущелья (Большой Кавказ). - В. сб. Общие вопросы тектоники. Техника России. М. 2000, с. 123-125.
2. Ренгартмен В.П. Геологический очерк района Военно-Грузинской дороги// Труды Всесоюзного геолого-разведочного объединения СССР. Вып. 148, М.Л, 1932, с. 3-70.

UDC 552.4

T. Darakhvelidze, N. Cosashvili

ON THE CONSISTENCE AND AGE OF THE STRIPED ROCKS OF THE KISTINKA ROW MARKED IN KAZBEGI REGION

Presented by N. Foforadze, academician, Engineering Academy of Georgia

SUMMARY: The data collected during the studies of the samples obtained from the field have enabled us to conclude that the Striped Rocks are neither a consistent part of the Kistinka Row nor its contemporary. The conclusion is proved by the following arguments:

1. Metamorphism: Despite the low degree of metamorphism the Striped Rocks significantly differ from the ordinary clayschists which have not undergone metamorphism.

2. Mineral consistence: The Striped Rocks are characterized by the hornblende injections which do not occur in the Lias clay-schist and which are widely spread in the Dariali and Gveleti massifs of the paleozoic age. Therefore these injections must be of the pre-lias period.

The purpose of our research of the Striped Rocks was to find the reason why these significantly different rocks are ascribed to the Kistinka Row. They had undergone metamorphism, i. e. they are older than clay-schists and if so, they cannot be of the lias age and thus, cannot be ascribed to the Kistinka Row. These rocks should be classified as a new row, supposedly called “Gveleti Row”.

KEY WORDS: Kistinka Row, Metamorphism, Striped Rocks, clayschists, lias age, Gveleti Row.

1. Introduction

Kazbegi Region locates on the Northern slope of the Caucasus Range and has a general geological construction. The Dariali and Gveleti crystal massifs are exposed in the Dariali Canyon. They consist basically of granitoid rocks and belong to the Middle Carbon Age. The Dariali and Gveleti massifs are crossed by a numerous dykes of the diabasic rocks and thin streaks of hornblendes.

We have studied the geological section of the Dariali Canyon. During the studies we got interested in the Kistinka Row exposed between the Dariali and Gveleti massifs which is mainly represented by the succession of the ordinary, easily coming off black clay- shale and sandstone alternation.



The Clay-schist Cross-section Perpendicular to Schistosity

On this section of the Kistinka Row no fossil has been detected but its Eastern part is dated as Faunist and is considered of Lias Age. The Kistinka Rows of power of 400-500 m, it runs 1.5 km along the road.

The exposed Striped Rocks of 50-60 m power near Gveleti Massif in the Southern part of the Kistinka Row also belong to it; they are vertically sloped down everywhere and have a sub-latitude position.

In the field conditions we studied the Striped Rocks in details, also we microscopically compared them with the ordinary clay-schists and got convinced that we were dealing with quite different rocks from the Kistinka Row that might not be considered as its part and they might need to be classified as a separate Row.

2. The body

On purpose of deeper study of the problem in order to state the conditions of the rock formation, origin of age we have collected the samples from the field and conducted their detailed research.



The Striped Rock Test-hole Sample

The Striped Rocks are characterized with the well-marked succession of the melanocratic and leukocratic stripes alternation about 1.5-2 m and 0.5-1.5 m power respectively. The rock is of quite solid construction.

The studies of the rock sample preparation through the polarizing microscope have showed that the rock is built of of the same orientation stripes sericit, epidote-coyzit and hornblendes. Occasionally some fine crystal aggregates of quartz accompany sericit. Hornblendes and quartz are the secondary minerals in the rock. Considering this fact and the porphyric structure, the original rock must have been effusive(eruptive) and corresponded to andesite in structure; otherwise, in case of its alkalinous structure there should have left the trace of pyroxene or the products of its(pyroxene) transformation.

Some idiomorphic forms of plagioclase, replaced by sericit, have been detected in some places in the preparation, though at 250-fold magnification the trace of some polysynthetic twin crystals has been detected in the undamaged areas. The leycocratic stripes mainly consist of sericit and its parallel coyzit ground aggregates; some interferential colors, characteristic to coyzit, are shown in some places.



Relict Porphyric Structure

Dark stripes of this rock present the green-bluish streaks of hornblende of 4 mm power stripe. They have sharp borders with the containing material; at the same time there are some streaks with the borders of less sharpness which equally fill the neighboring areas with the hornblende crystals.



The Hornblende Injection in the Striped Rocks

Another type of rock presented by quartzites is bodies presented by 0.5 m power dykein stiped rocks. Its mother-rock might have been quartz dyke or rocky quartz gravel. Quartzite is a mono-mineral metamorphic rock which is built by the fine-crystal quartz aggregates strictly oriented in one direction.

It should be noted that, during searching for the geological reference sources, we came across only one article by Tamaz Giorgobiani in which a supposition is given about these Striped Rocks being considered as the oldest ones though the supposition is not supported by arguments.

3. Conclusion

The data collected during the studies of the samples from the field enable us to conclude that the Striped Rocks are neither a consistent part of the Kistinka Row nor its contemporary. The conclusion is proved by the following arguments:

1. Metamorphism:

Despite the low degree of metamorphism the Striped Rocks significantly differ from the ordinary clay-schists which have not undergone metamorphism.

2. Mineral consistence:

The Striped Rocks are characterized by the hornblende injections which do not occur in the lias clay-schist but which are widely spread in the Dariali and Gveleti massifs of the paleozoic age. Hence these injections must be of the pre-lias period.

The purpose of our research and futher study of the Striped Rocks was to find the reason why these significantly different rocks are ascribed to the Kistinka Row. As they have undergone metamorphism, i. e. they are older than clay-schists and if so, they cannot be of the lias age and thus, cannot be ascribed to the Kistinka Row. So these rocks should be classified as a new row, supposedly called “Gveleti Row”.

References

1. Гиоргобiani Т. В. О иротрузивном происхождении гранитоидных массивов Дарельского ущелья (Большой Кавказ). В. сб. Общие вопросы тектоники. Техника России. М. 2000, с. 123-125.
2. Ренгартмен В.П. Геологический очерк района Военно-Грузинской дороги. Труды Всесоюзного Геолого-Разведочного Объединения СССР. Вып. 148, М.Л. 1932, с. 3-70.

უპა 665.622
:51(078)

გ. ვარშალომიძე, ი. გოგუაძე, ზ. კალანდარიშვილი

ნეფლი ნავთობიდან მარულგაცლის პროცესის მათემატიკური მოდელის უსასხეპ

რეზუმე: ნავთობში ნაშითი კონცენტრაციის კიდევ უფრო შემცირების მიზნით საჭიროა ელექტრომარულგამომცდელ დანადგარში მიმდინარე პროცესების ოპტიმიზაციის საკითხის გადაჭრა.

საკვანძო სიტყვები: მარულგაცლა, კონცენტრაცია, საშუალო კვადრატული გადახრა, გასაშუალებული ემპირიული, მათემატიკური ლოდინი.

შესავალი



გურამ ვარშალომიძე, საქართველოს საინჟინრო აკადემიის ვიცე-პრეზიდენტი, სტუ-ის „ნავთობისა და გაზის ტექნოლოგიის“ დეპარტამენტის თავმჯდომარე, ტექნიკურ მეცნიერებათა დოქტორი, სრული პროფესორი

XXI საუკუნემ კაცობრიობა დილემის წინაშე დააყენა: სწრაფად მზარდი სამრეწველო-სატრანსპორტო პოტენციალის პირობებში ინტენსიურად მოიხმაროს სასარგებლო წიაღისეული (განსაკუთრებით ნავთობი) ან ებეოს ალტერნატიული წყაროები. მსოფლიოში იქმნება პარადოქსული ვითარება: მაღალგანვითარებულ ქვეყნებში სულ უფრო და უფრო მეტად ინერგება არაენერგოტეგადი ტექნოლოგიები, ხოლო განვითარებადში ხდება ნავთობის ინტენსიური მოხმარება. რაც ნავთობმომპოვებლებს მოპოვების გაზრდისაკენ უბიძგებს.



ირაკლი გოგუაძე, საინჟინრო აკადემიის საპატიო აკადემიკოსი, სტუ-ის „ჭაბურღილების ბურღვის ტექნიკისა და ტექნოლოგიის“ მიმართულების ხელმძღვანელი, ფიზ.-მათ. მეცნ. დოქტორი, სრული პროფესორი

ძირითადი ნაწილი



ზ. კალანდარიშვილი, ასისტენტ პროფესორი

ცნობილია, რომ ნავთობი ჭაბურღილიდან ზედაპირზე ამოდის წყლის საკმაო დოზასთან ერთად, რომელიც, სხვადასხვა მიზეზის გამო შეიძლება იყოს ძლიერად მინერალიზებული. გამოდის, რომ ნავთობპროდუქტებთან ერთად ეზიდებიან წყალსაც. აღნიშნული პრობლემის გადასაწყვეტად დამუშავებულია ნავთობიდან წყლის გამოცალკეების სხვადასხვა მეთოდი: 1. მექანიკური; 2. თერმული; 3. ქიმიური; 4. თბოქიმიური; 5. ფილტრაცია; 6. ელექტრული.

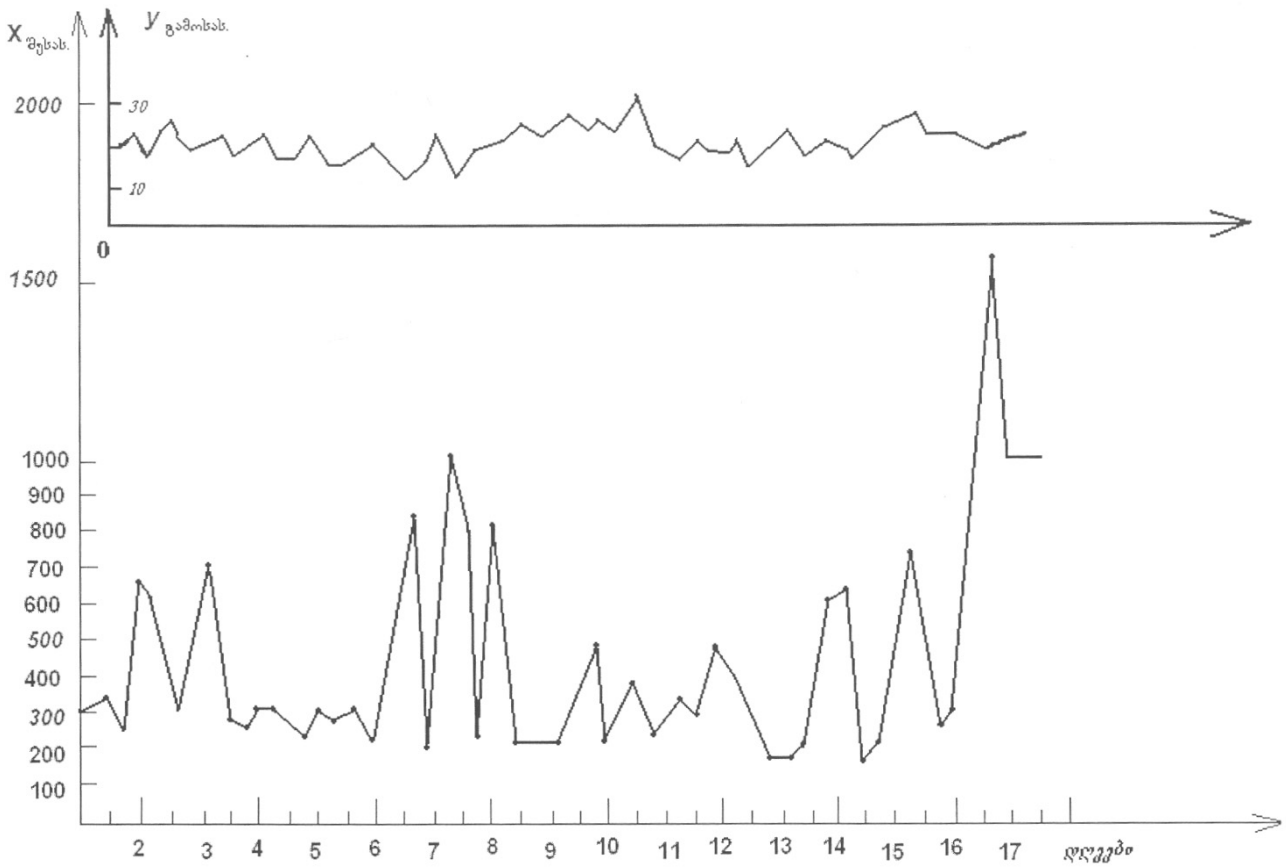
([1] მაგისტრალური ნავთობსადენები, გაზსადენები და მიწისქვეშა გაზსაცავები. გ. ვარშალომიძე, ი. გოგუაძე. ჩამოყალიბებულია თითოეულის მეთოდიკა).

თითოეული მათგანისათვის მუშაობს თეხისი: რაც უფრო ნაკლე-

მეცნიერება - გურჯინის ახალი ტექნიკა და ტექნოლოგია, გართობის აპროფაინიზაცია - SCIENCE

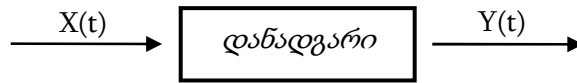
ბია მარილების კონცენტრაცია დანადგარის შესასვლელში, მით ნაკლებია გამოსასვლელში (H_0 ჰიპოთეზა), რაც სალი აზრის გათვალისწინებით, საკმაოდ მართლზომიერად ჟღერს და ნავთობ-მომპოვებლებს აფიქრებინებს, რომ საჭიროა ჭაბურღილზევე მოახდინონ პირველადი ეფექტური მარილგაცლა.

ჩვენ მიერ მოპოვებულ იქნა ნავთობგადამამუშავებელი ქარხნის ოპერატორების მიერ შევსებული სარეჟიმო ფურცლები (დოკუმენტები), რომლებშიც შეტანილია ელექტრომარილგა-მომცლელი დანადგარის შესასვლელსა და გამოსასვლელში მარილების კონცენტრაციის რაოდენობა და ტექნოლოგიური პარამეტრები (ნახ. 1).



ნახ. 1

სარეჟიმო ფურცლების მონაცემების შეჯერებით ვხედავთ, რომ ქვედა წირის „ისტერიული“ „პიკური“ ხასიათი, დანადგარის შესასვლელში – მარილშემცველობის კონცენტრაციის მაჩვენებელი, არის ნავთობის სხვადასხვა ჭაბურღილებიდან, სხვადასხვა პლასტებიდან და სხვადასხვა შემთხვევითი მიზეზების შედეგი. გრაფიკი, რომელიც გამოსახავს გამოსასვლელში მარილის კონცენტრაციას დროის შესაბამისი მომენტისათვის, ძნელად თუ გვაფიქრებინებს, რომ მათ შორის არსებობს ფუნქციური დამოკიდებულება. მეტიც, დანადგარში მიმდინარე საკმაოდ რთული ფიზიკურ-ქიმიური პროცესი ელექტრული, ჰიდროდინამიკური, ტექნოლოგიური ხასიათისაა და წარმოდგენილია, როგორც ე.წ. „შავი ყუთი“, რომელიც ითვალისწინებს შესასვლელსა და გამოსასვლელში მიღებულ მნიშვნელობებს. სხვა სიტყვებით, რომ, ვთქვათ მივიღეთ შემდეგი სქემატური დამოკიდებულება:



რომელიც უნდა იძლეოდეს $X(t)$ ფუნქციის გარდაქმნას $Y(t)$ -ში, არსებულ, რეალურ ზემოთ მოტანილ ექსპერიმენტულ მონაცემებზე დაყრდნობით, მიღებულს დანადგარის რეალური ექსპლუატაციისას. ცნობილია, რომ მოდელს მოეთხოვება მართლზომიერად აღწეროს მოდელში მიმდინარე პროცესი, თუმცა ვერავითარი მოდელი ვერ შესძლებს აბსოლუტური სიზუსტით გაიმეოროს დანადგარში მიმდინარე პროცესი.

გამოდის, რომ მოცემული სიდიდის გაზომვისას მიღებული ცდომილებანი შესაძლოა სამ ტიპად დავანაწილოთ: სისტემური, უხეში და შემთხვევითი.

სისტემური - ყოველი ცალკეული გაზომვისას მეორდება. უკუგდებულ იქნა.

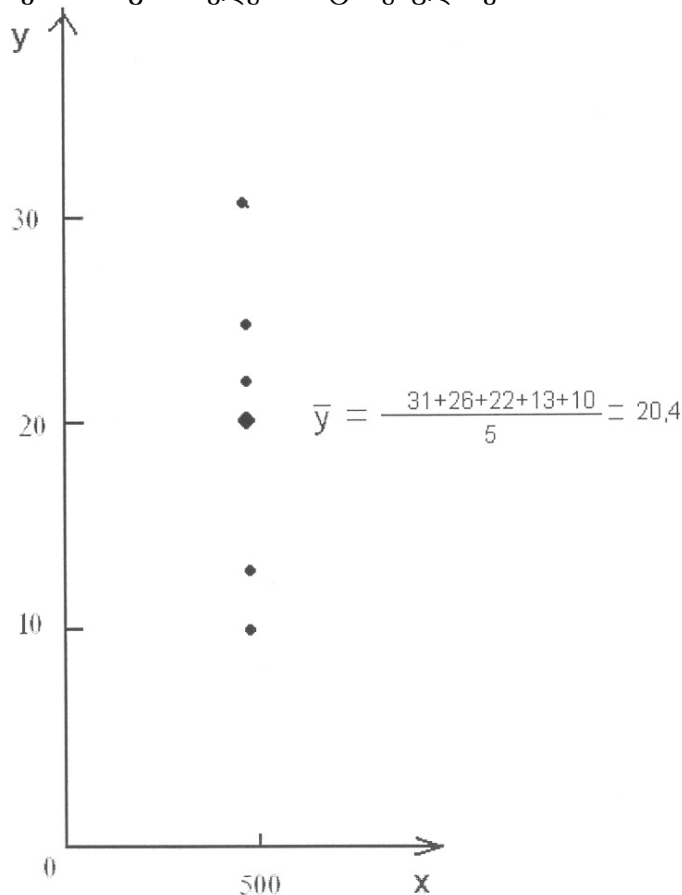
უხეში - ყალბ შედეგს გამოსახავს. მისი სიდიდე დანარჩენ მნიშვნელობათა მათემატიკურ ლოდინისაგან გასამკეცებულ საშუალო კვადრატულ გადახრაზე მეტი სიდიდით განსხვავდება

$$P\{|X - M(X)| < 3\sigma_x\} = \Phi(3) = 0,997,$$

სადაც $\Phi(a)$ ნორმალური ინტეგრალია, აქედან

$$P\{|X - M(X)| \geq 3\sigma_x\} = 1 - \Phi(3) = 0,003,$$

რაც სავსებით საკმარისი სიზუსტეა. სიდიდეები, რომელთა გადახრის აბსოლუტური მნიშვნელობა საშუალო კვადრატულ გადახრას აღემატება (ყოველ 1000-ში საშუალოდ არა უმეტეს 3-ჯერ შეგვხვდება) არის 3σ კანონი. გამოთვლები ჩატარებულ იქნა.



ნახ. 1ა

მეცნიერება - გურჯინის ახალი ტექნიკა და ტექნოლოგია, გარეთის ავტომატიზაცია - SCIENCE

შემთხვევითი - მისი წინასწარ მხედველობაში მიღება შეუძლებელია და

$$M\{|X - M(X)|\} = 0.$$

თუ a გასაზომი სიდიდის ჭეშმარიტი მნიშვნელობაა, მაშინ

$$M(X_1) \approx M(X_2) \approx \dots M(X_n) = a,$$

$$a \approx \bar{X}$$

$$D(X) = M(X_1 - a)^2 = M(X_2 - a)^2 = \dots M(X_n - a)^2 = 0.$$

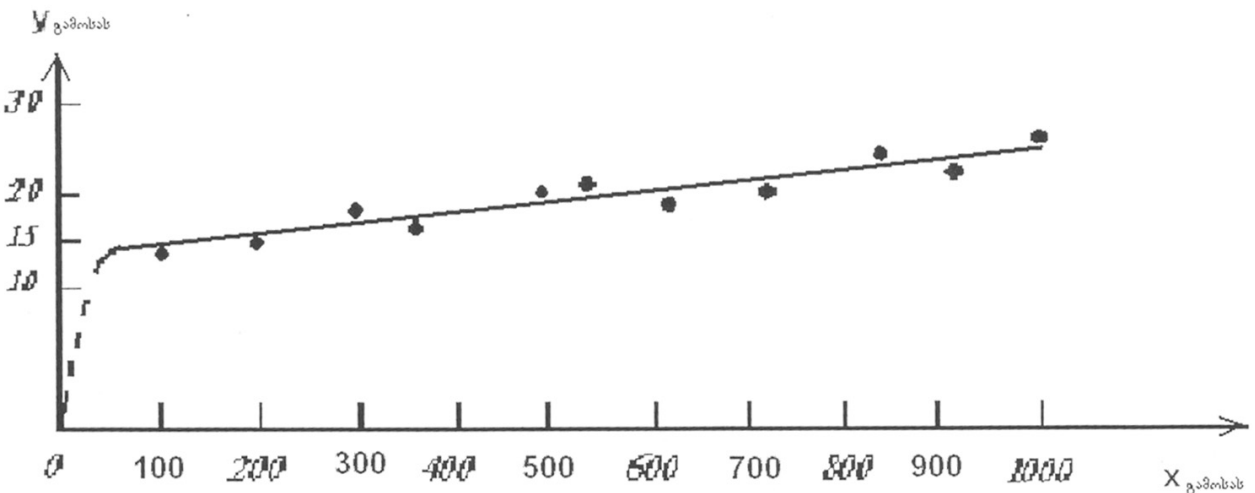
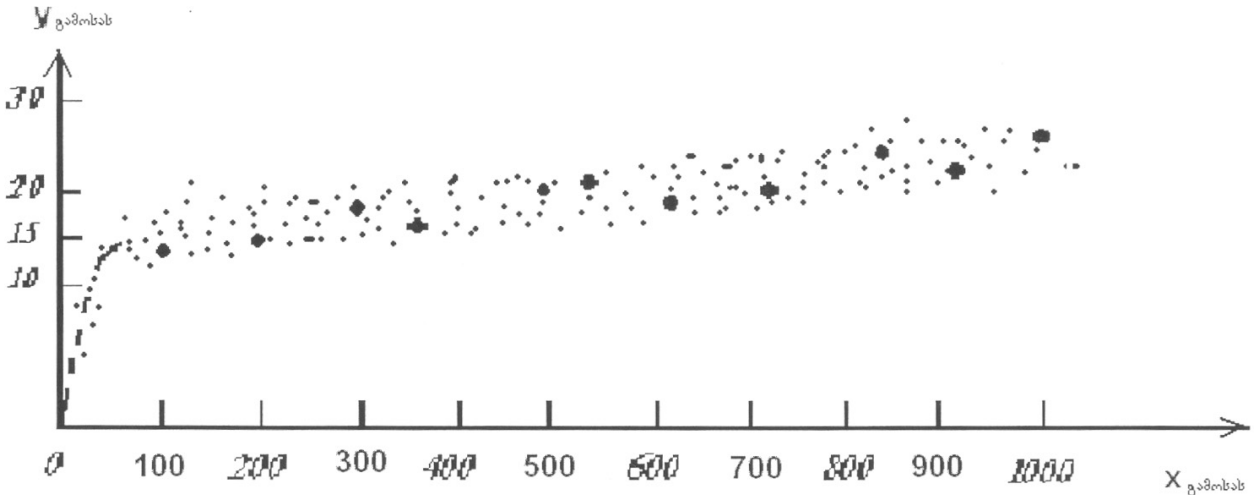
ტოლობების შესაფასებლად

$$P(\bar{X} - \varepsilon < a < \bar{X} + \varepsilon) = \alpha,$$

სადაც

$(\bar{X} - \varepsilon < a < \bar{X} + \varepsilon)$ ნდობის ინტერვალია, α - ნდობის ალბათობა.

ზემოთ მოცემულ დებულებათა საფუძველზე, არსებული მონაცემებით გამოდის, რომ მონაცემთა სხვადასხვაობა მოითხოვდა მის გაშუალებას, ე.ი. ემპირიულ საშუალოს გამოყენებას. რომელიც, თავის მხრივ, მოითხოვს, რომ ცნობილი უნდა იყოს შესასწავლი სიდიდის განაწილების კანონი, რომელიც, როგორც ვნახეთ, ჩვენთვის უცნობი იყო.



ნახ. 2

H_0 ნავთობმომპოვებლების ჰიპოთეზის უარყოფის ან დადასტურების მიზნით, შესასვლელში დავაფიქსირეთ კონცენტრაციის მნიშვნელობები, ხოლო გამოსასვლელში ამოვკრიფეთ ყველა მონაცემი (ნახ 1ა):

500 მლ/ლ შესასვლელსა და გამოსასვლელზე უნდა იძლეოდეს ტოლ სიდიდეებს. ნახაზიდან კი ჩანს, რომ ვარიირებს (10–30) მლ/ლ ფარგლებში. მივიღეთ, რომ მონაცემთა აღნიშნული დიაპაზონი მოითხოვდა გაშუალებას, ე.ი. ემპირიული საშუალოს პოვნას, რომელთაც (ნახ. 1ა) გრაფიკზე შეესაბამება მუქი წერტილი. ანალოგიურად ვიპოვეთ სიბრტყეზე ($X_i; y_i$) $i = 1 \dots n$ კოორდინატებიან წერტილთა ერთობლიობა. შემდეგ ყოველ X_i -ის შესაბამის Y_i -ს ვუთანადებთ ემპირიულ საშუალოს $\bar{Y} \approx M(y_i)$ და ვღებულობთ მუქ წერტილთა ერთობლიობას (ნახ 2), რომელიც საშუალებას იძლევა დავასკვნათ, რომ X და \bar{Y} შორის არსებობს კორელაციური კავშირი: ჩვენ შემთხვევაში ჩანს, რომ წერტილები მდებარეობენ წრფეზე ან ერთმანეთთან ახლოსა განლაგებული. სწორედ ეს წრფე უნდა ავიღოთ „შავი ყუთის“ შესასვლელსა და გამოსასვლელს შორის კავშირის მათემატიკურ მოდელად, რომელიც თითქმის აბცისთა ღერძის პარალელურია. რაც იმაზე მიგვიჩვენებს, რომ დანადგარი ნაკლებმგრძობიარეა შესასვლელში მარილშემცველობის კონცენტრაციაზე.

კერძოდ, შესასვლელში

(100 მლ/ლ ÷ 1000 მლ/ლ) 10-ჯერ სხვაობა, იძლევა

(16 მლ/ლ ÷ 24 მლ/ლ)

გამოსასვლელში 1,5-ჯერ ძლივს შესამჩნევ სხვაობას

(1 მლ/ლ ცდომილებით დასაშვებ გაზომვათა სიზუსტის ფარგლებში)

დასკვნა

ელექტრომარილგამომცველის გამოსასვლელში კონცენტრაციის საგრძნობი შემცირებისათვის, საჭიროა წინასწარ საგრძნობად შემცირდეს კონცენტრაცია შესასვლელში (H_0 ჰიპოთეზა მცდარი აღმოჩნდა და უარყოფილ იქნა).

ლიტერატურა

1. გ. ვარშალომიძე, ი. გოგუაძე. მაგისტრალური გაზსადენები, ნავთობსადენები და მიწისქვეშა გაზსაცავები. თბილისი: ტექნიკური უნივერსიტეტი, 2006. - 650 გვ.
2. ი. გოგუაძე. ექსპერიმენტის დაგეგმვა და მათემატიკური მოდელირება ნავთობისა და გაზის მრეწველობაში. თბილისი: საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, 2003. - 332 გვ.
3. გ. მანია. მათემატიკური სტატისტიკა ტექნიკაში.
4. ზ. კალანდარიშვილი. ალბათობის თეორიის ელემენტები. 1988.
5. В.В. Налиов. Теория эксперимента 1973.
6. А.А. Первозванский. Поиск 1973.

УДК 665.622 :51(078)

Г. Варшаломидзе, И. Гогуадзе, З. Каландаришвили

О МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ПРОЦЕССА ОБЕССОЛИВАНИЯ НЕФТИ

РЕФЕРАТ: В нефти для уменьшения остающейся концентрации остатков примесей, электросолеудаляющих в установке, необходимо решить вопросы оптимизации.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: обессоливание; концентрация; среднеквадратичное отклонение; усредненная эмпирическая; математическое ожидание.

1. Введение

XXI век ставит человечество перед выбором: интенсивно использовать полезные ископаемые (особенно нефть), или искать альтернативные источники энергии. Тем самым в мире складывается парадоксальная ситуация: высокоразвитые страны переходят на неэнергоёмкие технологии, а развивающиеся - интенсивно потребляют нефть. Что и толкает нефтедобытчиков к увеличению добычи.

2. Основная часть

Известно, что при разработке нефтяных месторождений методами законтурного и внутриконтурного заводнения, нефть на поверхность поступает вместе со значительным количеством минерализованной воды. Выходит, что вместе с нефтью возят и воду. Для решения данной проблемы разработаны следующие методы обезвоживания нефти: 1) механический; 2) термический; 3) химический; 4) теплхимический; 5) электрический; 6) фильтрация.

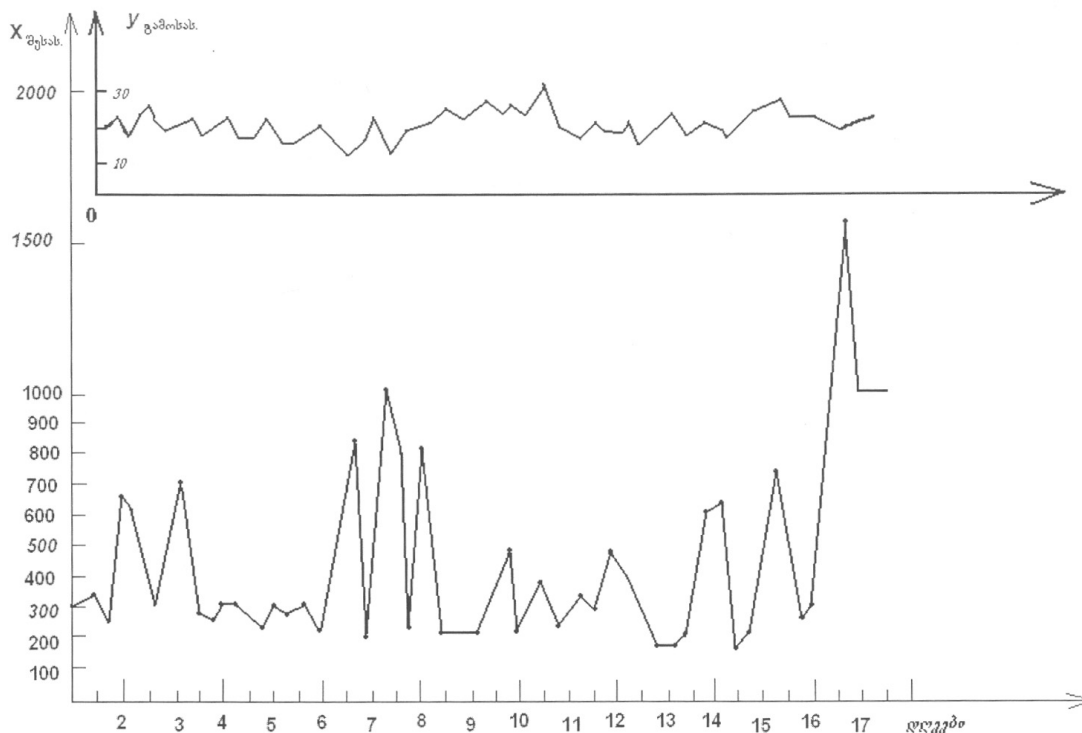


Рис. 1.

Для каждого из них работает тезис: чем меньше концентрация солей на входе установки, тем она меньше на выходе (гипотеза H_0), и с позиций здравого смысла он выглядит вполне правдоподобно. То есть, нужно еще на нефтепромыслах, вдали от производственных центров создать мощные промышленные установки для обессоливания нефтей. Нами были добыты режимные листы нефтеперегонных заводов, в которые вносятся значения измеряемых технологических параметров.

На рис. 1 видим резко переменчивый «истерический» «пиковый» характер нижней кривой – концентрация солей на входе есть следствие поступления нефтей не только с различных горизонтов или скважин, но и с разных месторождений и по многим другим причинам. Сопоставляя данные верхней и нижней кривых, рассматривая их значения в соответствующие моменты времени, вряд ли можно утверждать, что между ними есть функциональная зависимость. Вследствие сложности процесса, учитывать всю гамму физико-химических, электрических, гидродинамических, технологических и других случайных процессов обычно не удается, и строятся модели по данным интересующего нас объекта. Таким образом, модель должна правдоподобно повторить процессы, идущие в двойнике. Это схематически представлено в виде так называемого «черного ящика» с теми же входами и выходами.



Были также учтены погрешности, возникающие при проведении эксперимента: 1) систематические; 2) грубые; 3) случайные.

Систематические – повторяющиеся при каждом измерении, были отмечены.

Грубые – по закону 3-х сигма

$$P\{|X - M(X)| < 3\sigma_x\} = \Phi(3) = 0,997,$$

где $\Phi(a)$ - нормальный интеграл, учтены.

Случайные – для них $M\{|X - M(X)|\} = 0$, если a есть истинная «стоимость» измеряемой величины, то $M(X_1) \approx M(X_2) \approx \dots M(X_n) = a$, $a \approx \bar{X}$, $D(X) = M(X_1 - a)^2 = M(X_2 - a)^2 = \dots M(X_n - a)^2 = 0$ - интервал надежности.

Учитывая вышесказанное и опираясь на имеющиеся данные выборки, как обычно в подобной ситуации, берется среднее арифметическое Y , и получаем условное эмпирическое среднее значение, для вычисления которого надо знать распределение вероятностей изучаемой случайной величины, которое нам неизвестно.

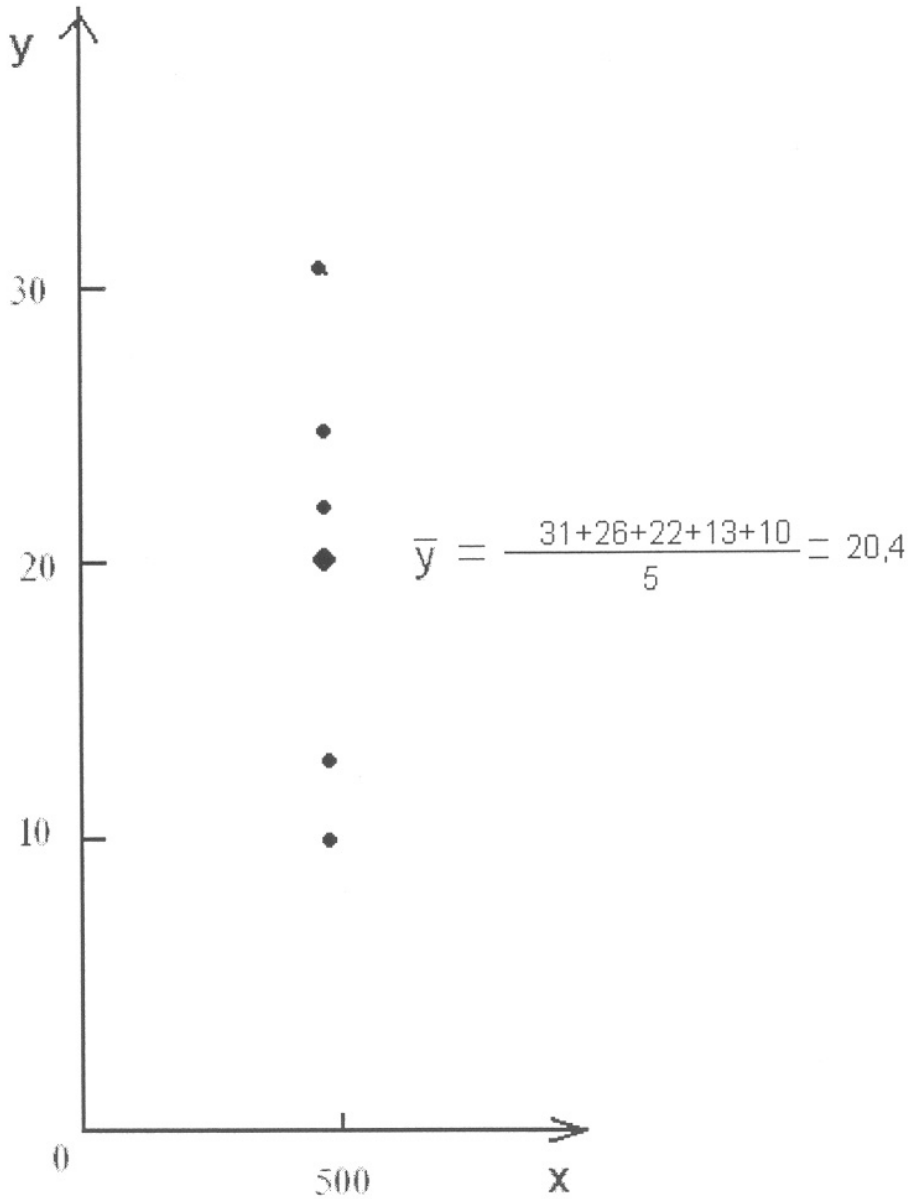


Рис. 1,а

Для проверки правильности гипотезы H_0 , зафиксировали какую-то величину концентрации солей на входе и выбрали все значения концентрации на выходе. Если гипотеза H_0 верна, то на выходе, при фиксированных значениях на входе, должны соответствовать одинаковые значения на выходе. Но из рис. 1,а видно, что это далеко не так, то есть, имеются значения в определенных интервалах. Например, при $500 \text{ м}^2/\text{л}$ на входе, имеем ($10 \text{ м}^2/\text{л} \div 30 \text{ м}^2/\text{л}$) на выходе, что и подталкивает к усреднению имеющихся данных. Вследствие этого получили жирную точку на графике (рис. 1, а). Дальнейшая процедура такова: сначала для различных значений входных концентраций X строятся соответствующие точки Y (получаем облако данных), а затем при каждом значении X , то есть, на каждой вертикали, усредняем имеющиеся данные и получаем набор жирных точек

(рис. 2), который дает возможность определить корреляционную связь между X и Y. Похоже, что точки лежат на прямой – можно провести прямую, к которой точки примыкают весьма близко. Ее и взяли за математическую модель связи выхода со входом. Столь незначительный наклон прямой относительно оси OX указывает на то, что установка малочувствительна к изменению концентрации солей на входе.

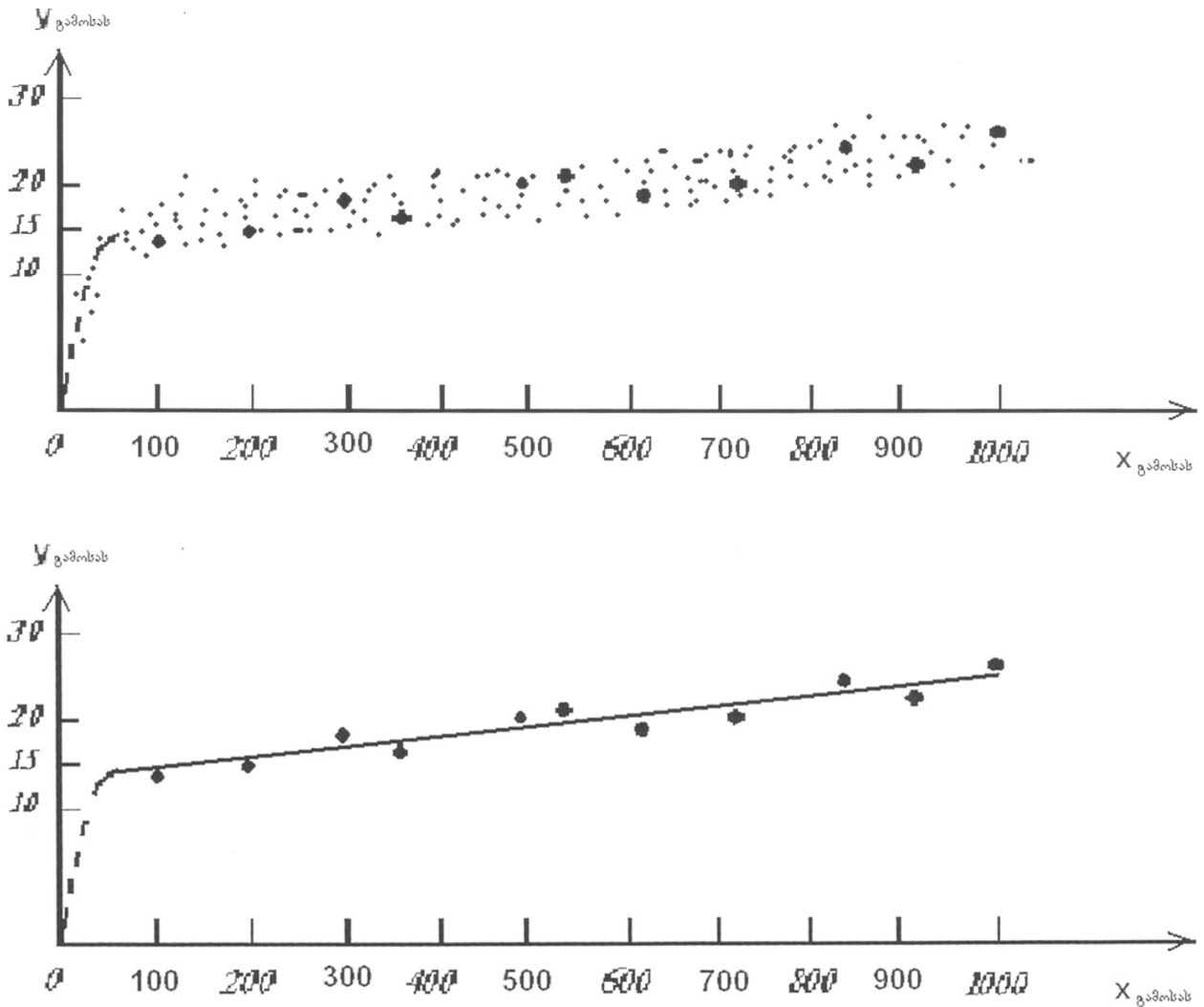


Рис. 2

Изменение концентрации на входе в 10 раз (100 м/л ÷ 1000 м/л) дает изменение концентрации на выходе в 1,5 раза (16 м/л ÷ 24 м/л), (1 м/л лежит в пределах точности измерения).

3. Выводы

Тезис нефтедобытчиков (гипотеза H_0) ошибочна.

Литература

1. გ. ვარშალომიძე, ი. გოგუაძე. მაგისტრალური გაზსადენები, ნავთობსადენები და მიწისქვეშა გაზსაცავები. თბილისი: ტექნიკური უნივერსიტეტი, 2006. - 650 გვ.
2. ი. გოგუაძე. ექსპერიმენტის დაგეგმვა და მათემატიკური მოდელირება ნავთობისა და გაზის მრეწველობაში. თბილისი: საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, 2003. - 332 გვ.
3. გ. მანია. მათემატიკური სტატისტიკა ტექნიკაში.
4. ზ. კალანდარიშვილი. ალბათობის თეორიის ელემენტები, თბილისი, 1988.
5. Налилов В.В. Теория эксперимента. М., 1973.
6. Первозванский А.А. Поиск. М., 1973.

შპს 622.244

გ. ვარშალომიძე, ვ. ხითარიშვილი, მ. ასათიანი

საბურღი ხსნარების ფილტრატის დასველების უნარიან გაკლენის შესწავლა თიხური ქანების ტენზონთქმავში

რეზიუმე: თიხური ქანების ბურღვისას ქანმომნგრევი იარაღი ქანებში მიკრონაპრალეებს წარმოქმნის. საბურღი ხსნარებთან კონტაქტის დროს კაპილარული ძალების მოქმედებით საბურღი ხსნარის ფილტრატი შეაღწევს მიკრონაპრალეებში და გაატენიანებს თიხურ ქანებს. რამდენადაც უკეთესად დაასველებს ფილტრატი თიხურ ქანებს, მით ხსნარის დიდ მასა იქნება შთანთქმული ქანის მიერ. ეს პროცესი ქანების გაჯირჯევას იწვევს. თეორიულად გამოკვლეულია საბურღი ხსნარის ფილტრატის გაკლენა თიხური ქანების ტენზონთქმავში, რის საფუძველზე კეთდება დასკვნა, რომ ჭაბურღილების ბურღვისას თიხური ქანის გაჯირჯევის თავიდან ასაცილებლად, საბურღი ხსნარის მასთან კონტაქტის დროს, აუცილებელია მინიჭიბირებელი დანამატებით დამუშავებული საბურღი ხსნარის გამოყენება.

საკვანძო სიტყვები: საბურღი ხსნარის ფილტრატი, შეღწევადობა, გაჯირჯევა, ტენზონთქმავ

1. შესავალი



გურამ ვარშალომიძე,
საქართველოს და უკრაინის საინჟინრო აკადემიების აკადემიკოსი, სტუ-ის „ნავთობისა და გაზის ტექნოლოგიის“ დეპარტამენტის თავმჯდომარე, ტექნიკის მეცნიერებათა დოქტორი, პროფესორი

თიხურ ქანებში ქანმომნგრევი იარაღის შეღწევისას ახალი ზედაპირების (ჭაბურღილების კედლების) წარმოქმნის საწყის მომენტში თიხური ქანების ფორები ჯერ კიდევ არაა შევსებული წყლით. სუსტად გატენიანებული თიხური ქანის თვისებები თავდაპირველად ისეთივეა, როგორც მონოლითური ქანის მახასიათებლები, მაგრამ ამავე დროს მცირე იწვევა საბურღი ხსნარის ფილტრატის ფიზიკურ-ქიმიური ურთიერთქმედება ახლად წარმოშობილ ზედაპირთან და წყლის შეღწევა თიხური ქანების ფორებში.



ვალერი ხითარიშვილი,
საქართველოს საინჟინრო აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი; ტექნ. მეცნ. დოქტორი; სტუ-ის „ჭაბურღილების ბურღვის ტექნიკისა და ტექნოლოგიის“ მიმართულების ასოცირებული პროფესორი

ქანმომნგრევი იარაღის მუშაობის შედეგად წარმოიქმნება მიკრონაპრალეები – არხები თიხურ ქანებში ტენის მოსახვედრად.

ამრიგად, საბურღი ხსნართან კონტაქტის დროს კაპილარული ძალების მოქმედების შედეგად წარმოიქმნის ფორებსა და მიკრონაპრალეებში საბურღი ხსნარის ფილტრატი შეაღწევს მიკროაგრეგატებს შორის სივრცეში და გაატენიანებს თიხურ ქანებს.

2. ძირითადი ნაწილი

საბურღი ხსნარის ფილტრატი რამდენადაც უკეთესად დაასველებს თიხურ ქანებს, მით ხსნარის დიდი მასა იქნება შთანთქმული ქანის მიერ, ე.ი. მით მაღალი იქნება წყლით ფორების



მაია ასათიანი,
სტუ-ს დოქტორანტი

შევისების ხარისხი. კაპილარული შეწოვის პროცესი გაგრძელდება გაწონასწორების მიღწევამდე, რომლის შემდეგ იწყება მეორეული პროცესი – ტენის ოსმოსური შთანთქმა, რაც იწვევს თიხური ქანის გაჯირჯევას და დისპერსირებას.

თუ საბურღი ხსნარის ფილტრატი წყალია, მაშინ მისი შთანთქმა ლულისპირა ზონის მიერ მაქსიმალური იქნება, ხოლო, როდესაც საბურღი ხსნარის ფილტრატი შეიცავს მაინჰიბირებულ დანამატებს, მაშინ ხსნარის შთანთქმული მასა იქნება შედარებით ნაკლები, ქანების დასველების შემცირების შედეგად.

ელექტროლიტებითა და ზედაპირულად აქტიური ნივთიერებებით დამუშავებული საბურღი ხსნარის პრაქტიკაში გამოყენებამ აჩვენა, რომ ამ ტიპის ხსნარები ვერ აღმოფხვრის კედლის დაშლას, მაგრამ ნაწილობრივ შეამცირებს ქანების გაჯირჯევასა და ჩამოქცევას. ასეთი მტკიცება დასტურდება სხვადასხვა საბურღი ხსნარებში თიხური ქანების ნიმუშების გაჯირჯევის გამოკვლევებით [1-3]. ელექტროლიტების და ზედაპირულად აქტიური ნივთიერებების ფუძეზე დამზადებულ ხსნარებში, წყალთან შედარებით, თიხური ქანების გაჯირჯევა მცირდება, მაგრამ ამ პროცესს მაინც აქვს ადგილი.

თიხების გატენიანების გაზრდა ხდება წყლის შეწოვისა და გაჯირჯევის შედეგად. ამ პროცესს ახლავს პოლიმოლეკულური შრეების მოცულობაში მატება და შიგა სტრუქტურული კავშირების შესუსტება. გაჯირჯევა წარმოადგენს თიხის აგრეგატების პეპტიზაციის ძირითად მიზეზს, რომელიც ამზადებს მათ გადასვლას სუსპენზიურ მდგომარეობაში, ჭარბი წყლის დროს.

შეწოვა წარმოადგენს კაპილარულ მექანიზმს, რომელიც უზრუნველყოფს დისპერსიულ გარემოს შეღწევას ფორებში და იქედან ჰაერის გამოდევნას, გაყოფის შიგა ზედაპირების დასველებას, ნაწილაკებს შორის კონტაქტების შერბილებას. ღია ფორებში შეწოვა განისაზღვრება კაპილარული ძალებით, დახურულ ფორებში ვითარდება ადჰეზიური (კაპილარული) წნევა. შეწოვა, როგორც ჩვეულებრივი დასველება, გართულებულია პისტრეზისტული მოვლენებით, დისპერსიულობისა და ფორიანობის გავლენით, ზედაპირების პოლარულობით, მათი გაჭუჭყიანების სიდიდით და ა.შ. ამ მოვლენის შედეგი პროცესის გაწელვაა დროში.

შეწოვა განხილული უნდა იქნეს არა როგორც დამოუკიდებელი პროცესი, რომელიც არაა დამოკიდებული გაჯირჯევაზე, არამედ, როგორც გაჯირჯევის პირველი სტადია. გაჯირჯევის განვითარების ხასიათის მიხედვით (ამ დროს), ადგილი აქვს სტრუქტურის გარდაქმნას, ფორების დაშლას და ნაწილაკების გადაწყობას. მწირ დილეგანტურ მინერალებში ეს პროცესი ვლინდება საკმარისად მკაფიოდ. შეწოვა უფრო მეტად ვლინდება პლასტიკურ სხეულებში, სადაც ადგილი აქვს მათ დაჯდომას (შეკლებას). ამ სხეულებში საწყისი შეკლება შენიღბულია, ჰიდრატაციის შედეგად კი სხეულები იზრდება მოცულობაში; ამასთან, წარმოიქმნება ახალი სტრუქტურები, რომლებიც ახლოა იმ სტრუქტურებთან სუსპენზიებში, რომელიც ადრეა წარმოქმნილი და მათგან განსხვავდება კონტაქტების სიხშირით. ასეთ სისტემებში ფორიანობა არ არსებობს. მასში არსებული იმობილიზებული წყალი წარმოადგენს თიხის ნაწილაკების სიღრმითი ზონების შემდგომი ჰიდრატაციის წყაროს. ეს სისტემა თერმოდინამიკურად გაწონასწორებულია. ჰიდრატაციის შედეგად წარმოშობილი წყლის დეფიციტი შეივსება გარემოდან ოსმოსური ძალების მეშვეობით [4]. ამრიგად, წყლის კაპილარული შეწოვა თიხურ ქანებში წარმოებს კაპილარული წნევის ზემოქმედებით:

$$P = \frac{2\sigma_{12}}{h} \cos\theta_1, \quad (1)$$

სადაც σ_{12} წყლის ზედაპირული დაჭიმულობა; θ -დასველების კუთხე; h -კაპილარის სიგანე.

იმ შემთხვევაში, როდესაც გამოიყენება ინჰიბირებული საბურღი ხსნარი, რომელსაც აქვს θ_1 დასველების კუთხე და σ'_{12} ზედაპირული დაჭიმულობა. ინჰიბირებული საბურღი ხსნარის თიხურ ქანებთან კონტაქტის დროს წარმოიქმნება კაპილარული წნევა:

$$P_1 = \frac{2\sigma'_{12}}{h \cos\theta_1}, \quad (2)$$

მაშინ

$$\frac{P}{P_1} = \frac{\sigma_{12} \cos\theta}{\sigma'_{12} \cos\theta_1}. \quad (3)$$

თიხური ქანის წყალთან კონტაქტის θ დასველების კუთხე ნულის ტოლია, მაშინ $\cos 0^\circ = 1$, აქედან გამომდინარე

$$\frac{P}{P_1} = \frac{\sigma_{12}}{\sigma'_{12} \cos\theta_1}. \quad (4)$$

თუ გავითვალისწინებთ, რომ წნევის ზემოქმედებით თიხური ქანების ფორებში შეწოვილი საბურღი ხსნარის ფილტრატის მასა პროპორციულია ტენზონტექმის მასისა, მაშინ

$$\frac{p}{P_1} = \frac{m}{m_1}. \quad (5)$$

აქედან

$$\frac{m}{m_1} = \frac{\sigma_{12}}{\sigma'_{12} \cos\theta_1}, \quad (6)$$

სადაც m ხსნარის მასაა, რომელიც შთანთქმება თიხური ქანის მიერ დისტილირებულ წყალთან კონტაქტის დროს; m_1 -წყლის მასა, რომელიც შთანთქმება თიხური ქანის მიერ ინჰიბირებულ საბურღი ხსნართან კონტაქტის დროს, რომელსაც აქვს დასველების კუთხე θ_1 , და ზედაპირული დაჭიმულობა σ'_{12} .

ამრიგად,

$$m_1 = m \frac{\sigma'_{12} \cos\theta_1}{\sigma_{12}}.$$

მოცემულ ფორმულაში m მუდმივი სიდიდეა კონკრეტული ტიპის თიხური ქანისათვის. თიხურ ქანებზე დასველების კიდურა კუთხის გაზომვა შეუძლებელია, ამიტომ მიღებულია დაშვება, რომ თიხის ნაწილაკების ზედაპირზე დასველების კიდურა კუთხე იცვლება ისევე, როგორც მინის ზედაპირზე.

ცნობილია, რომ ელექტროლიტების დამატება პრაქტიკულად არ ცვლის წყლის ზედაპირულზე დაჭიმულობას, ამიტომ შეიძლება ჩაითვალოს, რომ $\sigma'_{12} \approx \sigma_{12}$.

აქედან გამომდინარე, ფორმულა მიიღებს შემდეგ სახეს:

$$m_1 = m \cos\theta_1.$$

ჩვენ მიერ ჩატარებული თეორიული გამოკვლევებით დადასტურდა მოსაზრება, რომ წყლის მასა, რომელიც შთანთქმულია თიხური ქანის მიერ ზედაპირულად აქტიური ნივთიერებებით დამუშავებულ საბურღი ხსნარებთან კონტაქტის დროს ტოლია:

$$m_1 = m \frac{\sigma'_{12} \cos\theta}{\sigma_{12}}.$$

ხოლო წყლის მასა, რომელიც შთანთქმულია თიხური ქანის მიერ ელექტროლიტებით დამუშავებულ საბურღი ხსნარებთან კონტაქტის დროს გამოიანგარიშება ტოლობით:

$$m_1 = m \cos\theta_1.$$

ზემოთ აღნიშნულიდან ჩანს, რომ ზედაპირულად აქტიური ნივთიერებების დამატება წყალსა და საბურღი ხსნარებში ამცირებს ხსნარების დასველების უნარს და არეგულირებს ზედაპირულ დაჭიმულობას. ამ ხსნარებზე სხვადასხვა ტიპის ზედაპირულად აქტიური ნივთიერებების დამატება სხვადასხვანაირ ზეგავლენას ახდენს მათ დასველებასა და ზედაპირულ დაჭიმულობაზე, ხოლო ელექტროლიტების დამატება წყალსა და ხსნარებში ამცირებს დასველებას. რაც შეეხება ზედაპირულ დაჭიმულობას, ეს სიდიდე (ელექტროლიტების დამატებით) პრაქტიკულად არ იცვლება.

3. დასკვნა

ამრიგად, თიხური ქანების გატენიანება და შემდგომ გაჯირჯვება გამოწვეულია ფორებში წყლის შეწოვის შედეგად. ამ პროცესს ახლავს ქანების ფორების შიგა ზედაპირების დასველება და შიგა სტრუქტურული შეკავშირების შესუსტება. გაჯირჯვება თიხის აგრეგატების პეპტიზაციის ძირითადი მიზეზია, რომელიც ამზადებს მათ გადასვლას სუსპენზიურ მდგომარეობაში, შეწოვა კი კაპილარული მექანიზმია, რომელიც უზრუნველყოფს დისპერსიული გარემოს შეღწევას ფორებში და მათი შიგა ზედაპირების დასველებას. ჭაბურღილების ბურღვისას თიხური ქანების გაჯირჯვების თავიდან ასაცილებლად აუცილებელია მანიპულირებელი დანამატებით დამუშავებული საბურღი ხსნარების გამოყენება.

ლიტერატურა

1. ნ. აბესაძე. ნავთობისა და აირის ჭაბურღილების ბურღვა. თბილისი: განათლება, 1993.
2. Булатов А. И, Пенков А. И., Проселков Ю. М. Справочник по промывке скважин. М.: Недра, 1984.
3. Бадовский Н. А., Файман В. П. Борьба с осложнениями при бурении глубоких скважин за рубежом. М., 1986.
4. გ. ვარშალომიძე, ვ. ხითარიშვილი, მ. ასათიანი. ინჰიბირებული საბურღი ხსნარების გავლენის შესწავლა თიხური ქანების მდგრადობაზე ჭაბურღილების ბურღვისას// საქართველოს ნავთობი და გაზი №24, თბილისი, 2009.

УДК 622.244

Г.Х. Варшаломидзе, В. Э. Хитаришвили, М. О. Асатиани

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ СМАЧИВАЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ФИЛЬТРАТОВ БУРОВЫХ РАСТВОРОВ НА ВЛАГОПОГЛОЩЕНИЕ ГЛИНИСТЫХ ПОРОД

РЕФЕРАТ: При бурении глинистых пород породоразрушающий инструмент создает микротрещины, при контакте фильтрат буровых растворов проникает в микротрещины и увлажняет глинистую породу. Чем лучше смачивает фильтрат глинистую породу, тем большая масса раствора будет ею поглощена. Этот процесс вызывает набухание пород. Теоретически исследовано влияние фильтрата бурового раствора на влагопоглощение глинистых пород. На основе этого делается заключение, что при бурении скважин для предупреждения набухания глинистых пород при контакте с буровым раствором необходимо применение растворов, обработанных ингибированными добавками.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: фильтрат бурового раствора; проницаемость; набухание; влагопоглощение.

1. Введение

При внедрении породоразрушающего инструмента в глинистую породу в самый начальный момент образования новой поверхности (стенки скважины) поры глинистой породы еще не заполнены водой. Слабоувлажненная глинистая порода ведет себя как монолит, но сразу же начинается физико-химическое взаимодействие фильтрата буровых растворов с вновь образованной поверхностью. Начинается проникновение воды в поры глинистой породы. В результате работы породоразрушающего инструмента образуются микротрещины, которые также являются каналами для попадания влаги в глинистую породу.

Таким образом, при контакте фильтрата с вновь образовавшейся поверхностью глинистой породы под действием капиллярных сил фильтрат промывочной жидкости по порам и микротрещинам проникает в пространство между микроагрегатами, увлажняя глинистую породу.

2. Основная часть

Чем лучше смачивает фильтрат глинистую породу, тем большая масса жидкости будет ею поглощена (тем больше будет степень заполнения пор водой). Процесс капиллярного всасывания продолжается до достижения равновесия, после чего начинаются вторичные процессы – осмотическое поглощение влаги, приводящее к набуханию и диспергированию глин.

Если фильтрат представляет из себя воду, то поглощение воды пристволенной зоной будет максимальным, если же фильтрат промывочной жидкости будет содержать в себе ингибирующие добавки, то масса поглощенного раствора будет меньше (за счет уменьшения смачивания).

Очевидно, что применение буровых растворов, обработанных растворами электролитов, не предотвращает разрушения стенок, а только уменьшает интенсивность осыпей и обвалов.

Данное утверждение подтверждается и исследованиями набухания глин в различных средах. В растворах электролитов и поверхностно-активных веществ по сравнению с водой набухание уменьшается, но все-таки имеет место [1-3].

Увеличение влажности глин происходит путем всасывания воды и развития набухания. Это сопровождается разрастанием полимолекулярных слоев и ослаблением внутримолекулярных связей. Набухание является основной причиной пептизации глинистых агрегатов, подготавливающей переход их в суспензированное состояние при избытке воды.

Всасывание является капиллярным механизмом, обеспечивающим проникновение дисперсионной среды, вытеснение воздуха из пор, смачивание внутренних поверхностей раздела, размягчение контактов между частицами. В открытых порах всасывание определяется капиллярными силами, а закрытых – развивается адгезионное (капиллярное) давление. Как и обычное смачивание, всасывание осложнено гистерезисными явлениями, влиянием дисперсности и пористости, полярностью поверхностей, их загрязненностью и т. п. Результатом этого является растягивание процесса во времени и трудность достижения равновесных состояний.

По мере развития набухания происходит перестройка структуры, разрушение пор и переукладка частиц, сопровождающаяся усадкой. У тощих, дилатантных минералов это проявляется достаточно отчетливо. У более пластичных объектов первоначальная усадка маскируется, а затем в результате гидратации с избытком перекрывается увеличением объема. При этом возникает новая структура, близкая к той, которая имеет место в суспензии, и отличающаяся от нее лишь частотой контактов. К такой системе понятие пористости уже не применимо. Присутствующая в ней иммобилизованная вода служит источником дальнейшей гидратации глубинных зон глинистых частиц. Система эта является термодинамически равновесной. Возникающий в результате гидратации дефицит воды в ней восполняется из окружающей среды осмотическими силами [4].

Итак, капиллярное всасывание воды в глинистую породу происходит под действием капиллярного давления:

$$P = \frac{2\sigma_{12}}{h} \cos\theta_1, \quad (1)$$

где σ_{12} -поверхностное натяжение воды; θ -угол смачивания; h -ширина капилляра.

В случае, когда применяется ингибированная промывочная жидкость, имеющая угол смачивания θ_1 и поверхностное натяжение σ'_{12} , при контакте с той же глинистой породой будет возникать капиллярное давление:

$$P_1 = \frac{2\sigma'_{12}}{h} \cos\theta_1, \quad (2)$$

тогда

$$\frac{P}{P_1} = \frac{\sigma_{12} \cos \theta}{\sigma'_{12} \cos \theta_1} \quad (3)$$

Угол смачивания θ при контакте глинистой породы с водой считаем равным 0, тогда

$$\frac{P}{P_1} = \frac{\sigma_{12}}{\sigma'_{12} \cos \theta_1}, \quad (4)$$

или

$$\frac{m}{m_1} = \frac{\sigma_{12}}{\sigma'_{12} \cos \theta_1}, \quad (5)$$

где m -масса жидкости, поглощенная глинистой породой при контакте с дистиллированной водой; m_1 -масса воды, поглощенная глинистой породой при контакте с фильтратом ингибированной промывочной жидкости, имеющей угол смачивания θ_1 и поверхностное натяжение σ'_{12} .

Таким образом, $m_1 = m \frac{\sigma'_{12} \cos \theta}{\sigma_{12}}$. В данной формуле m - постоянная величина для конкретного типа глинистой породы.

Но измерение краевого угла смачивания на глинистых породах невозможно, поэтому примем допущение о том, что на поверхности глинистой частицы краевой угол меняется так же как и на поверхностях стекла.

Известно, что добавление минеральных солей практически не изменяет поверхностное натяжение воды, поэтому можно считать, что $\sigma'_{12} \approx \sigma_{12}$. Исходя из этого, формула (5) примет такой вид:

$$m_1 = m \cos \theta. \quad (6)$$

На основе приведенных теоретических исследований подтверждается мнение о том, что масса воды, которая поглощена глинистой породой при контакте с буровыми растворами, обработанными ПАВ, равна:

$$m_1 = m \frac{\sigma'_{12} \cos \theta}{\sigma_{12}}.$$

Но массу воды, которая поглощена глинистой породой при контакте с буровыми растворами, обработанными электролитами, можно рассчитать по формуле

$$m_1 = m \cos \theta.$$

Из вышеизложенного видно, что добавление ПАВ в воду буровых растворов снижает способность смачиваемости жидкости и регулирует поверхностное натяжение, но добавление электролитов в воду и растворы снижает их смачиваемость, а что касается поверхностного натяжения, то эта величина добавлением электролитов практически не изменяется.

3. Заключение

Таким образом, увлажнение и набухание глинистых пород вызвано путем всасывания в поры. В то же время происходит смачивание внутренних поверхностей пор и снижение внутрискелетных связей. Набухание является основной причиной пептизации глинистых агрегатов, подготавливающей переход их в суспензированное состояние. Всасывание является капиллярным механизмом, обеспечивающим проникновение дисперсионной среды в поры. При бурении скважин для предупреждения набухания глинистых пород необходимо применение буровых растворов, обработанных ингибированными добавками.

Литература

1. ნ. აბესაძე. ნავთობისა და აირის ჭაბურღილების ბურღვა. თბილისი: განათლება, 1993.
2. Булатов А. И, Пенков А. И., Проселков Ю. М. Справочник по промывке скважин. М.: Недра, 1984.
3. Бадковский Н. А., Файман В. П. Борьба с осложнениями при бурении глубоких скважин за рубежом. М., 1986.
4. გ. ვარშალომიძე, ვ. ხითარიშვილი, მ. ასათიანი. ინჰიბირებული საბურღი ხსნარების გავლენის შესწავლა თიხური ქანების მდგრადობაზე ჭაბურღილების ბურღვისას// საქართველოს ნავთობი და გაზი №24, თბილისი, 2009.

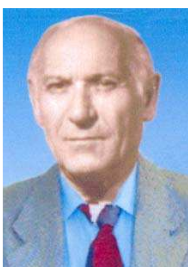
ენერჯის განახლებადი წყაროები

რეზიუმე: ნაშრომში წარმოდგენილია განახლებადი ენერჯის უხვი წყაროები დედამიწის, მზის და პლანეტების სივრცეში, როგორც პირველადი ენერჯია და მათი გარდაქმნის ტექნიკური საშუალებები.

კერძოდ, მოყვანილია სინათლის ენერჯის ფოტოვოლტური გარდაქმნები აკუმულატორულ ბატარეასთან ერთად, რომელიც საშუალებას გვაძლევს ინვერსირებადი გზით მივიღოთ 220 ვოლტი, სიმძლავრით 2,5-3 კვტ-მდე. იგი დღეისათვის ეკონომიური და ეკოლოგიურად სუფთა სისტემაა, რომელიც შესაძლოა გამოყენებულ იქნეს მცირე დასახლებულ პუნქტებში, ტურისტულ ინფრასტრუქტურაში, მილსადენების დაცვის და სასიგნალო ელექტრომომარაგების სისტემაში.

საკვანძო სიტყვები: განახლებადი ენერჯია; ფოტოვოლტური გარდაქმნელი; ინვერტორი.

შესავალი



ირაკლი გოგუაძე,

საინჟინრო აკადემიის საპატიო აკადემიკოსი, სტუ-ის „ჭაბურღილების ბურღვის ტექნიკისა და ტექნოლოგიის“ მიმართულებების ხელმძღვანელი, ფიზ.-მათ. მეცნ. დოქტორი, სრული პროფესორი

ენერჯის განახლებად წყაროებს წარმოადგენს დედამიწა, მზე და პლანეტები, რომლებიც უხვად იძლევიან ენერჯიას, რომელიც უნდა გარდაქმნათ ელექტრულ ენერჯიად და ცხოვრებაში გამოვიყენოთ.

1-ელ ნახ-ზე წარმოდგენილია ენერჯის განახლებადი წყაროები, რომელთა გამოყენება დღევანდელი ტექნიკისა და ტექნოლოგიის საშუალებით თავისუფლად შესაძლებელია. ჯერჯერობით გვინდა წარმოგიდგინოთ მზის ენერჯის გარდაქმნა ელექტროენერჯიად, რომელშიც გამოყენებულია კადმიუმის შემცველი

ფოტოელემენტები, რომელთა მიერ წარმოქმნილი ელექტროენერჯია მართალია მცირე სიდიდისაა, მაგრამ საშუალებას გვაძლევს გარდაქმნულით მივიღოთ ის სიმძლავრე, რომელიც შესაძლოა გამოიყენოს ყოველმა ოჯახმა პირადი მოხმარებისთვის. მე-2 ნახ-ზე მოყვანილია ელექტრომომარაგების სისტემის ზოგადი სქემა, რომელიც წარმოადგინა ფირმა Self-Contained Power Super System-მა [1].

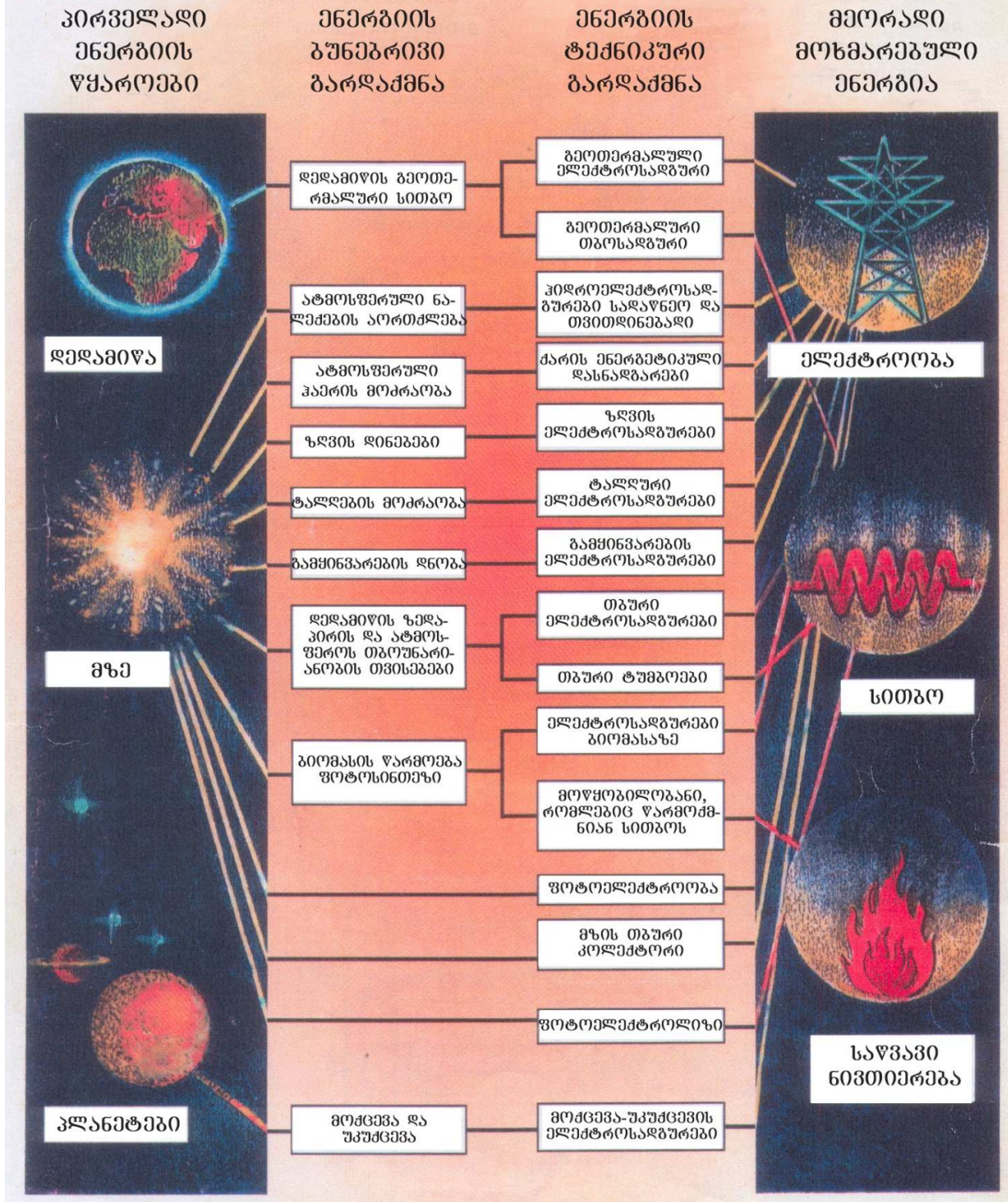
მზის სინათლის ენერჯის ფოტოვოლტური გარდაქმნელები და აკუმულატორების ბატარეა ერთად წარმოადგენს მცირე სიმძლავრის ეკოლოგიურად სუფთა ენერჯის წყაროს, რომელიც შეიძლება ეფექტურად იქნეს გამოყენებული მცირე სიმძლავრის ელექტრული ენერჯის ისეთ მომხმარებლებისათვის, რომლებიც დიდი



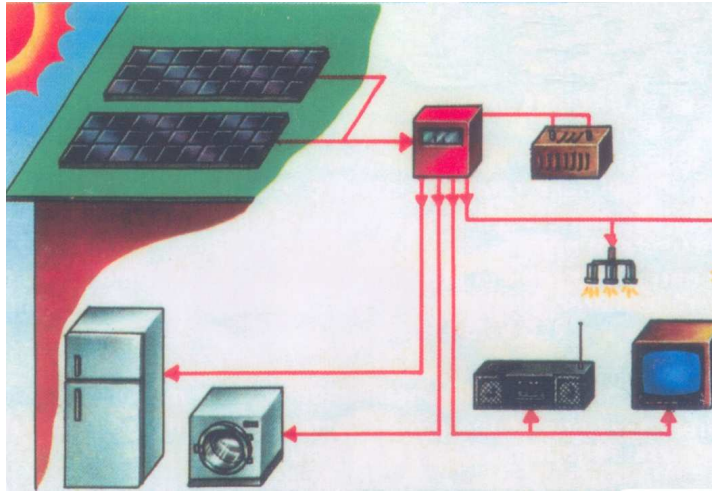
შ. ნემსაძე,

ტექნ. მეცნ. დოქტორი, სრული პროფ., სტუ-ის ელექტროტექნიკისა და ელექტროენერგეტიკული დანადგარების დიაგნოსტიკის მიმართულების ხელმძღვანელი, საქართველოს ენერგეტიკის აკადემიის წევრი, საინჟინრო აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი

ენერგიის განახლებადი წყაროები

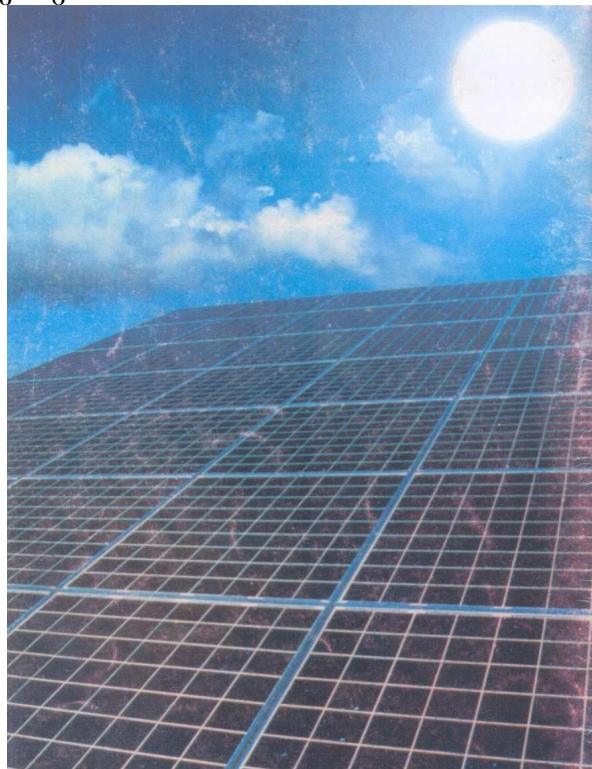


ნახ. 1. განახლებადი ენერგიის წყაროები ძირითადი ნაწილი



ნახ. 2. ელექტრომომარაგების ავტონომიური სისტემა Self-Contained Power Super System

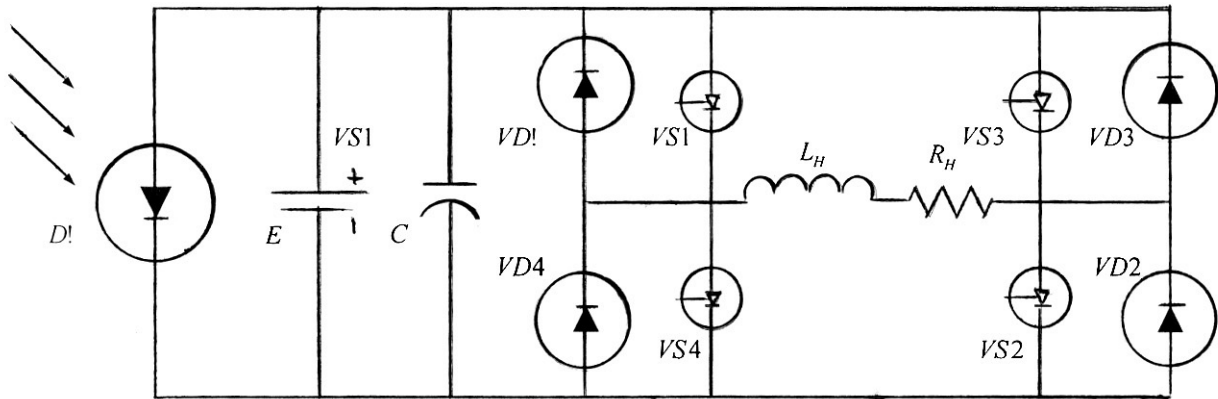
მანძილითაა დაშორებული ელექტრული ენერჯის სადისტრიბუციო ქსელიდან. მათი ამ ქსელიდან ენერჯით კვება დიდ ტექნიკურ სირთულესთანაა დაკავშირებული და ეკონომიკურად გაუმართლებელია. ასეთებია: მცირერიცხოვანი დასახლებები, განსაკუთრებით მთიან რაიონებში, ტურისტული ინფრასტრუქტურა, საკომუნიკაციო სისტემის ცალკეული ობიექტები, სასიგნალო აპარატურა, რადიოშუქურები და სხვა. ასეთი ტიპის მომხმარებელთა ელექტრული ენერჯით უზრუნველყოფა შეიძლება განხორციელდეს უშუალოდ მუდმივი დენით, 12-24V ძაბვით ან ერთფაზა ცვლადი დენით 220V ძაბვაზე.



ნახ.3. მზის სინათლის ენერჯის ელექტრულ ენერჯიად გარდამქმნელი პანელი

ცვლადი დენის მომხმარებლების, მაგალითად, საყოფაცხოვრებო ტექნიკის ცვლადი დენის ენერჯით უზრუნველყოფა შეიძლება განხორციელდეს წყაროს მუდმივი დენის ცვლად დენად გარდაქმნის გზით, ინვერტორის გამოყენებით [2].

აკუმულატორების ბატარეა წარმოადგენს ძაბვის წყაროს მცირე შიგა წინაღობით. ამიტომ, გარდაქმნისას გამოყენებული უნდა იქნეს ძაბვის ავტონომიური ინვერტორი, რომლის პრინციპული სქემა მოცემულია მე-4 ნახ-ზე. იგულისხმება, რომ ცვლადი დენის ენერჯის მომხმარებელია საყოფაცხოვრებო ტექნიკა, ამიტომ ინვერტორის დატვირთვა აქტიურ-ინდუქციურია.



ნახ.4. ძაბვის ავტონომიური ინვერტორის ელექტრული სქემა

ნახაზზე D_1 არის მზის სინათლის ენერჯის ფოტოვოლტური ნახევარგამტარული გარდამქმნელი, აკუმულატორების ბატარეის ელექტრომაგნიტური ძალაა. ძაბვის წყაროს პარალელურად ჩართულია დიდი ტევადობის კონდენსატორი C . ინვერტორში გამოყენებულია ბაგირული სქემა, რომელიც მიერთებულია R_H, L_H დატვირთვასთან. მასში ცვლადი დენი მიიღება მისი პერიოდული მიერთებით მუდმივი ძაბვის წყაროსთან, რაც ხორციელდება $VS3-VS4$ ტირისტორების საშუალებით. $VS1$ და $VS2$ ტირისტორების ჩართვისას დატვირთვაში დენს ერთი მიმართულება აქვს. მათი ჩაკეტვის შემდეგ დატვირთვაში დენი ინარჩუნებს მიმართულებას $VD3$ და $VD4$ დიოდების საშუალებით.

დატვირთვაში $VS3$ და $VS4$ ტირისტორებს ჩართვისას დენს აქვს საწინააღმდეგო მიმართულება, რომელსაც ინარჩუნებს ტირისტორების ჩაკეტვის შემდეგაც, $VD1$ და $VD2$ დიოდების საშუალებით.

პრაქტიკულად რეალიზებული მცირე სიმძლავრის ავტონომიურ ენერჯის სტემაში გათვალისწინებულია მომხმარებლისათვის მიწოდებული ელექტროენერჯის ხარისხის უზრუნველყოფა ენერჯის პარამეტრების რეგულირებისას და სტაბილიზაციის დამატებითი საშუალებების გამოყენებით.

დასკვნა

მცირე სიმძლავრის ავტონომიური ენერჯის სტემა, რომელშიც გამოყენებულია მზის პანელები, აკუმულატორების ბატარეა და მუდმივი დენის ცვლად დენად

გარდამქმნელი მოწყობილობა დღეისათვის ეკონომიურად მიზანშეწონილი სისტემაა მცირერიცხოვანი დასახლებული პუნქტების, ტურისტული ინფრასტრუქტურის, საკომუნიკაციო და მილსადენების დაცვის და სასიგნალო სისტემების ელექტრო-მომარაგებისათვის.

ლიტერატურა

1. www.solarlightingitl.com
2. გ. დგებუაძე. ძალური ელექტრონიკის საფუძვლები. თბილისი: ტექნიკური უნივერსიტეტი. 2009.

მილსადენის მთლიანობის მონიტორინგი ოპტიკურ-ბოჭკოვანი ტექნოლოგიების მეშვეობით

წარდგენილია საქართველოს საინჟინრო აკადემიის საპატიო აკადემიკოსის ი. გოგუაძის მიერ

რეზიუმე: მოცემულ სტატიაში გადმოცემულია ოპტიკურ ბოჭკოვანი ტექნოლოგიების რამდენიმე ტიპის კონსტრუქციების მუშაობის პრინციპები, მილსადენების ერთანობის მონიტორინგის განხორციელების მიზნით რათა უზრუნველყოთ მილსადენის უსაფრთხოება, განხილულია ოპტიკური ბოჭკოს უპირატესობა სხვა ტექნოლოგიებთან მიმართებაში. სტატიის ავტორის მიერ გადმოცემულია მეცნიერულ კვლევებზე დამყარებული ოპტიმისტური ვარაუდი ოპტიკური ბოჭკოს მზარდ როლზე ოპერაციული სისტემების დაცვის უზრუნველსაყოფად, აღნიშნულია ოპტიკური ბოჭკოს პერსპექტიულობა სწრაფად მზარდი გამოწვევების საპასუხოდ.

საკვანძო სიტყვები: ოპტიკურ-ბოჭკოვანი; მილსადენების ერთობის მონიტორინგი; მეცნიერულ კვლევებზე დამყარებული ოპტიმისტური ვარაუდი; ოპერაციული სისტემების დაცვის უზრუნველყოფა.

1. შესავალი



გ. მგელაძე,
დოქტორანტი

მილსადენის მთლიანობის უზრუნველყოფა მნიშვნელოვანია ნავთობისა და გაზის ტრანპორტირებისას. მილსადენის მთლიანობის დარღვევა იწვევს არა მარტო ნავთობისა და გაზის დანაკარგს, არამედ გარემოს დაზიანებებს. მილსადენის დაცვისა და კომუნიკაციის ახალი სისტემა, დაფუძნებული ოპტიკურ-ბოჭკოვან ტექნოლოგიებზე, უზრუნველყოფს მისი უსაფრთხოების საიმედოობას.

2. ძირითადი ნაწილი

მილსადენზე გარე ზემოქმედების თუ მცირე დაღვრის სწრაფად აღმოჩენის და რეაგირების უნარი შესაძლებლობას გვაძლევს მივიღოთ საიმედო და უტყუარი გადაწყვეტილება როგორც მოკლე და გრძელ გადამცემ ხაზებზე, ასევე მილსადენის მანაწილებელ ქსელებზე.

გარე ზემოქმედების აღმოჩენა უზრუნველყოფილია ოპტიკური ბოჭკოს უნარით, აღმოაჩინოს და განსაზღვროს ადამიანის თუ ხელსაწყოების მიერ მილსადენზე განხორციელებული ზემოქმედების ზუსტი მდებარეობა.

მცირე დაღვრები მილსადენის მთელ სიგრძეზე აღმოჩენილი და განსაზღვრულია ტემპერატურის ლოკალური თუ ანომალური ცვლილების მონიტორინგით და შეიძლება მარტივად იქნეს გამოყენებული მილსადენის ფართო ქსელში.

მილსადენებში გაზის გაჟონვის შემთხვევაში იქმნება ლოკალური ცივი ზონები მილსადენის გარე ზედაპირზე, ტომსონ-ჯოულის მაცივებელი ეფექტის შედეგად,

ტემპერატურის ცვლილების და მისი ადგილმდებარეობის აღმოჩენა და განსაზღვრა ხდება სისტემის მიერ.

კრიოგენული ხაზები, როგორცაა LNG (გათხევადებული ბუნებრივი გაზი), LPG(გათხევადებული ნავთობის აირი), ამიაკი, ეთილენი და ა.შ. ქმნის ცივ ზონებს გაჟონვის შემთხვევაში, რაც მარტივად შეიძლება იქნეს დადგენილი.

მილსადენებში, რომლებიც ატარებენ გამთბარ პროდუქტებს, როგორცაა სქელი ნავთობი, მრავალფუძიანი პროდუქტები, ორთქლი და ა.შ. მთლიანობის დარღვევის მდებარეობა შეიძლება დადგენილ იქნეს ტემპერატურის გაზრდით, ამ პროდუქტების გაჟონვისას.

საუკეთესო გადაწყვეტილება საუკეთესო მონაცემების საფუძველზე
უზრუნველყოფს ზუსტ და დინამიკურ ინფორმაციას 40000-ზე მეტი სხვადასხვა ადგილიდან მონიტორინგის ჩასატარებლად
უზრუნველყოფს პოზიციურ მონაცემებს გარე ზემოქმედების ან დაღვრის ადგილმდებარეობის განსაზღვრით, სამუშაოს თავისებურებისათვის
უზრუნველყოფს ტემპერატურულ მონაცემებს მილსადენის სტრუქტურული და თბოიზოლაციური მთლიანობის მონიტორინგისათვის

ინტელექტუალური მონიტორინგის გადაწყვეტა

ტრენის ინტელექტუალური გადაწყვეტის მაკონტროლებელი სენსორი (DTS) უზრუნველყოფს ტემპერატურის და დამაბულობის მონაცემთა გადაცემას რეალურ დროში მილსადენის მთელ სიგრძეზე, ასევე ტემპერატურის და გარე ზემოქმედების მონაცემების გადაცემას 40000-მდე სხვადასხვა ადგილიდან, მათი ინდივიდუალური ადგილმდებარეობის გათვალისწინებით.

ეს სისტემა სრულყოფილად არის მორგებული მილსადენის მთლიანობის მონიტორინგსა (სადაც დაღვრა დაკავშირებულია ლოკალურ ტემპერატურულ ცვლილებებთან) და მილსადენის გარე ზემოქმედებისაგან დაცვის სისტემაზე.

მათი ძირითადი ტექნოლოგიის ხასიათიდან გამომდინარე, მთლიანობის მონიტორინგის სხვა სისტემებთან შედარებით, DTS მთლიანობის სისტემის უპირატესობებია:

- ყოველდღიური გარდამავალი ოპერაციული პროცესების (ტუმბოს ჩართვა-გამორთვა) და დონეების ცვლილებების ზეგავლენისგან დაცულობა.
- მილსადენის მახასიათებლების (ცვლილებები მილსადენის დიამეტრში, სარქველების შევიწროება, მილსადენის დეფორმაცია) ცვლილებებისადმი შეუვალობა.
- კონდიციურ ცვლილებების (გარემოს ტემპერატურული პირობები, პროდუქტის სიბლანტე, ფაზური ცვლილება) ხელშეუხებლობა.
- რადგან ოპტიკური-ბოჭკოს სენსორები დაყენებულია მილსადენის გარეთ, ის არ აფერხებს მილსადენის შიგა ანტიკოროზიულ ოპერაციებს (დგუმის-PIG გაშვება).

სისტემის ფუნქციური შესაძლებლობები და უპირატესობები

Tran-ის ინტელექტუალური გადაწყვეტის სენსორის მრავალმხრივი ფუნქციური შესაძლებლობები და უპირატესობები:

- 50-მდე ოპტიკურ-ბოჭკოვანი არხის ხელმისაწვდომობა, რომ უზრუნველყოს მილსადენის ფართო ქსელის მონიტორინგი, DTS-ის ერთი ერთეული ერთმოდინი ბოჭკოს მიერ.
- ღია საკომუნიკაციო არქიტექტურა მარტივ და საიმედო ურთიერთქმედებას უზრუნველყოფს მესამე მხარის სისტემურ ქსელებთან (Ethernet, OPC, SCADA და ა. შ.).
- თითოეული მილსადენი შეუზღუდავ ზონებში შეიძლება განისაზღვროს სიგნალიზაციის ცალკეული ტიპებით და საკონტროლო მნიშვნელობით სიგნალიზაციის ცალკეული ტიპებისათვის.
- პაკეტური რეალიზაციის აპარატული უზრუნველყოფის ფართო სპექტრი, ხელმისაწვდომი პროექტის მოთხოვნების დასაკმაყოფილებლად.
- ვრცელი დიაგნოსტიკური თვითმართვა და ავტონომიური მუშაობა უსაფრთხო გამორთვისა და ავტომატური გაშვების შესაძლებლობით.
- ოპტიკურ-ბოჭკოვანი კაბელის საიმედო კონსტრუქცია.
- საშიშ ზონებში გამოყენებისათვის შესაფერისი და ელექტრომაგნიტური ზემოქმედებისადმი მდგრადი სისტემა.
- შესაფერისი ახალი და მოდერნიზებული პროექტებისთვის.

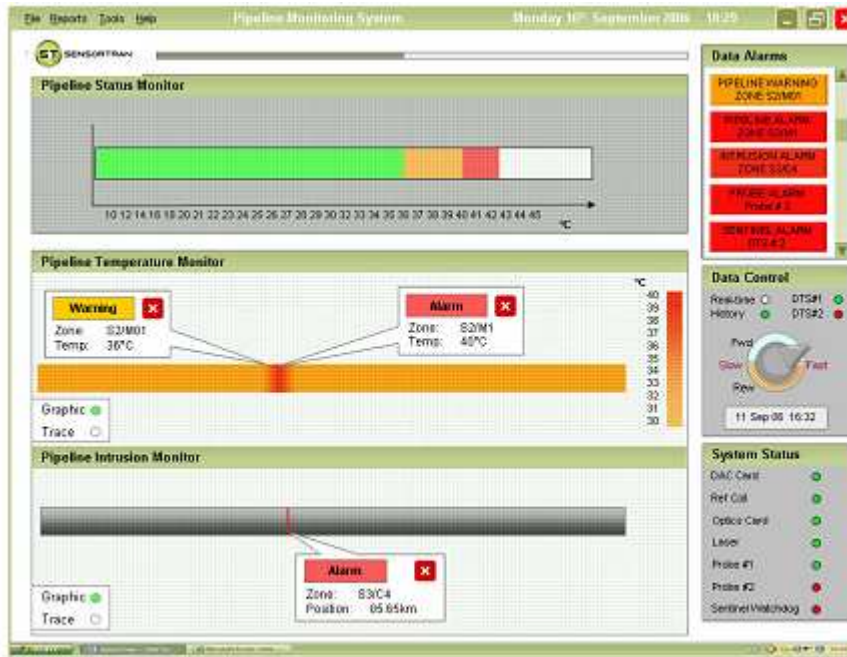
მილსადენის მონიტორინგის პროგრამული უზრუნველყოფა

DTS მენეჯერის პროგრამული უზრუნველყოფის დანამატმა SensorTran განავითარა სპეციალური გამოყენებითი პროგრამა მილსადენის მთლიანობის უზრუნველყოფისათვის. სისტემა საშუალებას იძლევა წარმოადგინოს მილსადენის მთლიანობისა თუ გარე ზემოქმედების კონდიციები, ტემპერატურული გამოსახულებები, საკონტროლო ინფორმაციები ზუსტი სახით.

ამ სისტემის უნივერსალურობა საშუალებას იძლევა, აგრეთვე, წარმოადგინოს მონაცემთა გამოსახვა რეალურ დროში.

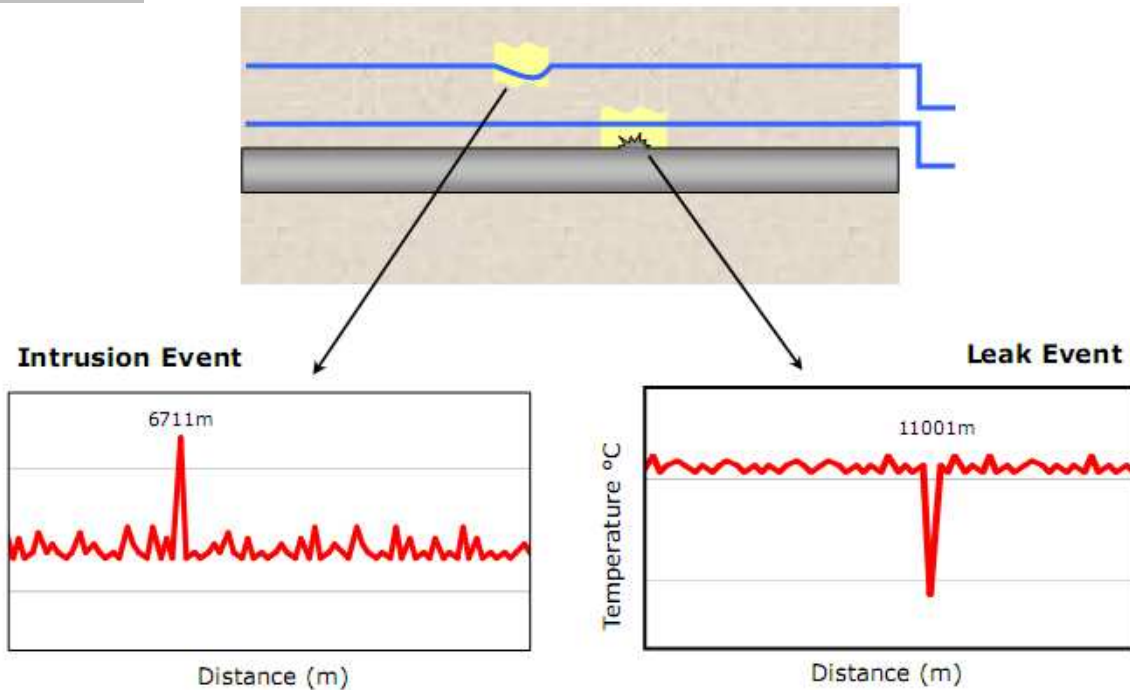
მილსადენთან დაკავშირებული ოპტიკური ბოჭკოს გრაფიკული გამოსახულება საშუალებას იძლევა წარმოადგინოს მილსადენის ფიზიკური მდგომარეობა.

მილსადენის მდგომარეობა და მისი ტემპერატურული პროფილი (გრაფიკული და ტემპერატურული ანათვალის სურათი) ტრენდულ დიაგრამასთან ერთად ნათლადაა გამოსახული SCADA-ს მონიტორზე.



შემთხვევათა გამოვლენა

Ground Level

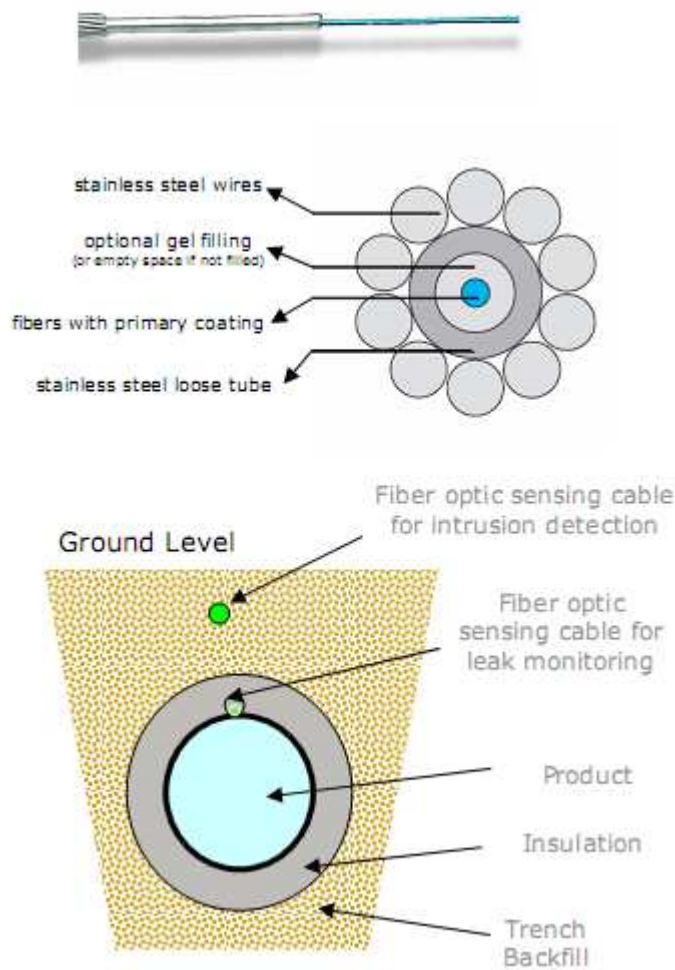


ოპტიკური ბოჭკოს ინსტალაცია და განვრცობა

მყარი ოპტიკური ბოჭკოს კაბელების ფართო სპექტრი ხელმისაწვდომია სპეციფიკური პროექტებისა და საინსტალაციო მოთხოვნების დასაკმაყოფილებლად.

კაბელები შეიძლება იყოს წარმოდგენილი და დაინსტალირებული კოროზიამდეგი მილის ფარგლებში ან ფოლადის ჯავშნით აღჭურვილი სადენის კონსტრუქციით, რათა უზრუნველყოს ბოჭკოს მაღალხარისხიანი თბოგამტარობა. ბოჭკოს ტიპები შერჩეულია შესაფერისი კონსტრუქციის გარსაცმით, შესაბამისი ტემპერატურული ამპლიტუდის – 196°C+700°C ფარგლებში.

არსებობს ოპტიკური ბოჭკოს განლაგების მრავალრიცხოვანი ალტერნატივები, კონკრეტული პროექტების მოთხოვნებზე დამოკიდებულებით და თერმული დროის შეზღუდვებით. ინსტალაციის მეთოდები დიდი ყურადღებითაა შერჩეული, რათა უზრუნველყოს მაქსიმალური მოქნილობა იმ დროს, როცა წარმოდგენილია საუკეთესო მექანიკური დაცვა.



ოპტიკურ-ბოჭკოვანი ტექნოლოგიის განვითარების ტიპური მეთოდები მოიცავს დახვევას, შენახვას და გადამუშავებას მილსადენის შიგნით. მილსადენთან დაკავშირებული, წინასწარ დაინსტალირებული ოპტიკური ბოჭკოს გაშლის ასეთი მეთოდი უზრუნველყოფს რეალური და ზუსტი მონაცემების წარმოდგენას მილსადენში სითბოს გავრცელებისას, გარე ზემოქმედებისაგან დამოუკიდებლად.

ოპტიკური ბოჭკო შეიძლება იყოს წარმოდგენილი ერთმოდინანი ან ორმოდინანი დაბოლოების კონფიგურაციით.

ორმოდინანი დაბოლოებით გაზომვა აღწერს მეთოდს, როდესაც ბოჭკო ორივე დაბოლოებით დაკავშირებულია DTS ერთეულთან ხვეულას კონფიგურაციით. ორდაბოლოებიანი ბოჭკოს საშუალებით გაზომვების უპირატესობა მდგომარეობს იმაში, რომ ბოჭკოს დაზიანების ნაკლებად სავარაუდო შემთხვევაში, რადგანაც ბოჭკო დაკავშირებულია სისტემასთან ორივე ბოლოთი, შესაძლებელია სისტემამ გააგრძელოს სრული მონიტორინგი.

Sensor Tran-ის უპირატესობანი

სენსორტრანი, NASA-ს ტექნოლოგიების თანამდევი ტექნოლოგია, მოწოდებულია უზრუნველყოს მონიტორინგული გადაწყვეტის გონივრული განაწილება. სენსორტრანის სისტემა შექმნილია მცირე თვითღირებულების ეფექტური დიზაინის მეთოდით, საუცხოო ინჟინრული გადაწყვეტით და საიმედო კონსტრუქციით. იგი გამოირჩევა მრავალმხრივი კონცეფციური განვითარებით და უზრუნველყოფს საიმედო ოპერაციულ სტანდარტებს ხანგრძლივი დროის განმავლობაში.

3. დასკვნა

არსებობს ნავთობპროდუქტების დაღვრისაგან დაცვის მრავალი მეთოდი. ნავთობისა და გაზის მილსადენების მთლიანობის დაცვის კონსტრუქცია და საკომუნიკაციო სისტემა, დაფუძნებული ოპტიკურ-ბოჭკოვან ტექნოლოგიებზე, წარმოადგენს ნავთობისა და გაზის უსაფრთხო ტრანსპორტირების ყველაზე საიმედო საშუალებას. ოპტიკური ბოჭკო არის მომავლის უმნიშვნელოვანესი ტექნოლოგია მრავალ ასპექტში; ოპტიკური ბოჭკოს აქვს უნარი იყოს წარმოდგენილი ფართო და მრავალმხრივ დიაპაზონში, აგრეთვე, უნარი გააუმჯობესოს კონტროლი და სენსორული შესაძლებლობები. ოპტიკური ბოჭკო გვთავაზობს კომუნიკაციების დიაპაზონური მოცულობების ცვლილებას, ეს სიახლე ზრდის კაბელის დიზაინს, აქვს დადებითი ზეგავლენა საკომუნიკაციო კვანძის ოპერაციული პარამეტრების გაუმჯობესების მხვრივ.

ოპტიკური ბოჭკოს მთელი მწკრივი, რომელიც განვითარებულია და გამოცდილი სავსე პირობებში, გადატრიალებას მოახდენს საკომუნიკაციო სისტემებში, უზრუნველყოფს რა სწრაფ და ზუსტ მონაცემთა გადაცემას და ამით ამცირებს რისკებს ნავთობისა და გაზის ტრანსპორტირებისას. ჩვენ დღეს წარმოვადგინეთ ერთ-ერთი თვალსაჩინო მაგალითი ოპტიკური ბოჭკოს ტექნოლოგიების უპირატესობისა სხვა ტექნოლოგიებთან მიმართებაში, მომავალში აუცილებლად განვიხილავთ ტრანსპორტირების რეჟიმების რეგულირებას ოპტიკურ-ბოჭკოვანი ტექნოლოგიების გამოყენებით.

მომავალი ეკუთვნის ოპტიკურ-ბოჭკოვან ტექნოლოგიებს.

ლიტერატურა

1. Culshaw, B. and Dakin, J. P., Eds., 1996, Optical Fiber Sensors: Components and Subsystems, vol. 3, Artech House.
2. Carlson B. N., 1993, “Selection and use of pipeline leak detection methods for liability management into the 21st century”, Pipeline Infrastructure II, Proceedings of the International Conference of the American Society of Chemical Engineers, ASCE.
3. Tapanes, E., 2002, “Fiber Optic Sensing Solutions for Real Time Pipeline Integrity Monitoring,” Future Fibre Technologies Pty Ltd. Company Article.
4. Natural Gas Leak Detection in Pipelines, Yudaya Sivathanu En’Urga Inc.
5. ჯ. ბახტაძე, გ. ვარშალოძიძე, ი. გოგუაძე, მ. სამადაშვილი, ე. ქრისტესიაშვილი. მილსადენების სტრუქტურული მთლიანობის მონიტორინგი. ბოჭკოვან-ოპტიკური გადამწოდები//საქართველოს ნავთობი და გაზი, თბილისი, 2006 წ. №19.
6. Udd, E. (1991), Fiber Optic Sensors, Wiley
7. “Fiber optic smart sensing” Optical Measurement techniques and applications, P. K. Rastogi.

UDC 681.586.5

G. Mgeladze

FIBER-OPTIC PIPELINE MANAGEMENT INTELLIGENT SOLUTIONS

Presented by I. Gogvadze – Honoured academician Engineering academy of Georgia

SUMMARY: The integrity of oil pipeline is always a majoring oil and gas transportation industry. Pipeline leak not only leads to loss of oil, but pollutes environment. A new pipeline leak detection and communication system based on optical fiber technology to ensure the pipeline reliability is presented. Dedicated fiber optic cables can be used to detect and locate in real-time pipeline displacement and strain, enabling the early detection of increased stresses. Optical fiber will be a critical technology in many aspects of future. Optical fiber already offers a step change in bandwidth capacity for the communications backbone. The range of discrete and distributed optical fiber sensors, being developed and in some cases field tested, will revolutionize sensing technologies in safety operating systems, the future is optical fiber.

KEY WORDS: optical-fiber; integrity of oil pipeline; pipeline detection and communication system; dedicated fiber optical cables; optical fiber will be a critical technology; the future is optical fiber.

1. Introduction

The integrity of pipeline is always a major concern in oil and gas transportation . Pipeline leak not only leads to loss of oil and gas, but it pollutes environment as well. Pipeline leak detection and a new communication system is presented in the article based on optical fiber technology to ensure the pipeline reliability.

The implementation of Sensor Tran’s advanced fiber-optic system based on Distributed Temperature Sensing (DTS) solutions provides a significant advancement in the integrity and intrusion management of pipelines.

2. Body

With the ability to quickly detect both intrusion and small leak events, these solutions provide an affordable, proven and reliable solution for both short and long transfer lines and plant-wide pipeline distribution networks as well.

Intrusion detection is provided by the ability of fiber-optic to detect and locate the position of small strain events along an optical fiber caused by people or equipment.

Small leaks along entire length of pipelines are detected and located by small and anomalous local temperature changes monitoring and can be readily applied in a wide range of pipeline applications.

As to gas lines, the escaping gas creates a local cold zone on the outer surface of the pipeline due to the Joule-Thomson cooling effect and the temperature change and its location being detected and measured by the system.

Cryogenic lines such as LNG, LPG, ammonia, ethylene, etc also create cold zones in case of leaks which can be easily detected.

Lines carrying heated product such as heavy oil, multi-phase products, molten products, heated water and steam also lend themselves to these integrity monitoring solutions as a result of the local temperature increases which occur due to the escaping product.

Better Decisions from Better Data	
•	provides accurate and dynamic information in real-time for up to 40,000 discrete points for complete monitoring
•	provides positional data to allow for identification of leak and intrusion positions with no prior knowledge of performance characteristics
•	provides temperature data for monitoring pipeline structure effects and insulation integrity

Intelligent Monitoring Solutions

Tran’s intelligent DTS monitoring solutions sensor provides real-time dynamic temperature and strain event data along the complete length of the lines providing up to 40,000 discrete temperature and intrusion measurement readings considering their individual locations.

These systems perfectly suit the pipeline integrity monitoring (where a leak is characterized by a local temperature event) and intrusion detection of pipelines.

Hence the nature of their underlying technology these systems have substantial benefits over other integrity monitoring systems:

- . Not affected by day-to-day transients such as pump start/stop and control valve operations or changes to delivery rates.
- . Immune to pipeline characteristics such as pipeline diameter changes, internal roughness, valve restrictions, pipe bends, etc.
- . Immune to condition changes such as ambient temperature, product viscosity or phase changes.
- . Since the optical sensing fiber is installed outside the pipeline these systems do not prevent pigging operations.

System Function abilities and advantages

Tran's intelligent solution provides sensor a wealth of features and benefits:

- up to 50 fiber-optic channels availability to provide monitoring for plant-wide pipeline networks from DTS single unit
- open-communication architecture provides reliable and easy interfacing with 3rd side system networks (Ethernet, OPC, SCADA, etc) together with flexible remote control and data output/input capabilities.
- intelligent and multiple alarm types and configurations can be readily tailored to each specific project to alert the operator to anomalous temperature/intrusion events, and leak conditions.
- each pipeline can be defined in unlimited zones by individual alarm types and set-points for each zone, allowing alarms to reflect fully the changing characteristics along its complete length.
- specifically developed application of software presents the data in a meaningful, representative and intuitive graphical form to the operator with tailored report creation facilities.
- wide range of hardware implementation packages available to meet exacting project requirements.
- on-board and expandable data storage provides for historical data achievement.
- extensive on-board self diagnostics and autonomous operation with safe shut-down and auto-start up capabilities.
- robust optical fiber cable design.
- suitable for use in hazardous areas and unaffected by electro-magnetic interference.
- suitable for new and retrofit projects.

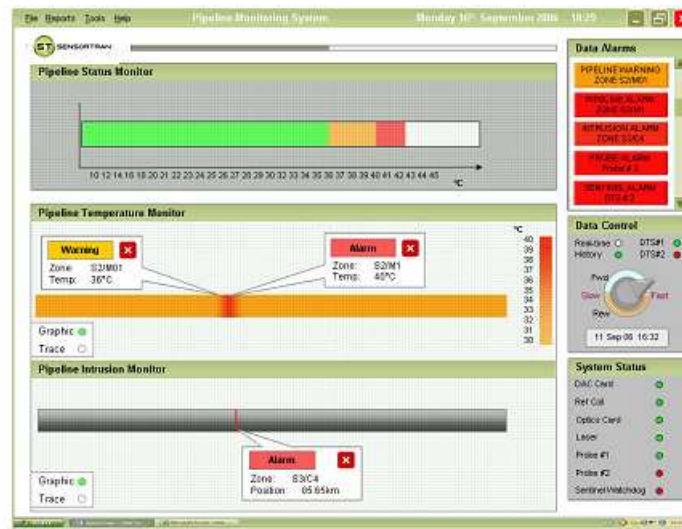
Pipeline Monitoring Software

DTS Manager Software complement, SensorTran has developed specific application displays for pipeline integrity monitoring systems. This provides the human-machine-interface (HMI) to present the integrity and intrusion condition, temperature profile, and alarm information to the operator in a clear, precise and intuitive manner. These HMIs are tailored to suit specific project requirements so that they provide an accurate mimic of the installation.

In addition to displaying real-time data, the versatility of these systems also allow the playback of historical data. Playback direction and review speed is provided by a single control.

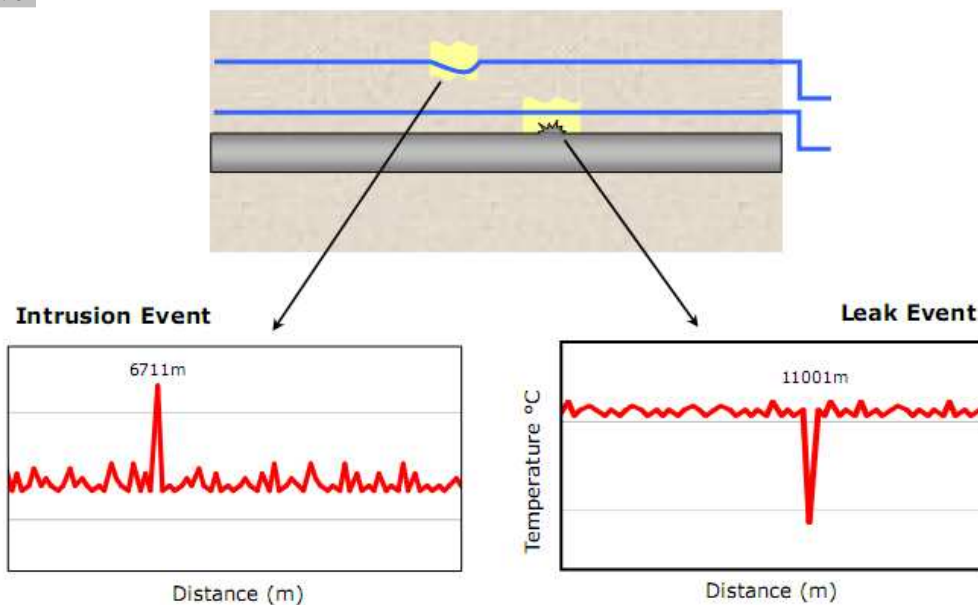
Physical mapping of the optical fiber connected with the pipeline allows a graphical representation of the pipeline condition.

Pipeline condition status and its temperature profile (both graphical and temperature trace representations) together with trend plots for specific points are clearly displayed on SCADA monitor.



Event Detection

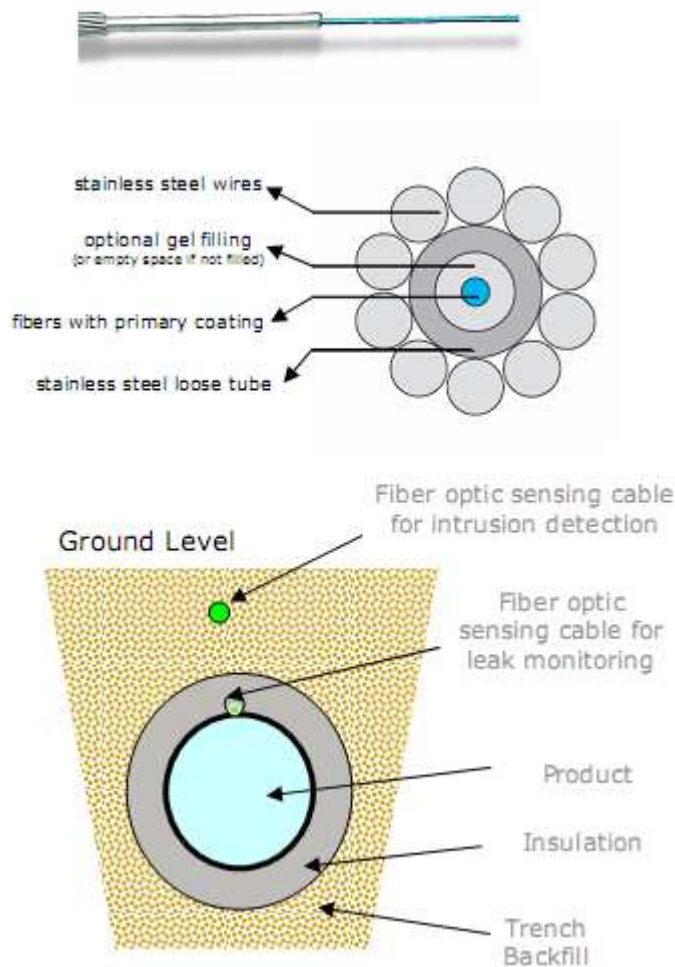
Ground Level



Optical Fiber Installation and Deployment

A wide range of robust optical fiber cables are available to suit specific projects and installation requirements. Cables can be supplied and installed within an outer stainless steel tube or Steel Wire Armoured (SWA) cable construction to provide protection while ensuring good thermal conduction to the fibers. Fiber types are selected suitable for coatings designed to meet temperature limits within -196°C to $+700^{\circ}\text{C}$.

Numerous alternatives of the optical cables placement exist dependent upon the specific project requirements and thermal time constraints. Installation methods are carefully selected to provide maximum flexibility with best mechanical protection.



Typical optical-fiber technology deployment methods include prefabricated cable, spooling or pulling the fiber inside the previously installed, dedicated conduit in close proximity to the pipe surface. Such deployment ensures true representation of pipeline heat distribution independent of external influences.

The optical fiber can be configured in either single-ended or double-ended configuration. Double-ended measurement describes a method by which both ends of the fiber are connected to

the DTS unit in a loop configuration. An advantage of double-ended measurement is absence of a fiber-break event; since the fiber is addressed from both ends to the system it can continue full monitoring.

The SensorTran Advantages

SensorTran, a NASA technology spin-off, is committed to supply its customers with smart, distributed monitoring solutions. Sensor Tran systems are conceived to have a low lifetime cost of ownership (LCO) due to efficient design, superior engineering and reliable construction. Sensor Tran team is dedicated to providing “best-in-industry” customer care from project conception to the development of specifications, through installation, training, etc.

Conclusion

There are a variety of methods that can detect pipeline leaks. Design of oil and gas pipeline leak detection and communication system based on optical fiber technology is the most reliable feature. Optical fiber is the mosimportant technology of future in many aspects. Once knowledge of the availability of high bandwidth communication becomes widely distributed, many controls and sensor improvements will appear, to make use of the available bandwidth. Optical fiber already offers a step change in bandwidth capacity for the communication backbone. This performance increases mean that the cable design no longer has any impact, what so ever, on the performance of the communication link.

The range of discrete and distributed optical fiber sensors, being developed and in some cases field tested, will revolutionize the communication system promoting quick and precise data transmission thereby reducing the risks involved with transporttion of oil and gas.

References:

1. Culshaw, B. and Dakin, J. P., Eds., 1996, Optical Fiber Sensors: Components and Subsystems, vol. 3, Artech House
2. Carlson B. N., 1993, “Selection and use of pipeline leak detection methods for liability management into the 21st century”, Pipeline Infrastructure II, Proceedings of the International Conference of the American Society of Chemical Engineers, ASCE.
3. Tapanes, E., 2002, “Fiber Optic Sensing Solutions for Real Time Pipeline Integrity Monitoring,” Future Fibre Technologies, Pty Ltd. Company Article.
4. Natural Gas Leak Detection in Pipelines, Yudaya Sivathanu En’Urga Inc.
5. ჯ. ბახტაძე, გ. ვარშალომიძე, გოგუაძე ი., მ სამადაშვილი, ე. ქრისტესიაშვილი. მილსადენების სტრუქტურული მთლიანობის მონიტორინგი ბოჭკოვან-ოპტიკური გადაჭოლები. //საქართველოს ნავთობი და გაზი, თბილისი, 2006 წ. №19
6. Udd, E. (1991), Fiber Optic Sensors, Wiley
7. “Fiber optic smart sensing” Optical Measurement techniques and applications, P. K. Rastogi.

შპს 622.24.442

ი. გაბრიჩიძე, გ. ხარაბაძე,
ნ. ბოჭორიშვილი, ვ. გაბრიჩიძე

სარწყავი არხების კომპლექსური გამოყენების შესაძლებლობა ელექტროენერგიისა და ეკოლოგიურად სუფთა სტრატეგიული და ეკონომიკური მნიშვნელობის ნივთიერებათა მისაღებად

რეზიუმე: განხილულია საქართველოში არსებული მრავალი სარწყავი და სხვა სპეციალური დანიშნულების მქონე არხების გამოყენების შესაძლებლობა ელექტროენერგიისა და ეკოლოგიურად სუფთა ნივთიერების (წყალბადის) მისაღებად. ელექტროენერგიის გამომუშავება ხდება არხებში ჩადგმული მიკროჰესების საფუძველზე, ხოლო წყალბადის წარმოება - ელექტროლიზერში წყლის ელექტროლიზის შედეგად, რისთვისაც გამოიყენება მიკროჰესებში გამომუშავებული შედარებით დაბალი თვითღირებულების ელექტროენერგია.

საკვანძო სიტყვები: არხი, მიკროჰესი, წყალბადი, ელექტროლიზერი, ენერგომატარებელი, შეტბორვა, დაწნევა.

1. შესავალი



ი. გაბრიჩიძე,
ელექტროენერგეტიკის
დამსახურებული
მუშაკი, ინჟინერი

საქართველო, განსაკუთრებით მისი აღმოსავლეთი ნაწილი, დაქსელილია სარწყავი და სხვა სპეციალური დანიშნულების არხებით. მაგალითად, ალაზნის სარწყავი სისტემის მთავარი არხი და მისი განშტოებები, არხები მდ. ქსანსა და მდ. ლიახვზე, გარდაბნის მძლავრი არხი, რომელიც თბოელექტროსადგურის გაციების სისტემას ემსახურება და სხვა. დასავლეთ საქართველოში აღსანიშნავია ზესტაფონ-აჯამეთის სარწყავი არხი, სარწყავი არხები გურიასა და სამეგრელოში და ა.შ.



გ. ხარაბაძე,
ასოც. პროფესორი
(ტელეკომუნიკაციის
დეპარტამენტი)

საქართველოს სხვადასხვა კუთხეში მრავლადაა აგრეთვე დიდი დაქანების ნაკადულები, მთის წყაროები და ღელეები, რომლებიც არ გამოიყენება ძირითადი, მცირე და მძლავრი ჰესების მუშაობისათვის, მაგალითად, ღელე რაჩხა ცაგერის რაიონში, ზესტაფონში - ჯობოურა, ძუსა, ბუჯა, ჩხარულა, ჩოლაბური, ძვერულა და სხვა; აგრეთვე, ისეთი მდინარეებიც, რომელთა გამოყენება მცირე ენერგეტიკის განვითარებისთვის არ უქმნის დაბრკოლებას გენერალური გეგმით გათვალისწინებული მძლავრი ენერგეტიკული ობიექტების მშენებლობას.



ნ. ბოკორიძე,
„საგანგებო სიტუაციების მართვისა და შრომის უსაფრთხოების“ მმართველობის სრული პროფესორი

მიკროჰესების მშენებლობის შედეგად მიღებული, შედარებით დაბალი თვითღირებულების ელექტროენერგია შეიძლება გამოყენებულ იქნეს როგორც ახლომდებარე დასახლებული პუნქტების ელექტროენერგიით მომარაგებისათვის, ისე ეკოლოგიურად სუფთა ნივთიერებების (გაზების) მისაღებად, რომელთა ნაწილს სტრატეგიული და დიდი ეკონომიკური მნიშვნელობა აქვს.



ვ. გაბრიძე,
„ინფორმატიკისა და მართვის სისტემების“ ფაკულტეტის ასოცირებული პროფესორი

2. ძირითადი ნაწილი

ცნობილია, რომ წყლის ელექტროლიზით ხდება წყალბადისა და ჟანგბადის მიღება. წყალბადი [1], როგორც ტექნიკური პროდუქტი, ფართოდ გამოიყენება სახალხო მეურნეობის მრავალ სფეროში: ნავთობის გამომუშავების ტექნიკურ პროცესში, ამიაკის, მეთანოლის წარმოებასა და მეტალურგიულ მრეწველობაში, მეცნიერებისა და ტექნიკის სხვადასხვა დარგებში. უკანასკნელ ხანს წყალბადს განიხილავენ, როგორც უნივერსალურ ენერგომატარებელს–ენერგიის აკუმულირების შესაძლებლობით.

სამეცნიერო-ტექნიკური პროგრესის შედეგად განუწყვეტლივ იზრდება მოთხოვნა ენერგეტიკულ რესურსებზე. ენერგიის დიდი ნაწილი მიიღება ე.წ. განუახლებადი რესურსების (ნავთობი, ბუნებრივი გაზი, ნახშირი, ფიქალი) ხარჯზე, რომელთა მარაგი ბუნებაში შეზღუდულია. წყალბადს აქვს წვის მაღალი ტემპერატურა (დაახლოებით 3-ჯერ მეტი, ვიდრე ნახშირწყალბადიან საწვავს), არ ატოქსიანებს გარემოს წვის მაგნე პროდუქტებით, ე.ი. წარმოადგენს ეკოლოგიურად სუფთა ენერგომატარებელს, რაც მნიშვნელოვნად განასხვავებს ისეთი ორგანული საწვავისგან, რომელსაც ახლავს აზოტის, გოგირდის, ნახშირბადის ოქსიდების და სხვა მაგნე პროდუქტების ატმოსფეროში გაფრქვევა და იწვევს ბუნებაში ეკოლოგიურ წონასწორობის დარღვევას. მაგალითად, ატმოსფეროში ნახშირბადის დიოქსიდის დაგროვება წარმოქმნის ე.წ. სათბურის ეფექტს, რომელიც შეიძლება გახდეს კატასტროფული შედეგის გამომწვევი.

ზემოაღნიშნულიდან გამომდინარე, წყლის პრაქტიკულად შეუზღუდავი მარაგი განაპირობებს ორგანული წარმოშობის პირველადი წყაროების სულ უფრო მეტად ჩანაცვლებას მეორეული ენერგომატარებლებით. ამ მიზნით ძალიან პერსპექტიულია წყალბადის გამოყენება სატრანსპორტო საშუალებათა წვის პროდუქტად, ელექტროსადგურებსა და კომუნალურ მეურნეობაში, მეცნიერებისა და ტექნიკის ახალ დარგებში, რაც საშუალებას იძლევა წარმატებით გადაწყდეს ბევრი აუცილებელი ენერგეტიკული თუ ტექნიკური პრობლემა. ამასთანავე, წყალბადთან დაკავშირებული ყოველი კონკრეტული ამოცანის გადაწყვეტისას აუცილებელია ტექნიკური უსაფრთხოების წესების მკაცრი დაცვა, რისთვისაც საჭიროა წყალბადის

თვისებების ცოდნა მისი მიღების, ტრანსპორტირების, შენახვისა და სხვადასხვა ტექნიკურ პროცესებში გამოყენების დროს.

წყალბადი დახლოებით 14-ჯერ მსუბუქია ჰაერთან შედარებით, სწრაფად აქროლადი და გაუონვის შემთხვევაში სწრაფად ადის ატმოსფეროში, ცეცხლსაშიშია, ხასიათდება წვის მაღალი ტემპერატურით. მისი ტრანსპორტირება შეიძლება თხევადი სახითაც – მილსადენით, ცისტერნიანი საავტომობილო და საზღვაო ტრანსპორტით. ტრანსპორტირებისას და სხვა საცავში წყალბადის გადატუმბვის დროს ადგილი აქვს დანაკარგებს გაუონვის გამო. ლიტერატურიდან ცნობილია, რომ 4500 კგ ცისტერნით ტრანსპორტირებისას, ერთი რეისის დროს იკარგება 3-5% თხევადი გაზი.

მცირე, საშუალო და მძლავრი ელექტროლიზერების მწარმოებლურობა დღე-ღამეში შეადგენს 0,1–1 მ³ წყალბადს. მძლავრი ელექტროლიზის ქარხნებში დღე-ღამეში შეიძლება დაიხარჯოს 450 ტ და მეტი წყალი, ხოლო 1 მ³ წყალბადის მიღებისათვის საჭიროა 3,5–4,5 კვტ.სთ ელექტროენერგია. მიუხედავად ენერჯის ასეთი ხარჯისა, წყლის ელექტროლიზი წარმოადგენს წყალბადის მიღების კონკურენტუნარიან მეთოდს, რადგან უზრუნველყოფს მიღებული წყალბადის მაღალ სისუფთავეს (99,99%); შესაძლებელია მნიშვნელოვანი ღირებულების მქონე შუალედური პროდუქტების (ჟანგბადი, მძიმე წყალი) მიღება, რადგან პრაქტიკულად ამოუწურავია წყლის მარაგი.

ელექტროლიზერების ელექტროენერგიით მომარაგებისა და კომპლექსური გამოყენების დენის წყაროების სიმძლავრეთა განსაზღვრისათვის მივიღოთ სარწყავი სისტემის არხში გამავალი წყლის ხარჯი $Q=2$ მ³/წმ, ხოლო 1 კმ-ზე არხის დახრილობა 3 მ-ის ტოლი. ასეთი დახრის დროს არხში შესაძლებელია სამ ადგილზე 1 მ შეტბორვითი დაწნევის მიღება და თუ 1 კმ-ზე არხში განვათავსებთ სამ მიკროჰესს, მაშინ თითოეულის სიმძლავრე იქნება:

$$P=9,81QH_{\text{შეტბ.}} \cdot \eta=9,81 \cdot 2 \cdot 1 \cdot 0,8=15,7 \text{ კვტ.}$$

სადაც $\eta=0,8$ მქ კოეფიციენტი არხის ყოველ კილომეტრზე, ხოლო $H_{\text{შეტბ.}}=1$ –შეტბორვითი დაწნევის სიდიდე.

ასეთი პარამეტრების შემთხვევაში არხის ყოველ კილომეტრზე მიღებული ჯამური სიმძლავრე $3 \cdot 15,7=47,1$ კვტ შეადგენს.

აღსანიშნავია, რომ რიგ არხებში გამავალი წყლის ხარჯი შეიძლება იყოს 18 მ³/წმ და, შესაბამისად, სიმძლავრე იქნება $9 \cdot 47,1=423,9$ კვტ და 1 სთ-ში შესაძლებელია $423,9/4,5=94,2$ მ³ წყალბადის გამომუშავება.

ასეთი მიკროჰესები ათასობით შეიძლება მოეწყოს არსებულ არხებში. თუ ერთი ჰესის სიმძლავრეს ავიღებთ 10–15 კვტ ტოლს, მაშინ 1000 კმ სიგრძის არხიდან, რომელშიც ყოველ კილომეტრზე იგულისხმება სამი მიკროჰესი, მიღებული სიმძლავრე იქნება:

$$P=3 \cdot (10 \div 15) 10^{-3} \cdot 1000=30 \div 45 \text{ მგვტ.}$$

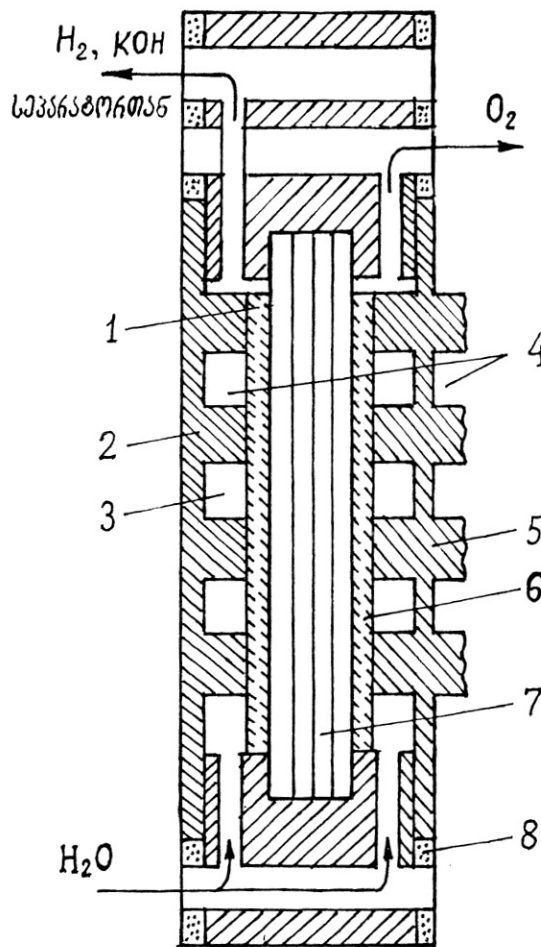
ელექტროლიზერში ასეთი სიმძლავრის სრული გამოყენების შემთხვევაში, 1 სთ-ში შეიძლება მიღებული იქნეს

$$(30 \div 45)/4,5 \cdot 10^{-3}=(6666,7 \div 10000) \text{ მ}^3 \text{ წყალბადი,}$$

ხოლო დღე-ღამეში

$$24 \cdot (6666,7 \div 10000) = (159984 \div 240000) \text{ მ}^3.$$

სრულყოფილი ელექტროლიზერის კონსტრუირებისა და აგებისათვის Ellis-Chalmers (აშშ) ფირმამ გამოიყენა სითბური ელემენტების ტექნოლოგია (ნახ. 1). ასეთი ელექტროლიზერის ძირითადი თავისებურებაა ნიკელის ფოროვანი ელექტროდები, რომლებსაც აქვთ მაღალი კუთრი ზედაპირი. მოპირდაპირე ზედაპირებიდან გაზების გამოყოფა მიმდინარეობს მინიმალური პოლარიზაციული ეფექტით. დანადგარის ყოველი უჯრედი შედგება პლატინის კატალიზატორით დაფარული ნიკელის ორი ფოროვანი ელექტროდისაგან, რომლებიც ერთმანეთისგან გაყოფილია აზბესტის თხელი მატრიცით [1].

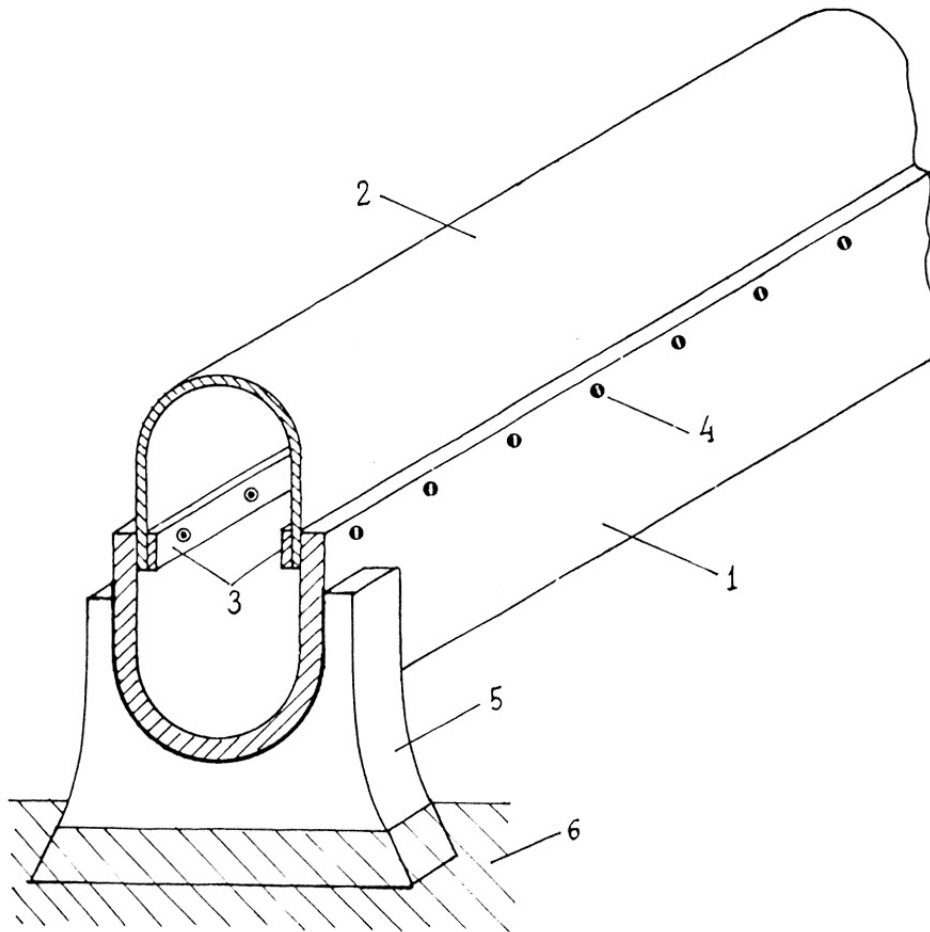


ნახ. 1. Ellis-Chalmers-ის ელექტროლიზერის საბოლოო უჯრედის კონსტრუქცია.

- 1 – კათოდი; 2 – ფუძე; 3 – O₂-ის ფოსო; 4 – H₂-ის ფოსო; 5 – ბიპოლარული ფილა; 6 – ანოდი; 7 – აზბესტის მატრიცა; 8 – შუასადები

ელექტროენერჯის გამომუშავების ეფექტურობის გაზრდის მიზნით, მიწისზედა სარწყავი არხების წყლის ხარჯის გაზრდის გარეშე, შესაძლებელია წყლის დონის 1,5-ჯერ აწევა, რომლის დროსაც იზრდება წყლის შეტბორვის სიდიდე. პროპორციულად გაიზრდება გამომუშავებული ელექტროენერჯის სიმძლავრე და

მიღებული წყალბადის მოცულობა. აღნიშნულის უზრუნველსაყოფად, არხში მიკროჰესის ჩადგმით გამოწვეული წყლის დონის აწვევისას, ღარიდან წყლის გადმოდერის თავიდან აცილების მიზნით, არხის ამ უბანზე წყალსატარი ღარი დახურულია პოლიმერული მასალისგან დამზადებული რკალისებრი ფორმის ხუფით (ნახ. 2), რომელიც ღარის ბორცვზე შიგა ღარტყით დამაგრებულია ქანჩებით, ხოლო პერმეტიზაციის მიზნით შესაძლო ღრეჩოები შევსებულია სპეციალური ქაფით. შესაძლებელია აგრეთვე როგორც მიწისზედა, ისე მიწის სიღრმეში არსებული არხების ღარში პოლიმერის მოქნილი მილის ჩადგმაც, რომლის სიმაღლე 0,5–0,7 მ-ით აჭარბებს ღარის ბორცის სიმაღლეს, რაც, ზემოაღნიშნულის ანალოგიურად, დაიცავს არხს წყლის გადმოდერისაგან და შექმნის წინაპირობას მიკროჰესის სიმძლავრისა და წარმოებული წყალბადის მოცულობის გაზრდისათვის.



ნახ. 2. წყალსატარის ღარის რეკონსტრუქციის ტექნიკური ნახაზი

1 – ღარი; 2 – პოლიმერის გრძივი ხუფი; 3 – ლარტყა; 4 - ქანჩი; 5 - საყრდენი; 6 – გრუნტი

მიკროჰესის გარსაცმის ფორმას განაპირობებს იმ არხის პროფილი, რომელშიც მიკროჰესის ჩადგმაა გათვალისწინებული. მოცემულ უბანზე აგრეგატების რაოდენობა განისაზღვრება არხში წყლის ხარჯის მიხედვით. მიკროჰესები მუშაობს პარალელურ რეჟიმში და ხდება მათი სიმძლავრეთა შეკრება, რაც აუცილებელია

მიკროენერგოსისტემის შესაქმნელად. სხვადასხვა სიმძლავრის მიკროჰესების დამზადება ქართული პატენტებით ([2,3]) შესაძლებელია თბილავიამშენის ქარხანაში.

არხებში წყლის დონის აწევის შესაძლებლობა შეიძლება გამოყენებულ იქნეს ასევე არხის ნიშნულზე მაღალი ფერდობების მოსარწყავად და უფრო მაღალ ნიშნულზე ჰიდრომააკუმულირებელი წყალსაგუბრების მოსაწყობად, რომლებშიც დაგროვებული წყლის გამოყენება, საჭიროების შემთხვევაში, შესაძლებელია მრავალი მიზნით.

უნდა აღინიშნოს აგრეთვე, რომ ზესტაფონში მდ. ყვირილაზე აგებულია სამედიორაციო არხების წყლით მომარაგების სათავე-ნაგებობა, რომლის გამოყენება შესაძლებელია მცირე ჰიდროელექტროსადგურის ასაგებად. მისი სავარაუდო სიმძლავრე 8–10 მგვტ შეიძლება იყოს. რადგანაც უკვე არსებობს ჰიდროელექტროსადგურისათვის საჭირო მთელი რიგი აუცილებელი ატრიბუტები, ამიტომ ჰესის მშენებლობა, მისი გამოსყიდვის დრო და ენერჯის თვითღირებულება იქნება გაცილებით მცირე, ვიდრე ჩვეულებრივ პირობებში.

3. დასკვნა

წარმოდგენილი საკითხების პრაქტიკული რეალიზაცია იძლევა არა მარტო ჭარბი ელექტროენერჯის გამომუშავების საშუალებას, არამედ განაპირობებს ისეთი რაოდენობის სუფთა წყალბადის მიღების შესაძლებლობას, რომ ის შეიძლება საექსპორტო პროდუქტი გახდეს. ამასთანავე, პროექტი თავის წვლილს შეიტანს დასაქმების პროგრამის განხორციელების საქმეში.

ლიტერატურა

1. Справочник. Водород-свойства, получение, хранение, транспортирование, применение/Под. ред. Д. Ю. Гамбурга и Н. Ф. Дубовкина. М.: Химия. 1989.
2. საქპატენტი. ი. გაბრიჩიძე, ა. გელუტაშვილი, ნ. თევზაძე. გადასატანი მიკროელექტროსადგური. პატ. №P2151. 1998.
3. საქპატენტი. ი. გაბრიჩიძე, ა. გელუტაშვილი, ნ. თევზაძე. ჰიდროაგრეგატი. პატ. №U 779. 2000.

UDC 622.24.442

I.Gabrighidze, G.Kharabadze,
N.Bochorishvili, V.Gabrighidze

POSSIBILITY TO APPLY IRRIGATION CHANNEL COMPLEX USAGE TO OBTAIN ELECTRIC POWER AND ECOLOGICALLY CLEAN SUBSTANCES OF STRATEGIC AND ECONOMIC IMPORTANCE

SUMMARY: The possibility of using irrigation and other special important channels of Georgia for receiving electric power and ecologically clean substance (hydrogen) is considered in the article. Electric power is generated on the basis of micro hydropower stations mounted on channels, while hydrogen is obtained as a result of water electrolysis in the electrolyzer for which low cost electric power generated at micro hydropower stations is used.

KEY WORDS: channel, micro hydropower station, hydrogen, electrolysis, energy carrier, waterlogging, pressure.

1. Introduction

Georgia, in particular, its east part is furrowed with a lot of irrigation or other special purpose channels, downfall springs, mountain streams and brooks which at present are not used for running of small or great hydropower stations. Their use for small power generation will not prevent the construction of great power stations considered in the master plan.

Comparatively low cost electric power received as a result of construction of micro hydropower stations can be used for power supply to neighboring settlements, as well as for receiving ecologically clean substances (gases), a part of which has strategic and economic importance.

2. The Body

It is known that hydrogen and oxygen are obtained through water electrolysis. Hydrogen [1], as a technical product, is widely used in many fields of economy such as: technical process of petroleum refining, ammonia and methanol production and metallurgy, different fields of science and technique. In recent period hydrogen is considered as a universal energy carrier with possibility of energy accumulation.

As a result of scientific-technical progress the demand for energy resources is continuously increasing. The most part of energy is generated on the expense of the so-called nonrenewable resources (petroleum, natural air, coal, slate), their resources being limited in the nature. As hydrogen has high temperature of burning (about 3 times higher than that of hydrocarbon fuel) it does not pollute the environment with detrimental products of burning, i.e., is ecologically pure energy carrier which makes it different from organic fuels which are accompanied with atomization of nitrogen, sulfur and carbon oxides and other detrimental products into atmosphere and causes ecological balance disturbance in the nature. For example, the accumulation of carbon dioxide in atmosphere causes the so-called greenhouse effect which can provoke catastrophic results.

All the above said and practically unlimited water supply provides ever more substitution for initial sources of organic origin with recyclable energy carriers. On this purpose it is very prospective to use hydrogen as a combustion product in transport, in electric stations and municipal engineering, in the new fields of science and technique, enabling successful solution of many necessary energetic and technical problems. At the same time, when solving each concrete problem connected with hydrogen it is necessary to observe strictly technical safety rules that require thorough knowledge of hydrogen properties in case of its production, transportation, storage and using in different technical processes.

Hydrogen is about 14 times lighter than air, is rapidly volatilizing and in case of leakage speedily goes up into atmosphere, is inflammable and is characterized with high temperature of burning. Its transportation is possible in liquid form through pipelines, in trunk-mounted and sea tankers. At transportation and pumping-over into another tank there happen losses caused by leakage. From literature it is known that at transportation in 4500 kg tanks 3-5% of liquid gas is lost during one haul.

The efficiency of small, medium and powerful electrolyzers is 0,1-1 m³ hydrogen per day. In powerful electrolysis plants 450 t and more water may be consumed per day while for producing 1 m³ of hydrogen 3,5-4,5 kW /hr electric energy is necessary. In spite of such consumption of energy water electrolysis is a competitable method for hydrogen production as it provides high purity of the obtained hydrogen (99,99%); it is possible to obtain intermediate products (oxygen, heavy water) of important value and water resource is practically inexhaustible.

In order to determine power supply for electrolyzers and current source for complex usage power let water consumption passing irrigation system channel be $Q = 2 \text{ m}^3/\text{sec}$ and channel decline per 1 km be 3 m. In case of such incline 1 m waterlogging head can be received in 3 places of the channel and if we arrange 3 micro hydrostations on 1 km the power of each will be:

$$P = 9,81QH_{wl} \cdot \eta = 9,81 \cdot 2 \cdot 1 \cdot 0,8 = 15,7 \text{ kW}$$

where $\eta = 0,8$ is efficiency coefficient per km of channel and $H_{wl} = 1$ is the value of waterlogging pressure.

In case of such parameters the received sum power per each km of the channel makes $3 \cdot 15,7 = 47,1 \text{ kW}$.

It should be noted that the consumption of passing water may be 18 m³/sec in some channels and respectively, power will be $9 \cdot 47,1 = 423,9 \text{ kW}$ and $423,9 / 4,5 = 94,2 \text{ m}^3$ hydrogen can be worked out an hour.

Such micro hydrostations can be constructed by thousands on the existing channels. If the power of one hydrostation is admitted 10-15 kW, then the obtained power will be: $P = 3 \cdot (10 \div 15) \cdot 10^3 \cdot 1000 = 30 \div 45 \text{ MW}$, on 1000 km length channel where 3 micro hydrostations are constructed per kilometer.

In case of complete usage of such power in electrolyzer

$$(30 \div 45) / 4,5 \cdot 10^{-3} = (6666,7 \div 10000) \text{ m}^3$$

of hydrogen can be obtained per hour and

$$24 \cdot (6666,7 \div 10000) = (159984 \div 240000) \text{ m}^3$$

per day.

For design and construction of perfect electrolyzer Ellis-Chalmers Company (USA) used the technology of thermal elements (Fig.1). The main feature of such electrolyzer is nickel porous electrodes with high specific surface. Gas emission from the opposite surfaces of electrodes happens with minimum polarization effect. Each cell of the device consists of two porous nickel electrodes covered with platinum catalyst and separated with thin asbestos matrix [1].

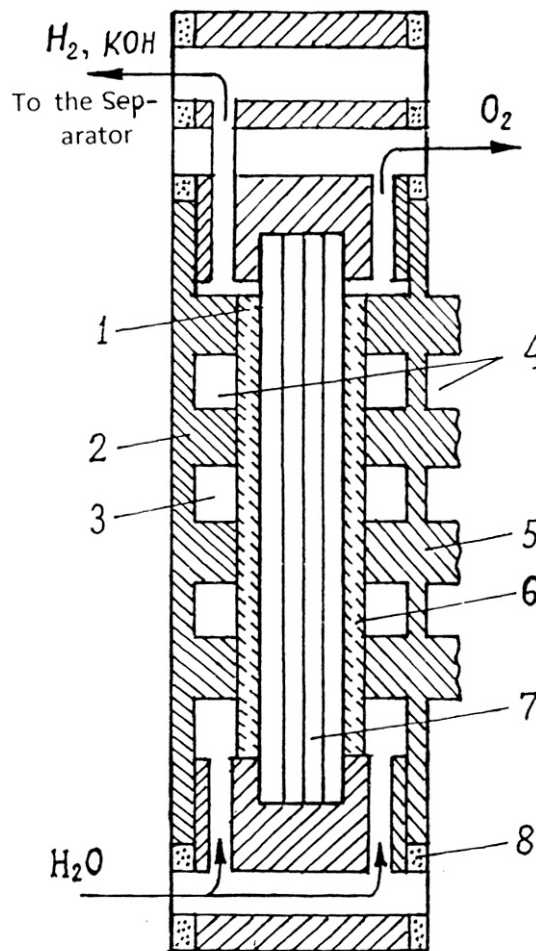


Fig. 1. Construction of Ellis-Chalmers electrolyzer's final cell.

1 – cathod; 2 – botton; 3 – O₂ cavity; 4 – H₂ cavity; 5 – bipolar plate; 6 – anode; 7 – asbestos matrix; 8 – cushion.

With the purpose to increase the efficiency of electric power generation it is possible to raise water level 1.5 times with simultaneous increase of water waterlogging value without water consumption increase in overground irrigation channels. The power of worked out electric energy and the volume of received hydrogen is proportionally increased. In order to provide the above said at water level increase when micro hydrostation is arranged in the channel and to avoid water overflow the water carrying chute is closed on this section with arch-form hood made of polymer material (Fig.2) which is attached to chute borders with inner rail secured with nuts, while for pressurization the possible clearances are filled with special foam. It is also possible to install both overground, and underground channel chutes a flexible polymer pipe, the height of which exceeds chute border height by 0.5-0.7 m which analogously to the above said will protect the channel from

water overflow and will make the precondition for increase of micro hydrostation power and produced hydrogen volume.

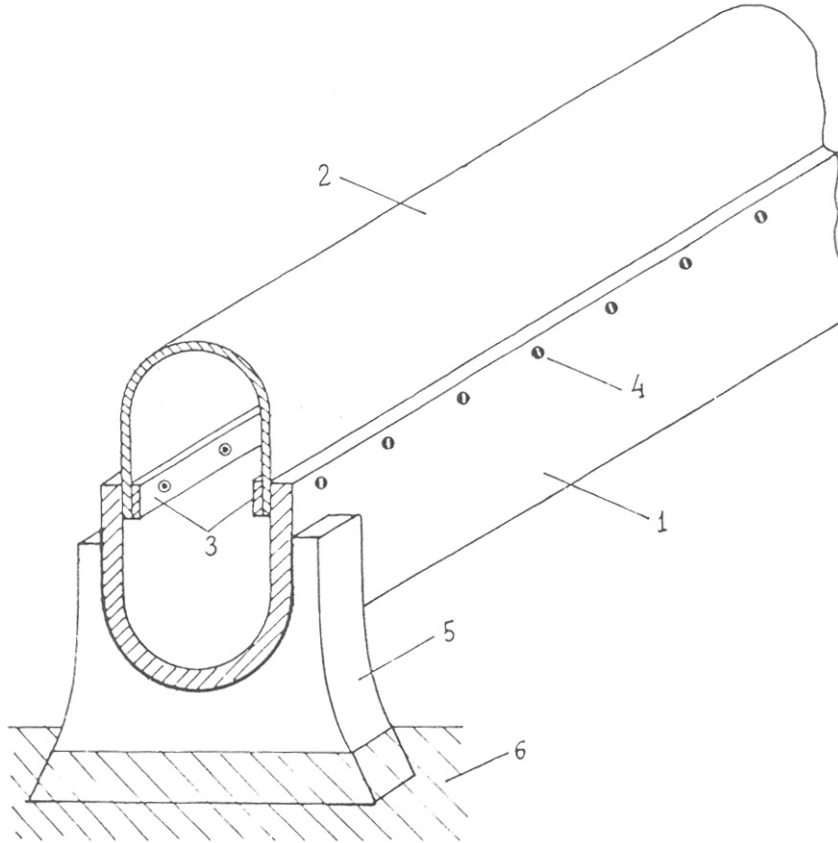


Fig. 2. Engineering drawing of water conduit chute.

1 – chute; 2 – longitudinal polymer hood; 3 – rod; 4 – nut; 5 – support; 6 – ground.

The shape of micro hydrostation encasement is conditioned by the profile of the channel where micro hydrostation is considered to be arranged. The number of aggregates on the given section is determined according to water consumption in the channel. Micro hydrostations are operating in parallel regime and their powers are summed up to facilitate the creation of micro energy system. Manufacture of various power micro stations by Georgian patents [2, 3] is possible at Tbilaviamsheni works.

The possibility of water level rise in channels can also be used for irrigation of slopes above channel mark and for arranging the water hydroaccumulation reservoirs at higher mark. The water accumulated there in case of need could be used for many purposes.

It also should be noted that in Zestafoni on the river Kvirila a headworks for water supply for irrigation channels is constructed which can be used for construction of small hydro electric stations. Its presumable power may be 8-10 MgW. As there already exist a number of attributes necessary for hydrostations construction, time for redeeming and energy cost will be comparatively less than in usual conditions.

3. Conclusion

Practical realization of the problems presented in the work allows to work out not only surplus electric power, but to receive pure hydrogen in amounts that can make the product exportable. At the same time the project will contribute to realize the employment program.

References

1. Handbook. Hydrogen – properties, production, storing, transportation, using. Edit. by D.Yu.Hamburg and N.F.Dubovkin. Moscow: Chemistry. 1989.
2. Georgian Patent. I.Gabrichidze, A.Gelutashvili, N.Tevzadze. Portable micro power station. Pat. #P2151. 1998.
3. Georgian Patent. I.Gabrichidze, A.Gelutashvili, N.Tevzadze. Hydro agent. Pat. # U779.2000

მადნეულის სპილენძ-ოქროს საბადოს მადნიანი კონკრეციები

წარდგენილია საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემიის წევრ-კორესპონდენტის ფ. მაისაძის მიერ

რეზიუმე: მადნეულის სპილენძ-ოქროს საბადოს მადნიან კონკრეციებს ახასიათებს დისკრეტული გავრცელება. ისინი საბადოს სინგენეტიკურ მადნეულ სხეულებთან ერთად გეოლოგიურ ჭრილში იკავებენ გარკვეულ სტრატეგრაფიულ დონეს, რომელიც ახალი პალეონტოლოგიური მონაცემების საფუძველზე მიეკუთვნა *Reinhardtites anthophorus*-ის ნანოპლანქტონურ ქვეზონას (CC 22c). საბადოს სხვადასხვა ნაწილში მოპოვებულ კონკრეციებს ახასიათებს მსგავსი კონცენტრულ-ზოლებრივი აღნაგობა და მადნეული მინერალების ერთნაირი შედგენილობა. შემცველი ტუფების ფურცლოვანი შრეებრიობა თაღისებრად არის შემოხვეული კონკრეციების ირგვლივ. მადნიანი კონკრეციების წარმოქმნა სავარაუდოდ მოხდა სინგენეტიკური მადნიანი სხეულების და შემცველი ქანების ფორმირების თანადროულად, ამ ქანების სრულ დიაგენეტიკურ გამკვრივებამდე.

საკვანძო სიტყვები: მადნეულის საბადო, მადნიანი კონკრეციები, ნანოპლანქტონი.

1. შესავალი



რამაზ მიგინეიშვილი,
აღ.ჯანელიძის გეოლოგიის
ინსტიტუტი, გეოლოგიურ-
მინერალოგიურ
მეცნიერებათა კანდიდატი

მადნეულის სპილენძ-ოქროს საბადო მდებარეობს სამხრეთ-აღმოსავლეთ საქართველოში, ბოლნისის მადნიან რაიონში. კავკასიის ტექტონიკური ზონალობის მიხედვით (გამყრელიძე, 1997), ბოლნისის მადნიანი რაიონი განლაგებულია შავი ზღვისა და ცენტრალური კავკასიის ტერეინის ართვენ-ბოლნისის სუბტერეინში, რომელიც ჩამოყალიბდა ევრაზიის კონტინენტის აქტიური კიდის სტრუქტურის ფარგლებში.

მადნეულის საბადოს კონკრეციები სათანადოდ არ არის შესწავლილი. მცირე ინფორმაცია მათ შესახებ მოიპოვება ი. ნაზაროვის ნაშრომში (1966).



თამარ ლავთაძე,
აღ.ჯანელიძის გეოლოგიის
ინსტიტუტი, გეოლოგიურ-
მინერალოგიურ მეცნიერე-
ბათა კანდიდატი

წინამდებარე ნაშრომში განიხილება მადნეულის საბადოს მადნიანი კონკრეციების სტრუქტურულ-ტექსტურული თავისებურებები, მინერალოგია, კონკრეციების შემცველი შრეების სტრატეგრაფიული პოზიცია საბადოს ჭრილში და მათი წარმოშობის საკითხები.

2. ძირითადი ნაწილი

მადნეულის საბადოს გეოლოგიური ჭრილი ძირითადად აგებულია რიოდაციტური შედგენილობის ტუფების შრეებით. ისინი ქმნიან დამრეცი ფრთების მქონე გუმბათოვან ნაოჭა სტრუქტურას.

უხემ- და წმინდამარცვლოვანი სქელშრეებრივი ტუფის მორიგეობა (დასტა 1) საბადოს ჭრილში იკავებს ქვედა სტრატეგრაფიულ დონეს და შეიცავს ლინზისებრი ფორმის კაჟმიწით მდიდარ სხეულს (ე.წ. მეორეულ კვარციტს), რომელიც ხასიათდება მკვეთრი კონტაქტით გადამფარავ ქანებთან. ამ სხეულში ზემოდან ქვემოთ შემდეგი მინერალური ზონებია დადგენილი: კვარც-ოპალის, კვარც-სერიციტის და კვარც-სერიციტ-ქლორიტის (Гогішვილი, 1980).

აღნიშნულ ქანებზე უთანხმოდაა განლაგებული ბრექჩია-კონგლომერატული შლეიფი (დასტა 2), რომელიც შეიცავს ტუფის და აგრეთვე აღნიშნული კაჟმიწით მდიდარი სხეულის ეროზიის შედეგად წარმოქმნილ კლასტებს. აღნიშნება როგორც დაკუთხული, ასევე დამრგვალებული კლასტები. მათი ზომა ვარიირებს 1მმ-დან 1მ-მდე, უპირატესად გავრცელებულია 1-10 მმ-ის ზომის კლასტები. ზოგჯერ ამ ქანის ცემენტში სჭარბობს წმინდამარცვლოვანი ტუფი, ზოგჯერ კი – სერიციტის აგრეგატი (კვარცის მცირე რაოდენობით). შლეიფში აგრეთვე აღნიშნება ტუფის შუაშრეები (2-3 მ-მდე სიმძლავრის). შლეიფის მაქსიმალური სიმძლავრე 45 მ აღწევს.

აღმავე ჭრილს აგრძელებს თხელშრეებრივი წმინდამარცვლოვანი ტუფი (დასტა - 3). ამ დასტის სიმძლავრე მადნეულის გუმბათის თხემიდან პერიფერიისაკენ 120 მეტრამდე იზრდება. იგი შეიცავს კაჟმიწით მდიდარ (კვარცი-ოპალი-მცირე სერიციტი) ანუ “მეორეული კვარციტის” მეორე სხეულს, რომელიც ხასიათდება სტრატეგორმული მორფოლოგიით და თანხმობით მკვეთრი კონტაქტებით ქვეშდებარე და მომყოლ ქანებთან. კაჟმიწით მდიდარი სხეულის მაქსიმალური სიმძლავრე 80 მ-ია, ხოლო ლატერალური გამწეობა აღწევს 340 მეტრს.

ამგვარად, ამ საბადოზე არსებობს კაჟმიწით მდიდარი ორი სხეული, რომელთაც უჭირავთ განსხვავებული სტრატეგრაფიული დონეები. სავარაუდოა, რომ ქვედა სხეული წარმოიქმნა ზღვის ფსკერის ლოკალური ჰიდროთერმული შეცვლის შედეგად, ხოლო ზედა – ფსკერზე აკუმულირებული ამორფული კაჟმიწის გადაკრისტალეების შედეგად (Migineishvili, 2000; 2002). მათში მცირე რაოდენობით აღნიშნება აგრეთვე ქალცედონი, ალუნიტი, კოლინიტი, პიროფილიტი და იაროზიტი. ორივე სხეული წარმოიქმნა გამაღნების პროცესამდე, ზოგი მინერალი (ალუნიტი, იაროზიტი და სხვ.) წარმოიქმნა უფრო მოგვიანებით, როგორც მადანმომიჯნე მეტასომატური წარმონაქმნი.

სტრატეგრაფიულად ზემოთ შიშვლდება სქელშრეებრივი, წმინდა და საშუალომარცვლოვანი ტუფის დასტა (დასტა - 4). იგი შეიცავს პიზოლითური ტუფების იშვიათ შუაშრეებს (ძირითადად გუმბათოვანი სტრუქტურის თალურ ნაწილში). დასტის სიმძლავრე დაახლოებით 70 მეტრია.

საბადოს სამხრეთ-აღმოსავლეთ ნაწილში მდებარეობს რიოდაციტური ექსტრუზიული სხეული, რომლის ეფუზიური “ენა” ფარავს მეოთხე დასტის ქანებს, ხოლო საგებში შეიცავს დინების ბრექჩიას. ამ სხეულში გამოიყოფა წმინდამარცვლოვანი ტუფის შუაშრე (დასტა 5).

რიოდაციტური შედგენილობის იგნიმბრიტის ზეწარი (სიმძლავრე დაახლოებით 90 მ) აგვირგვინებს საბადოს ჭრილს. მისი საგები უსწორმასწოროა და უთანხმოდაა განლაგებული მეოთხე დასტის ქანებზე. იგნიმბრიტი უმადნოა, მაგრამ შეიცავს კაჟმიწით მდიდარი სხეულების იშვიათ ქსენოლითებს (Гугушვილი и Омиадзе, 1988).

საბადოზე აღინიშნება სუბგანედური და სუბმერიდიანული (ძირითადად) ლოკალური რღვევები, რომელთა გასწვრივ გადაადგილება რამდენიმე ათეულ მეტრს აღწევს. ამას გარდა, აქ ჩრდილო-აღმოსავლეთი მიმართების სიღრმეული რღვევის არსებობაა ნავარაუდები (Migineishvili 2002).

საბადოს ქვემოთ, ზედაპირიდან 800–900 მეტრის სიღრმეში ჭაბურღილით დადგენილია გრანოდიორიტ-პორფირული და კვარც-დიორიტ-პორფირული ინტრუზიული სხეულის არსებობა.

საბადო მოიცავს ეპიგენეტიკურ და სინგენეტიკურ მადნეულ მინერალიზაციას. ამათგან პირველი შეიცავს სპილენძის და ოქროს მარაგის უმეტეს ნაწილს და წარმოდგენილია ძარღვეულ-ჩანაწინწკლი და ბრეჭიული ტიპის მადნებით. ბრეჭიული მადნები გავრცელებულია საბადოს შუა და, ძირითადად, ზედა დონეებზე და წარმოდგენილია აგრეგატით, რომლებშიც კაჟმიწით მდიდარი სხეულების დაკუთხული ნატეხები შეცემენტებულია მადნით. ეპიგენეტიკური მადნეული მინერალიზაცია ძირითადად განლაგებულია კაჟმიწით მდიდარ სხეულებში, რაც გამოწვეულია ამ სხეულის ამგები ქანების მაღალი სიხისტით და ნაპრალოვნებით. ამასთან, კაჟმიწით მდიდარი ქვედა სხეული უპირატესად შეიცავს კვარც-პირიტ-ქალკოზინ-კოველინ-ქალკოპირიტული შედგენილობის მადანს, ხოლო ზედა, კაჟმიწით მდიდარი სხეული, შეიცავს კვარც-პირიტ-ბარიტ-სფალერიტ-ქალკოპირიტ-გალენიტური შედგენილობის მადანს. ეს არის მადანწარმოშობის ერთიანი პროცესის მინერალოგიური ზონალობა.

საბადოს სინგენეტიკური მადნეული მინერალიზაცია შედარებით მცირე მასშტაბისაა და განლაგებულია ეპიგენეტიკური მადნიანი ზონის თავზე. აქ აღინიშნება ბარიტული ქვიშის, ფოროვანი კვარც-ბარიტული, ზოლებრივი კვარც-ბარიტული, მასივური ბარიტ-სფალერიტ-პირიტული შედგენილობის სინგენეტიკური სტრატეგორმული სხეულები.

საბადოზე დადგენილია ოქროს ორი გენერაცია (Гелейшвили, 1990): (1) ადრეული ოქრო, რომელიც თანადროულია ძირითადი სულფიდებისა და (2) გვიანი ოქრო, რომელიც წარმოიქმნა ძირითადი სულფიდების შემდეგ და წარმოდგენილია ხალასი ოქროთი. ეს უკანასკნელი მჭიდრო კავშირშია იშვიათი ლითონების ჯგუფის მინერალებთან (სულფობისმუტიტებთან და ტელურიდებთან) და აგრეთვე მოცისფრო-მონაცრისფრო კვარცის ძაფისებრ ძარღვაკებთან, რომლებიც ფართოდაა გავრცელებული კაჟმიწით მდიდარ სხეულებში.

კონკრეციების გავრცელების სტრატეგრაფიული დონე, სტრუქტურულ-ტექსტურული თავისებურებები და მინერალოგია

საბადოს დეტალური სტრუქტურულ-ლითოლოგიური აგეგმვის პროცესში კარიერის აღმოსავლეთ ნაწილში 1070 მ სიმაღლის ჰორიზონტზე დავაფიქსირეთ 7-8 მ სიმძლავრის წმინდამარცვლოვანი ტუფის შრენარი, რომელიც შეიცავს მრავალრიცხოვან კონკრეციას, რომელთა შორის ზოგიერთი მადნიანია. ეს შრენარი მიეკუთვნება წინა თავში აღწერილი ქანების მეოთხე დასტის ქვედა ნაწილს. კონკრეციების გავრცელების არეალი აქ გაიდევნება რამდენიმე ათეულ მეტრის მანძილზე. ი. ნაზაროვმა (1966) საბადოს დეტალური გეოლოგიურ-სადაზვერვო სამუშაოების ჩატარებისას პირველ და მეორე შტოლნებში (შესაბამისად 1011 მ და 1040 მ ჰორიზონტებზე საბადოს ჩრდილო-დასავლეთ ნაწილში) და აგრეთვე მესამე შტოლნში (937 მ ჰორიზონტზე საბადოს სამხრეთ-აღმოსავლეთ ნაწილში) დააფიქსირა მადნიანი კონკრეციები, რომლებსაც შეიცავდნენ დანაოჭებული, დაფიქლებული და გათიხებულ ტუფები. კარიერული წესით, ექსპლუატაციის შედეგად საბადოს ეს ნაწილი დღეს უკვე გამოუმუშავებულია, მაგრამ აღნიშნული

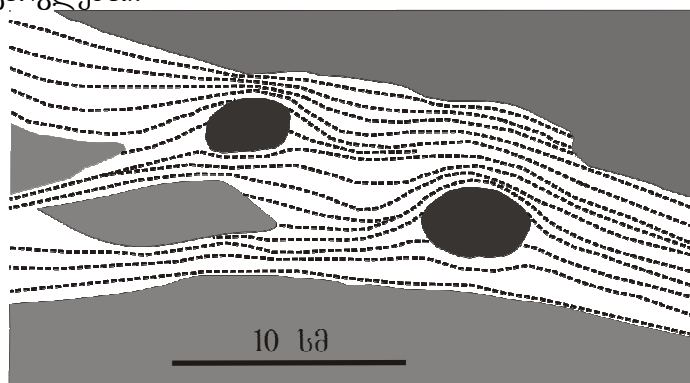
შტოლნების სტრუქტურულ-ლითოლოგიური გეგმების ანალიზის საფუძველზე შეგვიძლია დავასკვნათ, რომ კონკრეციების შემცველი ეს ტუფებიც თავისი სტრატეგრაფიული მახასიათებლებით ასევე მიეკუთვნება მეოთხე დასტის ქანებს.

ბოლო დროს, მადნეულის საბადოს შემცველ ქანებში, აღმოვაჩინეთ ნანოპლანქტონური კომპლექსები, რომლებიც სისინგის (Sissingh, 1977) მიერ შემუშავებული ცარცული ნანოპლანქტონის ბიოზონალობის სქემის მიხედვით შეესაბამება კამპანური სართულის ორ ბიოსტრატეგრაფიულ ერთეულს: 1. Ceratolithoides aculeus-ის ზონას (CC 20) და 2. Reinhardtites anthophorus-ის ქვეზონას (CC 22c).

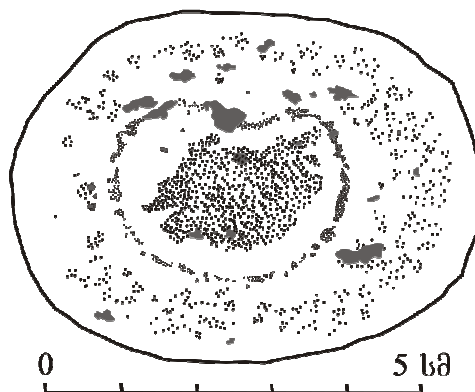
პირველი დასტის ტუფები შეიცავს Ceratolithoides aculeus-ის ზონის (CC 20) ნანოფოსილიების კომპლექსს: Ceratolithoides aculeus, Zeughrabdotos embergeri, Calculites obscurus, Prediscosphaera cretacea, P. columnata, C. verbeekii, Lucianorhabdus cayeuxii, L. maleformis, Lithastrinus grillii, Micula decussate, Quadrum gartneri. ეს ზონა წარმოადგენს ქვედა კამპანურის ზედა ნაწილს და შეესაბამება დროის მონაკვეთს Ceratolithoides aculeus-ის გაჩენიდან Uniplanarius(=Quadrum) sissinghii-ის გაჩენამდე.

Uniplanarius (=Quadrum) trifidus-ის, Reinhardtites anthophorus-ის, R. levis-ის და Eiffellithus eximius-ის თანაარსებობა მეორე, მესამე, მეოთხე და მეხუთე დასტებში მიუთითებს Uniplanarius(=Quadrum) trifidus-ის (CC 22) ზონის Reinhardtites anthophorus (CC 22c) ქვეზონის არსებობაზე. ეს ქვეზონა წარმოადგენს ზედა კამპანურის ქვედა ნაწილს და შეესაბამება დროის ინტერვალს R. levis-ის გაჩენიდან R. anthophorus-ის გადაშენებამდე.

კონკრეციების შემცველი შრენარი წარმოდგენილია შედარებით მკვრივი და ფხვიერი წმინდამარცვლოვანი ტუფის შრეების მორიგეობით. ფხვიერ ტუფში აღინიშნება ფურცლოვანი შრეებრიობა, რომელიც საერთო შრეებრიობის პარალელურია. კონკრეციები განლაგებულია ფხვიერი ტუფის შრეებში. საყურადღებოა ფურცლოვანი შრეებრიობის და კონკრეციების ურთიერთდამოკიდებულება, რომელიც კანონზომიერ ხასიათს ატარებს. კერძოდ, ფურცლოვანი შრეებრიობა თალისებრად არის შემოხვეული კონკრეციების ირგვლივ (ნახ. 1). გარდა კონკრეციებისა, ფურცლოვან ტუფებში აღინიშნება შედარებით მტკიცე ტუფის ლინზები, რომელთა გრძელი ღერძი შრეებრიობის პარალელურია. კონკრეციები ელიფსოიდური ფორმისაა. მათი ზომა ვარიირებს 2-20 სმ ფარგლებში.



ნახ. 1. კონკრეციების განლაგება ტუფის შრენარში. 1 – შედარებით მკვრივი ტუფი; 2 – შედარებით ფხვიერი ტუფი და მისი ფურცლოვანი შრეებრიობა; 3 – მადნიანი კონკრეცია



ნახ. 2. მადნიანი კონკრეციის კონცენტრულ-ზოლებრივი აღნაგობა გარდიგარდმო ჭრილში. მუქი ლაქები და წერტილები შეესაბამება მადნეული მინერალების გამონაყოფებს ტუფის მატრიცაში

მე-2 ნახ-ზე გამოსახავს ჩვენ მიერ მოპოვებული ერთ-ერთი მადნიანი კონკრეციის აღნაგობას. კონკრეციის მატრიცა თავისი შედგენილობით არ განსხვავდება შემცველი ქანისაგან და წარმოდგენილია წმინდამარცვლოვანი ტუფით. მადნეული მინერალები მასში გვხვდება წვრილი და შედარებით მსხვილი ჩანაწინწკლების სახით და წარმოდგენილია პირიტით, სფალერიტით და იშვიათად, გალენიტით. სფალერიტში აღინიშნება ქალკოპირიტის ემულსიური ჩანართები. წვრილი ჩანაწინწკლები, ძირითადად, პირიტის იდიომორფულ კრისტალებს წარმოადგენს, ხოლო შედარებით მსხვილ გამონაყოფებში აღინიშნება ქსენომორფული პირიტის და სფალერიტის აგრეგატები. გალენიტი ასოციაციაშია როგორც პირიტთან, ისე სფალერიტთან და ორივე მინერალთან ქმნის შენაზარდებს. მადნეული მინერალების ჩანაწინწკლები კონკრეციაში კონცენტრულ-ზოლებრივ ტექსტურას ქმნის. კონკრეციის ცენტრალურ ნაწილში ძირითადად პირიტის წვრილი ჩანაწინწკლებით აგებული დაახლოებით 2X2 სმ-ის ზომის უბანია განლაგებული. მადნიანი ჩანაწინწკლების შემდეგი ზოლი ვიწრო (2-3 მმ) რგოლის სახეს ატარებს. მადნეული ჩანაწინწკლების გარეთა ზოლი დაახლოებით 1 სმ-ის სიგანისაა. აღსანიშნავია, რომ ი. ნაზაროვის (1966) მიერ მოპოვებული კონკრეციები ასევე კონცენტრულ-ზოლებრივი აღნაგობისა და წარმოდგენილია წმინდამარცვლოვანი სფალერიტის და კოლომორფული პირიტის ზოლების მორიგეობით.

3. დასკვნა

მადნიანი კონკრეციები განსახილველ საბადოზე სარგებლობს დისკრეტული გავრცელებით და საბადოს ჭრილში იკავებს გარკვეულ სტრატეგრაფიულ დონეს – შემცველი ქანების მეოთხე დასტის უპირატესად ქვედა ნაწილს. ახალი პალეონტოლოგიური მონაცემების საფუძველზე დადგინდა, რომ ეს დონე შეესაბამება Reinhardtites anthophorus-ის ნანოპლანქტონურ ქვეზონას (CC 22c).

საბადოს სხვადასხვა ნაწილში მოპოვებულ კონკრეციებს ახასიათებს მსგავსი კონცენტრულ-ზოლებრივი აღნაგობა და მადნეული მინერალების ერთნაირი შედგენილობა.

საბადოს კონკრეციებს და სინგენეტიკურ მადნეულ სხეულებს ახასიათებს მადნეული მინერალების თითქმის იდენტური მინერალური შედგენილობა. გარდა ამისა, ორივე წარმონაქმნი

საბადოს ჭრილში ლოკალიზებულია ერთსა და იმავე სტრატეგრაფიულ დონეზე – მეოთხე დასტის ქანებში.

შემცველი ტუფების ფურცლოვანი შრეებრიობა თაღისებრადაა შემოხვეული მადნეულის საბადოს კონკრეციების ირგვლივ. კონკრეციების შესწავლის ხანგრძლივი ისტორიის მიუხედავად, მკვლევარებს შორის დღემდე არ არსებობს ერთიანი აზრი ამგვარი მორფოლოგიის წარმოქმნის მექანიზმის ასახსნელად. დღესაც ბევრი მიმდევარი ჰყავს დიდი ხნის წინ ჩამოყალიბებულ მოსაზრებას (Newberry, 1873), რომ ამგვარი მორფოლოგია წარმოიქმნება მაშინ, როცა კონკრეციების ზრდა მიმდინარეობს ნაწილობრივ კონსოლიდირებული სედიმენტების გარემოში, მათი საბოლოო გამკვრივებამდე და კონსოლიდაციამდე (ანუ სრულ დიაგენეტიკურ გარდაქმნამდე), რომელიც იწვევს თავად სედიმენტების, მაგრამ არა უკვე მაგარი კონკრეციების დეფორმაციას. სხვა, ასევე გავრცელებული მოსაზრების თანახმად (Tarr, 1921), თაღისებრი მორფოლოგია არის შედეგი სედიმენტების დალექვისა იმ დროისათვის უკვე არსებულ კონკრეციაზე, რომელიც კვლავ აგრძელებს ზრდას, რაც, თავის მხრივ, განაპირობებს ზემოდან დალექილი სედიმენტის დეფორმაციას. პირველი მოსაზრება არსებითად გულისხმობს კონკრეციების ფორმირებას დიაგენეზის ადრეული სტადიაზე, ხოლო მეორე – სედიმენტების სინგენეტიკურად. კონკრეციების სინგენეტიკური წარმოშობის ერთ-ერთ ინდიკატორად აგრეთვე მიჩნეულია, რომელიმე რეგიონის მასშტაბით, მათი სივრცობრივი კავშირი ერთ რომელიმე სტრატეგრაფიულ დონესთან.

ზემოთ აღწერილ მასალაზე დაყრდნობით შეგვიძლია დავასკვნათ, რომ მადნეულის საბადოს კონკრეციების წარმოქმნა სავარაუდოდ მოხდა სინგენეტიკური მადნიანი სხეულების და მეოთხე დასტის ქანების ფორმირების თანადროულად, ამ ქანების სრულ დიაგენეტიკურ გამკვრივებამდე, სინგენეტიკურ-ადრედიაგენეტიკურ სტადიაზე.

ლიტერატურა

1. ე. გამყრელიძე (1997). კავკასიის და მისი მოსაზღვრე არეების ტერენები. საქართველოს მეცნ. აკად. მოამბე, 155 (3). 422-426.
2. Gamkrelidze E. (1997) Caucasus and Bull. Acad. Sci. Georgia, 155, 3, 422-426, 1997 (in Georgian)
3. Гелеишвили В.И. (1990). Золотоносность Грузии. Дисс на соиск. учен. спетени д.т.н. Тбилиси. -394с.
4. Гогишвили В.Г. (1980). Метасоматическая зональность на колчеданно-полиметаллических месторождениях Кавказа // Сов. геология, 4. С.86-98.
5. Гугушвили В.И., Омиадзе Г.И. (1988). Ингибирующий вулканизм и оруденение (на примере Болнисского рудного района, Малый Кавказ) // ГРМ XXX (2). С.105-109.
6. Назаров Ю.И. (1966). Особенности формирования месторождений медно-колчеданной формации Южной Грузии. М.: Недра. 227с.
7. Migineishvili R. (2000). Formation of a volcanic-hosted massive sulfide deposit in a shallow water setting: the Madneuli Cu-Au deposit, Georgia. In: *Gemmell JB, Pongratz J (eds) Volcanic environments and massive sulfide deposits. CODES Special Publication 3:123-125.*

8. Migineishvili R (2002) A possible model of formation for the Madneuli copper-gold deposit. Proceedings of the Geological Institute of the Georgian Academy of Sciences, New series 117: 472-479
9. Newberry J.S (1873) Geological structure of Ohio Devonian System. Ohio Geol. Surv. Rep., 1: 140-167
10. Sissingh W (1977) Biostratigraphy of Cretaceous calcareous nannoplankton. Geologie en Mijnbouw 56(1):37-65
11. Tarr W.A. (1921) Syngenetic origin of concretions in shale. Bull. Geol. Soc. Am., 32: 373-384

UDC 552.124.4:553.411'435

R. Migineishvili, T. Gvartadze

ORE CONCRETIONS OF THE MADNEULI CU-AU DEPOSIT

Presented by F. Maisadze, corresponding-member of the Georgian National Academy of Sciences

SUMMARY: Ore concretions of the Madneuli copper-gold deposit are characterized by a discrete distribution. They occupy a definite stratigraphic level in the geological section of the deposit. On the basis of new paleontological data this level is assigned to Reinhardtites anthophorus nannoplankton Subzone (CC 22c). Concretions from different parts of the deposit are characterized by a concentric-banded structure, as well as by the same content of ore minerals. Thin lamination of hosting tuffs arch-like overwrap the concretions. Formation of the concretions presumably occurred contemporaneously with syngenetic ore bodies, as well as with hosting rocks, before a complete compaction of these rocks.

KEY WORDS: Madneuli deposit, ore concretions, nannoplankton

1. Introduction

The Madneuli copper-gold deposit is located in the southeast part of Georgia, in the Bolnisi ore district. According to tectonic zoning of the Caucasus (Gamkrelidze, 1997), the Bolnisi ore district is situated in the eastern part of the Artvin-Bolnisi subterranean of the Black Sea-Central Caucasus terrane. The Artvin-Bolnisi subterranean was formed within the active margin of the Eurasian continent

Concretions of the Madneuli deposit are insufficiently studied. Poor information about them is given by Nazarov (1966).

This contribution discusses structural-textural peculiarities and mineralogy of the ore concretions, stratigraphic level of hosting layers in the geological section of the deposit, as well as origin of their formation.

2. The Body

Geological section of the Madneuli deposit is mainly built of tuff strata of rhyodacitic composition. They form a dome fold structure with gently dipping limbs.

An alternation of coarse- and fine-grained thick-layered tuffs (package 1) occupies the lower stratigraphic level in the deposit section and hosts a lenticular silica-rich body (so-called “secondary quartzite”), which is characterized by sharp contact with overlapping rocks. In this body, the following zones are identified from top to bottom: quartz-opal, quartz-sericite, and quartz-sericite-chlorite (Gogishvili, 1980).

A breccia-conglomerate apron (package 2) unconformably overlaps the above-noted rocks and contains tuff clasts, as well as those generated as a result of the above-noted silica-rich body erosion. Clasts are angular and rounded. Their sizes vary from 1mm to 1m, but the most common range is 1-10mm. Sometimes its matrix is dominated by fine-grained tuffs, and sometimes by sericite (with minor quartz) aggregate. Within the apron, some tuff interlayers (up to 2-3m in thickness) are also observed. The Apron’s maximum thickness reaches 45m.

Thin-layered fine-grained tuffs (package 3) follow this section upward. Thickness of this package increases from the top to the peripheries of the Madneuli dome (up to 120 m). It contains second silica rich (quartz-opal-minor sericite), i.e. “secondary quartzite” body characterized by a stratiform morphology and by sharp conformable contacts with both underlying and following rocks. Maximum thickness of this silica-rich body is 80 m, and lateral extension reaches 340 m.

Thus, at this deposit there are two silica-rich bodies occupying distinct stratigraphic levels. Presumably, the lower one appeared as a result of sub-seafloor local hydrothermal alteration, whereas the upper one has been formed as a result of recrystallization of amorphous cherts accumulated on the seafloor (Migineishvili, 2000; 2002). They also contain minor chalcedony, alunite, kaolinite, pyrophyllite and jarosite. Formation of both silica-rich bodies precedes ore-forming process, but some minerals (alunite, jarosite, etc.) may have been formed later as near-ore metasomatites.

Stratigraphically higher thick-layered fine- and medium-grained tuffs (package 4) are exposed. They contain rare interlayers of pisolitic tuffs (mainly at the dome top) (as well as ore-bearing (sphalerite-pyrite) concretions). The package thickness is about 70 m.

In the south-eastern part of the deposit, there is a rhyodacitic extrusive body. Its effusive “tongue” conformably overlays package 4 and has in its sole a flow breccia. An interlayer of fine-grained tuffs (package 5) is distinguished within this body.

An ignimbrite cover (thickness about 90 m) of rhyodacitic composition caps the deposit. Its sole is characterized by a ragged morphology and unconformably overlies the package 4. The ignimbrite is ore-free, but contains scarce xenoliths of silica-rich bodies (Gugushvili and Omiadze, 1988).

There are Sublatitudinal and submeridional (mainly) local faults at the deposit. Relative movements along them reach several tens of meters. Besides that, existence of a deep-seated northeast trending fault is inferred here (Migineishvili 2002).

Beneath the Madneuli deposit, 800-900 metres in depth from the present day surface, there is an intrusive body of granodiorite-porphry and quartz-diorite-porphry composition.

This deposit contains both epigenetic and syngenetic portions of ore mineralisation. The former holds the most part of the Cu-Au reserve and is presented by both vein-disseminated and breccia-type ores. Breccia ores occupy the middle and mainly the upper levels of the epigenetic ore zone where the angular bits of the silica-rich bodies are grouted with the ore. Epigenetic ore mineralisation is mainly dispositioned in silica-rich bodies, that is caused by high fragility and fissuring of these bodies. The lower silica-rich body contains mostly quartz-pyrite-chalcosine-covellite-chalcopyrite ore, whereas the upper one contains a quartz-pyrite-barite-sphalerite-chalcopyrite-galena assemblage. This is a reflection of a mineralogical zoning in a common ore-forming process.

Syngenetic ore mineralisation of the deposit is comparatively small in scale and is situated on the top of epigenetic ore zone. Here, syngenetic stratiform orebodies are observed the following composition: barite sand, porous-spongy quartz-barite, banded quartz-barite, massive barite-sphalerite-pyrite.

At the deposit two generations of gold are established (Geleishvili, 1990): (i) early fine gold coeval with main sulphides, and (ii) later gold formed after the main sulphides. The latter one is presented by native gold in close association with rare-metal group minerals (sulfobismuthites and tellurides), as well as with (1-2 mm thick) veinlets of bluish-greyish thread-like quartz widespread in silica-rich bodies.

Stratigraphic level of concretion distribution, structural-textural peculiarities and mineralogy

In the course of a detailed structural-lithological mapping of the deposit in the eastern part of the open-pit at level of 1070m horizon, we have fixed tuff strata of 7-8m thickness hosting numerous concretions, some of which are ore-bearing. These strata belong to the lower part of the fourth package described in the previous chapter of this paper. The area of concretion distribution here is traced at several metres' distance. In the course of detailed exploration of the deposit Nazarov (1966) discovered ore concretions in the first and the second edits (at 1011m and 1040m horizons correspondingly in the north-western part of the deposit), as well as in the tenth edit (937m horizon in the south-eastern part of the deposit). As a result of the open-pit operation, this part of the deposit is abandoned, but on the basis of structural-lithological plan documentation of the adits we can conclude that the concretion-bearing tuffs by their stratigraphic position belong to the fourth package of rocks.

Recently in the hosting rocks of the Madneuli deposit we revealed nannoplankton complexes. According to Cretaceous nannoplankton biozonation of Sissingh (1977), they correspond to the following two Campanian floor biostratigraphic units: (1.) *Ceratolithoides aculeus* Zone (CC 20) and (2.) the *Reinhardtites anthophorus* Subzone (CC 22c).

Tuffs of the first package contain a complex of nannofossils of the *Ceratolithoides aculeus* Zone (CC 20): *Ceratolithoides aculeus*, *Zeughrabdodus embergeri*, *Calculites obscurus*, *Prediscosphaera cretacea*, *P. columnata*, *C. verbeekii*, *Lucianorhabdus cayeuxii*, *L. maleformis*, *Lithastrinus grillii*, *Micula decussate*, *Quadrum gartneri*. This Zone is the Upper part of the Lower Campanian and corresponds to a time interval from the first appearance of *Ceratolithoides aculeus* until the first appearance of *Uniplanarius (=Quadrum) sissinghii*.

Coexistence of *Uniplanarius (=Quadrum) trifidus*, *Reinhardtites anthophorus*, *R. levis* and *Eiffelithus eximius* in the rocks of the second, third, fourth and fifth packages shows the Reinhardtites anthophorus Subzone (CC 22c) of the Quadrum (=Uniplanarius) trifidus Zone (CC 22) existence here. This Subzone is the lower part of the Upper Campanian and corresponds to a time interval from the first appearance of *R. levis* until extinction of *R. anthophorus*.

Concretion-bearing stratum is presented by an alternation of comparatively strong and comparatively friable fine-grained tuff layers. Comparatively friable tuffs are characterized by a thin lamination being parallel to general bedding. Regularity in interrelation between the fine lamination and concretion is noteworthy. In particular, thin lamination is wrapping around the concretions arch-wise (Fig. 1). Besides the concretions, comparatively strong tuff lenses are observed thinly laminated tuffs of tuffs, long axes of which are also parallel to general bedding. Concretions have ellipsoidal shapes. Their sizes vary within the range of 1 – 20 centimeters.

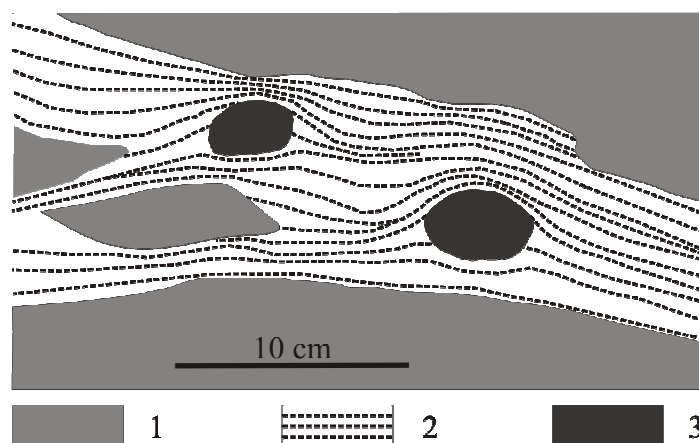


Fig. 1. Concretion in tuff strata. 1 – Comparatively strong tuff; 2 – Comparatively friable tuff and its thin lamination; 3 – Ore concretion.

Figure 2 depicts structure of one of the ore concretions collected by us. Concretion matrix does not differ from hosting rocks and is presented by fine-grained tuffs. There are both minute and comparatively large ore impregnations in this matrix, which are presented by pyrite, sphalerite and minor galena. Sphalerite contains emulsive inclusions of chalcopyrite. Minute impregnations are mainly presented by idiomorphic pyrite crystals, whereas comparatively large ones consist of an aggregation of anhedral pyrite and sphalerite. Galena associates with both pyrite and sphalerite. Ore impregnations form a concentric-banded structure of concretion, in the central part of which there is a small area (2x2cm) with pyrite minute impregnations. Next area of ore impregnations has a form of a narrow (2-3mm) ring. The outer band of the impregnations is 1 cm wide. It should be noted, that concretions described by Nazarov (1966) also are characterized by concentric-banded structure represented by alternating fine-grained sphalerite and colloform pyrite.

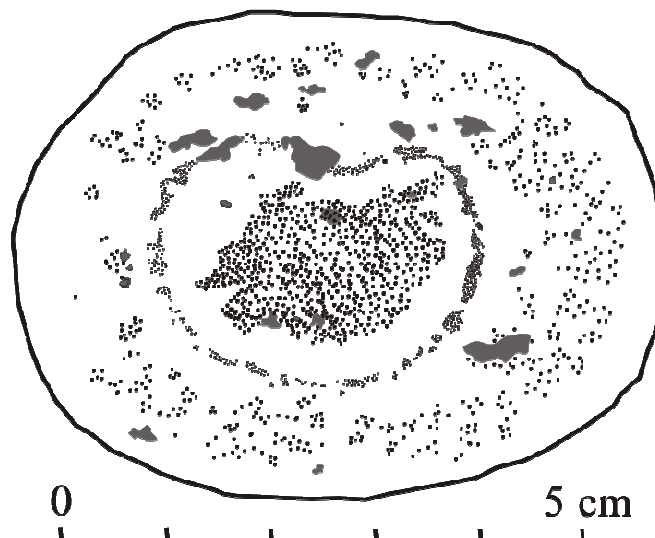


Fig. 2. Concentric-banded structure of the Madneuli concretion in a cross-section. Dark spots and dots correspond to ore impregnations in a tuff matrix.

3. Conclusions

Ore concretions of the Madneuli copper-gold deposit are characterized by a discrete distribution. They occupy a certain stratigraphic level in geological section of among the rocks mainly of the lower part of the fourth package. On the basis of new paleontological data this level corresponds to Reinhardtites anthophorus nannoplankton Subzone (CC 22c).

Concretions from different parts of the deposit are characterized by a concentric-banded structure and identical consistence of ore minerals.

Concretions and syngenetic ore bodies of the Madneuli deposit are characterized by identical consistence of ore minerals. Besides that both of them are localized at the same stratigraphic level of the fourth package rocks.

Thinly laminated hosting tuffs are arch-wise wrapped around the concretions. Despite the long history of concretion study, the issue on formation mechanism of such morphological feature remains disputable. Even today is widely accepted the old interpretation of Newberry (1873) that such morphological forms occur when concretions grow in partially consolidated sediment conditions before their complete compaction and consolidation (i.e. untill complete diagenetic transformation) that cause deformation the sediments but not the rigid concretions. According to another widely accepted opinion the preexisted concretion body (Tarr, 1921) morphology occurs as a result of sediment precipitation, on arching further growing. It goes on the first opinion actually infers formation of concretions at an early stage of sediment diagenesis, whereas the second implies the stage of syngensis. Spatial association of concretions to a definite stratigraphic level in a scale of separate region is recognized to be one of the indicators of their syngenetic origin.

Based on the above described material we can conclude that formation of the concretions presumably has occurred with syngenetic ore bodies, as well as with hosting rocks of the fourth

package simultaniously before the complete diagenetic compaction of these rocks at the syngenetic-early diagenetic stage.

REFERENCES

1. Gamkrelidze E. (1997) Terrains of the Caucasus and its adjacent areas. Bull. Acad. Sci., Georgia, 155, 3, 422-426, 1997 (in Georgian)
2. Gamkrelidze E. (1997) Caucasus and Bull. Acad. Sci. Georgia, 155, 3, 422-426, 1997 (in Georgian)
3. Geleishvili V.I. (1990), Gold mineralisation of Georgia. Unpublished Science Doctor's thesis, Tbilisi. 394 pp (in Russian)
4. Gogishvili V.G. (1980) Metasomatic zoning of the copper-pyrite deposits of the Lesser Caucasus. Soviet Geology, 4, p.p.86-98. (in Russian).
5. Gugushvili V.I., Omiadze G.I. (1988) Ignimbrite volcanism and ore mineralisation (Bolnisi Ore District, the Lesser Caucasus). Geol. Ore Deposits 30(2); p.p.105-109. (in Russian).
6. Nazarov Y.I. (1966) Peculiarities of formation of copper pyrite formations of Southern Georgia. Nedra, Moscow, p.p. 227 (in Russian)
7. Migineishvili R. (2000). Formation of a volcanic-hosted massive sulfide deposit in a shallow water setting: the Madneuli Cu-Au deposit, Georgia. In: *Gemmell JB, Pongratz J (eds) Volcanic environments and massive sulfide deposits. CODES Special Publication 3*; p.p. 123-125.
8. Migineishvili R (2002) A possible model of formation for the Madneuli copper-gold deposit. Proceedings of the Geological Institute of the Georgian Academy of Sciences, New series 117; p.p. 472-479
9. Newberry J.S (1873) Geological structure of Ohio Devonian System. Ohio Geol. Surv. Rep., 1; p.p. 140-167
10. Sissingh W (1977) Biostratigraphy of Cretaceous calcareous nannoplankton. Geologie en Mijnbouw 56(1); p.p. 37-65
11. Tarr W.A. (1921) Syngenetic origin of concretions in shale. Bull. Geol. Soc. Am., 32; p.p. 373-384

აკადემიკოს ბრიგოლ წულუკიძის დაბადებიდან 120 წელი



გამოჩენილი სამთო ინჟინერი და მეცნიერი სასარგებლო წიაღისეულის საბადოთა დამუშავების დარგში, ღვაწლმოსილი პედაგოგი და საზოგადო მოღვაწე, საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსი, ამავე აკადემიის ტექნიკური განყოფილების თავმჯდომარე და პრეზიდენტის წევრი, მეცნიერების დამსახურებული მოღვაწე, ტექნიკურ მეცნიერებათა დოქტორი, პროფესორი გრიგოლ ანტონის ძე წულუკიძე იმ თაობის წარმომადგენელია, რომელმაც სათავე დაუდო საქართველოში მრავალპროფილიანი სამთო მრეწველობის და სამთო მეცნიერების ჩამოყალიბებას და განვითარებას.

გრ. წულუკიძე დაიბადა 1889 წლის 17 (29) აპრილს, ქალაქ ქუთაისში, რკინიგზის მოხელის ანტონ წულუკიძის ოჯახში. დედა ელისაბედ მღვიანი დიასახლისი იყო და 12 შვილს ზრდიდა. ბატონი გრიგოლის მეუღლე ნინო წუწუნავა განათლებული ოჯახის შვილი იყო და თავის დროზე ასრულებდა სახალხო მასწავლებლის საპატიო მოვალეობას.

1906 წელს გრ. წულუკიძემ დაამთავრა ქუთაისის რეალური სასწავლებელი და მეგობრებთან ერთად ავსტრიაში გაემგზავრა უმაღლესი განათლების მისაღებად. 1911 წელს დაამთავრა ქ. ლეობენის უმაღლესი სამთო სასწავლებელი და სამშობლოში დაბრუნდა. იმაჟამად რუსეთის იმპერიაში არსებული კანონის თანახმად, უცხოეთში მიღებული უმაღლესი განათლების დიპლომის მფლობელს არ ეძლეოდა სახელმწიფო სამსახურში დასაქმების უფლება. ამიტომ გრ. წულუკიძე იძულებული შეიქმნა შესულიყო ქ. ეკატერინოსლავის სამთო ინსტიტუტში, რუსეთის იმპერიის იმავე პროფილის, რიგით მეორე უმაღლეს სასწავლებელში, სადაც მოღვაწეობდნენ ცნობილი რუსი მეცნიერები, პროფესორები: ლ. დინნიკი, მ. პროტოდიაკონოვი, ა. ტერპიგორევი, ლ. შვეიაკოვი, მ. ფიოდოროვი, ა. სპივაკოვსკი და სხვები.

1914 წელს გრ. წულუკიძემ წარჩინებით დაამთავრა ინსტიტუტი და 1917 წლამდე ეწეოდა პრაქტიკულ-საინჟინრო საქმიანობას გროზნოს ნავთობის სარეწების საზოგადოებაში ჯერ განყოფილების გამგედ, შემდეგ მმართველად. 1918 წელს გრ. წულუკიძე, როგორც ჭეშმარიტი მამულიშვილი, დაბრუნდა საქართველოში და დაიწყო მუშაობა ტყიბულის ნახშირის მომპოვებელ საწარმოებში ჯერ მმართველის მოდგილედ (ტექნიკურ დირექტორად), შემდეგ მმართველად.

გრ. წულუკიძემ ტყიბულში მუშაობისას გამოავლინა დიდი შემოქმედებითი და ორგანიზატორული უნარი და უზრუნველყო ტყიბულის საწარმოების მართვა-გამგეობის სრულყოფა და მათი რაციონალურ ორგანიზაციებად ჩამოყალიბება. ბატონი გრიგოლი დიდ ყურადღებას უთმობდა საწარმოთა სამეურნეო, ტექნოლოგიურ და ტექნიკურ სრულყოფას, საწარმოო პროცესების უსაფრთხოებას, წარმოების ეკონომიკას და ორგანიზაციას, მუშების კეთილდღეო-

მეცნიერება

სსიპ

SCIENCE

ბასა და საყოფაცხოვრებო პირობების გაუმჯობესებას, რითაც ტყიბულელ მშრომელთა დიდი სიყვარული და მხარდაჭერა დაიმსახურა.

1922 წლის მარტში გრ. წულუკიძე დაინიშნა სახალხო მეურნეობის უმაღლესი საბჭოს (სმუს) ახლად ჩამოყალიბებული სამთო კომიტეტის (განყოფილების) თავმჯდომარედ. იმავე წელს თბილისში შეიქმნა ტყიბულ-შრომის გაერთიანებული საწარმო, რომლის გამგეობის თავმჯდომარედ ბატონი გრიგოლი გადაიყვანეს.

სმუს-ის სამთო კომიტეტში მუშაობის პერიოდში (1922-28 წწ.) განსაკუთრებით დიდი იყო გრ. წულუკიძის როლი ჩვენი ქვეყნის მეორე სამთო-მომპოვებელი რეგიონის ჭიათურის მანგანუმის მრეწველობის აღდგენა-განვითარების საქმეში. სწორედ მაშინ მოხდა ჭიათურის მრავალრიცხოვანი საწარმოების ნაციონალიზაცია (1923 წ.), რეგიონში ამერიკული ფირმის „ჰარიმანი და კომპანია“ შემოსვლა და აღებული ვალდებულებების შეუსრულებლობის გამო მისი გაწვევა (1925-28 წწ.), ჭიათურის მარგანტრესტის დაარსება (1928 წ., 1 აგვისტო) და მანგანუმის მომპოვებელ-გადამამუშავებელი წარმოების აღდგენა-განვითარება (1928 წლის შემდეგ).

გრ. წულუკიძის ყურადღება წვდებოდა არა მხოლოდ ტყიბულის ქვანახშირისა და ჭიათურის მანგანუმის საბადოებს, არამედ ქვეყნის სასარგებლო წიაღისეულით მდიდარ სხვა რეგიონებსაც. ბატონმა გრიგოლმა დიდი ყურადღება დაუთმო საქართველოში სპილენძის, ტყვიათუთის, ბარიტის, დარიშხანის, სახურავი ფიქლების, ცეცხლგამძლე ბენტონიტური თიხების, საამშენებლო მასალების, ოქროს, ვერცხლისა და სხვა საბადოების შესწავლას და სამრეწველო ათვისების პრობლემებს. მისი მხედველობის სფეროში მოექცა აგრეთვე ბუნებრივი რესურსებისა და გარემოს დაცვის საკითხები.

გრ. წულუკიძეს მიაჩნდა, რომ სასარგებლო წიაღისეულით მდიდარი რეგიონების სამრეწველო ათვისებისა და განვითარებისათვის, უპირველეს ყოვლისა, საჭირო იყო განსაკუთრებული ყურადღება მიექციათ გეოლოგიურ-საძიებო სამუშაოების ჩამოყალიბებისა და განვითარების პრობლემებისათვის. მისი დაჟინებული მოთხოვნით (1926-1927 წწ.) შემუშავდა და ოფიციალურად დამტკიცდა სასარგებლო წიაღისეულის საბადოებზე გეოლოგიურ-საძიებო სამუშაოების პირველი ხუთწლიანი სახელმწიფო გეგმა, რამაც საფუძველი ჩაუყარა ქვეყანაში სხვადასხვა გეოლოგიური სამსახურის დაფუძნებასა და გეოლოგიურ-დაზვერვითი სამუშაოების სისტემურ წარმოებას, აგრეთვე წიაღისეული მარაგების სახელმწიფო ბალანსზე აყვანას და პერიოდულ განახლებას.

1925 წელს გრ. წულუკიძის მხარდაჭერით და დახმარებით განათლების სამინისტროსთან შეიქმნა გეოლოგიის სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტი, რომელიც 1941 წელს შევიდა საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის დაქვემდებარებაში. 1929 წელს თბილისში დაარსდა მინერალური ნედლეულის კავკასიისა და ქიმიის (1965 წლიდან ფიზიკური ქიმიისა და არაორგანული ქიმიის) სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტი.

თბილისში სამუშაოდ გადმოსვლის შემდეგ გრ. წულუკიძის საქმიანობის მნიშვნელოვანი ნაწილი დაუკავშირდა სამეცნიერო-პედაგოგიურ მოღვაწეობას. 1923 წლის იანვარში ივ. ჯავახი-

მეცნიერება

სსიპ

SCIENCE

შვილის მოწვევით დაინიშნა თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ახლად ჩამოყალიბებულ პოლიტექნიკურ ფაკულტეტზე სამთო-ხელოვნების კათედრის ხელმძღვანელად.

1928 წელს თსუ-ის პოლიტექნიკური ფაკულტეტის ბაზაზე შეიქმნა საქართველოს პოლიტექნიკური ინსტიტუტი სააღმშენებლო, მექანიკური და სამთო-ქიმიური ფაკულტეტებით. სამთო-ქიმიურ ფაკულტეტზე ფუნქციონირებდა ხუთი კათედრა, მათ შორის სამთო ხელოვნების კათედრა, რომელსაც ხელმძღვანელობდა გრ. წულუკიძე. აქედან დაედო სათავე საქართველოში სამთო ოინჟინერთა სტაბილურ მომზადებას და ქართული სამთო მეცნიერების ჩამოყალიბება-განვითარებას.

1928-1937 წწ. გრ. წულუკიძე მუშაობდა სამთო-ქიმიური ფაკულტეტის დეკანად, შემდეგ ინსტიტუტის დირექტორის მოადგილედ სასწავლო და სამეცნიერო დარგში. 1930 წელს მიენიჭა პროფესორის სამეცნიერო წოდება.

1939 წელს გრ. წულუკიძემ, ერთ-ერთმა პირველმა ქართველმა ინჟინერმა და მეცნიერმა, მოსკოვის სამთო აკადემიაში დაიცვა დისერტაცია ტექნიკურ მეცნიერებათა დოქტორის სამეცნიერო ხარისხის მოსაპოვებლად თემაზე: „სასარგებლო წიაღისეულის საბადოთა მიწისქვეშა დამუშავების ერთიანი კლასიფიკაცია“.

1944 წელს გრ. წულუკიძე აირჩიეს საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის ნამდვილ წევრად. იმავე წელს ბატონი გრიგოლი საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიაში ახლად ჩამოყალიბებული ტექნიკური განყოფილების თავმჯდომარეა, ხოლო 1946 წელს პრეზიდიუმის წევრი.

ტექნიკურ განყოფილებაში მოღვაწეობის პერიოდში გრ. წულუკიძემ მნიშვნელოვანი წვლილი შეიტანა საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიაში საინჟინრო პროფილის სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტების ჩამოყალიბებასა და განვითარებაზე. იყო მეცნიერებათა აკადემიაში სამშენებლო საქმის (1947), ლითონისა და სამთო საქმის (1945) სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტების დაარსების ერთ-ერთი ინიციატორი.

1957-1958 წწ. ლითონისა და სამთო საქმის ინსტიტუტს გამოეყო მეტალურგიის, არაორგანული ქიმიისა და ელექტროქიმიის, მანქანათა მექანიკისა და სამთო მექანიკის ინსტიტუტები. ამ უკანასკნელს სათავეში ჩაუდგა აკადემიკოსი ა. ძიძიგური. მისივე ინიციატივით, საქართველოში სამთო მრეწველობის ორგანიზაციისა და სამთო მეცნიერების დაფუძნებაში გრ. წულუკიძის ღვაწლის აღსანიშნავად სამთო მექანიკის ინსტიტუტს მისი სახელი მიენიჭა.

გრ. წულუკიძემ ტყიბულის საწარმოებში მუშაობის დროს (1922) გამოთქვა მოსაზრება შირაქის ნავთობის საბადოებზე გამოყენებულყოფიერ გერმანიაში, სუდეტის ოლქში წარმატებით განხორციელებული ნავთობის შემცველი ქანების შახტური წესით მოპოვების ხერხი, რაც უზრუნველყოფდა აღნიშნული რეგიონების წიაღში დარჩენილი ნავთობის დაწრეტას მიწისქვეშა გაყვანილი გვირაბებით.

სამეცნიერო-პედაგოგიური მოღვაწეობის პერიოდში გრ. წულუკიძეს მჭიდრო შემოქმედებითი კავშირი ჰქონდა საქართველოს შახტებისა და მალარობის დაპროექტების ინსტიტუტთან „საქსახშახტპროექტთან“, რომელიც შეიქმნა 1944 წელს მისივე ინიციატივით და

მეცნიერება

სსოვნა

SCIENCE

დახმარებით. ბატონი გრიგოლის უშუალო ინიციატივით, დაპროექტდა და აშენდა ახალი მაღაროები და შახტები ჭიათურაში, ტყიბულში, ტყვარჩელსა და ვალეში. შეიძლება თამამად ითქვას, რომ გრ. წულუკიძის ყურადღების მიღმა არ დარჩენილა საქართველოს არც ერთი წიაღისეულით მდიდარი რეგიონი.

სადოქტორო დისერტაციის დაცვის შემდეგ გრ. წულუკიძემ ძალზე აქტიურად გააგრძელა შემოქმედებითი საქმიანობა იმ პრინციპების განსახორციელებლად, რომლებიც აისახა მის საკვალიფიკაციო ნაშრომში. 1940 წელს თბილისში სიი-ს გამომცემლობის მიერ რუსულ ენაზე გამოქვეყნდა მისი კაპიტალური ნაშრომი: „სასარგებლო წიაღისეულის საბადოთა მიწისქვეშა დამუშავების მეთოდების საერთო კლასიფიკაცია“, რომელშიც ავტორმა მოგვცა იმ დროისათვის მსოფლიოში ცნობილი სასარგებლო წიაღისეულის საბადოთა მიწისქვეშა დამუშავების მეთოდების (სისტემების) 70-მდე კლასიფიკაციის კრიტიკული ანალიზი და სასარგებლო წიაღისეულის საბადოთა მიწისქვეშა დამუშავების მეთოდების ერთიანი კლასიფიკაცია.

1941-1948 წლებში გრ. წულუკიძემ რეკომენდებული კლასიფიკაციის ბაზაზე სამ ტომად, მშობლიურ ენაზე, გამოსცა კაპიტალური სახელმძღვანელო „მადნეულ საბადოთა მიწისქვეშა დამუშავების მეთოდები“. აღნიშნულ სახელმძღვანელოში პირველად, სამთო-ტექნიკურ ლიტერატურაში, განიხილებოდა ყველა სახის სასარგებლო წიაღისეულის მიწისქვეშა დამუშავების მსოფლიო გამოცდილება. მათ შორის ისიც, რომელიც დაგროვდა საქართველოს სასარგებლო წიაღისეულის საბადოებზე.

1949 წელს აღნიშნული სახელმძღვანელოები გაერთიანებულ ტომად გამოიცა მოსკოვში, რუსულ ენაზე შემდეგი სახელწოდებით: „სასარგებლო წიაღისეულის საბადოთა დამუშავების მეთოდები“. რედაქტორი, აკადემიკოსი მ. აგოშკოვი წიგნის წინათქმაში აღნიშნავდა: „გრიგოლ ანტონის ძე წულუკიძის წინამდებარე წიგნის გამოქვეყნება უნდა განვიხილოთ, როგორც დიდი მოვლენა სამთო-ტექნიკურ ლიტერატურაში“. 1951 წელს ამ წიგნის რუსული ვარიანტი ბუდაპეშტში გამოიცა უნგრულ ენაზე.

აღსანიშნავია, რომ გრ. წულუკიძის სახელმძღვანელოები მყარი სასარგებლო წიაღისეულის საბადოთა მიწისქვეშა დამუშავების დარგში იყო სამთო-ტექნიკურ ლიტერატურაში ერთიანი სახელმძღვანელოს გამოცემის პირველი მცდელობა. გრ. წულუკიძის სახელმძღვანელოებზე აღიზარდა ქართველ სამთო ინჟინერთა მრავალი თაობა, რომლებიც წარმატებით შრომობდნენ არა მხოლოდ საქართველოში, არამედ საბჭოთა კავშირის მრავალ რეგიონში, აგრეთვე აღმოსავლეთ ევროპის ქვეყნებში.

გრ. წულუკიძე დიდ ყურადღებას უთმობდა ახალგაზრდა სამეცნიერო კადრების მომზადებას. პერსპექტიულ ახალგაზრდებს მიზნობრივად აგზავნიდა საბჭოთა კავშირის წამყვან სამეცნიერო ცენტრებში. საკმარისია აღინიშნოს, რომ ბატონი გრიგოლის ინიციატივით, განხორციელდა საქართველოს ინდუსტრიული ინსტიტუტის კურსდამთავრებულების, სამთო ინჟინრების: ა. ძიძიგურისა და კ. ბარამიძის მივლინება დნეპროპეტროვსკის სამთო ინსტიტუტში, სადაც მოხდა მათი კვალიფიკაციის ამაღლება სამთო მექანიკისა და სამთო ელექტრომექანიკის სპეციალობით. ძველი თაობის სამთოელებს კარგად ახსოვთ ბატონი გრიგოლის როლი ჩვენი სახელოვანი

მეცნიერება

სოფლა

SCIENCE

მეცნიერებისა და პედაგოგების: ბ. აბესაძის, რ. ჯიქიას, ნ. ტყემალაძის, ივ. ხუხუნაიშვილის, ე. ცისკარიშვილის, ვ. მიროშინის, დ. ბეჟაშვილის და სხვების ფორმირებაში.

გრ. წულუკიძის უშუალო ინიციატივით, საქართველოში შეიქმნა და განვითარდა სამთო მეცნიერების ისეთი მიმართულებები, როგორცაა სასარგებლო წიაღისეულის საბადოთა ღია და მიწისქვეშა დამუშავება, მიწისქვეშა ნაგებობების მშენებლობა, სამთო მექანიკა და ელექტრომექანიკა, შახტების (მაღაროების) აეროლოგია, სასარგებლო წიაღისეულის გადამუშავება, სამთო მეცნიერების ცალკეული მიმართულების სამეცნიერო სკოლები, რომლებიც ცნობილი იყო საბჭოთა კავშირში და მის ფარგლებს გარეთ.

ბატონი გრიგოლი, ყველაფერთან ერთად, იყო საუკეთესო მეოჯახე, მამა და ბაბუა. მისი შვილი ანტონ წულუკიძე იყო ცნობილი მუსიკათმცოდნე, კრიტიკოსი, ხელოვნების დამსახურებული მოღვაწე და ავტორი მრავალრიცხოვანი კვლევებისა ქართულ და საბჭოთა მუსიკის დარგში. გარდაიცვალა 1995 წელს. ბატონი გრიგოლის შვილიშვილი, თამარ ანტონის ასული წულუკიძე მამის კვალს გაჰყვა და ცნობილი მუსიკათმცოდნე და მუსიკალური კრიტიკოსია. ცოტა ხნის წინ ქალბატონმა თამარმა წარმატებით დაიცვა დისერტაცია მუსიკოლოგიის დოქტორის სამეცნიერო ხარისხის მოსაპოვებლად.

გრ. წულუკიძე გარდაიცვალა მძიმე ავადმყოფობის შემდეგ 1950 წლის 22 დეკემბერს, შემოქმედებითი მოღვაწეობის სიმწიფის პერიოდში. ნიშანდობლივია, რომ მას არ შეუწყვეტია მუშაობა სიცოცხლის უკანასკნელ დღემდე. ბატონი გრიგოლის გარდაცვალების შემდეგ, მის სასთუმალთან ნახეს მოსკოვში გამოცემული სახელმძღვანელო ეგზემპლარი, მისივე ხელით შეტანილი შენიშვნებით. ჩანს, რომ მეცნიერს განზრახული ჰქონდა წიგნის განახლებული გამოცემა. სამწუხაროა, რომ ვერ შეძლო ამ ჩანაფიქრის შესრულება.

ბუნებისაგან მომადლებულ ნიჭთან, მრავალმხრივ განსწავლულობასა და დიდ ერუდიციასთან ერთად საქმისადმი დიდმა სიყვარულმა, დაუცხრომელმა შრომამ და ხასიათის სიმტკიცემ გრ. წულუკიძე გახადა საქართველოს სამთო მრეწველობის ორგანიზატორი და სამთო მეცნიერების ფუძემდებელი.

გრიგოლ წულუკიძის მოწაფეები და მოწაფეთა მოწაფეები დიდ მოწიწებით და მაღლიერების გრძნობით აღნიშნავენ დიდი წინაპრისა და მასწავლებლის, სასიქადულო მამულიშვილის დაბადების 120 წლისთავს. მისი ცხოვრება და შემოქმედება საუკეთესო მაგალითია ჩვენი ახალგაზრდა თაობებისათვის.

*ტექნიკურ-მეცნიერებათა დოქტორი, პროფესორი,
საქართველოს სახელმწიფო პრემიის ლაურეატი ალექსი მიქელაძე*

რეზიუმეები

РЕЗЮМЕ

SUMMARYS

გეოფიზიკის სექცია

უპკ 550.831

დანალექი ქანების მკვრივი ანიზოტროპიულობის განსაზღვრის მახალიტი ლაბორატორიულ და რეალურ გარემოპირობებში. ა. საფაროვი, ს. აგაფი, კ. შახმარდანიანი.

ნაშრომში წარმოდგენილია ლაბორატორიული კვლევების შედეგები დანალექ ქანებზე, როდესაც მათზე მოქმედებს 0,9 გპა წნევის პირობებში ცილინდრ-დგუმიან დანადგარზე და ღრმა ჭაბურღილის სეისმო პროფილური პირობები (BCP). განსაზღვრულია გრძივი მოქმედების ტალღების სიჩქარე და ანიზოტროპიულობის კოეფიციენტი, როგორც ლაბორატორიულ პირობებში, ასევე რეალურ დროში. დადგინდა რომ დანალექი ქანების უმეტესობას გააჩნია ანიზოტროპიულობა გრძივად მოქმედი ტალღების მიმართ, რის გამოც მათი განვლადობა ტოლია დაახლოებით 8-12%-ის მისი მოცულობის.

საკვანძო სიტყვები: ანიზოტროპია; სეისმოძიება; ვერტიკალური სეისმური პროფილირება; გრძივი ტალღები; განივი ტალღები; თერმობარული პირობა.

უპკ 622.24

ფიზიკურად არაწრფივ მდგომარეობაში კონტურზე სამ წერტილში დაყრდნობილი მრგვალი ფირფიტის იძულებითი რხევები, ჰარმონიულად ცვალებად განაწილებული დატვირთვით. გ. ბაირამოვი

გამოკვლეულია ფიზიკურად არაწრფივ მდგომარეობაში, კონტურის სამ წერტილში დაყრდნობილი მრგვალი ფირფიტის იძულებითი რხევა. ეს ამოცანა ამოიხსნება ჰამილტონის პრინციპის მეშვეობით. ამასთან, ფიზიკური არაწრფივობა გამოიყენება გენკის განტოლების სახით. აგრეთვე მოცემულია დაბრუნება რეზონანსული მრუდი და ეპიურები.

საკვანძო სიტყვები: მრგვალი ფირფიტა, რხევა, არაწრფივი, კონტური, ჰამილტონის პრინციპი, დაბრუნება, მრუდი, ეპიურა.

გეოლოგიის სექცია

უპკ 550.4:551. 781. 5:551 (479.28)

გარე კახეთის მოლასური როფის სამხრეთ სეგმენტის სტრუქტურული გეგმების ასიმეტრია. ლ. ბაშელეიშვილი; მ. ქუმელაშვილი, ნ. თევდორაშვილი.

გარე კახეთის მოლასური როფის სამხრეთ სეგმენტის ფარგლებში ეოცენური და, ძირითადად, მეზოზოური ნალექების ზედაპირზე აღინიშნება ანტიკავკასიური მიმართულებების სტრუქტურების არსებობა, სარმატული ნალექების საგებზე კი სტრუქტურების მიმართულება ზოგადკავკასიურია. შედგენილი სტრუქტურული რუკების საფუძველზე დგინდება, რომ აღნიშნული სტრუქტურული ასიმეტრია ამ ერთეულებს შორის დაკავშირებულია, ერთი მხრივ, ძველი კრისტალური სუბსტრატის სტრუქტურული გეგმის გამოვლენასთან შედარებით ახალგაზრდა ნალექებში, მეორე მხრივ, პოსტმეზოზოურ ნალექებში არსებული სუბპროიზონტული მოწყვეტის ზედაპირების – დეტაჩმენტის არსებობასთან.

საკვანძო სიტყვები: მოლასური როფი, სამხრეთ სეგმენტი, ანტიკავკასიური მიმართულების სტრუქტურები, დეტაჩმენტი.

რეზიუმეები – РЕЗЮМЕ – SUMMARYS

უპკ 552.4

ყაზბების რაიონში გამოყოფილი კისტინკის წყების ზოლიანი ქანების შედგენილობისა და ასაკის შესახებ. თ. დარახველიძე, ნ. ქოზაშვილი.

ველზე აღებული ნიმუშების შესწავლით მიღებული მონაცემები საშუალებას გვაძლევს გავაკეთოთ დასკვნა, რომ ზოლიანი ქანები არ არის კისტინკის წყების შემადგენელი ნაწილი და თანადროული, რაც დასტურდება შემდეგი არგუმენტებით:

1. მეტამორფიზმით:

ზოლიანი ქანების მეტამორფიზმის ხარისხი მართალია დაბალი საფეხურისაა, მაგრამ მკვეთრად განსხვავდება ჩვეულებრივი თიხაფიქლებიგან, რომელთაც მეტამორფიზმი არ აქვთ განცდილი.

2. მინერალური შედგენილობით:

ზოლიანი ქანებისთვის დამახასიათებელია რქატყუარის ინექციები, რაც არ გვხვდება ლიასურ თიხაფიქლებში, მაგრამ ფართოდაა გავრცელებული პალეოზოური ასაკის დარიალისა და გველეთვის მასივებში. მაშასადამე, ეს ინექციები ლიასურამდელი უნდა იყოს.

ამ ქანებით ჩვენი დაინტერესებისა და შემდგომი შესწავლის მიზანი ის იყო, რომ გავკერკვია რატომ არის კისტინკის წყებას მიკუთვნებული, ეს შესაძლებელია განსხვავებული ქანები, (ზოლიანი ქანებს განცდილი აქვთ მეტამორფიზმი) უფრო ძველი, ვიდრე თიხაფიქლები. რადგან ძველია – ლიასური ასაკის არ უნდა იყოს და თუ ლიასური ასაკის არ არის, არც კისტინკის წყებას არ უნდა ეკუთვნოდეს, ამიტომ ეს ქანები გამოიყოფა ცალკე წყების სახით, რომელსაც გველეთვის წყება შეიძლება ვუწოდოთ.

საკვანძო სიტყვები: კისტინკის წყება, მეტამორფიზმი, ზოლიანი ქანები, თიხაფიქლები, ლიასური ასაკი, გველეთვის წყება.

ბურღვის ახალი ტექნიკისა და ტექნოლოგიების, მართვის ავტომატიზაციის სექცია

უპკ 665.622

:51(078)

წელი ნავთობიდან მარილგაცლის პროცესის მათემატიკური მოდელის შემსახებ. გ. ვარშალომიძე, ი. გოგუაძე, ზ. კალანდარიშვილი.

ნავთობში ნაშთითი კონცენტრაციის კიდევ უფრო შემცირების მიზნით საჭიროა ელექტრომარილგამომცლელ დანადგარში მიმდინარე პროცესების ოპტიმიზაციის საკითხის გადაჭრა.

საკვანძო სიტყვები: მარილგაცლა, კონცენტრაცია, საშუალო კვადრატული გადახრა, გასაშუალებული ემპირიული, მათემატიკური ლოდინი.

უპკ 622.244

საბურღი ხსნარების ფილტრატის დასველების უნარის გავლენის შესწავლა თიხური ქანების ტენზიანთქმავზე. გ. ვარშალომიძე, ვ. ხითარიშვილი, მ. ასათიანი

თიხური ქანების ბურღვისას ქანმომგრევი იარაღი ქანებში მიკრონაპარალებს წარმოქმნის. საბურღი ხსნარებთან კონტაქტის დროს კაპილარული ძალების მოქმედებით საბურღი ხსნარის ფილტრატი შეაღწევს მიკრონაპარალებში და გაატენიანებს თიხურ ქანებს. რამდენადაც უკეთესად დასველებს ფილტრატი თიხურ ქანებს, მით ხსნარის დიდ მასა იქნება შთანთქმული ქანის მიერ. ეს პროცესი ქანების გაჯირჯევებას იწვევს. თეორიულად გამოკვლეულია საბურღი ხსნარის ფილტრატის გავლენა თიხური ქანების ტენზიანთქმავზე, რის საფუძველზე

რეზიუმეები – РЕЗЮМЕ – SUMMARYS

კეთდება დასკვნა, რომ ჭაბურღილების ბურღვისას თიხური ქანის გაჯირჯევის თავიდან ასაცილებლად, საბურღი ხსნარის მასთან კონტაქტის დროს, აუცილებელია მაინჰიბირებელი დანამატებით დამუშავებული საბურღი ხსნარის გამოყენება.

საკვანძო სიტყვები: საბურღი ხსნარის ფილტრატი, შეღწევალობა, გაჯირჯევა, ტენზიონთქმა.

უპკ 622.537.3

ენერგიის განახლებადი წყაროები. ი. გოგუაძე, შ. ნემსაძე

ნაშრომში წარმოდგენილია განახლებადი ენერჯის უხვი წყაროები დედამიწის, მზის და პლანეტების სივრცეში, როგორც პირველადი ენერჯია და მათი გარდაქმნის ტექნიკური საშუალებები.

კერძოდ, მოყვანილია სინათლის ენერჯის ფოტოვოლტური გარდაქმნები აკუმლატორულ ბატარეასთან ერთად, რომელიც საშუალებას გვაძლევს ინვერსირებადი გზით მივიღოთ 220 ვოლტი, სიმძლავრით 2,5-3 კვტ-მდე. იგი დღეისათვის ეკონომიური და ეკოლოგიურად სუფთა სისტემაა, რომელიც შესაძლოა გამოყენებულ იქნეს მცირე დასახლებულ პუნქტებში, ტურისტულ ინფრასტრუქტურაში, მილსადენების დაცვის და სასიგნალო ელექტრომომარაგების სისტემაში.

საკვანძო სიტყვები: განახლებადი ენერჯია; ფოტოვოლტური გარდაქმნელი; ინვერტორი.

მაგისტრალური ნავთობგაზსადენების სექცია

უპკ 681.586.5

მილსადენის მთლიანობის მონიტორინგი ოპტიკურ-ბოჭკოვანი ტექნოლოგიების მეშვეობით. გ. მგელაძე

მოცემულ სტატიაში გადმოცემულია ოპტიკურ ბოჭკოვანი ტექნოლოგიების რამდენიმე ტიპის კონსტრუქციების მუშაობის პრინციპები, მილსადენების ერთანობის მონიტორინგის განხორციელების მიზნით რათა უზრუნველყოთ მილსადენის უსაფრთხოება, განხილულია ოპტიკური ბოჭკოს უპირატესობა სხვა ტექნოლოგიებთან მიმართებაში. სტატიის ავტორის მიერ გადმოცემულია მეცნიერულ კვლევებზე დამყარებული ოპტიმისტური ვარაუდი ოპტიკური ბოჭკოს მზარდ როლზე ოპერაციული სისტემების დაცვის უზრუნველსაყოფად, აღნიშნულია ოპტიკური ბოჭკოს პერსპექტიულობა სწრაფად მზარდი გამოწვევების საპასუხოდ.

საკვანძო სიტყვები: ოპტიკურ-ბოჭკოვანი; მილსადენების ერთანობის მონიტორინგი; მეცნიერულ კვლევებზე დამყარებული ოპტიმისტური ვარაუდი; ოპერაციული სისტემების დაცვის უზრუნველყოფა.

სამთო ტექნოლოგიის სექცია

უპკ 622.24.442.

სარწყავი არხების კომპლექსური გამოყენების შესაძლებლობა ელექტროენერჯისა და ეკოლოგიურად სუფთა სტრატეგიული და ეკონომიკური მნიშვნელობის ნივთიერებათა მისაღებად. ი. გაბრიჩიძე, გ. ხარაბაძე, ნ. ბოჭორიშვილი, ვ. გაბრიჩიძე

განხილულია საქართველოში არსებული მრავალი სარწყავი და სხვა სპეციალური დანიშნულების არხების გამოყენების შესაძლებლობა ელექტროენერჯისა და ეკოლოგიურად სუფთა ნივთიერების (წყალბადის) მისაღებად. ელექტროენერჯის გამოქმედება ხდება არხებში ჩადგმული მიკროჰესების საფუძველზე, ხოლო წყალბადის

რეზიუმეები – РЕФЕРАТЫ – SUMMARYS

წარმოება ელექტროლიზერებში წყლის ელექტროლიზის შედეგად, რისთვისაც გამოიყენება მიკროჰესებში გამოძუშავებული შედარებით დაბალი თვითღირებულების ელექტრული ენერჯია.

მოცემულია გამოძუშავებული ელექტროენერჯიის სიმძლავრისა და წარმოებული წყალბადის მოცულობის განგარიშება.

ელექტროენერჯიის გამოძუშავების ეფექტურობის გაზრდის მიზნით, შემოთავაზებულია სარწყავი არხების წყალსატარი ღარის რეკონსტრუქციის ვარიანტები, რაც იძლევა არხის ნიშნულზე მაღლა ჰიდრომაკუმულირებელი წყალსაცავების მოწყობის და მათში დაგროვებული ტექნიკური წყლის მრავალი მიზნით გამოყენების შესაძლებლობას.

საკვანძო სიტყვები: არხი, მიკროჰესი, წყალბადი, ელექტროლიზერი, ენერგომატარებელი, შეტბორვა, დაწნევა.

УДК 552.124.4:553.411'435

მადნეულის სპილენძ-ოქროს საბადოს მადნიანი კონკრეციები. რ. მიგინეი-შვილი, თ. ლავთაძე

მადნეულის სპილენძ-ოქროს საბადოს მადნიან კონკრეციებს ახასიათებს დისკრეტული გავრცელება. ისინი საბადოს სინგენეტიკურ მადნეულ სხეულებთან ერთად გეოლოგიურ ჭრილში იკავებენ გარკვეულ სტრატეგრაფიულ დონეს, რომელიც ახალი პალეონტოლოგიური მონაცემების საფუძველზე მიეკუთვნა Reinhardtites anthophorus-ის ნანოპლანქტონურ ქვეზონას (CC 22c). საბადოს სხვადასხვა ნაწილში მოპოვებულ კონკრეციებს ახასიათებს მსგავსი კონცენტრულ-ზოლებრივი აღნაგობა და მადნეული მინერალების ერთნაირი შედგენილობა. შემცველი ტუფების ფურცლოვანი შრეებრიობა თაღისებრად არის შემოხვეული კონკრეციების ირგვლივ. მადნიანი კონკრეციების წარმოქმნა სავარაუდოდ მოხდა სინგენეტიკური მადნიანი სხეულების და შემცველი ქანების ფორმირების თანადროულად, ამ ქანების სრულ დიაგენეტიკურ გამკვრივებამდე.

საკვანძო სიტყვები: მადნეულის საბადო, მადნიანი კონკრეციები, ნანოპლანქტონი.

SECTION OF GEOFYSICS

UDC 550.831

HOW TO INVESTIGATE ELASTIC ANISOTROPY OF SEDIMENTARY ROCKS IN LABORATORY AND REAL CIRCUMFERENCE. I. Saffarov, H. Agaev, K. Shakhmardanoff.

The work deals with the results of sedimentary rock testings at about 0,9 ГПа voltages in a cylinder-piston-type system and also data of Vertical Sismic Profiling (VSP) in a deep wellhole. Determining the longituinal wave speed and anisotropy coefficient both in laboratory and real circumference. It has been stated that in most seidimentary rocks already tested the elastic wave speed anisotropy was observed. The reason for it is its presence in permeable samples. The results showed that presence of anizotropy is within the limits of about 8-12%. For practical purposes the mentioned properties could serve as forcasting signs for collector presence.

Key words: anisotropy of the velocities; seismic survey; vertical seismic profiling; compressional waves; shear waves; solid-phase arrangement; thermobaric condition.

UDC 622.24

ROUND PLATE FORCED OSCILATIONS RESTING ON THREE POINTS IN PHYSICALLY NONLINEAR POSITION FROM DISTRIBUTED LOAD HARMONICAL CHANGE. G. Bairamoff

The problem under consideration deals with investigation of forced oscillations of round plate resting on three points around the circuit in a physically nonlinear position. The problem under consideration is solved by help of Hamilton principle. With it the physical nonlinearity is obtained in a form of Genk equation. The resonance curve and stress epures are built at the same time.

Key words: forced oscillation; round plate; curve; circuit; linear; Hamilton principle.

SECTION OF GEOLOGY

UDC 550.4:551. 781. 5:551 (479.28)

ASYMMETRY OF THE STRUCTURAL PLANS OF THE GARE KAKHETI MOLASSE TROUGH SOUTHERN SEGMENT. L. Basheleishvili; M. Qumelashvili; N. Tevdorashvili.

Within the southern segment of the Gare Kakheti molasse trough, and on the surface of Eocene and, mainly, Mesozoic deposits structures of anti – Caucasian are observed directions while on the underlying bed of the Sarmatian deposits the structures are of general Caucasion directions. On the basis of the worked out structural maps it has been assumed that the above-mentioned structural asymmetry of these units was conditioned by revealing of a structural scheme of the old crystalline substrate within the younger deposits, on one hand, and by the existence of sub-horizontal failure or the detachment, on the other one.

Key words: molasse trough, southern Segment, structures of anti – Caucasian direction, detachment.

UDC 552.4

ABOUT THE CONSISTENCE AND AGE OF THE STRIPED ROCKS OF THE KISTINKA ROW MARKED IN KAZBEGI REGION. T. Darakhvelidze, N. Cosashvili.

The data collected during the studies of the samples obtained from the field have enabled us to conclude that the Striped Rocks are neither a consistent part of the Kistinka Row nor its contemporary. The conclusion is proved by the following arguments:

1. Metamorphism: Despite the low degree of metamorphism the Striped Rocks significantly differ from the ordinary clayschists which have not undergone metamorphism.

2. Mineral consistence: The Striped Rocks are characterized by the hornblende injections which do not occur in the Lias clay-schist and which are widely spread in the Dariali and Gveleti massifs of the paleozoic age. Therefore these injections must be of the pre-lias period.

The purpose of our research of the Striped Rocks was to find the reason why these significantly different rocks are ascribed to the Kistinka Row. They had undergone metamorphism, i. e. they are older than clay-schists and if so, they cannot be of the lias age and thus, cannot be ascribed to the Kistinka Row. These rocks should be classified as a new row, supposedly called “Gveleti Row”.

Key words: Kistinka Row, Metamorphism, Striped Rocks, clayschists, lias age, Gveleti Row,

**SECTION OF DRILLING TECHNIQUES AND TECHNOLOGY;
AUTOMATIZATION OF CONTROL**

UDC 665.622

:51(078)

ON MATHEMATIC MODEL OF THE ROUGH OIL DESALTING PROCESS. G. Varshalomidze, I. Gogvadze, Z. Kalendarishvili.

To diminish the remainder concentration in oil as it is necessary to solve the optimization problem taking place in the electrodesalting plant.

Key words: desalting, concentration, averaged empiric, mathematical expectance, standard deviation.

UDC 622.244

INVESTIGATION OF INFFLUENCE FACULTY OF DRILLING MUD FILTRATE WETTING ON THE CLAY ROCK MOISTURE ABSORPTION. G. Varshalomidze, V. Khitarishvili, M. Asatiani.

When drilling the clay rocks the rockfailure instrument leaves micro cracks. Contacting with drilling muds the drilling mud filtrate penetrates into the microcracks by means of capillar forces impact and humidifies them. The better the filtrate wets the clay rocks the more mud will be absorbed by the rock. This process causes rock swelling. The influence of drilling mud filtrate on the clay rock moisture absorption is theoretically investigated. On this ground the conclusion is drawn that when drilling wellholes in order to avoid the clay rock swelling while contacting with the mud it is necessary to apply the drilling mud treated with inhibited additions.

Key words: drilling mud filtrate, penetration, swelling, moisture absorption.

UDC 622.537.3

RESTORATIVE SOURCES OF ENERGY. I. Gogvadze, Sh. Nemsadze.

The work deals with restorative energy sources as the primary energy within the space of the Earth, the Sun and Planets and their transformation by technical means.

In particular, light energy photo-volt-transformers are given with accumulator battery. It enables to obtain 220V of about 2,5-3 kwatt power. At present it is economical and ecologically pure system, which may be applied within small settlements, in tourist infrastructure, for protection of pipelines and in signal electrosupply system.

Key words: restorative energy, photo-volt-transformer, inverter.

SECTION OF MAIN OIL PIPELINES

UDC 681.586.5

FIBER-OPTIC PIPELINE MANAGEMENT INTELLIGENT SOLUTIONS. G. Mgeladze

The integrity of oil pipeline is always a majoring oil and gas transportation industry. Pipeline leak not only leads to loss of oil, but pollutes environment. A new pipeline leak detection and communication system based on optical fiber technology to ensure the pipeline reliability is presented. Dedicated fiber optic cables can be used to detect and locate in real-time pipeline displacement and strain, enabling the early detection of increased stresses. Optical fiber will be a critical technology in many aspects of future. Optical fiber already offers a step change in bandwidth capacity for the communications backbone. The range of discrete and distributed optical fiber sensors, being developed and in some cases field tested, will revolutionize sensing technologies in safety operating systems, the future is optical fiber.

Key words: optical-fiber; integrity of oil pipeline; pipeline detection and communication system; dedicated fiber optic cables; optical fiber will be a critical technology; the future is optical fiber.

SECTION OF MAIN TECHNOLOGY

UDC 622.24.442

POSSIBILITY OF IRRIGATION CHANNEL COMPLEX USING FOR RECEIVING ELECTRIC POWER AND ECOLOGICALLY CLEAN SUBSTANCES OF STRATEGIC AND ECONOMIC IMPORTANCE. I.Gabrishidze, G.Kharabadze, N.Bochorishvili, V.Gabrishidze.

The possibility of using irrigation and other special importance channels of Georgia for receiving electric power and ecologically clean substance (hydrogen) is considered. Electric power is generated on the basis of micro hydropower stations mounted on channels, while hydrogen production is done as a result of water electrolysis in electrolyzer for which low cost electric power generated at micro hydropower stations is used.

Calculation of the worked out electric energy power and produced hydrogen volume is given.

In order to increase electric power generation efficiency the versions of reconstruction of irrigation channels' water conduits are proposed which allow arranging of hydro accumulating water basins above channel mark and using of accumulated technical water in many purposes.

Key words: channel, micro hydropower station, hydrogen, electrolysis, energy carrier, waterlogging, pressure.

UDC 552.124.4:553.411'435

ORE CONCRETIONS OF THE MADNEULI CU-AU DEPOSIT. R. Migineishvili, T. Gvatzadze

Ore concretions of the Madneuli copper-gold deposit are characterized by a discrete distribution. They occupy a definite stratigraphic level in the geological section of the deposit. On the basis of new paleontological data this level is assigned to Reinhardtites anthophorus nannoplankton Subzone (CC 22c). Concretions from different parts of the deposit are characterized by a concentric-banded structure, as well as by the same content of ore minerals. Thin lamination of hosting tuffs arch-like overwrap the concretions. Formation of the concretions presumably occurred contemporaneously with syngenetic ore bodies, as well as with hosting rocks, before a complete compaction of these rocks.

Key words: Madneuli deposit, ore concretions, nannoplankton.

СЕКЦИЯ ГЕОФИЗИКИ

УДК 550.831

ПРИМЕР ИЗУЧЕНИЯ УПРУГОЙ АНИЗОТРОПИИ ОСАДОЧНЫХ ПОРОД ПРИ ЛАБОРАТОРНЫХ УСЛОВИЯХ И В РЕАЛЬНОЙ СРЕДЕ. Сафаров И.Б., Агаев Х.Б., Шахмарданов К.В.

В работе приведены результаты испытания образцов осадочных пород при давлениях до 0,9 ГПа в установке типа цилиндр-поршень и данные Вертикального Сейсмического Профилирования (ВСП) в глубокой скважине. Определив скорости и коэффициент анизотропии продольных волн, как в лабораторных условиях, так и в реальной среде, установили, что в большинстве испытанных осадочных пород наблюдалась анизотропия скоростей упругих волн, причиной которой является наличие в образцах проницаемости. Результаты измерений анизотропии скоростей распространения упругих волн в осадочных породах при лабораторных условиях и во внутренних точках реальной среды показали, что наличие анизотропии в пределах примерно 8 – 12%. Для практических целей отмеченные свойства могут служить прогностическими признаками наличия коллекторов.

Ключевые слова: анизотропия; сейсморазведка; вертикальное сейсмическое профилирование; продольные волны; поперечные волны; термобарическое условие.

УДК 622.24

ВЫНУЖДЕННЫЕ КОЛЕБАНИЯ КРУГЛОЙ ПЛАСТИНКИ, ОПЕРТОЙ В ТРЕХ ТОЧКАХ, В ФИЗИЧЕСКИ НЕЛИНЕЙНОЙ ПОСТАНОВКЕ ОТ ГАРМОНИЧЕСКИ МЕНЯЮЩЕЙСЯ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ НАГРУЗКИ. Байрамов Г.Н.

В рассматриваемой задаче исследуются вынужденные колебания круглой пластинки, опертой в трёх точках по контуру, в физической нелинейной постановке. Поставленная задача решается с помощью принципа Гамильтона, при этом физическая нелинейность принимается в виде уравнения Генки. Построены резонансная кривая и эпюры напряжений.

Ключевые слова: круглая пластинка; колебание; контур; нелинейный; принцип Гамильтона; эпюра.

СЕКЦИЯ ГЕОЛОГИИ

УДК 550.4:551. 781. 5:551 (479.28)

АСИММЕТРИЯ СТРУКТУРНЫХ ПЛАНОВ ЮЖНОГО СЕГМЕНТА ГАРЕ-КАХЕТИНСКОЙ МОЛАССОВОЙ ВПАДИНЫ. Башелеишвили Л., Кумелашвили М., Тевдорашвили Н.

В пределах южного сегмента Гаре-Кахетинской молассовой впадины на поверхности эоценовых и мезозойских отложений отмечается существование структур антикавказского направления, а по подошве сарматских отложений выражены структуры общекавказского простирания. По составленным структурным картам устанавливается, что такого рода структурная асимметрия вызвана, с одной стороны, выявлением древнего структурного плана кристаллического субстрата в более молодых отло-

жениях и, с другой, существованием субгоризонтальных срывов –детачмента в постмезозойских отложениях.

Ключевые слова: молассовая впадина; южный сегмент; структуры антикавказского направления, детачмент.

УДК 552.4

О СОСТАВЕ И ВОЗРАСТЕ ПОЛОСЧАТЫХ ПОРОД КИСТИНСКОЙ СВИТЫ, ВЫДЕЛЕННОЙ В КАЗБЕГСКОМ РАЙОНЕ. Дарахвелидзе Т., Козашвили Н.

Кистинская свита представлена песчаниками и глинистыми сланцами. Их возраст- нижний лейас. К этой свите принадлежат полосчатые породы.

В результате изучения этих пород мы заключаем, что:

1. Качество метаморфизма полосчатых пород отличается от неметаморфических глинистых сланцев.
2. В полосчатых породах встречаются роговые обманки, которые не встречаются в лейасовых глинистых сланцах, но распространены в Гвелетском массиве.

Поэтому эти полосчатые породы не должны принадлежать к Кистинской свите и их должны выделить в виде отдельной свиты. Именно эту свиту мы хотим определить как «Гвелетскую свиту».

Ключевые слова: Кистинская свита; метаморфизм; полосчатые породы; глинистые сланцы; лейас; Гвелетская свита.

СЕКЦИЯ НОВОЙ ТЕХНИКИ И ТЕХНОЛОГИИ БУРЕНИЯ, СИСТЕМ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ

УДК 665.622

:51(078)

О МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ПРОЦЕССА ОБЕССОЛИВАНИЯ НЕФТИ.

Варшаломидзе Г., Гогоадзе И., Каландаришвили З.

В нефти для уменьшения остающейся концентрации остатков примесей, электросолеудаляющихся в установке, необходимо решить вопросы оптимизации.

Ключевые слова: обессоливание; концентрация; среднеквадратичное отклонение; усредненная эмпирическая; математическое ожидание.

УДК 622.244

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ СМАЧИВАЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ФИЛЬТРАТОВ БУРОВЫХ РАСТВОРОВ НА ВЛАГОПОГЛОЩЕНИЕ ГЛИНИСТЫХ ПОРОД. Варшаломидзе Г.Х., Хитаришвили В.Э., Асатиани М. О.

При бурении глинистых пород породоразрушающий инструмент создает микротрещины, при контакте фильтрат буровых растворов проникает в микротрещины и увлажняет глинистую породу. Чем лучше смачивает фильтрат глинистую породу, тем большая масса раствора будет ею поглощена. Этот процесс вызывает набухание пород. Теоретически исследовано влияние фильтрата бурового раствора на влагопоглощение глинистых пород. На основе этого делается заключение, что при

ბურენი სკვაჟინი დასაბუთებულია ნაბუხანია გლინისტი პორდი კონტაქტი ს ბუროვი რაწვორი ნობოდიბო პრინენი რაწვორი, ბრბოტანი ინგიბირბონი დობაწკაი.

კლუბევი სლოა: ფილტრატ ბუროვი რაწვორი; პრინიწაეობი; ნაბუხანი; ვლბოპოგლოწიენი.

УКД 622.537.3

ВОЗОБНОВЛЯЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ. Гогуадзе И.К., Немсадзе Ш.А.

В работе представлены возобновляемые источники Земли, Солнца, Планет в космическом пространстве, как первоисточники энергии и технические средства их преобразования.

В частности, приведены световольтные преобразователи с аккумуляторными батареями, которые позволяют путем инверсии получить 220 Вольт мощностью до 2,5-3 кВт. Это на сегодняшний день экологически самая чистая система. Ее можно применять в малых населенных пунктах, в туристических инфраструктурах, в защитных системах трубопроводов, в системе сигнального электроснабжения.

Ключевие слова: возобновляемые источники; фото вольт преобразователь; инвертор.

СЕКЦИЯ МАГИСТРАЛЬНЫХ НЕФТЕГАЗОПРОВОДОВ

УКД 681.586.5

МОНИТОРИНГ ЦЕЛОСТНОСТИ ТРУБОПРОВОДА С ПОМОЩЬЮ ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ. Мгеладзе Г.

Целостность нефтепровода - всегда существенная часть транспортировки нефти и газа. Нарушение целостности трубопроводов не только приводит к потере нефти, но загрязняет окружающую среду. Представленные волоконно-оптические кабели могут быть использованы для обнаружения и определения местоположения в режиме реального времени, перемещения трубопровода и деформации, позволяющих раннее обнаружение повышенного напряжения. Оптическое волокно будет критической технологией во многих аспектах будущего. Оптическое волокно уже предлагает поэтапное изменение пропускной способности на основе коммуникации. Диапазон дискретного и распределенного оптических датчиков волокна разрабатываются и в некоторых случаях полевые испытания будут революционировать система операционной безопасности. Будущее принадлежит оптическим волокнам.

Ключевие слова: целостность нефтепровода; волоконно-оптические кабели; обнаружение повышенного напряжения; будущее принадлежит оптическим волокнам.

СЕКЦИЯ ГОРНОЙ ТЕХНОЛОГИИ

УДК 622.24.442

ВОЗМОЖНОСТЬ КОМПЛЕКСНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОРОСИТЕЛЬНЫХ КАНАЛОВ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ И ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТЫХ ВЕЩЕСТВ СТРАТЕГИЧЕСКОГО И ЭКОНОМИЧЕСКОГО ЗНАЧЕНИЯ. Габричидзе Ю., Харабадзе Г., Бочоришвили Н., Габричидзе В.

Рассмотрена возможность использования существующих в Грузии многих оросительных и других специализированных каналов для получения электроэнергии и экологических чистых веществ

(водород). Выработка электроэнергии осуществляется на основе микроГЭС, установленных в оросительных каналах, а производство водорода - в результате электролиза воды в электролизерах, для чего используется электроэнергия сравнительно малой себестоимости, выработанная микроГЭС.

Приведены расчеты мощности выработанной электроэнергии и объема произведенного водорода.

Для увеличения эффективности выработки электроэнергии предложены варианты реконструкции водосточного желоба, что также даёт возможность оборудовать гидроаккумулирующее водохранилище выше отметки канала и использовать накопленную воду для разных целей.

Ключевые слова: канал; микроГЭС; водород; электролизер; энергопроводник; подтопление; напор.

УДК 552.124.4:553.411'435

РУДНЫЕ КОНКРЕЦИИ МАДНЕУЛЬСКОГО МЕДНО-ЗОЛОТОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ. Мигинеишвили Р., Гавтадзе Т.

Рудные конкреции Маднеульского месторождения характеризуются дискретным распространением. Совместно с сингенетическими рудными телами месторождения, они в геологическом разрезе занимают определенный стратиграфический уровень, который на основе новых палеонтологических данных причислен к нанопланктоновой подзоне Reinhardtites anthophorus (СС 22с). Для конкреций, собранных в различных частях месторождения, свойственны концентрично-полосчатое строение, а также одинаковый состав рудных минералов. Листоватая слоистость вмещающих туфов сводообразно складывается вокруг конкреций. Формирование рудных конкреций предположительно произошло одновременно с образованием сингенетических рудных тел, а также во время осаждения вмещающих пород, до их полного диагенетического уплотнения.

Ключевые слова: Маднеульское месторождение; рудные конкреции; нанопланктон.

საქართველოს მინერალური რესურსები

ნავთობის მოპოვება საბადოების მიხედვით

საბადო	მოპოვებული ნავთობი 2008 წ. IV კვ. ტონა	მოპოვებული ნავთობი 2009 წ. I კვ. ტონა	მოპოვებული ნავთობი 2009 წ. II კვ. ტონა
1. მირზაანო	932,910	936,53	1029,68
2. კატარა შირაქი	127,250	104,49	101,08
3. ნორიო	201,922	111,25	137,149
4. სუფსა	35,040	40,68	48,63
5. სავხენისი	61,548	50,644	27,17
6. აღმ. ჰალაღიდი	–	–	–
7. სამბორი	6765,718	6806,167	6739,778
8. ტარბანა	1015,350	833,69	681,2
9. შრომისუბანი	319,360	221,65	190,11
10. თელეთი	2233,287	2078,889	2149,779
11. სამბ. სამ. თალი	518,655	406,01	496,99
12. ღას. რუსთავი (კრწანისი)	664,261	663,44	691,55
13. ნაზარლები	102,250	98,61	100,08
14. მწარმხევი	1053,990	1691,27	1498,45
15. ბაილა	5,730	5,46	5,91
სულ	14037,271	14048,78	13897,556
სულ თავისუფალი გაზი ათ. მ³	3654,170	3985,07	3261,31
1. ნონოწმინდა	3654,170	3985,07	3261,31
2. რუსთავი	0,000	0	0

ნავთობისა და გაზის ფასები

2009 წლის 16 ნოემბერს «PLATT'S EUROPEAN MARKETSCAN»-«FOB MED (ITALY)»-ის მიხედვით საერთაშორისო ფასები ნავთობპროდუქტებზე შეადგენს:

ბენზინი (A-92)- 690,50 დოლარი/ტონაზე;

დიზელი (L-62) - 612,00 დოლარი/ტონაზე;

ნავთი - 658,25 დოლარი/ტონაზე;

მაზუთი - 474,25 დოლარი/ტონაზე

საქართველოს მინერალური რესურსები

განვლილება

სიბრძე

	დუიმი	ფუტი	იარღი	მილი	მმ	სმ	მეტრი
დუიმი	////	0.083	0.0228	11.5E-5	2534	2554	02254
ფუტი	12	////	0.33	1.9E-4	30438	30348	033144
იარღი	36	3	////	5.7E-7	91434	91344	039144
მილი	63360	5280	1760	////	1361E+6	1361E+5	160933
მილიმეტრი	0.0394	3.28E-3	0.0011	6.2E-7	////	031	03001
სანტიმეტრი	0.394	0.0328	0.011	6.2E-6	10	////	0301
მეტრი	39.37	3.281	1.094	6.2E-3	1000	100	////

1inch = 2,540სმ;

1სმ = 0,394inch.

წონა

	უნცია	ფუნტი	მოლავ.წონა	გრამი	კილოგრამი	ტონა
უნცია	////	0.0625	3.125E-5	28.35	0.02835	2.835 E-5
ფუნტი	16	////	0.0005	453.6	0.4536	4.536 E-4
მოლავ.წონა	32000	2000	////	907185	907.2	0.907
გრამი	0.035	0.0022	1.1 E-6	////	0.001	1E-6
კილოგრამი	3.5	2.2	1.1 E-3	1000	////	0.001
ტონა	35274	2204	1.1	1E+6	1000	////

წნევა

	ატმოსფერო (კგ/სმ ²)	PSI(ფუნტი/დუიმი ²)	ფუნტი/დუიმი ²
ატმოსფერო (კგ/სმ ²)	////	0.0625	3.125E-5
PSI(ფუნტი/დუიმი ²)	16	////	0.0005
ფუნტი/დუიმი ²	32000	2000	////

მოცულობა

	დუიმი ³	ფუტი ³	ბარელი ³	მმ ³	სმ ³	მ ³
დუიმი ³	////	5.79 E-4	1.03 E-4	16.39	0.01639	1.639 E-8
ფუტი ³	1728	////	0.178	2.83E+7	2.83E+4	0.0283
ბარელი ³	9702	5.615	////	1.59E+8	1.59E+5	0.159
მმ ³	0.061	3.5315 E-10	6.29 E-9	////	0.001	1E-9
სმ ³	61.02	3.5315 E-7	6.29 E-9	1000	////	1E-6
მ ³	61024	35.315	6.29	1E+9	1E+6	////

საქართველოს მინერალური რესურსები

სიმკვრივე

(ფ.ს.-ფარდობითი სიმკვრივე - shtcific gravity)

	ფუნტი/გალონი PPG	ფუნტი/ფუნტი ³	APJ	კმ/ლ.მ/სმ ³ .ფ.ს.	კგ/მ ³
ფუნტი/გალონი PPG	////////	7.4805	5.814	0.1198	119.83
ფუნტი/ფუნტი ³	0.134	////////	0.775	0.01602	16.081
APJ	0.172	1.29	////////	0.0206	20.6
კმ/ლ.მ/სმ ³ .ფ.ს.	8.345	62.43	48.54	////////	1000
კგ/მ ³	8.345 E-3	0.624	0.04854	1 E-3	////////

თხევადი მოცულობა

	უსცია	პინტა	კვარტა	გალონი	ბარელი	ლიტრი	მ ³	მ ³
უსცია	////	0.0625	0.0315	0.0078	1.86 E-4	0.0295	29.5	2.95E-5
პინტა	16	////	0.5	0.125	0.0625	0.473	473.2	4.73 E-4
კვარტა	32	2	////	0.25	0.00595	0.946	946	9.46 E-4
გალონი	128	8	4	////	0.0238	3.785	3.785	3.785 E-3
ბარელი	5376	16	168	42	////	159	158987	0.159
ლიტრი	34	2.11	1.057	0.264	0.00629	////	1000	0.0011
მ ³	0.034	2.11E-3	1.06 E-3	2.64 E-4	6.29 E-6	0.001	////	1 E-6
მ ³	34000	2110	1057	2640	6.29	1000	1 E+6	////

ნავთობისა და გაზის მოდენა

(გალონი, ბარელი, ფუნტი)

	ლ/წთ	გალ/წთ	ფტ ³ /წთ	ბრლ/წთ	ფტ ³ /სთ	ბრლ/დღ	მ ³ /სთ	მ ³ /დღ
ლ/წთ	////	0.264	0.035	6.29 E-3	2.12	9.057	1.7 E-5	4.8 E-4
გალ/წთ	3.785	////	0.134	0.024	8.02	34.29	6.3 E-5	1.5 E-3
ფტ ³ /წთ	28.32	7.48	////	0.178	60	256.5	4.7 E-4	1.13 E-2
ბრლ/წთ	159	42	5.615	////	337	1440	2.65 E-3	6.36 E-2
ფტ ³ /სთ	0.472	0.125	0.017	297 E-3	////	4.27	8 E-6	1.92 E-4
ბრლ/დღ	0.11	0.03	0.0089	6.9 E-4	0.234	////	1.1 E-4	2.64 E-3
მ ³ /სთ	60000	158.52	0.118	377.4	127140	54320	////	24
მ ³ /დღ	2500	6.605	88.25	15.725	5297.5	22642.5	0.042	////

საქართველოს მინერალური რესურსები

ტემპერატურა

$(^{\circ}C) \text{ ცელსიუსით} = (^{\circ}F - 32) \cdot 5/9;$

$(^{\circ}F) \text{ ფარენგეიტით} = (^{\circ}C) \cdot 9/5 + 32.$

ფიზიკური მუდმივები

გრაფიტაციული მუდმივა	G	$6,6720 \cdot 10^{-11} \text{ ნ} \cdot \text{მ}^2 \cdot \text{კგ}^{-2}$
სინათლის სიჩქარე ვაკუუმში	c	$2,99792458 \cdot 10^8 \text{ მ} \cdot \text{წმ}^{-1}$
მაგნიტური მუდმივა	μ_0	$1,25663706144 \cdot 10^{-6} \text{ გნ} \cdot \text{მ}^{-1}$
ელექტრული მუდმივა	ϵ_0	$8,85418782 \cdot 10^{-12} \text{ ფ} \cdot \text{მ}^{-1}$
პლანკის მუდმივა	h	$6,626176 \cdot 10^{-34} \text{ ჯ} \cdot \text{წმ}$
ელექტრონის უძრაობის მასა	m_e	$9,109534 \cdot 10^{-31} \text{ კგ}$ $5,4858026 \cdot 10^{-4} \text{ მ.ა.ე.}$
პროტონის უძრაობის მასა	m_p	$1,6726485 \cdot 10^{-27} \text{ კგ}$ $1,007276470 \text{ მ.ა.ე.}$
ნეიტრონის უძრაობის მასა	m_n	$1,6749543 \cdot 10^{-27} \text{ კგ}$ $1,008665012 \text{ მ.ა.ე.}$
ელექტრონის მუხტი (აბსოლუტური მნიშვნელობა)	e	$1,6021892 \cdot 10^{-19} \text{ კ}$
მასის ატომური ერთეული		$1,665655(86) \cdot 10^{-27} \text{ კგ}$
ავოგადროს მუდმივა	N_A	$6,02245 \cdot 10^{23} \text{ მოლი}^{-1}$
ფარადეის მუდმივა	F	$96484,56 \text{ კ} \cdot \text{მოლი}^{-1}$
მოლური გაზური მუდმივა	R	$8,31441 \text{ ჯ} \cdot \text{მოლი}^{-1} \cdot \text{კ}^{-1}$
ბოლცმანის მუდმივა	K	$1,380662 \cdot 10^{-23} \text{ ჯ} \cdot \text{კ}^{-1}$
იდეალური გაზის ნორმალური მოლური) მოცულობა ნორმალურ პირობებში ($t = 0^{\circ} C, p = 101,325 \text{ კპა}$).	V_0	$2,241 \cdot 10^{-2} \text{ მ}^3 / \text{მოლი}$
ნორმალური ატმოსფერული წნევა	$P_{\text{ნაგმ}}$	101325პა
თავისუფალი ვარდნის აჩქარება (ნორმალური)	g_0	$980665 \text{ მ} / \text{წმ}^2$
ელექტრონის უძრაობის ენერგია	$m_e c^2$	0,511034მეე
პროტონის უძრაობის ენერგია	$m_p c^2$	938,2796მეე
ნეიტრონის უძრაობის ენერგია	$m_n c^2$	939,5731მეე
წყალბადის ატომის მასა	1H	1,07825036მეე
ნეიტრონის ატომის მასა	2H	2,0141011795მ.ა.ე.
ჰელიუმის ატომის მასა	4H	4,002603267მ.ა.ე.
ბორის ორბიტის რადიუსი	a_0	$5,2917706 \cdot 10^{-11} \text{ მ}$

სამართველოს მინერალური ზესურსები

სიდიდეთა კოეფიციენტების გადაყვანა ამერიკული ერთეულებიდან SI ერთეულებში

სიდიდის დასახელება	ამერიკული ერთეულები		SI ერთეულები		ერთეულის შენაძინების
	დასახელება	აღნიშვნა	დასახელება	აღნიშვნა	
სიგრძე	ფუტი დიუმი მილი	ft in mil	მეტრი	m	1 ft = 0,3048 მ 1 in = 2,54 X 10 ⁻² მ 1 mil = 2,54 X 10 ⁻⁵ მ
ფართობი	კვადრატული ფუტი კვადრატული დუიმი	ft ² in ²	კვადრატული მეტრი	მ ²	1 ft ² = 9,2903 X 10 ⁻² მ ² 1 in ² = 6,4516 X 10 ⁻⁴ მ ²
მოცულობა	კუბური ფუტი ბარელი გალიონი	ft ³ bbl gal	კუბური მეტრი	მ ³	1 ft ³ = 2,8317 X 10 ⁻² მ ³ bbl = 0,1590 მ ³ 1 gal = 3,7854 X 10 ⁻³ მ ³
მასა	ფუნტი	lb	კილოგრამი	კგ	1 lb = 0,4536 კგ
ძალა, წონა	ფუნტი-ძალა დინა	lb din	ნიუტონი	ნ	1 lbf = 4,4482 ნ 1 dyn = 10 ⁻⁵ ნ
სიმკვრივე	ფუნტი კუბურ ფუტზე ფუნტი გალონზე ფუნტი ბარელზე	lb/ft ³ lb/gal lb/bbl	კილოგრამი კუბურ მეტრზე	კგ/მ ³	1 lb/ft ³ = 16,0185 კგ/მ ³ 1 lb/gal = 119,8263 კგ/მ ³ 1 lb/bbl = 2,853 კგ/მ ³
წნევა, მექანიკური დაბაბულობა	ფუნტი-ძალა კვადრატულ დიუიმზე დინა კვადრატულ სანტიმეტრზე ფუნტი 100 კვადრატულ ფუტზე	lb/in ² dyn/cm ² lb	პასკალი	პა	1 lb/in ² = 6894,76 პა dyn/cm ² = 0,1 პა 1 lb/100ft ² = 0,4788 პა
წნევის გრადიენტი	ფუნტი-ძალა კვადრატულ დიუიმზე ფუნტი	lb/(in · ft) lb/ft	პასკალი	პა/მ	1 lb/(in ² · ft) = 2,262 X 10 ⁻² პა/მ
ზედაპირული დატვირთვა	ფუნტი-ძალა ფუნტზე დინა სანტიმეტრზე	lb/ft dyn/cm	ნიუტონი მეტრზე	ნ/მ	1 lb/ft = 14,5939 ნ/მ 1 dyn/cm = 10 ⁻³ ნ/მ
დინამიკური სიბლანტე	პუნი	P	პასკალი-წამი	პა·წმ	1 P = 0,1 პა·წმ
შეღწევადობა	დარსი	D	კვადრატული მეტრი	მ ²	1 D = 1,0197 X 10 ⁻¹² მ ² ≈ 1 მ ²