

SULFUR CONTENT FEATURES OF COAL SEAMS k_2^H WITHIN BOHDANIVSKY DEPOSIT OF THE NORTHERN COAL AREA

V. Savchuk^{1}, V. Prykhodchenko¹, S. Moskalenko¹*
¹Dnipro University of Technology, Dnipro, Ukraine.
**Corresponding author: savchuk.v.s@nmu.one*

Abstract. Coal remains quite significant source of power and technological fuel. Analysis of distribution of coal reserves according to their grades in Ukraine has showed that D and DG ranks prevail in their composition which share for A + B + C is almost 65% [1, 2, 3]. Usually, the coal grades are characterized by high ash and sulfur contents. Use of the coal depends heavily upon the its preparation efficiency. Therefore, sulphur content study is among the most important problems in the process of a coal deposit estimation.

The research objective is to characterize integrally sulfur content of the main commercial seam of Bohdanivka deposit; identify features of the content; and determine lateral changes in the total sulfur content.

Initially, the problem solving involved the development of information database concerning sulphur content within coal seam k_2^H . The total number of wells for which total sulphur values were determined achieved 2365.

Key words: coal, seam, sulfur content, sulphide sulphur, sulfuric sulfur.

ОСОБЛИВОСТІ СІРЧАНОСТІ ВУГІЛЬНОГО ПЛАСТА k_2^H БОГДАНІВСЬКОГО РОДОВИЩА ПІВНІЧНОГО ВУГЛЕНОСНОГО РАЙОНУ

V. Савчук^{1}, В. Приходченко¹, С. Москаленко¹*
¹НТУ «Дніпровська політехніка», м. Дніпро, Україна.
**Відповідальний автор: savchuk.v.s@nmu.one*

Анотація. Вугілля залишається значним джерелом енергетичного та технологічного палива. Аналіз розподілу запасів вугілля за марками в Україні показав, що в їх складі переважає вугілля марок Д та ДГ, доля яких в категорії А+В+С складає близько 65% [1, 2, 3]. Як правило, вугілля цих марок характеризується значною зольністю та сірчистістю. Використання такого вугілля в значній мірі залежить від ефективності його збагачення. Тому вивчення сірчистості відноситься до однієї з важливих задач при оцінці вугільних родовищ.

Мета роботи – для основного промислового пласта Богданівського родовища надати всебічну характеристику сірчистості, встановити особливості її складу та визначити латеральні зміни загальної вмісту сірки.

Для вирішення поставлених задач спочатку була створена інформаційна база даних з сірчистості вугільного пласта k_2^H . Загальна кількість свердловин, для яких були визначені значення кількості загальної сірки, сягнуло 2365 штук.

Ключові слова: вугілля, пласт, сірчистість, сульфідна сірка, сульфатна сірка.

1. Вступ.

Вугілля залишається значним джерелом енергетичного та технологічного палива. Аналіз розподілу запасів вугілля за марками в Україні показав, що в їх складі переважає вугілля марок Д та ДГ, доля яких в категорії А+В+С складає близько 65% [1, 2, 3]. Як правило, вугілля цих марок характеризується значною зольністю та сірчистістю. Використання такого вугілля в значній мірі залежить від ефективності його збагачення. Тому вивчення сірчистості відноситься до однієї з важливих задач при оцінці вугільних родовищ.

Значні запаси енергетичного вугілля розташовані на північній окраїні Донбасу. Загальні запаси і прогнозні ресурси вугілля цього району перевищують 9 млрд. тон. Згідно діючого

стандарту України (ДСТУ 3472-2015) вугілля відноситься до марки Д. Основні напрями використання вугілля – спалювання та отримання синтетичного палива. Однак, за даними незначної кількості публікацій, вугілля цього району характеризується значним вмістом сірки. Крім того характерною їх особливістю є підвищений вміст оксидів лужних металів. При спалюванні такого вугілля на сучасних котлоагрегатах відбувається шлакування поверхні нагріву. В їх утворенні найбільшу роль грають сірка, хлор, лужні метали. Тому практичного значення набуває визначення особливостей видового складу сірки, оцінка зміни сірчистості вугілля по потужності пластів та площі їх поширення. На даний час основні данні з сірчистості пластів узагальнені тільки для родовища у цілому. Не розглянуто особливості видового складу сірки, які суттєво впливають на її збагачення. У цілому закономірностей її зміни по площі не визначено.

2. Методика.

Для вирішення поставлених задач спочатку була створена інформаційна база даних з сірчистості вугільного пласта k_2^H . Загальна кількість свердловин, для яких були визначені значення кількості загальної сірки, сягнуло 2365 штук.

За допомогою сучасних інформаційних технологій були узагальнені зібрані дані з сірчистості вугілля пласта. Це дозволило охарактеризувати сірчистість пласта, як по окремим ділянкам родовища, так і по площі його поширення. Особлива увага при виконанні цього етапу робіт була спрямована на визначенні латеральній закономірності зміни сірчистості вугілля пласта. На заключному етапі робіт був проведений розрахунок вторинної органічної сірки за методикою О.З. Юровського, що дозволило визначити особливості сірчистості вугілля Богданівського родовища. Крім того, проведено порівняння сірчистості вугільного пласта k_2^H з сірчистістю інших пластів Богданівського та Петровського родовищ.

Такий методичний підхід дозволив виявити особливості сірчистості вугілля пласта k_2^H Богданівського родовища і встановити закономірності її зміни по літералі.

Мета роботи – для основного промислового пласта Богданівського родовища надати всебічну характеристику сірчистості, встановити особливості її складу та визначити латеральні зміни загальної вмісту сірки.

3. Результати та обговорення.

За результатами проведення геологорозвідувальних робіт на площі Північного Донбасу виділені Сватівська і Старобільська перспективні площі, Богданівське і Петровське родовище. Богданівське родовище розташовано у північно-східній частині Північного Донбасу [4]. На Богданівському родовищі виділено шість ділянок з різними ступенями пошуків та розвідки. Найбільшого поширення на площі цього району, як і на площі Петровського родовища, набуває пласт k_2^H . Тому вивчення сірчистості вугілля цього пласта набуває актуальності.

Пласт k_2^H є основним промисловим пластом на усіх ділянках родовища. Пласт відносить до категорії витриманих. Простягається по площі всього родовища. Майже по усій площі характеризується робочою потужністю, що перевищує 0,80 м. Корисна потужність пласта коливається в широкому діапазоні – від 0,80 м до 3,35 м, переважає 1,40-1,80 м. Будова пласта в основному проста. Залягає пласт в основному в аргілітах та алевролітах, на північному сході площі зустрічається пісковик, вапняк.

Пласт складений, в основному напівблискучим тусклим вугіллям. Макроструктура вугілля густотонкосмугаста. Макроскопічно піритна мінералізація органічної речовини майже не відзначається. Подекуди спостерігаються лінзи фюзену, які інкрустовані піритом. По ендегенним тріщинам розповсюджені переважно нальоти кальциту. У незначній кількості зустрічаються нальоти піриту.

У петрографічному складі пласта найбільшого поширення набуває мацеральна група вітриніту, кількість якої складає у середньому 76,7 %. Вміст групи семівтриніту незначний, і у середньому становить 1,28 %. Кількість мацералів груп інертиніту 9,8 %, а ліптиніту 12,2 %. Сума пісних компонентів складає у середньому 10,7 %.

Мінеральні включення представлені поодинокими вкрапленнями піриту, дисперсного кварцу, карбонату. Сульфідна мінералізація зустрічається переважно у вигляді дрібних зерен, які нерівномірно розповсюджені переважно по вітринізованій речовині, або концентруються на контактні вітревних смуг з прозорою основною масою. У значно меншій кількості вона присутня у фрагментах фюзену, інкрустуючи його порожнини.

За петрографічним складом вугілля пласта відноситься до класу гелітолітів і представлено, зазвичай, ліпоїдо-фюзиніто-гелітовим типом, рідше – ліпоїдо-фюзиніто-гелітитовим та фюзиніто-гелітовим [4, 5]. За методикою І.В. Єршоміна [6] і за даними петрографічних досліджень вугілля пласта відноситься до слабо відновленої групи.

Відповідно державного стандарту України [7] вугілля кам'яне і відноситься до марки Д [8].

Згідно Міжнародної системи кодифікації [9] вугілля пласта k_2^H належить до середнього рангу (кам'яного вугілля) і характеризується наступним кодом – 04 0 03 0 42 14 20 31.

За класифікацією, яка діє у країнах СНД, вугілля пласта k_2^H відноситься до кам'яного, має кодові номери переважно 0414200. Воно належить до марки довгополум'яного (Д), підгрупи – довгополум'яного вітринітового [10].

Сірчистість (S_t^d) вугілля пласта по окремих пластоперетинах коливається від 0,7 % до 6,0 %, складаючи у середньому 1,61 %. У цілому, вугілля пласта змінюється від малосірчистого до багатосірчистого. Найбільш поширене середньосірчисте вугілля – близько 47,9 %. Частка малосірчистого становить 28,2 %. Майже в однокровій кількості групи сірчистого та багатосірчистого вугілля, відповідно 12,3 % та 11,7 %.

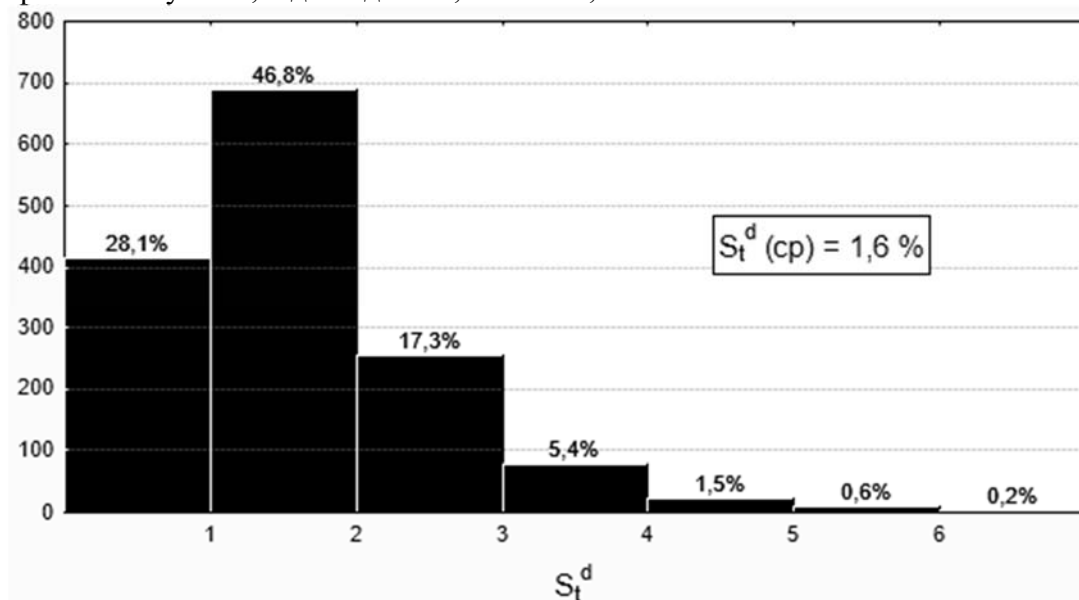


Рис.1 Діаграма частотного розподілення сірчистості вугілля пласта k_2^H по площі Богданівського родовища

Вугілля різних ділянок Богданівського родовища відрізняються за вмістом сірки. Менші його значення характерні для ділянок Богданівська № 3 (1,05%), Богданівська № 5,7 (1,41%). Вугілля ділянок Богданівська №1 та Богданівська №6 характеризуються більшими значеннями цього показника, відповідно 1,96% та 1,88%. Встановлено що найбільшими розбіжностями у вмісті сірки по пластоперетинах характеризується вугілля ділянок Богданівська №1 (4,43%), Богданівська № 2,4 (4,56%), Богданівська № 6 (3,11%), а найменшими – ділянок Богданівська № 3 (2,28%) та Богданівська № 5,7 (2,42%).

Слід відзначити, що на інших площах Північного Донбасу вугілля цього пласта характеризується більшим вмістом сірки. Так середній вміст сірки для Петровського родовища та Старобільської площі становить 3,6%, а вугілля Сватівської площі – 4,1%.

Переважним різновидом сірки є сульфідна, кількість якої складає 52,1 %. Вміст органічної сірки дорівнює 45,7 %. Сульфатна сірка становить близько 2,2 %.

Макроскопічна форма піриту представлена незначною кількістю тонких плівок колчедану, які розташовані зазвичай по площинах нашарування вугілля. Під мікроскопом вкраплення піриту найчастіше заповнюють клітинки фізюзу. Проте окремі зерна піриту можуть попадатися навіть в найбільш чистому від мінеральних домішок компоненті вугілля - вітрени. Частіше все ж мікроскопічний пірит зустрічається у фізюзі.

Органічна сірка не виділяється у вугіллі ні макро- ні мікроскопічно і тому не може бути візуально описана. Очевидно, вона також більш менш рівномірно розподілена у органічній масі вугілля [11].

Сульфатна сірка, найчастіше входить до складу і гіпсу. Макроскопічно гіпс у вугіллі зустрічається по тріщинам кліважу у вигляді тонких білих пластинок. Крім того, можлива присутність сульфатів і у формі мікроскопічних включень, розсіяних в масі вугілля.

Для окремих басейнів рядом авторів встановлена тісна кореляція між змістом органічної і сульфідної сірки. Так, А.З. Юровський для вугілля Донбасу запропонував формулу $S_p^d = -0,384 + 0,737 S_t^d$. В середньому у вугіллі у вигляді сульфідів міститься біля 50 % загальної сірки [12].

У відповідності з формулою А.З. Юровського вугілля у цілому характеризується підвищеним вмістом органічної сірки і меншою кількістю піритної сірки (табл. 1). Крім того для родовища, у порівнянні з вугілля Донбасу у цілому, характерно підвищений вміст сульфатної сірки.

Зразкове відношення "вторинної органічної сірки" до сірки колчеданної складає для вугілля Донбасу величину близько 0,52-0,55.

Таблиця 1

Розрахункові значення вмісту різних видів сірки вугільного пласта k_2^H різних ділянок Богданівського родовища

№ ділянки	Вміст сірки за видами, %				Розрахунковий вміст сірки, %		
	сульфідна (S_s^d)	органічна (S_o^d)	сульфатна ($S_{SO_4^d}$)	загальна (S_t^d)	сульфідна ($S_s^{d\text{роз}}$)	органічна, вторинна ($S_o^{d\text{роз}}$)	
1	1,75	0,99	0,07	2,81	1,69	0,74	0,44
2,4	0,92	0,83	0,03	1,78	0,94	0,46	0,49
3	0,55	0,76	0,03	1,34	0,61	0,35	0,58
5,7	0,94	0,94	0,03	1,91	1,03	0,50	0,49
6	0,89	1,11	0,027	2,03	1,12	0,63	0,57

У таблиці наведено розрахунковий вміст сульфідної і вторинної органічної сірки та їх співвідношення для пласта k_2^H як для окремих ділянок, так і для Богданівського родовища у цілому.

Визначено, що для всіх ділянок, крім ділянки Богданівська №1, значення розрахункової кількості піритної сірки переважає її існуючі значення. Відповідно співвідношення розрахункових значень сірки органічної ($S_o^{d\text{роз}}$) до сірки піритної (S_o^d), яке коливається у межах 0,44-0,57 характеризується меншими значеннями, ніж для вугілля Донбасу у цілому.

З генетичної точки зору набагато істотніше питання про джерела утворення "вторинної органічної сірки", зміст якої великий у вугіллі з високим вмістом сірки. Навіть з найзагальніших міркувань природно припустити, що ця частина органічно пов'язаної з вугіллям сірки, що виникла паралельно з процесом утворення FeS_2 у вугіллі.

З метою аналізу розповсюдження вмісту сірки у вугіллі по площі Богданівського родовища була побудована карта сірчистості. Аналіз карти дозволив встановити зони підвищеного вмісту сірки. Виявити регіональні закономірності у зміні сірчистості пласта по площі його поширення не вдалося.

Для встановлення напрямку зміни сірчистості пласта по літералі нами була побудована карта тренда зміни сірчистості. Це дозволило встановити напрямок зміни сірчистості по площі розповсюдження пласта.

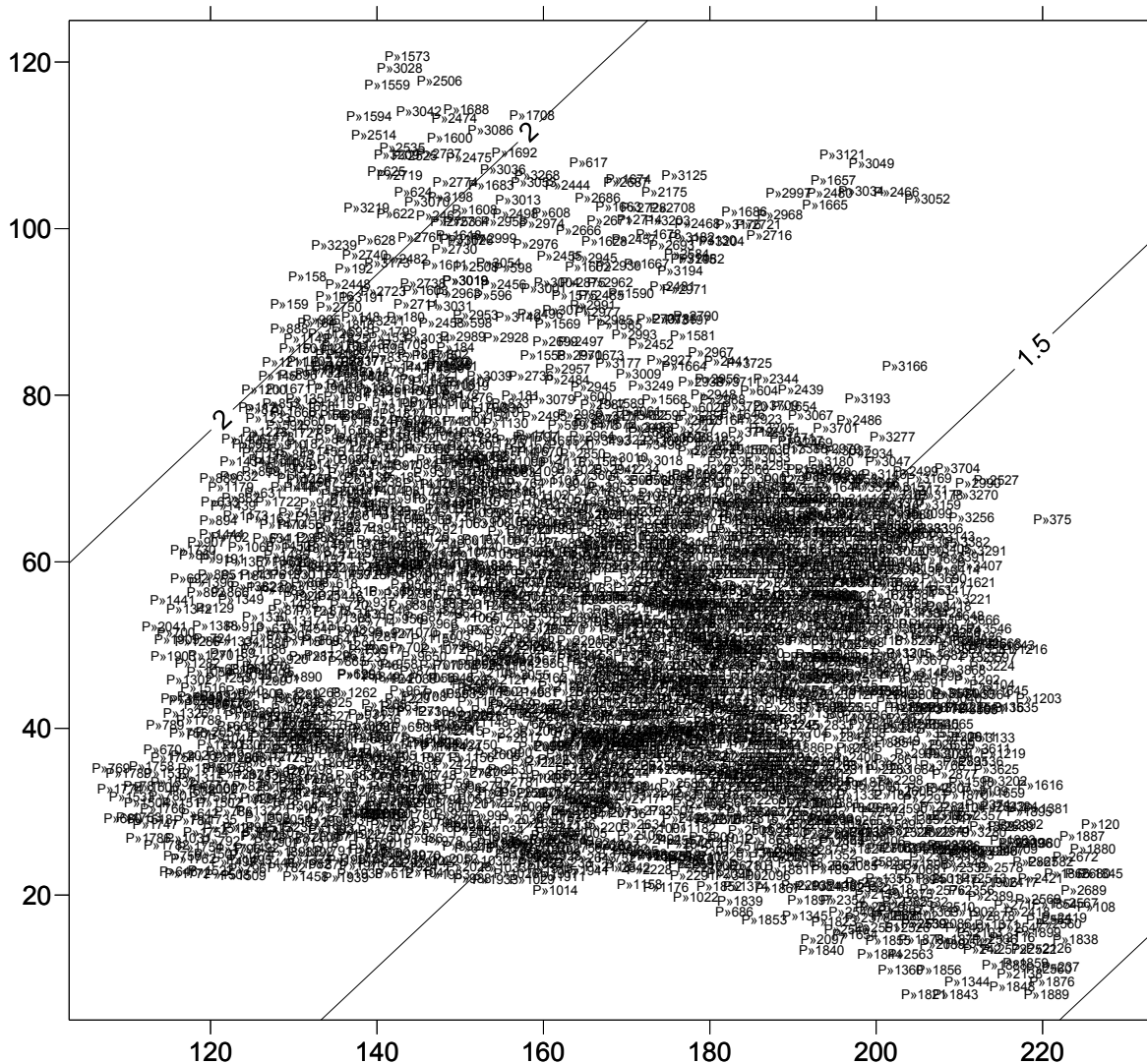


Рис. 1 Карта тренду сірчистості вугільного пласта k_2^H Богданівського родовища

Встановлено, що з північного-заходу, південний схід, сірчистість пласта по площі Богданівського родовища зменшується. По площі поширення пласта переважає вугілля з сірчачстю від 1,5-2%. Приблизно третину площі займає вугілля з сірчачстю менше 1,5%. Дуже незначне поширення по площі займає вугілля з вмістом сірки в інтервалі значень від 2 до 2,5%.

4. Висновки

В результаті проведених робіт були отримані наступні результати:

- 1 Вугілля пласта k_2^H у цілому відноситься до середньо сірчистого.
- 2 Вугілля різних ділянок Богданівського родовища відрізняються за вмістом сірки.
- 3 Найбільшими розбіжностями у вмісті сірки по пластоперетинам характеризується вугілля ділянок Богданівська №1, Богданівська № 2,4, Богданівська № 6, а найменшими – ділянок Богданівська № 3 та Богданівська № 5,7.

4 Встановлено, що з північного-заходу, південний схід, сірчистість пласта по площі Богданівського родовища зменшується.

5 На площі Богданівського родовища поширеніше вугілля з вмістом сірки 1-2 % та до 1%. На території Старобільської площі та Петровського родовища найбільша кількість показників відповідає значенням 3-4 %, а на Сватівській – 4-5 %;

6 У видовому складі сірки найбільшу частину складає сульфідна (піритна) сірка, але її вміст менший ніж у вугіллі цього пласта інших родовищ Північного вугленосного району та

менший ніж розрахунковий. Середній вміст органічної та сульфатної сірки по родовищу навпроти підвищений.

7 У цілому сірчистість вугілля пласта k₂^H Богданівського родовища відрізняється від сірчистості вугілля Північного вугленосного району, як за вмістом, так і за співвідношенням видів сірки.

REFERENCES

1. Дроздник И.Д., Шульга И.В. (2009). О квалифицированном использовании малометаморфизованных углей. Збагачення корисних копалин. Вип.36(77) - 37(78). С.56-59
Drozdnyk I.D., & Shulga I.V. (2009). About the qualified use of low-metamorphosed coals. Enrichment of minerals. Issue 36 (77) - 37 (78). - P.56-59
2. Ресурси твердих горючих копалин України на 01.01.2001 р. - Київ, 2001 – 115 с.
Resources of solid combustible minerals of Ukraine on 01.01.2001 - Kyiv, 2001 - 115 p.
3. Белоконь В.Г. (1974). Новые месторождения каменных углей Северного Донбасса. Уголь Украины –№2. С. 1-4.
Belokon V.G. (1974). New deposits of coal in the Northern Donbass . Coal of Ukraine - 1974. No. 2. P. 1-4.
4. Гинзбург А.И., Коржиневская Е.С., Волкова И.Б. и др. (1975). Петрографические типы углей СССР. Москва. 247 с.
Ginzburg A.I., Korzhinevskaya E.S., Volkova I.B. & others (1975). Petrographic types of coal in the USSR. Moscow. 247 p.
5. Петрография углей СССР. Основы петрографии углей и методы углепетрографических исследований. Ленинград 1982. 191 с.
Coal petrography of the USSR. Fundamentals of coal petrography and methods of coal petrographic studies. Leningrad 1982. 191 p.
6. Еремин И. В. (1994). Марочный состав углей и их рациональное использование. Москва .254 с.
Eremin I.V. (1994). Grade composition of coal and their rational use. Moscow. 254 p.
7. ДСТУ 3472-2015. Вугілля буре, кам'яне та антрацит. Класифікація. Київ., 6 с.
DSTU 3472-2015. Brown coal, hard coal and anthracite. Classification. Kyiv., 6 p.
8. Савчук В.С. (2010). Склад і якість вугілля Богданівського родовища та основні напрями його раціонального використання . Вісник ДНУ. Серія: Геологія. Географія.– Випуск 12. – С.30 -36.
Savchuk V.S. (2010). Composition and quality of coal of Bogdanovskoe deposit and main directions of its rational use .Bulletin of the DNU. Series: Geology. Geography. Issue 12. P.30 - 36.
9. Международная система кодификации углей среднего и высокого рангов. Издание ООН. В продаже под № R. 88. П.Е. 16.
International codification system for medium and high grade coals. United Nations publication. On sale under No. R. 88. P.E. 16.
10. ГОСТ 25543-2005. Угли бурые, каменные и антрациты: Классификация по генетическим и технологическим параметрам. Москва. 19 с.
GOST 25543-2005. Brown coals, stone and anthracite: Classification by genetic and technological parameters. Moscow. 19 p.
11. Савчук С.В. (1964). К вопросу о природе органической серы в ископаемых углях. Изв. ДГИ. - с.42.
Savchuk S.V. (1964). On the question of the nature of organic sulfur in fossil coals. Izv. DGI. p. 42.
12. Юровский А.З. (1960). Сера каменных углей. Москва.с.102.
Yurovsky A.Z. (1960). Sulfur of coal. Moscow. p. 102.