УДК 66.01:532

KO‘MIR CHANGLARINI FIZIK-KIMYOVIY XUSUSIYATLARINI O‘RGANISH NATIJALARI

Xurmamatov Abdug‘affor Mirzaabdullayevich
Olmaliq davlat texnika instituti, Olmaliq sh. t.f.d. professor,
E-mail: gafuri_19805@mail.ru
Alimardonov Xusniddin Baxodirovich.
Toshkent kimyo-texnologiya instituti, Yangier filiali Yangier sh.
E-mail: xusaynalimardonov@gmail.com

Annotatsiya. Maqolada, ko‘mir changlarini fizik-kimyoviy xususiyatlarini aniqlash natijalari keltirilgan. Tadqiqotlarda ko‘mir changlarini fraksion tarkiblari, IQ spektr tahlillari, element va kimyoviy tarkiblari, mikroskopik tahlillari hamda ko‘mir kukunining suv yutish qobiliyatlari tadqiq qilingan. Fraksion tahlillar SL-200 rusumli elakda olib borilgan, ko‘mir changlari tarkibi asosan 30 mkm o‘lchamli changlardan iborat bo‘lib, u 30 % dan yuqori ekanligi aniqlangan. *“Shimadzu. QATR-S” rusumli IQ spektr qurilmasida 490÷400 oraliqlarda to‘lqinlar soni o‘zgarib borishi va O-H, N-H va C-H bog‘lari o‘rganilgan hamda* C, O, Mg, Al, Si, S, Cl, Ca *elementlarining miqdori o‘zgarib turishi aniqlangan.* Ko‘mir kukuni tarkibini aniqlash JSM-IT 210 rusumli skanerlovchi elektron mikroskop yordamida va mikroskopik tahlil esa S/N-EC 2209809 rusumli mikroskop yordamida amalga oshirilgan. Ko‘mir changlarining o‘lchamlarining o‘zgarishi ularning suv yutishi 5 mkm gacha bo‘lgan o‘lchamdagi ko‘mir changlarining 100 mkm gacha bo‘lgan changlar bilan suv yutish farqi 6,2 % ga farq qilishi aniqlangan.

Kalit so‘zlar: fizik-kimyoviy xususiyatlar, fraksion tarkib, element tarkib, mikroskopi tahlil, ko‘mir changlari, zarrachalar o‘lchami, suv yutish qobiliyati.

Аннотация. В статье представлены результаты определения физико-химических свойств угольной пыли. В ходе исследований изучались фракционный состав угольной пыли, проводились ИК-спектроскопический анализ, анализ элементного и химического состава, микроскопический анализ, а также определялась водопоглощающая способность угольного порошка. Фракционный анализ проводился с помощью сита SL-200; было установлено, что угольная пыль состоит в основном из частиц размером 30 мкм, которые составляют более 30 %. Shimadzu. С помощью спектрометра типа «QATR-S» было изучено изменение числа волн в диапазоне 490–400 и связи O–H, N–H и C–H, и было установлено, что количества элементов C, O, Mg, Al, Si, S, Cl и Ca варьируются. Состав угольного порошка был определен с помощью сканирующего электронного микроскопа JSM-IT 210, а

ISSN 3030-3907

микроскопический анализ был проведен с помощью микроскопа S/N-EC 2209809. Было определено изменение размера частиц угольной пыли и установлено, что разница в водопоглощении между угольной пылью с размером частиц до 5 мкм и угольной пылью с размером частиц до 100 мкм составляет 6,2 %.

Ключевые слова: физико-химические свойства, фракционный состав, элементный состав, микроскопический анализ, угольная пыль, размер частиц, водопоглощающая способность.

Abstract. The article presents the results of determining the physicochemical properties of coal dusts. The studies investigated the fractional compositions of coal dusts, IR spectroscopy analyses, elemental and chemical compositions, microscopic analyses, and the water uptake capacities of coal powder. Fraction analyses were carried out using a SL-200 sieve; it was found that the coal dust consisted mainly of particles of 30 μm in size, accounting for over 30%. Shimadzu. QATR-S" type IQ spectrometer in the 490–400 range, and the O–H, N–H and C–H bonds were studied, revealing variations in the amounts of C, O, Mg, Al, Si, S, Cl and Ca. The composition of the coal powder was determined using a JSM-IT 210 scanning electron microscope, and the microscopic analysis was carried out using an S/N-EC 2209809 microscope. The variation in particle size of the coal dusts was determined, and it was found that the difference in water absorption between coal dusts with a particle size of up to 5 μm and those with a particle size of up to 100 μm is 6.2 %.

Keywords: physicochemical properties, fractional composition, elemental composition, microscopic analysis, coal dusts, particle size, water absorption capacity.

KIRISH.

Atrof-muhitni zararlaydigan asosiy manbaalaridan biri bu ko‘mir changidir. Ko‘mirni qayta ishlash va rudalarni boyitish vaqtida katta miqdorda ko‘mir changlari ajralib chiqadi. Ushbu changlar inson organizmi va qurilmalar uchun jiddiy zarar keltirib chiqaradi. Ko‘mir changlari quruq kukun kabi bo‘ladi, o‘lchamlari 280-520 mkm oralig‘ida bo‘ladi. Quruq chang havoni so‘rib oladi va yengil uchuvchan bo‘lib qoladi. Zich bo‘lmagan joylardan oson o‘tadi, tarkibida havo bo‘lgan ko‘mir changlarini quvurlar orqali tashish juda qulay hisoblanadi. To‘kilgan changning nisbiy massasi 400-500 kg/m^3 ni tashkil qiladi, vaqt o‘tgan sayin uning yopishqoqlik xususiyati ortib 750-910 kg/m^3 ni tashkil qiladi. Ko‘mir changlari havoda ma’lum bir konsentratsiyaga yetganda u portlovchilik xususiyatiga ega bo‘ladi. Kislorodning changli havodagi konsentratsiyasi 16-18 % dan kam bo‘lganda va yengil changlarning miqdori 10-12 % dan kam bo‘lganda

ISSN 3030-3907

portlovchilik xususiyati ancha kamayadi va buni portlovchi xususiyatga ega deb atalmaydi. Portlovichlik xususiyatini kamaytirish maqsadida, ya'ni kislorod o'rniga inert gazlarni qo'shish maqsadga muvofiq. Ishlab chiqarish korxonalarida ruxsat etilgan chiqindi me'yori (RChEM) changning havodagi konsentratsiyasiga qarab aniqlanadi, ushbu ko'rsatgich muhitning xaroratiga ham bog'liq bo'ladi, yuqori xarorat ko'mir changlarining havoda portlashga olib kelishi mumkin. Ishlab chiqarish korxonlarida xarorat ko'tarilganda ko'mir changlarining havodagi miqdoriga qat'iy e'tibor berish lozim. Ish joyida ko'mir changlarining miqdori 0,3 mg/m^3 dan va xudud havosidagi umumiy konsentratsiyasi esa 0,1 mg/m^3 dan ortmasligi kerak [1-5].

Ko'mir changlarining granulometrik tarkibi elaklash usuli bilan aniqlandi. Tajribalarni olib borish uchun quritish shkafi, termometr, changlarni o'lchamlariga qarab ajratuvchi elak (groxot), 60÷1000 mkm o'lchamlarida elaklar, namunalarni saqlash uchun idish. Ko'mir changlarini granulometrik tarkibini bilish – ularni boyitishda va qayta ishlash uchun qurilmalar tanlashda muhim rol o'ynaydi [6-11].

Ko'mir changlarini fraksiyalarga ajratish jarayoni elaklar yordamida ham olib boriladi. Olingan natijalar elakli tahlil deb yuritiladi. Ushbu changlarning donadorlik xususiyatlari R_x quyidagi matematik ifoda bilan aniqlandi:

$$R_x = 100e^{-bx^n}, \qquad (1)$$

Bu yerda, x – elak tirqishining o'lchami, mkm; b – kukunning maydalik darajasining doimiylik qiymati; n – changning ichki tuzilishining doimiylik qiymati.

Yuqoridagi ifodadagi ikkita doimiylik kattaligidan ikki xil o'lchamdagi elak orasidagi qoldiq aniqlanadi. Olingan natija asosida kukunning donadorlik xususiyatlarini aniqlash mumkin. Ko'mir briketlash sexlarida ko'mir kukuni sifati asosan 200 va 90 mkm li qoldiqlar asosida belgilanadi.

(1) ifodadan ikki xil o'lchamdagi elak orasidagi qoldiq quyidagicha aniqlanadi:

$$n = \frac{lgln\frac{100}{R_{200}} - lg\ \frac{100}{R_{90}}}{lg\frac{200}{90}} \qquad (2) \qquad b = \frac{1}{90^n} ln\frac{100}{R_{90}} \qquad (3)$$

(3) ifodadagi b (1) dagi ifodaga qo'yilsa xoxlagan elakdagi 90 mkm li zarrachalarni aniqlash mumkin:

$$R_x = 100\left(\frac{R_x}{100}\right)^{\left(\frac{x}{90}\right)^n} \qquad (4)$$

yoki

$$R_{200} = 100\left(\frac{R_{90}}{100}\right)^{\left(\frac{x}{90}\right)^{0,22^n}} \qquad (5)$$

ISSN 3030-3907

n – koeffitsienti 50-200 mkm li zarrachalar uchun doimiy hisoblanadi. Shuning uchun (2.5) ifoda elakda qolgan faqat bir xil bo‘lgan kukun qoldiqlar xususiyatini belgilaydi.

Muhokama va natijalar. Atmosfera havosini ko‘mir changlaridan tozalash jarayonida ularning fraksion tarkibi muhim ahamiyatga ega, shu sababli, ishlab chiqarish korxonasidan olingan ko‘mir namunalarining tajriba sharoitida fraksion tarkibi o‘rganildi. Tajribalarni olib borish uchun 105 °S ga qizdiruvchi quritish shkafi, o‘lchamlari 50 mkm dan 1000 mkm gacha bo‘lgan elaklar yig‘masi, 0,001 g. xatolikni aniqlaydigan analitik tarozi.

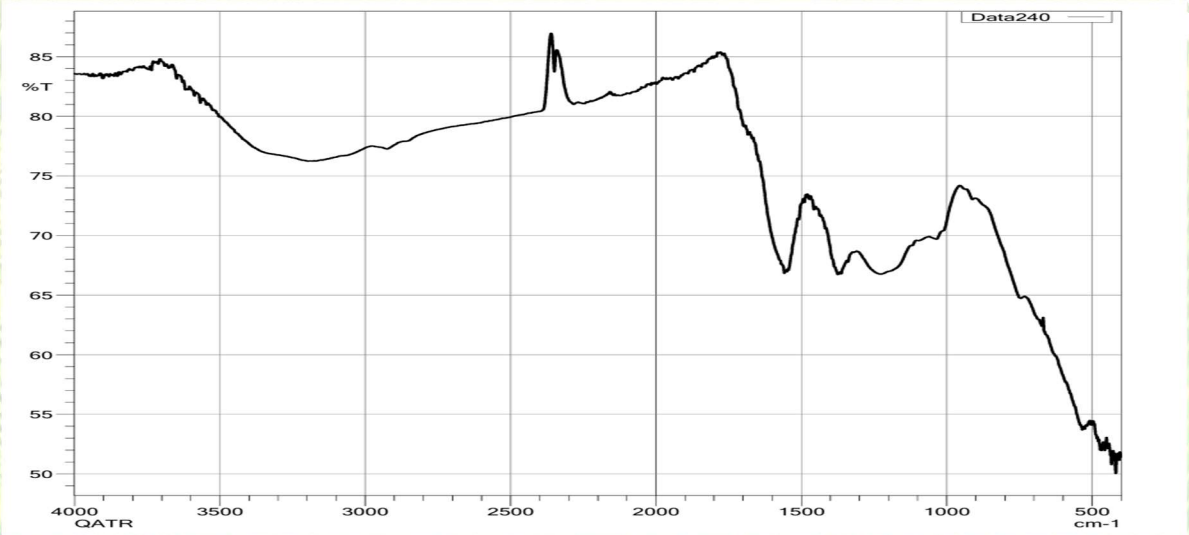
1-jadval

Ko‘mir changlarining fraksion tarkibi

	Qurilmagacha											
Zarrachalar o‘lchami, mkm	< 5	10	20	30	40	50	60	80	100	150	200	500
Miqdori, %	30,9	16,2	9,1	8,2	7,8	6,7	6,2	5,5	4,1	2,3	1,8	1,2

Jadvaldan ko‘rinib turibdiki, ko‘mir changlari tarkibida mayda dispers 10 mkm gacha bo‘lgan changlarning miqdori sezilarli darajada ko‘p, ya’ni umumiy 47,1 % ni tashkil qilmoqda, mayda changlarning aerodinamik xususiyatlari murakkab va qurilmada cho‘ktirish bir muncha qiyinchiliklarga olib keladi. Shu sababli, atmosfera havosini ushbu changlarni koagulyatsiya qilish maqsadga muvofiq.

Tajribalar davomida IQ spektrdan foydalanib, ko‘mir changlari tarkibi aniqlandi. Tajribalar Olmaliq davlat texnika instituti qoshidagi ilmiy laboratoriyada “Shimadzu. QATR-S” rusumli IQ spektr qurilmasida olib borildi.



1-rasm. Ko‘mir changining IQ spektr tahlili

ISSN 3030-3907

O‘q o‘lchovlari: *x* o‘qi: to‘lqin soni (cm^{-1}); *y* o‘qi: o‘tkazuvchanlik (%T): 4000–3000 cm^{-1} oralig‘i – bu sohada sezilarli cho‘qqi yo‘q - demak, O–H yoki N–H bog‘lariga xos cho‘qqilar (3300–3500 cm^{-1}) deyarli kuzatilmagan, modda gidroksil yoki amin guruhlariga ega emas. 3000–2800 cm^{-1} oralig‘i – bu sohada ham kuchli cho‘qqi kuzatilmayapti, demak, C–H (sp^3) bog‘larining cho‘zilish tebranishlari juda zaif yoki mavjud emas. Bu organik uglevodorod zanjirlari juda kam ekanini bildiradi. 1700–1500 cm^{-1} oralig‘i – yengil tebranish mavjud C=C yoki C=O guruhlari bo‘lishi mumkin. Ammo cho‘qqi keskin emas, bu esa aromatik halqalar yoki kislorodli guruhlarning oz miqdorda ekanini ko‘rsatadi. 1200–1000 cm^{-1} oralig‘i – bu qismda aniq ikkita kuchli yutilish cho‘qqisi mavjud (taxminan 1100 va 1020 cm^{-1} atrofida). Bu Si–O–Si yoki Si–O–C bog‘larining cho‘zilish tebranishlariga xos.

Bu modda organosilikon birikmasi (siloksan yoki silikat asosli modda) bo‘lishi ehtimol katta. 800–450 cm^{-1} oralig‘i – bu sohada kuchli yutilish kuzatilgan (xususan ~470–500 cm^{-1} da). Bu Si–O–Si bog‘larining egilish (deformatsion) tebranishiga mos keladi. Umumman olganda ushbu FTIR spektrga ko‘ra: O–H, N–H, C–H cho‘qqilari deyarli yo‘q. Kuchli Si–O–Si va Si–O–C cho‘qqilari mavjud. Spektr shakli polisiloksan (Si–O–Si) tuzilmasi yoki silika asosli materialga mos keladi.

Ko‘mir changlarining kimyoviy tarkibi skanerlovchi elektron mikroskop (SEM) qurilmasi yordamida tahlil qilindi. Ko‘mir changlarining kimyoviy tarkibi asosan organik moddalar (C, H_2, O2, N va S) va noorganik moddalar: aluminiy, temir, kalsiy, magniy va natriy va x.k., ularning aniq tarkibi ko‘mirni qayta ishlash va turiga bog‘liq lekin asosan uning tarkibi ugleroddan iborat. Ko‘mirning tarkibida azot va oltingugurt miqdori kam miqdorda bo‘ladi, vodorod – 6 % gacha, kislorod – 14,9 % gacha, uglerod miqdori 48% dan 96,8 % gachani tashkil qiladi.

Ko‘mir changlari tarkibida qishloq xo‘jaligi uchun foydali bo‘lgan *Fe*, *Si, Mn* va boshqa mikroelementlar ham mavjud bo‘ladi. Ko‘mir changlarining o‘lchamlariga qarab ularning kimyoviy tarkibi o‘zgarib boradi, chunki mayda changlar tarkibida noorganik moddalar miqdori ko‘p bo‘ladi, yirik changlar tarkibida esa aksincha.

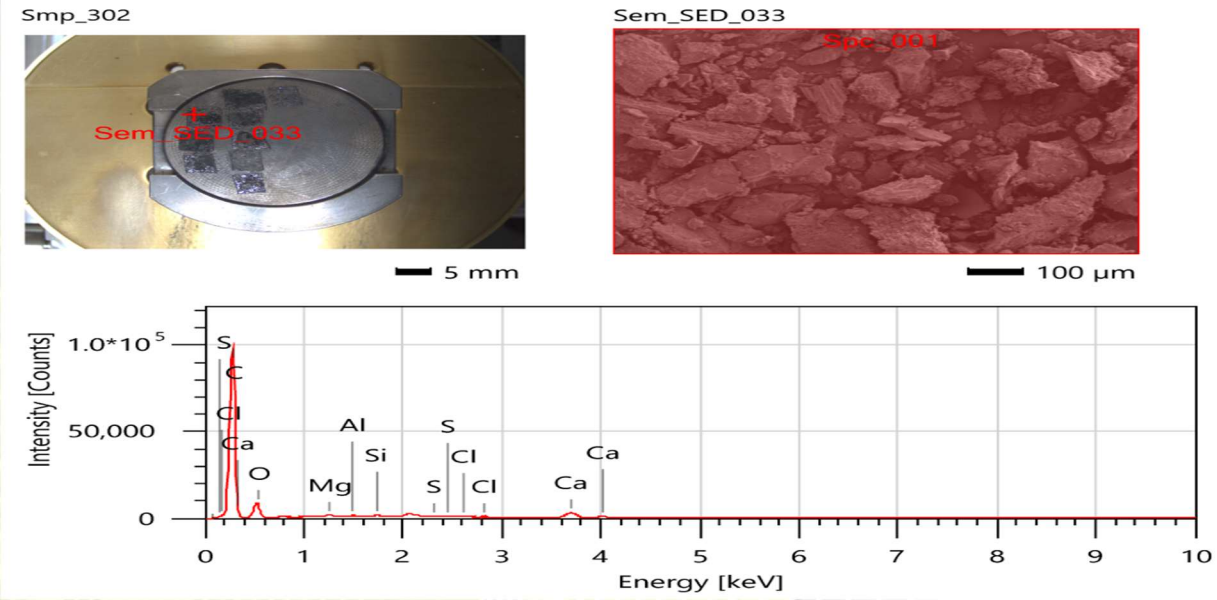
2-jadval

Ko‘mir changlarining element tarkibi

№	Element nomi	Miqdori, %
1.	*C*	76,7 ± 0,09
2.	*O*	21,16 ± 0,15
3.	*Mg*	0,29 ± 0,01
4.	*Al*	0,12 ± 0,01

ISSN 3030-3907

5.	*Si*	0,17 ± 0,01
6.	*S*	0,17 ± 0,01
7.	*Cl*	0,06 ± 0,00
8.	*Ca*	1,33 ± 0,02
Umumiy		**100,00**

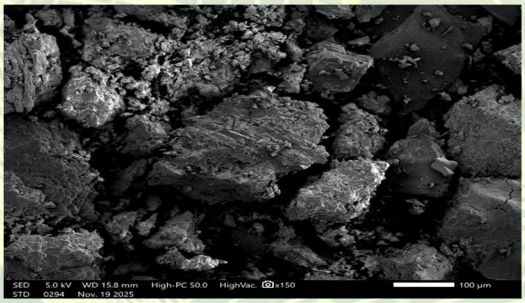


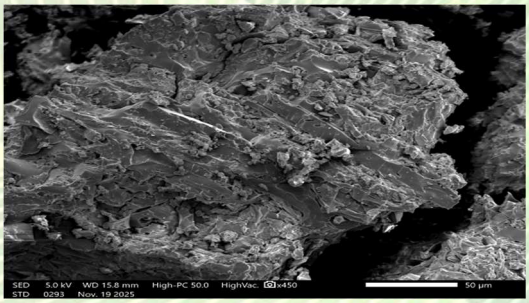
2-rasm. Ko‘mir kukuni tarkibini tahlil qilish natijalari

Tajribalardan ko‘rinib turibdiki, ko‘mir changlari tarkibida uglerod (*S*) miqdori umumiy massaga nisbatan 76,7 ± 0,09 % ni tashkil qilmoqda, kislorod miqdori (*O*) miqdori esa 21,16 ± 0,15 % ni, kremniy (*Si)* miqdori 0,17 ± 0,01 % oraliqda, kalsiy (*Ca)* miqdori esa 1,33 ± 0,02 % oraliqda ekanligini ko‘rish mumkin.

Ko‘mir kukuni tarkibini aniqlash maqsadida, ularni skanerlovchi elektron mikroskop (SEM) qurilmasi yordamida tahlil qilish jarayonida namuna elektr o‘tkazuvchi uglerodli yopishqoq lenta ustiga joylashtirildi. Ushbu lenta aluminiy qotishmasidan yasalgan plastinkaga mahkamlangan bo‘lib, namuna mikroskop stoliga joylashtirilgan. Tajribalar JSM-IT 210 rusumli skanerlovchi elektron mikroskop yordamida olib borildi.

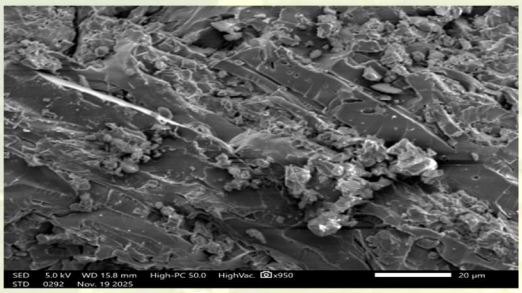
Tajribalarda ko‘mir kukuni mikroskopik tahlil qilindi. Quyidagi rasmda ko‘mir kukunining mikroskopda olingan tasvirlari keltirilgan.





ISSN 3030-3907

a ***b***



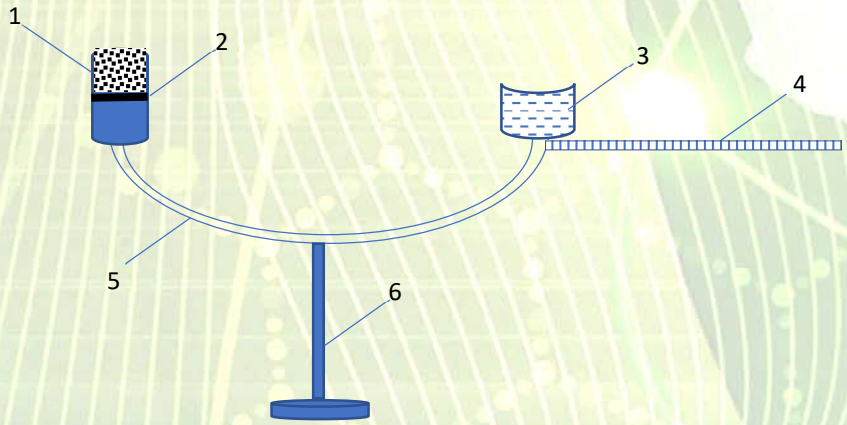
v

3-rasm. Ko‘mir kukunining mikroskopik taxlili:

a – 150 marta kattalashtirilgan; *b* – 450 marta kattalashtirilgan; *v* – 950 marta kattalashtirilgan

Mikroskopik tahlillar S/N-EC 2209809 rusumli mikroskop yordamida amalga oshirildi. Mikroskopik tahlillardan ko‘rinib turibdiki, ko‘mir changlari unchalik zich emas va uchuvchanlikga moyil.

Tadqiqotlar davomida ko‘mir changlarining suv o‘tkazish qobiliyati (gidrofobligi) ham o‘rganildi. Ko‘mir changlarining suv o‘tkazmaslik qobiliyati – changning xo‘llanish chagaraviy burchagini o‘lchash hisoblanadi, ya’ni ko‘mir changlari tashqi yuzasining hosil bo‘lgan havo ko‘piklari orasidagi burchakni o‘lchashga asoslangan bo‘lib, changni suv yuzasidan surilish darajasini ko‘rsatadi. Ko‘mirni suv o‘tkazmaslik qobiliyati qanchalik yuqori bo‘lsa uni boshqa minerallardan ajratish shuncha oson bo‘ladi. Tajribalarda ko‘mir changlarini suv yutish va namlanish xususiyatlarini aniqlash amalga oshirildi.



4-rasm. Ko‘mir changlarini namlanish va suv yutish qobiliyatini aniqlash qurilmasi: *1-ko‘mir changi uchun idish; 2-membrana; 3-suv quyish idishi; 4-o‘lchash naychasi; 5-chang va suvni birlashtiruvchi shisha quvur; 6-taglik.*

Qurilma quyidagi tartibda ishlaydi: dastlab ma’lum massada o‘lchab olingan ko‘mir changi idish *1* ga solinadi, qurilma idish *3* orqali suv bilan to‘ldiriladi, suv idishga shunday to‘ldiriladiki, idish *1* tub qismi va o‘lchash naychasi *4* sathi bir xil bo‘lishi ta’minlanishi lozim. Ma’lum og‘irlikdagi ko‘mir changgi *5* daqiqa

ISSN 3030-3907

davomila suv shimadi, ushbu jarayon davomida naycha *4* dagi suv miqdori orqaga yura boshlaydi, natijada ma'lum massadagi chang massasi qancha ml suv shimgani aniqlanadi. Tajribalar *10* marta qaytadan amalga oshirilib o'rtacha miqdor olinadi. Olingan tajriba natijalari quyidagi jadvalda keltirilgan.

3-jadval

Ko'mir changlarining suv yutish qobiliyati

	Qurilmagacha								
Zarrachalar o'lchami, mkm	<5	10	20	30	40	50	60	80	100
Dastlabki massasi, g	100,0								
Tajribadan keyingi massa, g	114,2	113,4	111,8	111,2	109,3	109,1	108,7	108,1	108

Jadvaldan ko'rinib turibdiki, ko'mir changlarining o'lchamlarining o'zgarishi ularning suv yutish qobiliyatiga ham ta'sir qiladi, ya'ni 5 mkm gacha bo'lgan o'lchamdagi ko'mir changlarining 100 mkm gacha bo'lgan changlar bilan suv yutish farqi 6,2 % ga farq qilmoqda, bu shundan dalolat beradiki, changlarning o'lchamlari kichraygan sari ularning yuzalari ortib boradi, natijada, suv bilan to'qnashish yuzasi ko'payib, suv yutish qobiliyati ham oshib boradi.

Ko'mir changlari g'ovakligi bois uning nishablik burchagi 29÷38° ni tashkil qildi, changlarning zichligi esa 450÷490 kg/m^3 ekanligi aniqlandi. Changlarni uzoq vaqt saqlash davomida ularning zichligi ortib boradi va 750÷890 kg/m^3 gacha ortishi mumkin.

Xulosa. Ko'mir changlarini fizik-kimyoviy xususiyatlarini o'rganish bo'yicha olib borilgan tadqiqotlar bo'yicha quyidagi xulosalar qilindi:

- ishlab chiqarish korxonalaridan chiqayotgan ko'mir changlari fraksion tahlil qilindi, tahlillar SL-200 rusumli elakda olib borildi, ko'mir changlari tarkibi asosan mayda dispers (30 mkm) changlardan iborat bo'lib, u 30 % dan yuqori ekanligi aniqlandi. Ushbu changlar havoda cho'kmasdan muallaq xolatda bo'ladi va inson organizmi havfli va havoda portlovchilik xususiyatiga ega;

- tadqiq qilinayotgan changlar "Shimadzu. QATR-S" rusumli IQ spektr qurilmasida IQ spektrdan foydalanib, ularning tarkibi aniqlandi. 490÷400 oraliqlarda to'lqinlar soni o'zgarib bordi va O-H, N-H va C-H bog'lari o'rganildi;

- ko'mir changlari tarkibida C, O, Mg, Al, Si, S, Cl, Ca elementlarining miqdori 76, % dan 0,02 % oralig'ida o'zgarib turishi aniqlandi;

- ko'mir kukuni tarkibini aniqlash skanerlovchi elektron mikroskop (SEM) JSM-IT 210 rusumli skanerlovchi elektron mikroskop yordamida va mikroskopik tahlil esa S/N-EC 2209809 rusumli mikroskop yordamida amalga oshirildi.

ISSN 3030-3907

Mikroskopik tahlillar shuni ko‘rsatadiki, ko‘mir changlari unchalik zich emas va uchuvchanlikga moyil;

- *k*o‘mir changlarining o‘lchamlarining o‘zgarishi ularning suv yutish qobiliyatiga ham ta’sir qildi, ya’ni 5 mkm gacha bo‘lgan o‘lchamdagi ko‘mir changlarining 100 mkm gacha bo‘lgan changlar bilan suv yutish farqi 6,2 % ga farq qildi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. ГОСТ Р 55175-2012 «Атмосфера рудничная. Методы контроля запыленности». - Люберцы: ННЦ ГП - ИГД им. А.А. Скочинского, 2012.30 с. Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. [Электронный ресурс]. - Режим доступа http://docs.cntd.ru/document/1200096585.
2. Анализ воздействия факторов производственной среды на здоровье работников, занятых на подземных работах. Отчет НИР. Договор №10 с АО «СУЭК». Клин, 2018. - 328 С. 8 Приказ Министерства здравоохранения и социального развития Российской Федерации от 27 апреля 2012 г. № 417н «Об утверждении перечня профессиональных заболеваний. [Электронный ресурс]. - Режим доступа http://files.stroyinf.rU/Data2/1/4293793/4293793625.htm.
3. Айруни А.Т Взрывоопасность угольных шахт. / А.Т. Айруни, Ф.С. Клебанов, О.В. Смирнов // Серия «Библиотека горного инженера». Т9 «Рудничная аэрология». Кн. 2. М.: изд. «Горное дело» ООО «Киммерийский центр», 2011. - 264 с.
4. Романченко С.Б. Пылевая взрывоопасность горного производства. / С.Б. Романченко, К.И. Лебецки // Серия «Библиотека горного инженера». Т6 «Промышленная безопасность». Кн. 10. М.: изд. «Горное дело» ООО «Киммерийский центр», 2012. -464 с.
5. Единые правила безопасности при разработке рудных, нерудных и россыпных месторождений полезных ископаемых подземным способом (ПБ 03-553-03). Серия 03. Выпуск 33 / Колл. авт. — М.: Научно-технический центр «Промышленная безопасность», 2009. — 200 с. ISBN 978-5-9687-0043-8.
6. Машковец И.Л. Аэрология и охрана труда на шахтах и в карьерах / И.Л. Машковец, Г.А. Балыхин. - М.: Изд. УДН, 1986. - 312 с.
7. Васючков Ю.Ф. Горное дело / Ю.Ф. Васючков. - М.: Недра, 1990., - 512 с.
8. Гельфанд Ф.М. Новые способы борьбы с пылью в угольных шахтах. / Ф.М. Гельфанд, В.П. Журавлев и др. / - М.: Недра, 1975. - 288 с.

ISSN 3030-3907

9. Воронин В.Н. Параметры вентиляционной струи, характеризующей эффективность выноса пыли из горных выработок. / В.Н. Воронин // Т. I. М.: Изд-во АН СССР, 1953. С. 97-114.
10. Бурчаков А.С. Динамика аэрозолей в горных выработках. / А.С. Бурчаков, Э.М. Москаленко / М.: Наука, 1965.-170 с.
11. Гродель Г.С. Обеспыливание воздуха при работе выемочных машин и комплексов. Обзор / Г.С. Гродель, Ю.Н. Губский, Б.М. Кривохижа / ЦНИЭИуголь. - М.: 1985. - 48 с.

ISSN 3030-3907