

М. Қ. Құлбек<sup>1</sup>, Д. Баймолда<sup>1</sup>, Н. Айтан<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті, Алматы қ., Қазақстан

## ЗОЛОКЕРАМИКАЛЫҚ МАТЕРИАЛДАРДА АНЫҚТАЛҒАН ЖАҢА КОНЦЕНТРЛІ-ЗОНАЛЫҚ ТҮРЛІ-ТҮСТІ БОЯУЛЫҚ ЖОЛАҚТАРДЫҢ ХИМИЯЛЫҚ ҚҰРАМЫН ЗЕРТТЕУ

*Аңдатпа*

Мақалада, ғылым әлемінде «Құлбек сақиналары»-деген атпен белгілі болып отырған золокерамикалық материалдардағы жаңа көлемдік-беттік концентрлі-зоналық түрлі-түсті жолақтардың химиялық құрамын зерттеу нәтижелері келтірілген. Зерттеу нысаны ретінде Екібастұз көмірін жағудан бөлінетін күл қалдығы негізінде дайындалған үлгіде орын алатын «Құлбек сақиналары» құбылысының бір нұсқасы алынды. Тәжірибе жұмыстары рентгенфлуоресценциялық зерттеу (РФА) әдісімен арнайы зертханалық қондырғыда жүргізілді. «Құлбек сақиналары» құбылысындағы концентрлі-зоналық түрлі-түсті бояулық жолақтар керамикалық цилиндрлік үлгілердің кима бетінің центріне қатысты қатаң симметриялық жағдайда орналасқан. Осыған байланысты түрлі-түсті жолақтардың химиялық құрамында да симметриялық, яғни біртектілік байқала ма? – деген мәселеге негізгі көңіл аударылды. Зерттеу барысында тәжірибе жүзінде алынған РФА спектрлерін талдау барысында үлгідегі түрлі-түсті жолақтардың химиялық құрамында да симметрияның (біртектіліктің) орын алатындығы анықталды.

**Түйін сөздер:** керамика; рентгенфлуоресценттік әдіс; бояулық эффектілер; үлгі; спектрлер; элементтер; симметрия.

*Аннотация*

М.Қ. Құлбек<sup>1</sup>, Д. Баймолда<sup>1</sup>, Н. Айтан<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Казахский национальный педагогический университет им. Абая, г. Алматы, Казахстан

## ИССЛЕДОВАНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ОБЪЕМНО-ПОВЕРХНОСТНЫХ КОНЦЕНТРИЧЕСКИ-ЗОНАЛЬНЫХ ЦВЕТОВЫХ СПЕКТРОВ В ЗОЛОКЕРАМИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛАХ

В статье приведены результаты исследования химического состава новых объемно-поверхностных концентрически-зональных цветовых спектров в золокерамических материалах, связанных с известным явлением в научной мире, под названием «Кольца Кулбека». В качестве объекта исследования использован один из вариантов «Кольца Кулбека» имеющее место в образцах, изготовленных на основе золы образующейся от сжигания Екібастузского угля. Экспериментальные исследования проводились методом рентгенофлуоресцентного (РФА) анализа на специальной лабораторной установке. Концентрически-зональные цветовые спектры в явлении «Кольца Кулбека» в золокерамических цилиндрических образцах расположены строго симметрично относительно центра поверхности. При исследованиях было обращено основное внимание на это положение. Анализ спектров РФА показал что концентрически- зонально расположенных в цветовых полосах образца наблюдается симметрия, т.е однородность.

**Ключевые слова:** Керамика; рентгенофлуоресцентный анализ; цветовые эффекты; образец; спектры; элементы; симметрия.

*Abstract*

## STUDY OF THE CHEMICAL COMPOSITION OF VOLUME-SURFACE CONCENTRIC-ZONE COLOR SPECTRA IN ZOLOCERAMIC MATERIALS

Kulbek V.<sup>1</sup>, Baimolda D.<sup>1</sup>, Aytan N.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Abai Kazakh National Pedagogical University, Almaty, Kazakhstan

The article presents the results of a study of the chemical composition of new volumetric-surface concentric-zonal color spectra in ash-ceramic materials associated with a well-known phenomenon in the scientific world called "Kulbek's Rings". One of the variants of the "Kulbek's Ring" was used as an object of research, which takes place in samples made on the basis of ash generated from the combustion of Ekibastuz coal. The experimental studies were carried out by the method of X-ray fluorescence (XRF) analysis on a special laboratory setup. Concentric-zonal color spectra in the phenomenon of "Kulbek's Ring" in ash-ceramic cylindrical samples are located strictly symmetrically relative to the center of the surface. The research focused on this provision. An analysis of the XRF spectra showed that symmetry, i.e., uniformity, is observed concentrically located in the color bands of the sample.

**Keywords:** Ceramics; X-ray fluorescence analysis; color effects; sample; spectra; elements; symmetry.

Полифазалық керамикалық материалдардағы жаңа концентрлі-зоналық бояулық эффектілерді ең алғаш осы мақаланың бірінші авторы анықтаған болатын. Кейіннен бұл анықталған бояулық эффектілердің практикалық мүмкіндіктері ашылып, олардың негізінде әртүрлі көлемдік-беттік, концентрлі-зоналық бояулық жолақтары бар сәнді керамикалық материалдарды дайындау тәсілдеріне оншақты патенттер мен авторлық куәліктер алынды [1,2].

Бүгінде бұл құбылыс ғылым әлемінде «Құлбек сақиналары» - деген атпен белгілі болып, оның табиғатын зерттеуге арналған ғылыми еңбектер әзірге аз болып отыр [3-5].

Сондықтан да бұл ғылыми-технологиялық мәні зор жаңа құбылыстың табиғаты әлі күнге дейін толық ашылмады. Ұсынылып отырған осы ғылыми мақалада «Құлбек сақиналары» орын алған керамикалық үлгілердің бір нұсқасының химиялық құрамын рентгенфлуоресценция әдісімен зерттеу нәтижелері келтірілген.

Зерттеу нысаны ретінде қолданылған керамикалық үлгіні дайындау барысында шикізат ретінде Екібастұз көмірін Ақсу Электр Станциясында (ГРЭС) жағудан бөлініп жатқан күл қалдығы мен пластикалық қоспа ретінде жергілікті каолинитті полиминералды лай шикізаты пайдаланылды. Шикізат ретінде қолданылған күл қалдығының химиялық құрамы негізінен мынадай тотықтардан тұрады (% массасы бойынша):  $SiO_2$  (62,66);  $Al_2O_3$  (25,5); темір тотықтары (5,18);  $CaO$  (1,52);  $MgO$  (0,30);  $TiO_2$  (1,04);  $SO_3$  (0,38) т.б.

Күл қалдығының минерологиялық құрамы проценттік көрсеткіш бойынша: аморфизацияланған сазды агрегаттар (10-15); шыны фазалары (63); органика (3,5); дала шпаты (7,5); кальцит (2); гидрогранаттар, муллит және темір тотықтары (5) және басқа аздаған қоспалардан тұрады.

Пластикалық қоспа ретінде қолданылған лай шикізатының химиялық құрамы негізінен (% массасы бойынша) мынадай тотықтардан тұрады:  $SiO_2$  (69,00);  $Al_2O_3$  (16,00); темір тотықтары (2,67); бұлардан басқа аздаған мөлшерде  $CaO$ ,  $K_2O$ ,  $Na_2O$  сияқты тотықтар бар.

Каолинитті лай шикізатының минерологиялық құрамында (% массасы бойынша): сазды минералдар (25); кварц (30); дала шпаты (35); карбонаттар (4); темір тотықтары (4); бұлардан басқа аздаған қоспалар кездеседі.

Керамикалық үлгілерді дайындау үшін қолданылған лай қоспаның құрамы мынадай болды (% массасы бойынша) : Күл қалдығы - 75; лай шикізаты - 25. Зерттеу нысаны ретінде қолданылған керамикалық үлгілерді дайындау технологиясы жайында айтар болсақ: алдын ала кептірілген лай шикізаты ұнтақталып, кейін күл қалдығымен қосылып бұл қоспа мұқият араластырылады. Содан-соң қоспаға су құйылып (шамамен 21% мөлшерінде) ол тағы да араластырылып иленеді.

Қоспаның ылғалдығын бірыңғай дәрежеге жеткізу мақсатында 1-2 тәуліктей бөктірілді. Осындай қоспалардан арнайы темір қалыптың көмегімен пластикалық әдіспен биіктігі  $h=105$ мм, диаметрі  $d=50$ мм цилиндрлік үлгілер дайындалды. Қалыптан жаңа шыққан үлгілер әуелі бөлме температурасында дегдітіліп, содан-соң арнайы электр кептіргіштерде 4-6 пайыздық қалдық ылғалдылыққа кептіріледі. Кептірілген үлгілер электрондық реттегіші бар муфельді электр пешінде  $900^{\circ}C$  және  $1120^{\circ}C$  температураларда изотермиялық жағдайда белгілі мерзімдерде қақталу арқылы осындай арнайы екі сатылы режимде күйдірілді. Күйдірілген үлгілер суытылғаннан кейін диаметрі бойынша көлденеңнен кесілгенде олардың бетінде мынадай концентрлі-зоналық бояулық жолақтар орын алатындығы байқалды (1-сурет).



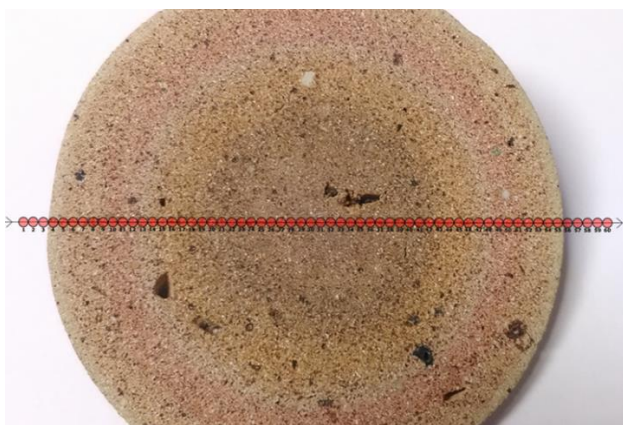
Сурет 1. Жаңа концентрлі-зоналық бояу жолақтары бар керамикалық үлгі

Оның ортаңғы бөлігінде (центрінде) сырты жіңішке ашық ақшыл жолақпен көмкерілген қанық сұр (көгілдір) дөңгелек орналасқан. Олардың сыртында қызғылт-күлгін түсті сақина жайғасқан. Ал үлгі бетінің сыртқы бөлігінде ашық қоңыр (ақшыл) түсті сақина орналасқан. Бұл концентрлі-зоналық бояулық жолақтардың, цилиндрлік үлгі бетінің центріне қатаң симметриялы жағдайда әртүрлі шеңберлер түрінде орналасқандығы анық байқалады.

Бояулық жолақтардың химиялық құрамын зерттеу барысында олардың құрамында да симметрия байқала ма? деген мәселеге негізгі көңіл аударылды.

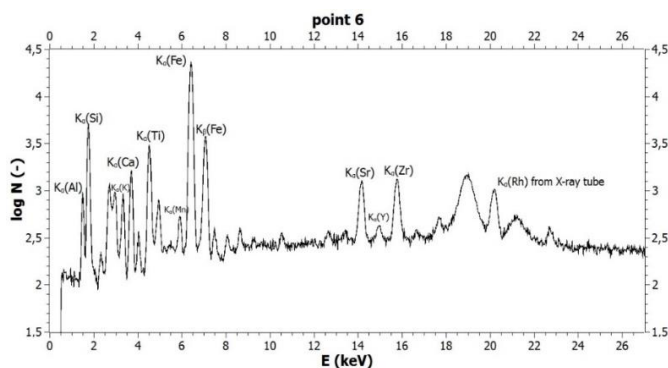
Сондықтан да зерттеу барысында үлгі бетіндегі концентрлі-зоналық бояулық жолақтардың центрге қатысты симметриялық нүктелері алынды. Атап айтқанда 6- және 54- нүктелер, 12- және 48- нүктелер, 18- және 42- нүктелер, 24- және 36- нүктелер.

Үлгі бетіндегі көрсетілген нүктелердегі химиялық элементтерді анықтау рентгенфлуоресценция зерттеу әдісі (РФА) арқылы Прага қаласындағы Чехия Техникалық университетінің арнайы лабораториялық қондырғысында жүргізілді.

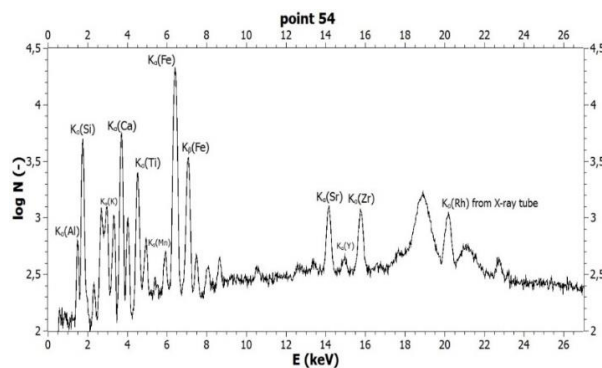


Сурет 2. Керамикалық үлгінің РФА зерттеуі бойынша алынған 60 нүктелік фотосуреті.  
(әр нүкте арасындағы қашықтық 1 мм)

Сурет 3 (а), (ә) келтірілген РФА спектрлерінен мыналарды байқауға болады. Сапалық тұрғыдан элементтер құрамының бірдей екен. Алайда 6-нүктенің кальций (Ca) мөлшері 54 нүктедегі кальцийден біршама артық, ал керісінше алюминийдің (Al) аздап кем екендігі байқалады.

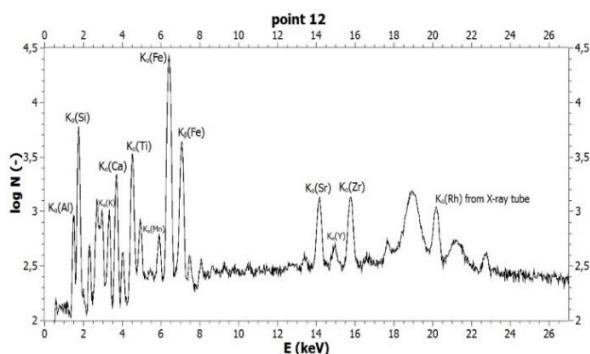


Сурет 3(а). Үлгі бетінің РФА спектрі. 6-нүкте

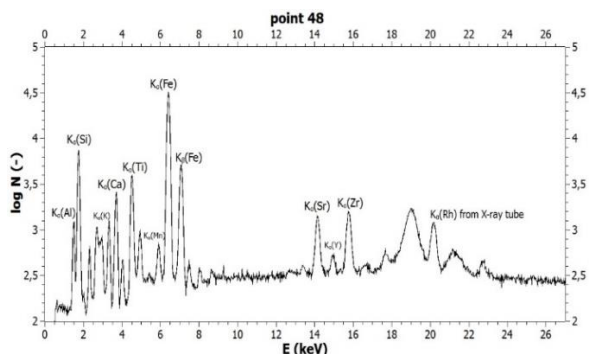


Сурет 3(ә) Үлгі бетінің РФА спектрі. 54-нүкте

4-сурет (а), (ә) келтірілген РФА спектрлерінен мыналарды байқауға болады. Сапалық тұрғыдан элементтер құрамы іс жүзінде бірдей. Сандық тұрғыда 48-нүктедегі алюминий (Al) мен кальций (Ca) мөлшерінің 12-нүктеге қарағанда аздаған шамаға артық екендігі байқалады.

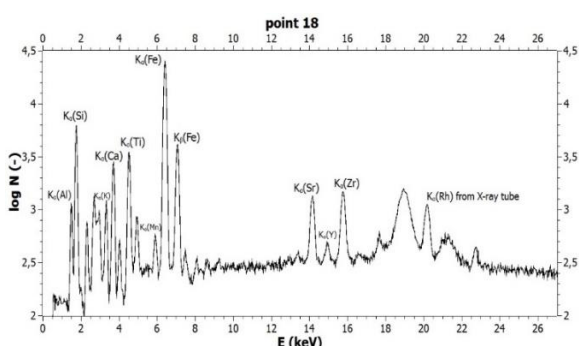


Сурет 4(а) Үлгі бетінің РФА спектрі. 12-нүкте

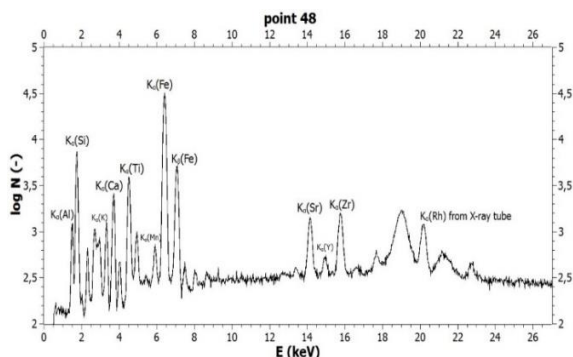


Сурет 4 (ә) Үлгі бетінің РФА спектрі. 48-нүкте

5-сурет (а), (ә) келтірілген РФА спектрлерінен мыналарды байқауға болады. Сапалық тұрғыдан элементтер құрамы бірдей. Сандық тұрғыдан алып қарағанда 42-нүктедегі темірдің (Fe) мөлшері 18-нүктеге қарағанда аздаған шамаға артық екендігі байқалады.

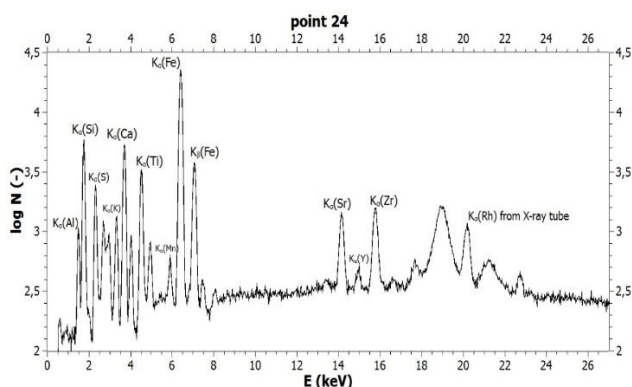


Сурет 5(а) Үлгі бетінің РФА спектрі. 18-нүкте

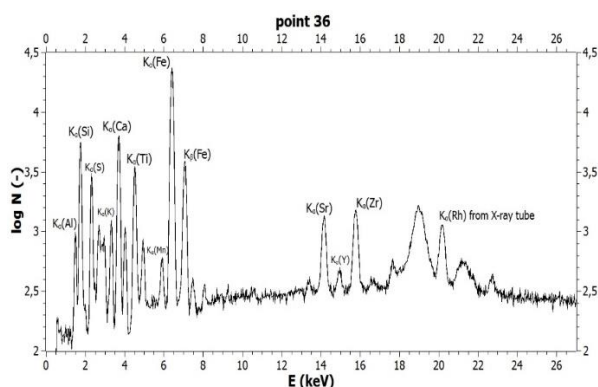


Сурет 5(ә) Үлгі бетінің РФА спектрі. 48-нүкте

6-сурет (а), (ә) келтірілген РФА спектрлерінен мыналарды байқауға болады. Бұл нүктелердегі (24 және 36) элементтер құрамы сапалық тұрғыдан іс жүзінде бірдей. Ал бұларды алдыңғы нүктелердегі РФА спектрлерімен салыстырып қарасақ, сапалық тұрғыдан бір ерекшелікті яғни бұл нүктелерде күкірттің (S) бар болуын байқауға болады. Оның мөлшері 24-нүктеге қарағанда 36-нүктеде аздаған шамаға артық екендігін көреміз.



Сурет 6(а) Үлгі бетінің РФА спектрі. 24-нүкте



Сурет 6(ә) Үлгі бетінің РФА спектрі. 36-нүкте

Сонымен жоғарыда келтірілген РФА нәтижелерге сүйене отырып, үлгі бетіндегі концентрлі-зоналық бояулық жолақтардың тек геометриялық тұрғыдан ғана емес химиялық құрамы тұрғысынан да симметриялы болатындығы анықталды.

Пайданылған әдебиеттер тізімі:

1 Способ изготовления керамических декоративных плиток. А.С. №1680666(СССР) МКИ с 04В33/32/ Кулбеков М.К. – Б.И., 91. -№36. С.102.

2 Кулбек М.К. Инновационный патент на изобретение №25555. Название: Способ изготовления керамических отделочно-декоративных плиток. Зарегистрировано в Государственном реестре изобретений РК 17.02.2012г.опубл. бюл. № 3. от 15.03.2012.

3 Құлбекұлы М. Полифазалық керамикалық үлгілердегі жаңа көлемдік-беттік жолақты түрлі-түсті бояулық эффекттер. - Вестник КазНПУ имени Абая. Серия физико-математические науки, № 2 (46)., 2014. – с.8-16.

4 Кулбеков М.К. О новых объемно-поверхностных концентрически- зональных цветовых эффектах в золокерамических материалах. // Вестник КазНПУ имени Абая. Серия физико-математические науки, № 1 (57), 2017г. – с.124-129.

5 Баймолда Д., Чехак Т., Құлбек М.Қ., Хамраев Ш.И., Ерженбек Б., Айтан Н. Полифазалық үлгілердегі «Құлбек сақиналары» -деген атпен белгілі болған концентрлі-зоналық түрлі түсті бояулық эффекттерді рентгенфлуоресценттік әдісімен зерттеу// Вестник КазНПУ имени Абая. Серия физико-математические науки, № 3 (67)., 2019г. – с.135-139 бб.

References

1 Kulbekov M.K. Sposob izgotovlenija keramicheskikh dekorativnyh plitok [Method of manufacturing ceramic decorative tiles]. A.S. №1680666(SSSR) MKI s 04V33/32. 91. №36. 102. (In Russian)

2 Kulbek M.K. (2012) Innovacionnyj patent na izobretenie №25555. Sposob izgotovlenija keramicheskikh otdelochno-dekorativnyh plitok [Method of manufacturing ceramic decorative tiles]. Zaregistrirvano v Gosudarstvennom reestre izobretenij RK 17.02.2012g.opubl. bjul. № 3. (In Russian)

3 Qulbekuly M. (2014) Polifazalyq keramikalyq ulgilerdegi zhana kolemdik-bettik zholaqty turli-tusti bojaulyq jeffektler [new volumetric and surface striped color effects on polyphase ceramic samples]. Vestnik KazNPU imeni Abaja. Serija fiziko-matematicheskije nauki, № 2 (46). 8-16. (In Kazakh)

4 Kulbekov M.K. (2017) O novyh ob'emno-poverhnostnyh koncentricheski- zonal'nyh cvetovyh jeffektah v zolokeramicheskikh materialah [About new volume-specific concentric-Zonal Color Effects in gold-ceramic materials]. Vestnik KazNPU imeni Abaja. Serija fiziko-matematicheskije nauki, № 1 (57). 124-129. (In Russian)

5 Bajmolda D., Chehak T., Qulbek M.Q., Hamraev Sh.I., Erzhenbek B., Ajtan N. (2019) Polifazalyq ulgilerdegi «Qulbek saqinalary» degen atpen belgili bolgan koncentrli-zonalyq turli tusti bojaulyq jeffektilderdi rentgenfluorescenttik adisimen zertteu [X-ray fluorescence study of concentric Zonal Color Effects of various colors on polyphase samples]. Vestnik KazNPU imeni Abaja. Serija fiziko-matematicheskije nauki, № 3 (67). 135-139. (In Kazakh)