

	Псевдо-второго порядка $a_t = \frac{t}{\frac{1}{k_2 \cdot a_c^2} + \frac{t}{a_c}}$		11346,3	$k_2=0,0007$
УД-мод	Псевдо-первого порядка $a_t = a_c(1 - e^{-k_1 t})$	371,00	373,72	$k_1=0,0112$
	Псевдо-второго порядка $a_t = \frac{t}{\frac{1}{k_2 \cdot a_c^2} + \frac{t}{a_c}}$		8671,46	$k_2=0,0004$

Из данных, представленных в табл. 3, рис. 2-3 видно, что в данном случае сорбцию хлороформа наилучшим образом описывается моделью псевдо-первого порядка. Следует отметить, что уравнение модели псевдо-первого порядка идентично уравнению для пленочной диффузии. Однако в случае диффузии в пленке скорость процесса зависит от размера частиц сорбента и толщины пленки.

Таким образом, в том случае, когда кинетика процесса описывается моделью псевдо-первого порядка, сорбции предшествует диффузия.

Полученные данные свидетельствуют о действительной эффективности применения полученного сорбента для очистке вод хлороформа.

Установлено, что сорбент на основе активных углей, полученных из отходов хвойной древесины путем модификации ортофосфорной кислотой с последующей карбонизацией в присутствии атмосферного воздуха и водяной обработкой, имеет пористую структуру, и может быть применен в процессах сорбционного концентрирования кислород-, хлор- и азот-содержащих органических соединений из водных растворов.

#### Список литературы

1. Грушко Я.Н. Вредные органические соединения в промышленных сточных водах: Справочник. – Л., 1982.
2. Адсорбция на поверхностях твердых тел: Пер. с англ., Под ред. Парфита Г., Почестера К., Мир, Москва, 1986
3. Кузубова Л.И., Кобрин В.И., Химические методы подготовки воды (хлорирование, озонирование, фторирование): Аналит. обзор, Изд-во ГПНТБ СО РАН, Новосибирск, 1996

**Тоқтаболат Г.Г.**, академик Е.А.Бөкетов атындағы Қарағанды мемлекеттік университеті, физика-техникалық факультеті, ТЭж-210, студент  
(Ғылыми жетекші – аға оқытушы Булкаирова Г.А)

### ЭЛЕКТРОГИДРАВЛИКАЛЫҚ СОҚҚЫ ТОЛҚЫНДАРЫНЫҢ КВАРЦ МИНЕРАЛЫНЫҢ БӨЛШЕКТЕНУІНЕ ӘСЕРІН ЗЕРТТЕУ

Кварц – кальций сияқты жоғары тазалықты, ірі кристалдарда кездесетін табиғи анизотропты материал. Ол түссіз, сары (цитрин), сұр-қоңырқайдан қара түске (түтінді кварц) немесе қызғылт (қызғылт кварц) және күлгін (аметист) түсті түрге дейін бөлінуі мүмкін. Таза кварц – түссіз немесе ақ түрінде кездеседі және ультракүлгін сәулені жақсы өткізеді [1].

Кварц –  $\text{SiO}_2$  (46,7% - Si; 53,3% -  $\text{O}_2$ ) таза кремний қышқылынан тұратын және табиғатта кең таралған минералдардың бірі. Іс жүзінде кварц кристалдарының құрамы магматикалық және метаморфиялық жыныстар құрамдарының негізгі құраушы бөлігі болғандықтан, жоғарыдағы келтірілген қатынасқа көбінесе сәйкес келе бермейді. Сондықтан

кеннің бойында әртүрлі қоспалар болуы мүмкін: газ бен сұйық көпіршіктері, турмалин мен рубин инешіктері, өсіп-өнген слюда жапырақшалары және т.б.

Кремний (*Si*, силиций) – көміртегі тобының химиялық элементі, Д.И.Менделеевтің периодтық жүйесіндегі III қатардың IV тобында орналасқан, реттік номері – 14. Атомдық салмағы – 28,09. Сығу кезіндегі мықтылық шегі  $9,47 \text{ кг/м}^2$ . Балқу температурасы  $1414^{\circ}$ . Ерітіндіні суытқанда ірі кристалдық кремний пайда болады. Диэлектрлік өтімділігі 12,5, ал кремнийдің таза үлгілерінің меншікті электр кедергісі  $10^4 \text{ Ом}\cdot\text{см}$ . Қосылыстардағы валенттілігі 4-ке тең.

Моос шкаласы бойынша кварцтың қаттылығы – 7 орында тұр. Кварц кристалы 360 - 600кбар соққы әсерінен аморфты күйге көшеді. Қарапайым кварц  $573^{\circ}\text{C}$  температурадан төменгі ауқымда және қалыпты қысымда өз беріктілігін сақтайды, ал қалыпты температура жағдайында кварц, су мен қышқылдарда – оның ішінде күкірт, азот қышқылдарында тіптен ерімейді. Кварц үшін ең тиімді еріткіш – фторлық сутегінің сулы ерітіндісі (HF) және еріткіш қышқылы.

Кварцтың сыну көрсеткіштерін өте дәл анықтау тәжірибелері көрсеткендей, іс жүзінде табиғи кварцтың сыну көрсеткішінің таза түссіз материалдың сыну көрсеткішінің мәнінен ауытқуы өте аз.

Қазіргі кезде күн фотоэнергетикасы және оптоэлектроника бұйымдарын өндіруге байланысты кремний өнімінің қолдану аймағы өсуде. Сондықтан келешекте кремний өнімдеріне сұраныстың артатыны болжануда.

Өндіріске жарамды таза техникалық кремний 99,90% болу керек. Қазақстандағы кварцтық кен орындары тазалығы және құрамы бойынша бұл талаптарға сай келеді.

Қазіргі кезде ұсақталған кварц әртүрлі өнеркәсіп салаларында кең көлемде қолданылады. Мысалы, отқа төзімді өндірісте, металлургияда, шыны және керамика өндірісінде, оптикалық талшықты өндірісте, құрылыс өндірісінде және әшекейлі бұйымдарды жасауда. Боялған немесе түссіз кварц кристалы (тау хрусталы, цитрин, аметист, агат және тағы басқалары) жартылай бағалы тастар болып табылады. Агаттар мен тастар зертханалық құралдардың кейбір элементтерін жасау үшін қолданылатын, бағалы техникалық тас.

Кварц элементар кремнийді алу үшін де пайдаланылады. Осы уақытқа дейін кварцтың табиғи монокристалдары – тауды хрусталь, пьезоэлектрлік бұйымдарды жасаудағы жалғыз шикізат болып келеді. Сондықтан кварциттердің, құмтастар мен өзекті кварцтың өндірістік құндылығы олардың тазалығымен анықталады.

Кварц минералын белгілі әдістермен өңдеу және бөлшектеу өнеркәсіп қондырғыларында толық таза кварц минералын өңдемейді. Минералды әртүрлі фракцияда ұсақтау және бөлшектеу үшін, бірнеше түрлі механикалық ұсақтау қондырғылары қолданылады (шарлы, барабанды, диірменді және т.б.)

Механикалық қондырғылар мен сепараторлар арқылы бөлшектеу көп энергия шығыны мен металл өнімдерін жұмсауға әкеледі. Қазіргі таңда энергияның қымбатшылығы, әрбір бөлшектенген кварц өнімінің өзіндік құнын арттырып жіберуі сөзсіз. Содықтан кварц минералын үнемді ұсақтайтын, әрі энергия шығынын аз қажет ететін электрогидравликалық эффектін қолдану ұсынылып отыр.

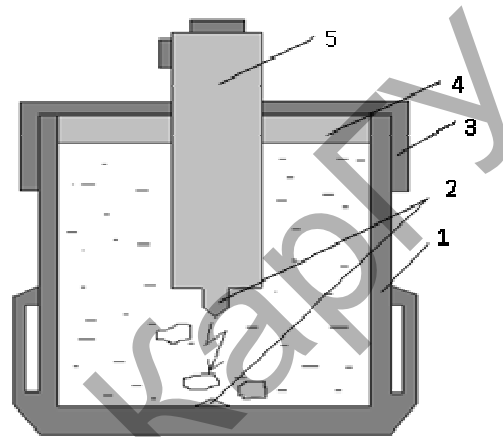
Соңғы кезде электрогидравликалық эффект құбылысы көптеген технологиялық үрдістерде, мысалы энергетикалық, металлургиялық өндірістерде, коммуналдық шаруашылықта, машина құрастыруда, жылу алмасу құбырларында пайда болған қақтарды тазарту кезінде, бағалы заттар алу үшін өндірістерде шыққан қалдықтарды өңдеуде, минералды заттарды бөлшектеуде кеңінен қолданыс табуда [2].

Тәжірибеде кварц минералы әртүрлі өлшемдерде ұсақталған түрлерінде қолданылады.

Ұсынылып отырған электрогидравликалық қондырғының жұмыс бөлігінде механикалық қондырғының жұмыс бөлігіне қарағанда қозғалғыш элементтері жоқ. Ол қарапайым құрылымдық құрыштан жасалып, ал оның қорабы ұсақтау кезінде тозбайды және

жұмыс істеу барысында көп орын да алмайды. Заттарды бөлшектеу және ұсақтау жұмысын өте тез атқарады [3].

Бұл жұмыста зерттеу үлгісі ретінде Жезқазған қаласында орналасқан «Надырбай» кен орнынан өзекті кварц алынып, академик Е.А.Бөкетов атындағы ҚарМУ–дың профессор Ж.С.Ақылбаев атындағы инженерлік жылу физикасы кафедрасының гидродинамика және жылуалмасу зертханасында электрогидравликалық қондырғының көмегімен бөлшектелініп, ұсақталынды. Қондырғының электрлік және жұмыс бөлігінің сұлбесі 1- суретте көрсетілген.



1 сурет. Кварц минералын бөлшектеу үшін қолданылатын тәжірибелік қондырғы мен жұмыс бөлігінің сұлбесі

Электрогидравликалық қондырғы басқару пультінен, жоғарғы вольтты трансформатордан, импульстік энергия жинақтаушыдан, басқарылатын разрядниктен, қорғаныс жүйесі мен қалдық кернеуді жою жүйесімен жабдықталған, ал жұмыс бөлігі цилиндрлік қораптан 1, жұмыс электродтарынан 2, қақпақтан 3, капраландық шайбадан 4 және капраландық тығыннан 5 тұрады.

Тәжірибелік қондырғының жұмыс бөлігін техникалық сұйықпен оның ішінде сумен толтыруға болады.

Электрогидравликалық қондырғыда электрод аралық ұзындық 6мм кезінде жинақтаушы конденсатор батареясының электр сыйымдылығы 0,25мкФ, 0,5мкФ, 0,75мкФ параметрінде тәжірибелік жұмыс жасалып, ал коммутирлеуші қондырғыдағы разряд аралық ұзындық  $5 \cdot 10^{-3}$  м-ден  $12 \cdot 10^{-3}$  м-ге дейін өзгертілді. Кварц минералының бөлшектелгенге дейінгі алғашқы диаметрі 5мм және 10мм-ді құрап, ал ұсақтау уақыты – 5 минутқа созылды.

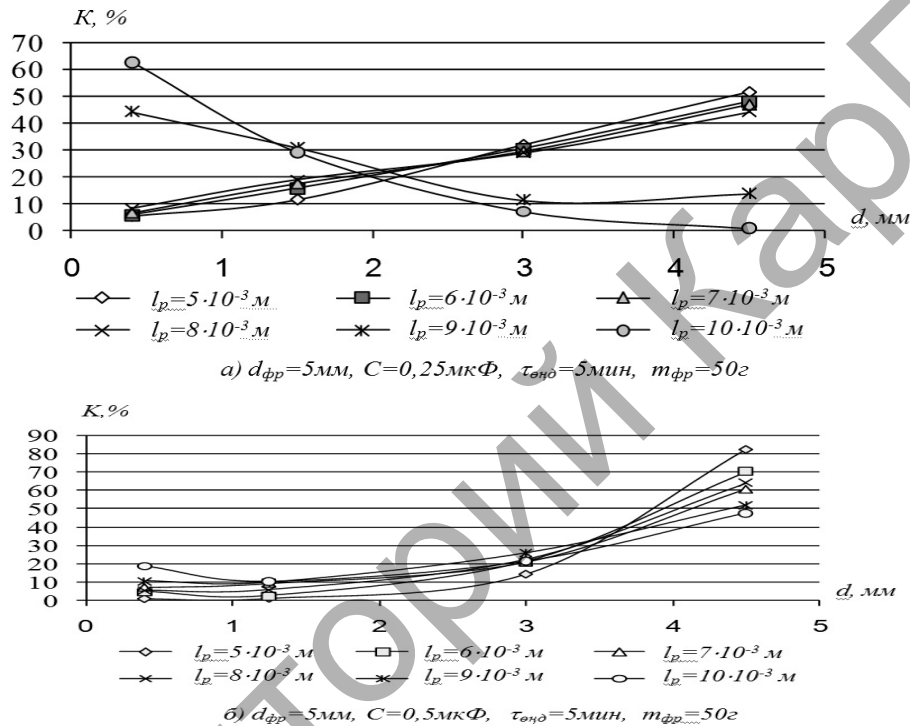
Бұл тәжірибелік қондырғы келесі түрде жұмыс істейді. Тоқ көзінен кернеу жоғары вольтты трансформаторға беріліп, шыққан кернеу тоқты тұрақтандырғыш арқылы электр энергиясын жинақтайтын конденсаторды белгілі сыйымдылыққа дейін зарядтайды. Жинақталған энергия ауалық разрядтаушы арқылы жұмыс бөлігінде, яғни ішінде суы бар және алдын-ала дайындалған кварц минералы орналастырылған ыдыста микрожарылыс туып, соққы толқындарының әсерінен белгілі дәрежеде ұсақталады. Қажетті деңгейдегі жарылу энергиясы мен соққы толқынның қысымы басқару пульті арқылы реттеледі [4].

Фракцияларды бөлшектеу дәрежесі арна разрядына берілген меншікті энергиясының жоғарғы мәнінде тез артатыны байқалды. Өте қысқа уақыт ( $10^{-5} \div 10^{-4}$  с) аралығында өтетін, импульс туғызатын соққы толқындарының әсерінен бастапқы ағымда кварцтың қатты фракцияларында пластикалық деформациялар жинақталып, минерал бойында деффектілі құрылымды кіші жарықшақтар пайда болады.

Сұйық ортада жоғары вольтты электр разряды кезінде пайда болатын соққы толқынымен материалдарды бөлшектеу, қатты минералдарды ұсақтау өндіріс орындарының назарын аударуда.

Электрогидравликалық әсер кезінде кварцтың сулы ерітіндісінде ұсақтау процесінің пәрменділігі қосымша қысымның әсерінен де артады. Тәжірибе барысында қажетті, әрі нақты диаметрлі ( $d$ ) бөлшектерді алу кезінде электрогидравликалық қондырғының электрлік параметрлерінің кварцты бөлшектеу дәрежесіне ( $K$ ) тәуелділіктері зерттелді. Төмендегі суреттерде кварц минералының бөлшектеу  $K$  дәрежесінің әртүрлі электродтар арасындағы разряд аралық  $l_p$  ұзындықтағы фракцияның  $d$  диаметрлеріне тәуелділігі келтірілген.

Разряд аралық ұзындықтың ( $l_p$ ) артуы, бөлшектену дәрежесіне ( $K$ ) көп әсерін тигізеді. Төмендегі 2а-суретте, конденсатор батареясының электр сыйымдылығы  $C=0,25\text{мкФ}$  кезіндегі фракция диаметрі  $d_{фр}=5\text{мм}$  –гі  $K$  бөлшектену дәрежесінің фракция диаметріне тәуелділігі көрсетілген.

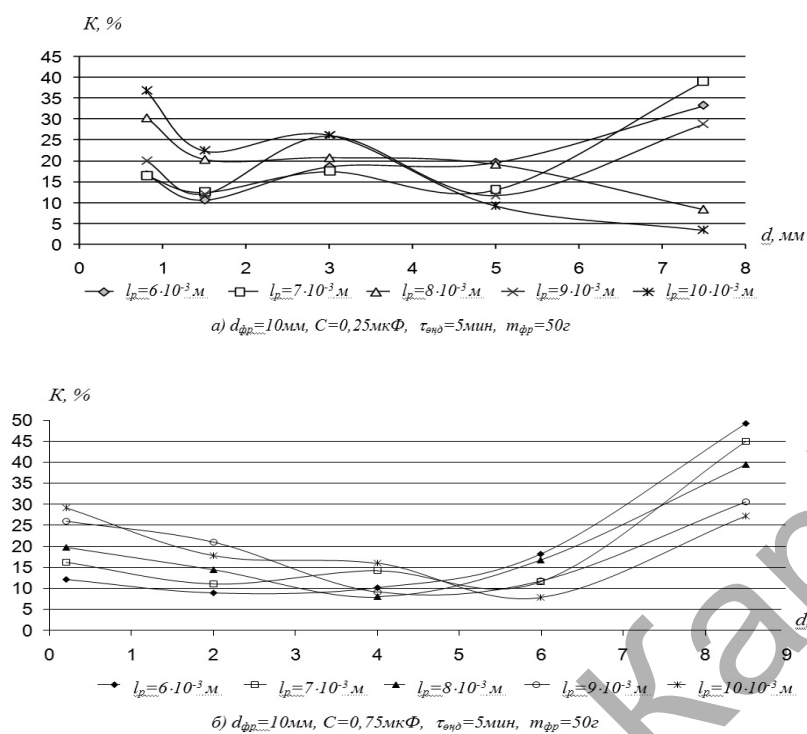


2 сурет. Кварц минералының ұсақталу дәрежесінің диаметрге тәуелділігі

Фракцияны ұсақтау барысында разряд аралық ұзындық  $5 \cdot 10^{-3}\text{м}$  болған кезде, ірі фракция ( $d_{фр}=4-5\text{мм}$ ) 51,6% -ды құрап, ал ұсақталған бөлшектердің мөлшері 5,2%-ға ие болды. Разряд аралық ұзындықты  $10 \cdot 10^{-3}\text{м}$ -ге қойған кезде, ірі фракцияның ( $d_{фр}=4-5\text{мм}$ ) мөлшері 0,8%-ға төмендеді, ал ұсақталған бөлшектердің мөлшері 62,8%-ға артты.

2б – суретте, конденсатор батареясының электр сыйымдылығы  $C=0,5\text{мкФ}$  кезіндегі фракция диаметрі  $d_{фр}=5\text{мм}$  –гі болатын кварц бөлшегін ұсақтаған кезде, разряд аралық ұзындық  $5 \cdot 10^{-3}\text{м}$  болған кезде, ірі фракция ( $d_{фр}=4-5\text{мм}$ ) 82,4% -ды құрап, ұсақталған бөлшектердің мөлшері 1%-ды құрады. Разряд аралық ұзындықты  $10 \cdot 10^{-3}\text{м}$ -ге қойған кезде, ірі фракцияның ( $d_{фр}=4-5\text{мм}$ ) мөлшері 47,6%-ға төмендеді, ең ұсақ диаметрдегі ( $d_{фр}<0,8\text{мм}$ ) фракцияның көрсеткіші 19%-ға дейін артады.

Келесі 3а-суреттен конденсатор батареясының электр сыйымдылығы  $C=0,25\text{мкФ}$  кезіндегі 10мм фракцияны ұсақтаған кезде ( $l_p=6 \cdot 10^{-3}\text{м}$ ), 33,5%-ы ірі фракция ( $d_{фр}=10-8\text{мм}$ ) түрінде, ал 16,6%-ды қажетті ұсақ фракция түрінде алынатынын көреміз. Разряд аралық ұзындық  $12 \cdot 10^{-3}\text{м}$  болған кезде, ірі фракция ( $d_{фр}=10-8\text{мм}$ ) 1,4% -ды құрап, ал ең ұсақ диаметрі  $d_{фр}=0,8\text{мм}$ -ге дейінгі фракцияның мөлшері 47,4%-ды құрайды.



3 сурет. Кварц минералының ұсақталу дәрежесінің диаметрге тәуелділігі

3б - суретте, конденсатор батареясының электр сымдылығы  $C=0,75\text{мкФ}$ , фракция диаметрі  $10\text{мм}$  кварц бөлшектерін ұсақтау барысында разряд аралық ұзындық  $6 \cdot 10^{-3}\text{м}$  болған кезде, ірі фракция ( $d_{фр}=8-10\text{мм}$ )  $49,2\%$ -ды құрап, ал ұсақталған бөлшектердің мөлшері ( $d_{фр}<0,8\text{мм}$ )  $12,2\%$ -ға ие болып, ал разряд аралық ұзындықты  $10 \cdot 10^{-3}\text{м}$  қойған кезде, ірі фракцияның мөлшері  $27,2\%$ -ға төмендеді, ал ұсақталған бөлшектердің мөлшері  $29,2\%$ -ға артты.

Бұл графиктерден біз разряд аралық ұзындық артқан сайын кварц минералының ең ұсақ фракцияға ұсақталу дәрежесі артатынын көреміз. Сондай-ақ кварц минералын ұсақтау барысында ең тиімді конденсатор батареясының электр сымдылығы  $C=0,25\text{мкФ}$ , ал фракция диаметрі  $5\text{мм}$  екендігі анықталды.

Электрогидравликалық бөлшектегіш қондырғының ерекшеліктері – неғұрлым материалдардың бастапқы фракциясының өлшемі кіші болса, соғұрлым өте ұсақ нәтижені береді, яғни бөлшектегіш қондырғының ПӘК-і жоғары болады.

#### Әдебиет:

- Кулинич В.В., Сагунов В.Г., Ужкенов Б.С. и др. Месторождения горнорудного сырья Казахстана. Справочник – Алматы, 2000.- 133с.
- Юткин Л.А. Электрогидравлический эффект и его применение в промышленности. – Л.: Машиностроение, 1986.- 253с.
- Булкаирова Г.А. Электрогидроимпульсная технология получения кварцевых порошков из природного минерала месторождения Надырбай. //Физика-химия и технология неорганических материалов: Сборник материалов VII Российской ежегодной конференции молодых научных сотрудников и аспирантов (08-11 ноябрь 2010г.). – Москва, 2010. – С. 295-296.
- Нусупбеков, Г.А. Булкаирова Б.Р., Айтпаева З.К., Нургалиева Ж.Г., Дюсембаева А.Н. Импульсная технология получения наноматериалов из природного минерала кварца // Научный журнал Физика. – Бишкек, 2016. - №2. – С.158-161.