

Б.Р.Нүсіпбеков, А.Қ.Хасенов, Г.Қ.Ахметова, Ә.С.Дүйсембекова, А.Ж.Бейсенбек

*Е.А.Бөкетов атындағы Қарағанды мемлекеттік университеті
(E-mail: ayanbergen@mail.ru)*

Электрондық өндірісте қолданылатын шикізатты өңдеу технологиясы

Мақала ғылым мен техника салаларын дамытуда маңызды материалды өңдеу жұмыстарына арналды. Кремнийдің түрлері мен қолдану аймағы қарастырылды. Табиғи минералдар мен техногендік шикізаттарды бөлшектеу мен ұнтақтаудың тиімді әдістерінің бірі — электроимпульстік технология. Ғылыми-зерттеу жұмыстары кезінде өнімді өңдеудің тиімді параметрлері келтірілді. Ұсынылып отырған технология арқылы металлургиялық кремнийді ұнтақтау жұмыстары кезінде алынған мәліметтер келешекте өндіріс орындарында қолданыс табуы мүмкін.

Кілтті сөздер: электроимпульсті технология, металлургиялық кремний, электрондық өндірісте қолданылатын шикізат, ұнтақтау дәрежесі, көлемдік коэффициент, абразивті материал.

Осы уақытта қазіргі заманғы техника салаларын дамытуда ұнтақ және композициялық материалдардың рөлі үздіксіз өсуде. Бұл материалдардың арнайы ерекшеліктерін қамтамасыз етудің авиация және зымыран техникасын, химия, машина жасау, машиналар мен агрегаттарын пайдалану мүмкін емес. Құрастырма материалдарының қызмет мерзімін ұлғайтуға мүмкіндік беретін аспаптар мен тетіктердің жауапты бөлшектерінің ыстық және коррозиялық тұрақтылығын ұлғайтуға мүмкіндік беретін технологияның болмауы отандық машина жасау, энергетика, өңдеуші және ұқсатушы өнеркәсібі, жұмыстың жоғары ресурсымен сенімді техниканы құруда мұнай, химия, газ, сондай-ақ әр түрлі жөндеу өндірістерінде қатты қажеттілікті тудырды.

Сонымен қатар жартылайөткізгіш материалдарға сұраныстың жоғары қарқынмен өсуіне орай электронды өнеркәсіпте пайдаланылатын жартылайөткізгіш кремнийлер мен басқа да материалдар тапшы. Сол себепті қажетті технологияны дамыту және жартылайөткізгіш материалдарының ғылымды қажетсінетін өндірісін құру елімізді энергияның балама көзі ретіндегі микроэлектроника бұйымдары мен фотогальваникалық жүйелерді өндіруде жоғары дамыған елдердің әлеуетті серіктестерінің қатарына алып шығады.

Соңғы жылдарда ғылым мен техниканың әр түрлі салаларын дамытуда кремний маңызды орын алуда. Кремний карбиді (карборунд) — сұйық шыны мен металдық кремнийі бар карбид қоспасынан жасалатын өте қатты абразивті материал, кесу мен өңдеуге, сонымен қатар кемтіктерді тегістеуге, электр пештердегі силиттік қыздырғыштарды жасауға қолданылады. Темірде кремний бірқалыпты температурада 14 %-ға дейін ериді. Кремний легирленетін элемент ретінде алюминий және мыс балқымаларында, олардың беріктілігі мен коррозияны тұрақтылығын жоғарлату үшін қолданылады. Көбінесе болатқа кремний серпімділік пен аққыштық шегін арттыру үшін қосылады, бұл болаттан серіппе жасауға мүмкіндік береді.

Микроэлектрондық өндірістің көптеген бұйымдары үшін шикізат ретінде электрондық кремний қолданылады. Электрондық кремний металлургиялық кремнийден өңделіп алынады. Монокристалды кремний жартылайөткізгіш аспаптар үшін негізгі материал, нанокристалды кремний наноэлектроника элементтері ретінде, поликристалды кремний интегралды сұлбалардағы резисторлар және өткізгіштер, микрокристалды кремний күн батареялары, фотосенсорлар, транзисторларда негізгі элемент ретінде қолданыс табуда [1, 2].

Түрлі қосылыстардың құймаларын алуда кремний ұнтақ түрінде қолданылады. Бүгінгі таңда кремний ұнтағын алуда әр түрлі бөлшектеу мен ұнтақтау тәсілдері қолданылады (механикалық, пневмомеханикалық, аэродинамикалық, лазерлік, ультрадыбыстық және т.б.) [3].

Қазіргі кезде тау жыныстары мен кендерді бөлшектеу мен ұнтақтау облысындағы негізгі бағыттары келесілер: материалдарды бұзудың механикалық тәсілдеріне негізделетін техника мен технологиялық үрдістерді жетілдіру; бұзудың принципіалды жаңа тәсілдерін іздеу, зерттеу және олардың негізінде техника мен технологияның тиімді түрлерін жасап шығару.

Бірінші бағыт бұзудың ПӘК-ін және меншікті өнімділігін жоғарлату мақсатына негізделеді және бұл берік, сапалы, басқа құрылымды шаралардың пайдаланылуы негізінде жұмыс тәртібінің қарқындылығы, қондырғылардың өлшемдерін үлкейту, жалпы және меншікті қуат есебінде жоғары өнімділікті машина жасау мен бар машиналардың жетілдіруіне алып келеді.

Бұзудың осы принциптері негізінде жұмыс істейтін қондырғы мен механикалық тәсілдер теориялық жағынан жеткілікті түрде зерттелген және құрылымды құрастырылған, сондықтан мұнда жақсы одан әрі сапалы нәтижелер күтілмейді. Бөлшектеу мен ұнтақтаудың технологиялық дамуы материалдарды бұзудың механикалық тәсілдерінде негізделетін техника мен технологиялық үрдістерді жетілдіру, бұзудың принципіалды жаңа тәсілдерін іздеу, зерттеу және олардың негізінде техника мен технологияның тиімді түрлерін жасап шығару бағыттарына сай болуы қажет.

Бөлшектеу мен ұнтақтаудың механикалық тәсілдері және оларға негізделген техника мен технология көптеген маңызды кемшіліктерге ие болып келеді:

- берілетін электр энергиясы редукторларда механикалық энергияға көп трансформацияланады және тасымалдану кезінде энергияның маңызды бөлігі ұсақтаушы денелер арасында өзара соқтығысу кезінде жоғалады;
- бөлшектеу өнімдері футеровканың ұнтақтау денелерінің бөлшектерінің металдық қоспаларымен ластанады, бұл қосымша тазалауды қажет етеді;
- бөлшектеу мен ұнтақтаудың экономикалық көрсеткіштері тау жыныстары мен кендердің бұзылуы мен қаттылығына тәуелді;
- бөлшектеу қондырғыларының салыстырмалы бағасы мен күрделілігі, жұмыс бөлшектерінің тозуға төтеп бере алмауы негізінде пайдалану кезіндегі жөндеу аралық кезеңнің аздығы.

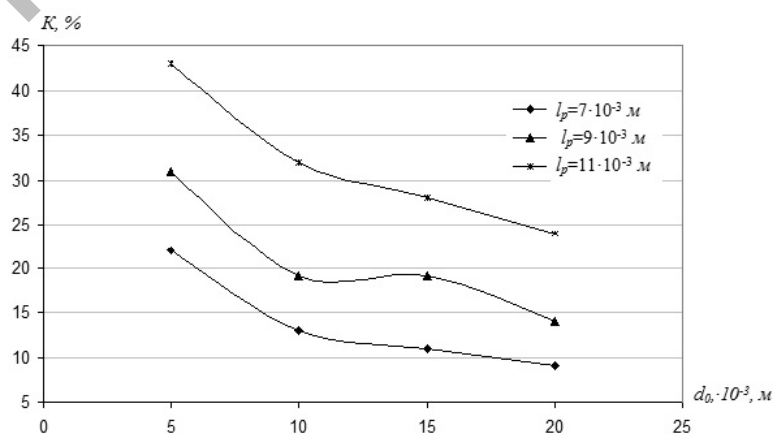
Сондықтан осы салада қолданбалы зерттеулер жүргізу мақсатында электроимпульсті технологияны қолдана отырып, металлургиялық кремнийді ұнтақтау жұмыстары орындалды.

Электроимпульсті технология энергетикалық, металлургиялық өндірістерде, коммуналдық-шаруашылық, машина құрастыруда, жылу алмастыру құбырларында пайда болған қақтарды тазартуда, бағалы заттар алу үшін өндірістерден шыққан қалдықтарды өңдеуде, минералды заттарды бөлшектеуде қолданылады [4, 5].

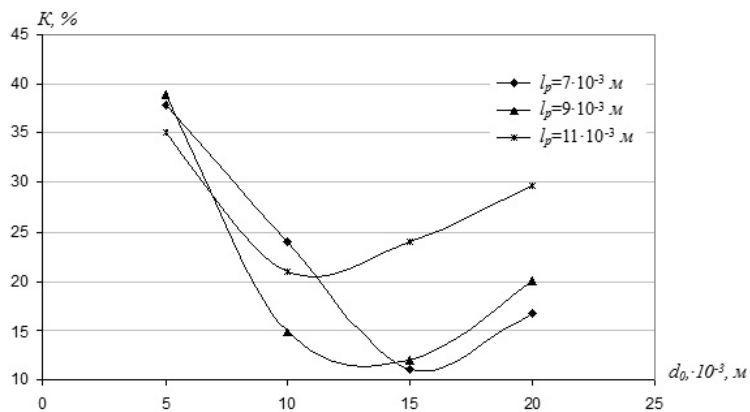
Ұсынылып отырған технологияның механикалық бөлшектегіштерге қарағанда бірден-бір ерекшелігі — жұмыс арнасының күрделі қозғалатын бөліктерден құралмай, қарапайым құрылымдық болаттан дайындалуына байланысты жұмыс кезінде қондырғының жұмыс бөлігі ұзақ уақыт пайдалануға мүмкіндік беруінде және өнімді өңдеу жұмыстары сұйық ортада орындалатындықтан, өңделуші өнім құрамындағы әр түрлі шаң-тозанды заттар қоршаған ортаға тарамайды. Бұл тәжірибеге дейінгі жұмыстарда осы қондырғыда кремнийді және оның басқа түрлерін бөлшектеу мен ұсақтау жұмыстары жүргізілмеген.

Электроимпульсті қондырғыда фракция диаметрі $d_0 = (5, 10, 15, 20) \cdot 10^{-3}$ м металлургиялық кремний разряд энергиясының $W = 100 \div 196$ Дж конденсатор батареяларының сыйымдылығының ($C = 0,25; 0,5; 0,75$ мкФ), разряд аралығының ара қашықтығының ($l_p = 7, 8, 9, 10, 11$ мм), коммутирлеуші құрылғыдағы кернеудің ($U = 20 \div 28$ кВ) әр түрлі мәндерінде өңделді (1-сур.).

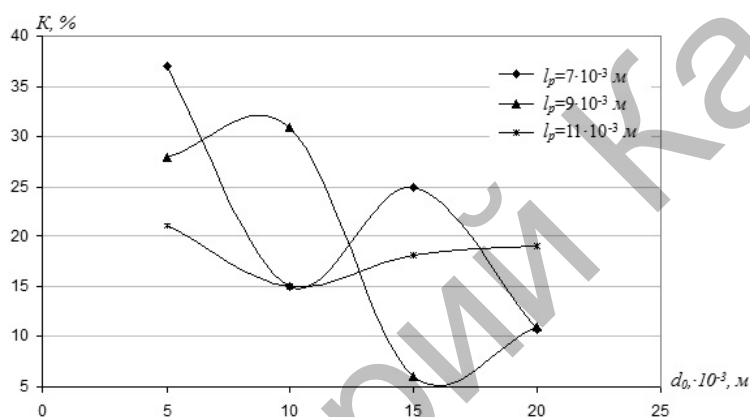
Металлургиялық кремнийдің ұсақталу дәрежесінің ($K, \%$) өңделмеген өнім диаметріне (d_0) тәуелділіктері разряд аралығының ара қашықтығын (7, 8, 9, 10, 11) $\cdot 10^{-3}$ м өзгерте отырып, фракция диаметрі (5, 10, 15, 20) $\cdot 10^{-3}$ м металлургиялық кремнийді а) $1 \cdot 10^{-3}$ м-ге, ә) $(2 \div 3) \cdot 10^{-3}$ м-ге, б) $(4 \div 5) \cdot 10^{-3}$ м-ге және фракция диаметрі (10, 15, 20) $\cdot 10^{-3}$ м металлургиялық кремнийдің в) $(6 \div 7) \cdot 10^{-3}$ м-ге дейін ұсақтағанда алынған нәтижелер бойынша салынды.



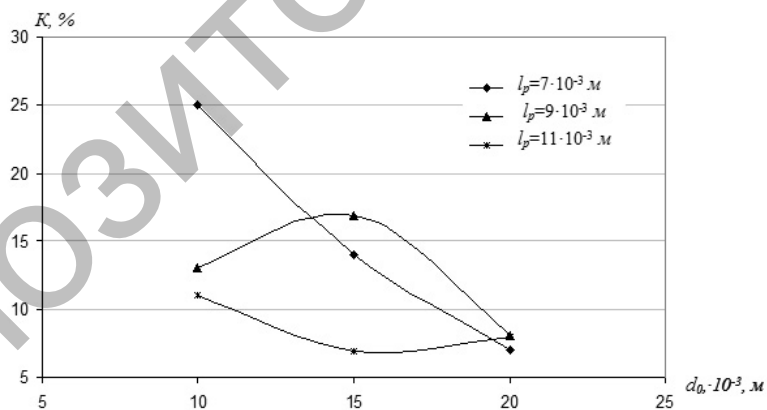
а) $d \leq 1 \cdot 10^{-3}$ м-ге дейін ұсақталған металлургиялық кремний



а) $(2 \div 3) \cdot 10^{-3}$ м-ге дейін ұсақталған металлургиялық кремний



б) $(4 \div 5) \cdot 10^{-3}$ м-ге дейін ұсақталған металлургиялық кремний



в) $(6 \div 7) \cdot 10^{-3}$ м-ге дейін ұсақталған металлургиялық кремний

1-сурет. Металлургиялық кремнийдің ұсақталу дәрежесінің өңделмеген өнім диаметріне тәуелділіктері

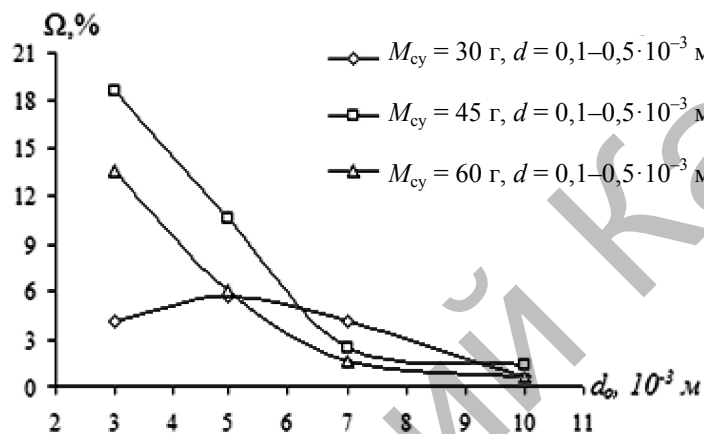
Келтірілген тәуелділіктерден разряд аралығының ара қашықтығын арттырған сайын өңделетін өнімнің ұсақталуы арта түсетінін байқаймыз: $(7 \div 11) \cdot 10^{-3}$ м өзгертілгенде диаметрі $1 \cdot 10^{-3}$ м-ге дейін ұсатылған металлургиялық кремний үшін фракция диаметрі $5 \cdot 10^{-3}$ м металлургиялық кремнийдің ұсақталу дәрежесі (22÷43) % аралығын, фракция диаметрі $10 \cdot 10^{-3}$ м металлургиялық кремнийдің ұсақталу дәрежесі (13÷32) %, фракция диаметрі $15 \cdot 10^{-3}$ м металлургиялық кремнийдің ұсақталу дәре-

жесі (11÷28) %, фракция диаметрі $20 \cdot 10^{-3}$ м металлургиялық кремнийдің ұсақталу дәрежесі (9÷24) % - ды құрады (1-сур., а).

Сонымен қатар металлургиялық кремнийді электроимпульстік технология арқылы ұсақтау жұмыстарында импульстар жиілігінің тиімді мәні анықталды. Импульстар жиілігінің әр түрлі мәндеріне қатысты зерттеулер разряд аралығының ара қашықтығы $11 \cdot 10^{-3}$ м конденсатор батареясының сыйымдылығы $0,75 \cdot 10^{-6}$ Ф коммутирлеуші құрылғыдағы кернеу $23 \cdot 10^3$ В кезінде орындалды.

Келесі жұмыстарда ұсақталған металлургиялық кремнийдің көлемдік коэффициентінің өңделетін өнім диаметріне тәуелділігі зерттелді (2-сур.).

Металлургиялық кремнийдің көлемдік коэффициентінің (Ω , %) өңделетін өнім диаметріне (d_0 , м) тәуелділігі фракция диаметрлері (3, 5, 7, 10) $\cdot 10^{-3}$ м металлургиялық кремнийді разряд аралық ара қашықтығының ($l_p = 10 \cdot 10^{-3}$ м), конденсатор батареясының сыйымдылығының ($C = 0,75 \cdot 10^{-6}$ Ф), және разряд энергиясының ($W = 273$ Дж) тұрақты мәндерінде $0,1 \div 0,5 \cdot 10^{-3}$ м ұсақталғанда алынды.



2-сурет. Бөлшектенген металлургиялық кремнийдің көлемдік коэффициентінің өңделетін өнім диаметріне тәуелділігі

Тәжірибелік зерттеулер жұмыс ұяшығындағы өңделуге дейінгі өнімнің көлемін өзгерте отырып, сұйықты үш түрлі деңгейде құйғанда жүргізілді. Бұл тәуелділікте жұмыс ұяшығына фракция диаметрлері (3, 5, 7, 10) $\cdot 10^{-3}$ м металлургиялық кремнийді салып, өңделетін өнімнің бетіменен бірдей деңгейде құйылатын судың мөлшерін бір жарым есеге арттыру арқылы өңдеу жұмыстарын жүргізгенде бөлшектенген металлургиялық кремнийдің көлемдік коэффициенті артатындығы байқалды.

Электроимпульстік технология арқылы металлургиялық кремнийді ұнтақтаудың тиімді параметрлері анықталды және өнімді өңдеу жұмыстары сұйық ортада орындалатындықтан, жұмыс сұйығының қажетті мөлшеріне сәйкес зерттеу нәтижелері ұсынылды. Зерттеулер кезінде алынған мәліметтер келешекте өндіріс орындарында металлургиялық кремнийді электроимпульсті технологиямен өңдегенде қолданыс табуы мүмкін.

Әдебиеттер тізімі

- 1 Самсонов Г.В. Силициды и их использование в технике. — Киев: Изд-во АН УССР, 1959. — 204 с.
- 2 Немчинова Н.В., Бельский С.С., Красин Б.А. Высокоочищенный металлургический кремний как базовый элемент для солнечной энергетики // Успехи современного естествознания. — 2006. — № 4. — С. 56–57.
- 3 Катков О.М. Выплавка технического кремния: Учебник. — Иркутск: Изд-во ИПУ, 1997. — 243 с.
- 4 Юткин Л.А. Электрогидравлический эффект и его применение в промышленности: Учебник. — Л.: Машиностроение, 1986. — 253 с.
- 5 Гулый Г.А. Научные основы разрядно-импульсных технологий: Учебник. — Киев: Наук. думка, 1990. — 280 с.

Б.Р.Нусупбеков, А.К.Хасенов, Г.К.Ахметова, А.С.Дюсембекова, А.Ж.Бейсенбек

Технология обработки сырья для электронной промышленности

Статья посвящена проблеме обработки ценного материала в развитии электронной промышленности. Рассмотрены некоторые виды кремния и его применение. Показано, что электроимпульсная технология является одним из приемлемых способов дробления и измельчения природных минералов и техногенного сырья. Авторами представлены оптимальные параметры обработки продукта. Сведения, полученные при измельчении металлургического кремния с помощью предлагаемой технологии, в будущем могут быть применены в производстве.

B.R.Nusupbekov, A.K.Khasenov, G.K.Akhmetova, A.S.Dyusembekova, A.Zh.Beysenbek

Technology of processing of raw materials for electronic industry

Article is devoted for processing of valuable material in development of a branch of science and technology. Some types of silicium and it's application are considered. The electroimpulse technology is one of acceptable methods of crushing and milling of natural minerals and a technogenic raw materials. In research work optimal processing parameters of a product are presented. Information obtained from the milling of metallurgical silicium with help of offered technology in the future can be applied in production.

References

- 1 Samsonov G.V. *Silitsidy i ikh ispol'zovanie v tekhnike* [Silicides and their use in engineering], Kiev: Ukr. SA Publ., 1959, 204 p.
- 2 Nemchinova N.V., Belsky S.S., Krasin B.A. *Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya* [Success of modern natural science], 2006, 4, p. 56–57.
- 3 Katkov O.M. *Vyplavka tekhnicheskogo kremniya* [Smelting of silicon], Irkutsk: IPU Publ., 1997, 243 p.
- 4 Yutkin L.A. *Elektrogidravlicheskiy effekt i ego primeneniye v promyshlennosti* [Electrohydraulic effect and its application in industry], Leningrad: Mashinostroeniye, Leningradskoye otdeleniye, 1986, 253 p.
- 5 Guly G.A. *Nauchnye osnovy razryadno-impul'snykh tekhnologiy* [Scientific basis of the discharge-pulse technology], Kiev: Naukova dumka, 1990, 280 p.