

УДК 666.923  
МРНТИ 67.09.31

DOI 10.52578/2305-9397-2022-1-2-187-194

**Сактаганова Наргул Аманова**, PhD доктор, аға оқытушы, негізгі автор, <https://orcid.org/0000-0003-1218-4946>

«Қорқыт ата атындағы Қызылорда мемлекеттік университеті» КеАҚ, Әйтеке би көшесі 29А, Қызылорда қ., 120014, Қазақстан Республикасы, [amanovna75@korkyt.kz](mailto:amanovna75@korkyt.kz)

**Ихсанов Райымбек Мухамбеткалиевич**, 2 курс магистранты, <https://orcid.org/0000-0003-4667-5110>,

«Жәңгір хан атындағы Батыс Қазақстан аграрлық-техникалық университеті» КеАҚ, Жәңгір хан көшесі, 51, Орал қ., 090009, Қазақстан Республикасы [raimbek199607@gmail.com](mailto:raimbek199607@gmail.com)

**Жарылғанов Сәбит Муратұлы**, PhD доктор, аға оқытушы, <https://orcid.org/0000-0002-3104-6568>,

«Жәңгір хан атындағы Батыс Қазақстан аграрлық-техникалық университеті» КеАҚ, Жәңгір хан көшесі, 51, Орал қ., 090009, Қазақстан Республикасы, [sabit.raisa@mail.ru](mailto:sabit.raisa@mail.ru)

**Saktaganova Nargul Amanova**, PhD, senior lecturer, the main author, <https://orcid.org/0000-0003-1218-4946>

NJSC "Korkyt Ata Kyzylorda State University", Kyzylorda, st. Aiteke bi 29A, 120014, Kazakhstan, [amanovna75@korkyt.kz](mailto:amanovna75@korkyt.kz)

**Ihsanov Raiymbek Mukhambetkalievich**, master's student of 2 course, <https://orcid.org/0000-0003-4667-5110>

NJSC «West Kazakhstan Agrarian and Technical University named after Zhangir khan», Uralsk, st. Zhangir khan 51, 090009, Kazakhstan, [raimbek199607@gmail.com](mailto:raimbek199607@gmail.com)

**Zharylgapov Sabit Muratuly**, PhD, senior lecturer, <https://orcid.org/0000-0002-3104-6568>

NJSC «West Kazakhstan Agrarian and Technical University named after Zhangir khan», Uralsk, st. Zhangir khan 51, 090009, Kazakhstan, [sabit.raisa@mail.ru](mailto:sabit.raisa@mail.ru)

**ШИКИЗАТ КОМПОНЕНТТЕРІН ТЕРМОМЕХАНИКАЛЫҚ ӨНДЕУ НЕГІЗІНДЕ  
ҚҰРЫЛЫС ӘГІ ӨНДІРІСІ  
PRODUCTION OF CONSTRUCTION LIME BASED ON THERMOMECHANICAL  
PROCESSING OF RAW MATERIAL COMPONENTS**

**Аннотация**

Қазіргі уақытта Қазақстан Республикасын индустриялық-инновациялық дамытудың 2020 – 2025 жылдарға арналған мемлекеттік бағдарламасы жүзеге асырылуда. Осы бағдарламаны жүзеге асыру барысында цемент, әк, кеңейтілген саз, керамикалық кірпіш өндіретін бойынша жаңа қуаттар енгізіліп, сонымен қатар металлургиялық кәсіпорындар кеңеюде.

Құрылыс әкін өндіруде әр түрлі пішіндегі пештерде әктастың күйдірілуі негізгі процестердің бірі болып табылады. Күйдіру процесі күйдірілген әктас бөлшектерінің реакцияға түсетін аймағы мен оны жуатын жылу тасымалдағыштың жоғары температуралық ағыны арасындағы жылу мен массаның берілуімен сипатталады, ал күйдірілген бөлшектің бетінде қалыңдығы өсетін қатты реакция өнімі кальций оксиді қабаты пайда болады, бұл жылу мен массаның берілуіне жол бермейді, әктас белсенділігінің жылулық диссоциация процесін тежейді, бұл сапаны төмендетеді. Нәтижесінде пайдаланылмаған жылудың бір бөлігі газ ағынымен пештен қоршаған ортаға кетеді, бұл жылу қондырғысының тиімділігін төмендетіп қана қоймайды, сонымен қатар қоршаған ортаға кері әсерін тигізеді.

Осылайша, құрылыс әкін өндірудің заманауи технологиясы айтарлықтай нақты энергия шығындарымен алынған әктің төмен сапасымен, декарбонизациялану деңгейінің төмендігімен, қоршаған ортаға кері әсерімен, ұсақталғаннан кейін оны себу қалдықтарынан ұсақ түйіршікті әктасты күйдірудің мүмкін еместігімен сипатталады.

Сондықтан осы бағыттағы зерттеулер мен әзірлемелер құрылыс әктерін өндіру технологиясының теориясы мен практикасын одан әрі дамыту үшін сөзсіз маңызды болып табылады.

#### ANNOTATION

Currently, the state program of industrial and innovative development of the Republic of Kazakhstan for 2020-2025 is being implemented. As part of the implementation of this program, new capacities for the production of cement, lime, expanded clay, ceramic bricks have been introduced, and metallurgical enterprises are expanding.

One of the main processes in the production of construction lime is the roasting of lime in kilns of various shapes. The firing process is characterized by the transfer of heat and mass between the reaction zone of the calcined limestone particles and the high temperature flux of the heat carrier that washes it, and on the surface of the calcined solid product of increasing reaction thickness of calcium oxide. slows down the process, which reduces the quality. As a result, some of the unused heat is released from the furnace into the environment by the gas flow, which not only reduces the efficiency of the heating system, but also has a negative impact on the environment.

Thus, the modern technology of production of construction lime is characterized by the low quality of the lime obtained at significant specific energy costs, the low level of decarbonization, the negative impact on the environment, the inability to burn fine-grained limestone from the waste of its sowing after crushing.

Therefore, research and development in this direction is undoubtedly important for the further development of the theory and practice of construction lime production technology.

**Кілт сөздер:** өндіріс қалдығы, құрылыс әгі, термомеханикалық өңдеу, қарқынды пресстеу қондырғысы.

**Key words:** production waste, construction lime, thermomechanical processing, intensive pressing unit.

**Кіріспе.** Әктас - кальций карбонатынан тұратын табиғи шөгінді жынысы. Карбонатты жыныс көптеген формаларда өндіріледі және пайда болуына, химиялық құрамына, құрылымына және геологиялық формациясына байланысты жіктеледі [1]. Ол бүкіл әлемде кездеседі және өнеркәсіптің барлық түрлері үшін маңызды шикізат болып табылады [2].

Әктас, сөзсіз, тас дәуірінен бері қолданылып келеді. Барлық ғасырларда әктас құрылыста қосымша ретінде пайдаланылды. Карбонатты жыныстарының кен орындары бүкіл әлемде кең таралғандықтан, материалға қол жеткізу оңай [3,4]. Сөндірілмеген және сөндірілген әк үшін (кальцийленген доломитке негізделген өнімдерді қоса) әр түрлі нарықтық сегменттердің мөлшері мен салыстырмалы маңыздылығы әр елде әр түрлі болады және көптеген факторларға, соның ішінде индустрияландыру дәрежесіне, ерекше өнеркәсіпке, сапаға, карбонатты жыныстың жарамдылығына, дәстүрлі құрылыс әдістеріне байланысты [5,6].

Халық шаруашылығында мақсатына сәйкес әк құрылыс және технологиялық болып бөлінеді. Біріншісі құрылыс үшін қолданылады, мысалы, силикат кірпішін, силикат бетондарын жасауда, екіншісі технологиялық процестерде, болатты балқыту кезінде және т.б. [7,8,9]. Қатаю жағдайларына сәйкес құрылыс әкі ауада қатаятын және гидравликалық болып бөлінеді, біріншісі тек ауа-құрғақ ортада қатаяды, ал гидравликалық әк қатаюға, беріктігін арттыруға және оны ауада да, суда да сақтауға қабілетті. Негізгі тотықтың түріне қарай (CaO немесе MgO) әк кальций, магнезиялық және доломиттік болып бөлінеді [10,11].

Құрылыс әктерін өндіру технологиясында әктастарды шахтада, айналмалы пештерде немесе ағынды (фонтанды) қабат пештерде күйдіру негізгі процестердің бірі болып табылады [12,13,14]. Күйдіру процесі күйдірілген әктас бөлшектерінің реакция аймағы мен оны жуатын салқындатқыштың жоғары температуралық ағыны арасындағы жылу мен массаның алмасуының нәтижесі болып табылады, бұл кезде күйдірілген бөлшектің бетінде қалыңдықта өсетін қатты реакция өнімінің қабаты пайда болады, бұл әктастың термиялық диссоциациялану процесін тежей отырып, жылу мен масса алмасуды болдырмайды [15,16,17].

Нәтижесінде пайдаланылмаған жылудың бір бөлігі газ ағынымен пештен қоршаған ортаға кетеді. Сонымен қатар, пештер үлкен көлемді, сыртқы жылу алмасудың үлкен беті болып табылады, бұл айтарлықтай жылудың жоғалуына әкеледі [18,19]. Атмосфераға шығарылатын, құрамында тазарту құрылымдарының жетілмегендігіне байланысты кальций оксидінің шаң тәрізді бөлшектері бар пайдаланылған газ ағыны қоршаған ортаға теріс әсер етеді. Осылайша, қазіргі заманғы құрылыс әк өндіру технологиясы айтарлықтай ерекше

энергия тұтынумен және қоршаған ортаға теріс әсер етумен сипатталады. Сондықтан минералды байланыстырғыш заттарды алу технологиясын жетілдіруге бағытталған ғылыми-зерттеу және тәжірибелік-конструкторлық жұмыстар оларды алудың теориясы мен тәжірибесін одан әрі дамыту үшін өзекті және маңызды екені сөзсіз [20].

**Материалдар мен зерттеу әдістері.** Әк өндіру үшін кальций карбонаты  $\text{CaCO}_3$ , магний карбонаты  $\text{MgCO}_3$  және құм мен саз түріндегі механикалық қоспалардан тұратын табиғи кальций-магний тау жыныстары қолданылады. Кальций-магний жыныстарын пеште  $800^\circ\text{C}$  -  $1200^\circ\text{C}$  температураға дейін қыздырған кезде олар кальций  $\text{CaO}$ , магний  $\text{MgO}$  тотықтары мен  $\text{CO}_2$  көмірқышқыл газының қоспасы болып ыдырайды. Күйдіру өнімінің құрамында таза тотықтардан басқа, әрқашан басқа заттардың белгілі бір мөлшері ( $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), сондай-ақ олардың  $\text{CaO}$  қосылыстары бар және ол әк деп аталады.

Кальций әкінің құрамында 70%—90%  $\text{CaO}$  және шамамен 5%  $\text{MgO}$  бар, ол құрамында  $\text{MgCO}_3$  мөлшері төмен таза кальций әктастарын (кез келген түрдегі пештерде) күйдіру үшін қолдану арқылы орындалады.

Магнезиалды әк құрамында 20% дейін  $\text{MgO}$ , ал доломиттік әкте 40% дейін  $\text{MgO}$  бар. Магнезиалды және доломитті әк пештерде  $\text{MgO}$  белсенді түрде алуға мүмкіндік беретін таза карбонатты жыныстарды күйдіру арқылы алынады, яғни олар қалыпты уақытта суда сөнуге қабілетті.

Құрылыс ауа әгі мынадай түрлері бар:

- а) кесекті сөндірілмеген әк;
- б) минералды қоспалармен бірге немесе оларсыз ұнтақталған әк;
- в) сөндірілген әк.

Сөндірілмеген кесекті әк (қайнатпа) - бұл пешке күйдірілгеннен кейінгі ауа әгі.

Ұнтақталған әк диірменде сөнбеген кесекті әкті ұнтақтау арқылы алынады.

Сөндірілген әк судың белгілі бір мөлшерінің сөндірілмеген ауа әкіне әсер ету арқылы алынады, нәтижесінде ұнтақ (үлбіреуік), әк қамыры немесе әк сүті түрінде өнім пайда болады.

Әк қамыры ауа әкін сөндіру кезінде теориялық қажеттіліктен он есе көп мөлшерде су енгізілгенде алынады. Орташа есеппен алғанда, 1 кг әк үшін 2,5 литр су алынады.  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  мөлшері үлбіреуікке сөндіруге қарағанда, кем болады. Құрылыстық гидравликалық әк сазды заттарының жоғары (8%—21%) құрамы бар карбонатты тау жыныстарының пештерінде қалыпты ( $1100^\circ\text{C}$ — $1200^\circ\text{C}$ ) күйдіру және алынған әкті кейіннен ұнтақтау кезінде алынады.

**Нәтижелер және оны талқылау.** Бұл кемшіліктерді азайту үшін әктастарды қарқынды престоу қондырғысында термомеханикалық өңдеу арқылы құрылыс әкті алу процестерін зерттеу және модельдеу қажет, мұнда ол ұсақталады, механикалық белсендіріледі, үйкеліс жылуына байланысты қыздырылады. Жұмыстың практикалық құндылығы келесідей:

1) атмосфералық газдар шығарындыларының 3,2 есе азаюына байланысты экологиялық жағдайды жақсартуға, меншікті энергия шығынын 28-32% - ға төмендетуге, меншікті күрделі салымдарды 18-24% - ға төмендетуге әкелетін қарқынды престоу қондырғысында әктасты термомеханикалық өңдеу арқылы құрылыс әктасын алу мүмкіндігі эксперименттік түрде көрсетілді;

2) әктастарды термомеханикалық өңдеу процестерін жүргізу және алынған әктің сапа көрсеткіштерін болжау параметрлерінің инженерлік есептеулері үшін математикалық тәуелділіктер ұсынылған;

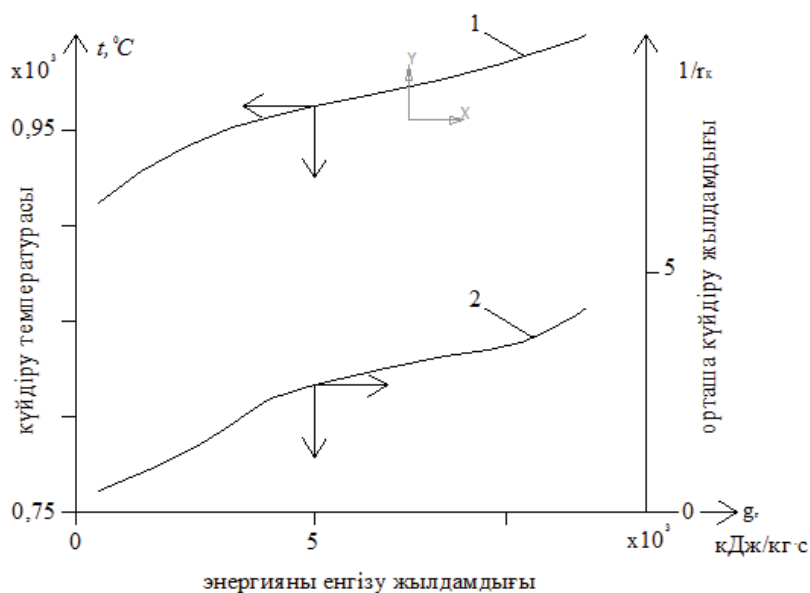
3) әктастарды күйдіруге арналған өнеркәсіптік термомеханикалық модульдің жұмыс және жобалық параметрлерін есептеу әдістемесі әзірленді;

4) ұсынылған техникалық шешімдер шағын және орта бизнес үшін тартымды, өйткені бұл әзірлемелерді пайдалану мыналарға мүмкіндік береді:

- көлемді, басқаруы қиын пештерден бас тарту және шағын өлшемді, энергияны үнемдейтін термомеханикалық модульдер негізінде берілген қызметтегі құрылыс әкін өндіруді ұйымдастыру;

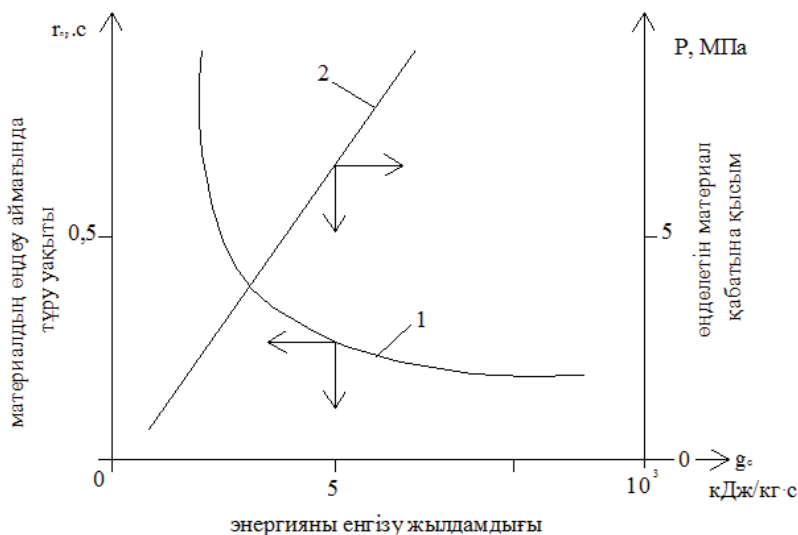
- жергілікті шикізаттан тұтынатын аймақта тікелей байланыстырғыш заттарды шығаруға және ол таусылған кезде арнайы шығындарсыз жаңа орынға көшіруге қабілетті жылжымалы шағын зауыттар өндірісін ұйымдастыру.

Бұл жұмыста әктастарды термомеханикалық өңдеу процестерін қарқынды әсер ететін престоу (абразивті) ұнтақтағышта одан дисперсия және белсенділік бойынша әк массасын шығарумен жүргізілген теориялық және тәжірибелік зерттеулердің нәтижелері берілген. Әктастардың термиялық диссоциациялануы (күйдірілуі) жоғары температуралы эндотермиялық процестерге жатады, ол күйдірілген материалға жылу беру заңдылықтарын терең зерттеуді, әк алудың энергияны үнемдейтін технологиясын жасауды талап етеді.

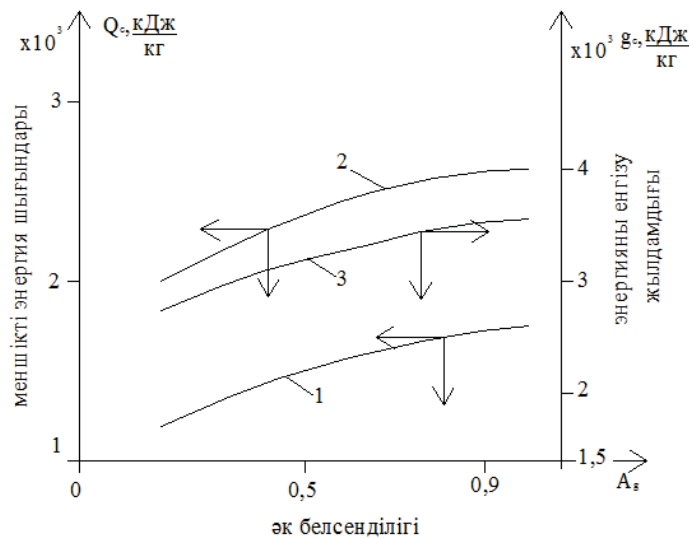


Сурет 1 – Температура (1) мен орташа күйдіру жылдамдығының (2) меншікті энергия беру жылдамдығына тәуелділігі ( $\phi=1$ )

Әктастың термомеханикалық өңдеуі – оның үйкеліс жылуы есебінен термиялық диссоциация температурасына, бір мезгілде дисперсияға, механикалық белсендіруге және ішінара немесе толық күйдіруге дейін қыздыру. Бұл жағдайда ұнтақталған және диссоциацияланған бөлшек ішіндегі жылу алмасу үздіксіз әрекет ететін теріс тұрақты энергия көздері бар температуралық өріс ретінде қарастырылды.



Сурет 2 – Материалдың өңдеу аймағында тұру уақыты (1) және оған түсетін қысымның (2) меншікті энергиямен қамтамасыз ету жылдамдығына тәуелділігі ( $\phi=1$ )



Сурет 3 – Жалпы энергия шығынының (1), өнеркәсіптік энергия шығынының (2) және меншікті энергия беру жылдамдығының (3) әк белсенділігіне тәуелділігі ( $g'c = 3672.9 \text{ кДж/кг} \cdot \text{с}$ )

Екінші текті бастапқы және шекаралық шарттардағы жылу өткізгіштіктің дифференциалдық теңдеуін шешу нәтижесінде өңделген материалдың температурасын меншікті энергиямен қамтамасыз ету жылдамдығына байланысты есептеуге мүмкіндік беретін математикалық тәуелділік алынды.

Бөлшекке механикалық әсер ету материал құрылымында ақаулар жүйесінің пайда болуына, бөлшектің механикалық беріктігінің төмендеуіне әкеледі; механикалық белсендіруді ескере отырып, оның химиялық белсенділігін артуына әкеледі. Бөлшектегі ақаулардың пайда болуымен бір мезгілде кернеудің әлсіреуіне, ақаулардың «өзін-өзі жөндеу» процесі жүреді, ал нақтылау дәрежесі мен механикалық белсендіру деңгейі олардың тығыздығымен анықталады. Материалды термомеханикалық өңдеу процесінде ақаулар концентрациясының өзгеруі олардың «жаратылу» және «жойылу» заңына бағынады. Осыған сүйене отырып, қарқынды престоу қондырғысында термомеханикалық өңдеу кезінде материалдарды ұнтақтау, механикалық белсендіру және күйдіру процестерінің кинетикалық теңдеулерін алдық.

1-3 суреттерде теориялық және эксперименттік зерттеулердің нәтижелері келтірілген, онда белгілі бір энергия беру жылдамдығы мен алынған әк белсенділігі өзгерген кезде әктасты термомеханикалық өңдеу процестерін жүргізу параметрлерінің мәні көрсетілген. Есептік деректердің тәжірибелік мәндерден ауытқуы 9% - дан аспайды.

### ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Волженский, А.В. Минералды байланыстырғыштар: / А.В. Волженский / Оқулық университеттер үшін. - 4-бас., қайта қаралған және қосымша – М.: Стройиздат, 1986. – 464 б.
2. Перегудов, В.В., Роговой, М.И. Құрылыс бұйымдары мен бөлшектерін жасау технологиясындағы жылу процестері мен қондырғылары: В.В. Перегудов, М.И. Ногну/Университеттерге арналған оқулық. - М.: Стройиздат, 1983. - 41 б.
3. Силенок, С.Г. Құрылыс материалдары, бұйымдары және конструкциялары кәсіпорындарының механикалық жабдықталуы: «Құрылыс материалдары, бұйымдары және конструкциялары кәсіпорындарын механикалық жабдықтау» мамандығы бойынша ЖОО студенттеріне арналған оқу құралы./С.Г. Силенок, А.А. С.Г. Силенок, [және т.б.] Mashinostroenie, 1990.-416s.
4. Құрылыс машиналары. Жалпы айтқанда 2 томдық анықтамалық. редакциялық В.А. Бауман мен Ф.А. Лапира.- М.: Машиностроения, 1977.-т.2.-496ж.
5. Забродский, С.С. Жоғары температурадағы сұйық қабаттағы өсімдіктер./ С.С. Забродский – М.: Энергетика, 1974. – 202 б.

6. Сиденко, П.М. Химия өнеркәсібіндегі ұнтақтау. / П.М. Сиденко М.: Химия, 1968. - 384б.
7. Колобердин, В.И. Карбонатты реактор-ұнтақтағыш типті аппаратта өңдеу арқылы ұсақ дисперсті кальций оксидін өндіруді интенсификациялау мүмкіндігін зерттеу: Дипломдық жұмыстың конспектісі. дисс. жарыс үшін.. шот. кадам. Кант. техника. Ғылымдар: 0.5.0.4.0.9. - Қорғалған 26.11.71. / Колобердин Валерий Иванович-Иваново, 1971.-32 ж.;
8. Блиничев, В.Н. Материалдарды ұсақ ұнтақтау процестерін және қатты денелердегі химиялық реакцияларды интенсификациялау үшін құрал-жабдықтарды және оны есептеу әдістерін әзірлеу - диссертацияның авторефераты. жарыс үшін.. шот. кадам. док. техника. Ғылымдар: 05.04.09.-30.06.75. / Блиничев Влерян Николаевич – Иваново, 1975.-317б.
9. Блиничев, В.Н. Сұйық қабаттағы бөлшектердің мөлшерін азайту және оның қатты денелердегі химиялық жылдамдыққа әсері..// IV Халықаралық химия инженериясы, химиялық жабдықтарды жобалау және автоматтандыру конгресі. ҚЫТАЙ 72.С. сұйықтандыру./ Блиничев және [және басқалар] - Чехословакия, Прага, 1972.-С5.15 Б.44-45.
10. Колобердин, В.И. Компьютермен өңделетін әктастың жасыту кинетикасының эксперименталды зерттеулерінің нәтижелері.//VI". Колобердин, В.В.Стрельцой, В.Н. Блиничев-2-ші симпозиумы бойынша компьютерлерді химия инженериясында қолдану. 10-14 қыркүйек 1973 ж. USTY NadLAVEM , Чехословакия, 1973.-Б.4.
11. Колобердин, В.И., Блиничев, Б.Х., Стрельцов, Б.В. Әктастан қуыру кинетикасы.// В.И. Колобердин, В.Н. Блиничев, В.В. Стрельцов, - Известия Вузов, Химия және химия. технология. 1974.-17-том. 4-шығарылым. -606-610 б.
12. Колобердин, В.И. Құрылыс материалдарын өндірудегі химиялық технологиядағы аралас процестерді термомеханикалық интенсификациялау: Диссертацияның авторефераты. дисс. жарыс үшін үш. кадам. док. техника. Ғылымдар: 05.17.08./ Колобердин Валерий Иванович – қорғаған 09.10.97.- Иваново, 1997.- 42б.
13. Колобердин, В.И. Материалдарды ұнтақтау процесіне термиялық соққылардың әсері.// В.И. Колобердин - Известия Вузов. Химия және химия. технология. 1987. -Т30, ХФС.З. -С.125-127.
14. Колобердин, В.И. Олардың шикізатын термомеханикалық өңдеу негізінде минералды байланыстырғыштарды алу У/В.И. - Самара, 2004. - 732б. -235-238 б.
15. Колобердин, В.И. Құрылыс әк өндірісіндегі шикізатты термомеханикалық өңдеудің ерекшеліктері./ В.И. Колобердин – Жинақта: университеттің ақпараттық ортасы: XI интерн материалдары. ғылыми-техникалық. конф.//Иван. күй сәулетші.-құнды. акад. - Иваново, 2004. - 676 ж. -576-578 бет.
16. Колобердин, В.И. Әктастарды термомеханикалық өңдеу процестері және оларды есептеу әдістерін әзірлеу./ В.И. Колобердин - Жинақта: Жылу алмасу процестері мен жүйелерінің тиімділігін арттыру: IV халықаралық ғылыми-техникалық конференция материалдары.- Вологда: ВГТУ, 2004. -334б. 53-57 беттер.
17. Ростовцев, С.Т. Металлургиялық процестер теориясы./С.Т. Ростовцев - М.: Қара және түсті металлургия, 1956. - 508 ж.
18. Павлюченко, М.М. Гетерогенді химиялық реакциялар./М.М.Павлюченко, Е.А., Продан – Минск: Ғылым және техника, 1965.-482б. - 27 б.
19. Махорин, Қ.Е. Сұйық қабаты бар жоғары температуралы қондырғылар./ К.Е., Махорин, А.Т.Тищенко-Киев: Техника, 1966.-210 ж.
20. Комар, А.Г. Құрылыс материалдары мен бұйымдары. А.Г. Комар-Құрылыс университеттерінің инженерлік-экономикалық мамандықтарына арналған оқу құралы. -М.: Жоғары мектеп, 1983.-487ж.-С.123.

#### REFERENCES

1. Volzhenskij, A.V. Mineraldy bajlanystyrgyshtar: / A.V. Volzhenskij / Okulyk. universitetter ushin. - 4-bas., kajta karalğan. zhane kosymsha – М.: Strojizdat, 1986. – 464 б.
2. Peregodov, V.V., Rogovoj, M.I. Kurylys bujymdary men bolshekterin zhasau tehnologijasыndagy zhylyu procesteri men kondyrgylary: V.V. Peregodov, M.I. Horny/Universitetterge арналған okulyk. - М.: Strojizdat, 1983. - 41 б.
3. Silenok, S.G. Kurylys materialdary, bujymdary zhane konstrukcijalary kasiporyndarynyn mehanikalыk zhabdyktaluy: «Kurylys materialdary, bujymdary zhane konstrukcijalary kasiporyndaryn

mehanikalyk zhabdyktau» mamandygy bojnsha ZhOO studentterine arnalgan oku kuraly./ S.G. Silenok, A.A. S.G. Silenok, [zhane t.b.] Mashinostroenie, 1990.-416s.

4. Kurylys mashinalary. Zhalpy ajtkanda 2 tomdyk anyktamalyk. redakciyalyk V.A. Bauman men F.A. Lapira.- M.: Mashinostroeniya, 1977.-t.2.-496zh.

5. Zabrodskij, S.S. Zhogary temperaturadagy sujyk kabattagy osimdikter. / S.S. Zabrodskij – M.: Jenergetika, 1974. – 202 b.

6. Sidenko, P.M. Himija onerkasibindegi untaktau. / P.M. Sidenko M.: Himija, 1968.- 384b.

7. Koloberdin, V.I. Karbonatty reaktor-untaktagysh tipti apparatta ondeu arkyly usak dispersti kal'cij oksidin ondirudi intensivtendiru mumkindigin zertteu: Diplomdyk zhumystyn konspektisi. diss. zharys ushin.. shot. kadam. Kant. tehnika. Gylymdar: 0.5.0.4.0.9.- Korgalgan 26.11.71. / Koloberdin Valerij Ivanovich-Ivanovo, 1971.-32 zh.;

8. Blinichev, V.N. Materialdardy usak untaktau procesterin zhane katty denelerdegi himijalyk reakcijalardy intensivfikacijalau ushin kural-zhabdyktardy zhane ony esep-teu adisterin azirleu - dissertacijany avtoreferaty. zharys ushin.. shot. kadam. dok. tehnika. Gylymdar: 05.04.09.-30.06.75. / Blinichev Vlerjan Nikolaevich – Ivanovo, 1975.-317b.

9. Blinichev, V.N. Sujyk kabattagy bolshekterdin molsherin azajtu zhane onyn katty denelerdegi himijalyk zhyldamdykka aseri./ / IV Halykaralyk himija inzhenerijasy, himijalyk zhabdyktardy zhabalau zhane avtomattandyru kongresi. KYTAJ 72.C. sujyktandyru. / Blinichev zhane [zhane baskalar] - Chehoslovakija, Praga, 1972.-S5.15 B.44-45.

10. Koloberdin, V.I. Komp'juter men ondeletin aktastyn zhasytu kinetikasynyn jeksperimentaldy zertteulerinin natizheleri./ / VI". Koloberdin, V.V.Strel'cov, V.N. Blinichev-2-shi simpoziumy bojnsha komp'juterlerdi himija inzhenerijasynda koldanu. 10-14 kyrkujek 1973 zh. USTY NadLABEM, Chehoslovakija, 1973.-B.4.

11. Koloberdin, V.I., Blinichev, B.H., Strel'cov, B.V. Aktastan kuyru kinetikasy./ V.I. Koloberdin, V.N. Blinichev, V.V. Strel'cov, - Izvestija Vuzov, Himija zhane himija. tehnologija. 1974.-17-tom. 4-shygarylym. -606-610 b.

12. Koloberdin, V.I. Kurylys materialdaryn ondirudegi himijalyk tehnologijadagy aralas procesterdi termomehanikalyk intensivfikacijalau: Dissertacijany avtoreferaty. diss. zharys ushin ush. kadam. dok. tehnika. Gylymdar: 05.17.08./ Koloberdin Valerij Ivanovich – korgagan 09.10.97. - Ivanovo, 1997.- 42b.

13. Koloberdin, V.I. Materialdardy untaktau procesine termijalyk sokkylardyn aseri./ V.I. Koloberdin - Izvestija Vuzov. Himija zhane himija. tehnologija. 1987. -T30, HFS.Z.-S.125-127.

14. Koloberdin, V.I. Olardyn shikizatyn termomehanikalyk ondeu negizinde mineraldy bajlanystyrgyshtardy alu U/V.I. - Samara, 2004. - 732b. -235-238 b.

15. Koloberdin, V.I. Kurylys ak ondirisindegi shikizatty termomehanikalyk ondeudin erekshelikteri./ V.I. Koloberdin – Zhinakta: universitetin akparattyk ortasy: 11 intern materialdary. gylymi-tehnikalyk. konf./Ivan. kuj sauletshi.-kundy. akad. - Ivanovo, 2004. - 676 zh. -576-578 bet.

16. Koloberdin, V.I. Aktastardy termomehanikalyk ondeu procesteri zhane olardy esep-teu adisterin azirleu./ V.I. Koloberdin - Zhinakta: Zhylu almasu procesteri men zhujelerinin tiimdiligini arttyru: IV halykaralyk gylymi-tehnikalyk konferenciya materialdary.- Vologda: VGTU, 2004. -334b. 53-57 better.

17. Rostovcev, S.T. Metallurgijalyk procester teorijasy./S.T. Rostovcev - M.: Kara zhane tusti metallurgija, 1956. - 508 zh.

18. Pavljuchenko, M.M. Geterogendi himijalyk reakcijalar./M.M.Pavljuchenko, E.A., Prodan – Minsk: Gylym zhane tehnika, 1965.-482b. - 27 b.

19. Mahorin, K.E. Sujyk kabaty bar zhogary temperaturaly kondyrgylar./ K.E., Mahorin, A.T.Tishhenko-Kiev: Tehnika, 1966.-210 zh.

20. Komar, A.G. Kurylys materialdary men bujymdary. A.G. Komar-Kurylys universitetterinin inzhenerlik-jekonomikalyk mamandyktaryna arnalgan oku kuraly. -M.: Zhogary mektep, 1983. -487zh.-S.123.

## РЕЗЮМЕ

В статье предусмотрена разработка проектных решений завода по производству извести на основе мелкодисперсного мела в г. Уральск. Анализ технических характеристик существующих печей для обжига известняков показал, что для сокращения указанных недостатков целесообразно проводить обжиг известняков в легкоперенастраиваемой,

малогабаритной, термомеханической пресс-сдвиговой установке интенсивного действия, в которой одновременно происходит измельчение (истирание) известняка, его механическое активирование, нагрев за счёт теплоты внутреннего трения до температуры его обжига и сама термическая диссоциация, при этом в качестве исходного сырья используется известняк с крупностью зерен < 5 мм из отвалов отходов его рассева после измельчения. Ускорение процесса обезуглероживания на 23-25%, снижение энергопотребления на 28-32%, сокращение выбросов газов в атмосферу в 4 раза и улучшение экологической обстановки за счет использования мелкозернистой извести в качестве первичного сырья из дробленого урожая. Показана возможность получения строительных растворов термомеханической обработкой извести на прессовальном агрегате. Полученные результаты подтверждают возможность регулирования степени декарбонизации известняка, активности получаемой известковой массы посредством варьирования величины давления на обрабатываемый слой известняка, скорости вращения и диаметра ротора установки.

Результаты научно-экспериментальных исследований позволяют использовать в качестве сырья мелкодисперсный меловые отходы.

УДК 622.016  
МРНТИ 52.13.25

DOI 10.52578/2305-9397-2022-1-2-194-201

**Кыдрашов А.Б.**, техника ғылымдарының магистрі, негізгі автор, <http://orcid.org/0000-0002-1404-1589>

Қарағанды техникалық университеті, 100027, Н. Назарбаев даңғылы, 56, Қарағанды қ., Қазақстан Республикасы, [a.kydrashov@mail.ru](mailto:a.kydrashov@mail.ru)

**Ашекенова А.А.**, педагогика ғылымдарының магистрі, <http://orcid.org/0000-0003-1194-1110>  
«Жәңгір хан атындағы Батыс Қазақстан аграрлық-техникалық университеті» КеАҚ, Жәңгір хан көшесі, 51, Орал қ., 090009, Қазақстан Республикасы, [aliusha\\_3314609@mail.ru](mailto:aliusha_3314609@mail.ru)

**Тажибаяв Д.К.**, техника ғылымдарының кандидаты, <http://orcid.org/0000-0002-6303-5644>  
ҚР ҰҒА Жер қойнауын игеру және геомеханика институты, 720052, Медеров көш., 98, Бішкек қ., Қырғыз Республикасы, [a.dantaji@mail.ru](mailto:a.dantaji@mail.ru)

**Kydrashov A.B.**, Master of technical sciences, the main author, <http://orcid.org/0000-0002-1404-1589>

«Karaganda technical university», 100027, 56 N. Nazarbayev Avenue, Karaganda city, Republic of Kazakhstan, [a.kydrashov@mail.ru](mailto:a.kydrashov@mail.ru)

**Ashekenova A.A.**, Master of pedagogical sciences, <http://orcid.org/0000-0003-1194-1110>  
NJSC «West Kazakhstan Agrarian and Technical University named after Zhangir khan», Uralsk, st. Zhangir khan 51, 090009, Kazakhstan, [aliusha\\_3314609@mail.ru](mailto:aliusha_3314609@mail.ru)

**Tazhibayev D.K.**, candidate of technical sciences, <http://orcid.org/0000-0002-6303-5644>  
«Institute of Geomechanics and Subsoil» Development of the National Academy of Sciences of the Kyrgyz Republic, 720052, 98, Mederov Str., Bishkek city, Republic of Kyrgyzstan, [a.dantaji@mail.ru](mailto:a.dantaji@mail.ru)

**ТҮЙІСПЕ ҚАЗБАСЫНА КЕРНЕУДІҢ ӘСЕРІН ТАУ-КЕН ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ  
ПАРАМЕТРЛЕРДІ ЕСКЕРІП САНДЫҚ МОДЕЛЬДЕУ  
NUMERICAL MODELING OF THE EFFECT OF STRESSES WHEN JOINING  
WORKINGS, TAKING INTO ACCOUNT MINING AND TECHNOLOGICAL  
PARAMETERS**

**Аннотация**

Әртүрлі бекітпелердің функционалдық мүмкіншіліктерін анықтау үшін салыстырмалы аналитикалық зерттеулер жүргізілді. Тау-кен қазбаларды қарнақтармен, құрама тіреумен, рамалық тіреумен бекіткенде тау қысымы анықталып, олардың жұмыс жасау деңгейі пысықталды. Сонымен шақтыдағы бақылаудан алынған мәліметтер мен барлау ұңғымасының геологиялық құрылымын модельге енгізіп көп сатылы модельдедік. Сатылап модельдеудің нәтижесі көрсеткеніндей, қазбалар арасындағы түйіспеге дейінгі қашықтықтың кернеудің