

REPORTS OF NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN
ISSN 2224-5227

Volume 5, Number 5 (2014), 37 – 42

UDC 666.973

ABOUT COMPLEX APPLICATION OF CINDERY WASTE IN PRODUCTION OF MINERAL KNITTING SUBSTANCES AND CONCRETE

K.A. Bissenov, A.A. Akshabayev, S.S. Uderbayev, G.I. Isambayeva
Korkyt ATA Kyzylorda State University
Saken_Uderbayev@mail.ru

Keywords: ash dumps, chemical composition, concrete, additive.

Abstract: Article purpose: definition of ways of complex development and utilization of ashes of slag dumps saved up around warmly power main line in Kyzylorda. In article data on use of the saved-up ash dumps of the Kyzylorda heatpower main line depending on chemical and mineralogical structure in production of mineral knitting substances and concrete are provided. The directions of complex use of ashes in production of construction materials are designated. The technology of ashes of slag of concrete on the basis of combined heat and power plant waste in Kyzylorda is developed. The main physicommechanical properties of the slag of concrete received ashes and knitting substance are defined. Technological parameters and repartitions of the offered production are specified.

УДК 666.973

КҮЛ ҚАЛДЫҚТАРЫН БЕТОН ЖӘНЕ МИНЕРАЛЬДЫ БАЙЛАНЫСТЫРҒЫШ ЗАТТАР ӨНДІРІСІНДЕ КЕШЕНДІ ПАЙДАЛАНУ ТУРАЛЫ

Қ.А.Бисенов, А.Ә.Ақшабаев, С.С.Үдербаев, Г.И.Исамбаева

Қорқыт Ата атындағы Қызылорда мемлекеттік университеті

Тірек сөздер: күл үйінділері, химиялық құрамы, бетон, қоспа.

Аннотация: Мақалада Қызылорда жылуэлектр орталығанан жиналған күл үйінділерінің химиялық минералогиялық құрамына байланысты бетон және минеральды байланыстырғыш заттар өндірісінде кешенді қолданылуы туралы мәліметтер келтірілген. Құрылыс материалдар өндірісінде күлді кешенді пайдаланудың бағыттары айқындалған. Қызылорда қаласының ЖЭО күлінің негізінде күлдіқождыбетонды өндіру технологиясы жасалды. Алынған байланыстырғыш зат пен күлдіқождыбетонның физикалық механикалық қасиеттері анықталды. Ұсынылған өндірістік технологиялық параметрлері және шешімдері көрсетілді.

Қазіргі уақытта ірі қалалардағы ЖЭО-тарында күлді қожды қалдықтардың жиналуы мен оларды утилизациялау актуальды мәселердің бірі болып тұр. Сонымен қатар құрылыстың тиімділігін жоғарлату жолдарына екіншілік ресурстарды қолдану және материал сыйымдылығын төмендету жатады. Бұл мақсатқа прогрессивті ғылыми-техникалық жетістіктерді, ресурстарды және энергияны үнемдеуші технологияларды қолдану және өнім бірлігіне еңбек және отын энергетикалық ресурстар шығынын төмендету арқылы жетуге болады.

Осы мерзімге дейін Қызылорда қаласындағы жылу электр орталығының күл үйіндісінде 2 млн 550 мың тоннаға дейін қалдықтар жиналған. ЖЭО күл қалдықтарын құрылыс материалдар өндірісінде утилизациялау және қолданудың тиімділігі көптеген ғылыми зерттеулер және тәжірибелер негізінде дәлелденген[1-8]. Бұл шикізат материалдар шығынын, жанармай энергетикалық қорын төмендетуге, өндіріс бұйымның техникалық циклінің қысқаруымен

қорытылған. Бұдан басқа, күл үйіндіні жою нәтижесінде маңызды үнемдеуге жетуге болады. Үйіндіге күлді апару және үйіндіні пайдалану көптеген қаражатты талап етеді. Қуаты 1 млн. кВт болатын ЖЭО 1 тәулік жұмыс ішінде 10000 т. жуық көмір жағады және 1000 т. жоғары күлді құрайды және жылына 1 га жоғары алаңды талап ететін үйіндіге апарды.

Бұл күлдерді құрылыс материалдар өндірісінде қолданардан бұрын жоғарыда айтылғандай химиялық, минералогиялық және физикалық қасиеттерін зерттеу арқылы қандай құрылыс материалдарында қолдану болатынын анықтау және зерттеу керек. Бірақ жиналған күлдің химиялық, минералогиялық және физикалық қасиеттерін зерттемей құрылыс материалдар өндірісінде қолдануға болмайды.

Сондықтан ресурстарды үнемдеу мақсатында өндірістік қалдықтарды утилизациялау және құрылыс материалдар саласында қолдану өзекті мәселенің бірі болып саналады. Мұндай бағдарлама сөзсіз жаңа техникалық деңгейде өндірілетін құрылыс композиттерінің номенклатурасын кеңейтуге әсер етеді. Осыған сәйкес бұл бағыттар арқылы жергілікті шикізатпен күлүйінділерінің күлін қолдану керамикалық материалдарды, күлді бетондарды, арболит бұйымдарды өндіруге болады. Құрылыс материалдар өндірісінде күл қалдықтарды пайдалану күл үйінділерін утилизациялау экономикалық және экологиялық жағынан да тиімді. Бұның бірде бір тиімді бағыты құрылыс материалдар дайындауда шикізат ретінде пайдалану. Айтып кететін жағдай Қызылорда облысында бүгінгі уақытта тиімді құрылыс материалдарына тапшылығы байқалады, әсіресе бағасы төмен және сапасы жақсы. Осыған орай күл үйінділері негізінде құрылыс материалдар саласында, атап айтқанда бетон, керамика, жеңіл толтырғыштар және т.б.

Жұмыстың негізгі ғылыми-техникалық идеясы құрылыс материалын жасау үшін күлдің химиялық минералогиялық, фазалық құрамына және таралу аумағына байланысты минеральды байланыстырғыш зат және бетон алу болып табылады.

Жылу энергетикасының көптоннажды қалдықтарын пайдалану ресурсты үнемдеуші технологияны өңдеу мен енгізу мәселесіне тура жауап береді. Осылайша, жылу электр станциясының (ЖЭС) күлін пайдалану құрылыс техникалық қасиеттерінің жақсаруымен құрылыс материалдың жаңа тиімді түрін өндіруге, капиталды және ағымдағы шығындарды, күлүйінділердің құрамын бірден төмендетуге мүмкіндік береді, бұл бұйымның өзіндік құнын айтарлықтай төмендетеді.

Күлүйінділерін құрылыс материалдар өндірісінде қолдану арқылы біріншіден аймақтың экологиялық жағдайы жақсарады, ал екіншіден көптонажды қалдықтарды утилизациялау мәселесі шешіледі.

Жұмыстың тәжірибелік маңыздылығы жанармай энергетикасының экологиялық жағдайымен, тиімді және жоғары сапалы құрылыс материалдары бетон және минеральды байланыстырғыш зат өндірісінде жасауға жол береді.

Екінші жағынан күлді қолдану арқылы экологиялық және экономикалық тиімділігі көтеріліп, өзіндік бағасы төмендетілген құрылыс материалын алуға болатын мүмкіншілік пайда болады.

- Композициялық қожды байланыстырғыш және толтырғыш ретінде майда ұнтақталған түйіршікті доменді қож бен күлді газдыбетонның құрамы ұсынылды.

Көмірді дайындау және жоғарғы температурада өңдеу нәтижесінде көмірлі жылу электростанциясының шығар алдында күлді қожды материалдар түзіледі (КҚМ). КҚМ – химиялық, минералогиялық және гранулометриялық құмды минералды шикізат. Олар электр энергиясы және жылу секілді товарлы өнім. Көмірдің жылдық орташа пайдалануы $132,5 \cdot 10^6$ т табиғи отын және оның жұмыстық күлділігі 21,8% ЖЭС-нда КҚМ-ң жылдық қалдығы 2001 жылы $42,18 \cdot 10^6$ т болды.

ЖЭС аймағындағы үйінділерде жиналған КҚМ қоршаған ортаға үлкен қауіп төндіреді. Олар үлкен көлемді аумақты алып жатады, қосымша тасымалдау шығынын қажет етеді, ал өзіндік баға деңгейінен асып түсуі мүмкін.

Күл үйінділерінің шаңы және тозаңы– жақын аудандардағы халықтың денсаулығына және өсімдіктер мен жануарлар әлеміне тікелей қауіп төндіреді. Су бассейніне жақын жердегі күл үйінділері қауіп төндіруі мүмкін.

Қазіргі таңда күлдің негізгі көлемін құрылыс индустриясында қолдануда (цемент өндірісі, кірпіш, ұяшықты бетон бұйымдары, қожды блок, жеңіл толтырғыштар, рубероид, керамзит); Сонымен қатар олар жол құрылысында көптеп қолданылады.

Күлді, қожды және КҚМ-ді көп мөлшерде қолданушылар – бетон бұйымдарын әртүрлі модификация мен атауларына байланысты шығарады.

КҚМ-ді пайдалануда 30%-ға дейін цемент және де табиғи толтырғыштардың жартысынан көбін үнемдеуге болады, бетонның жылу өткізгіштігі төмендейді, соның нәтижесінде – ғимарат массасы жеңілдейді.

Ғылыми – зерттеу орталықтарының есебі бойынша бетон өндірушілер $30 \cdot 10^4$ тонна көлемінде күл мен күлді қожды пайдалануы мүмкін, сонымен қатар ЖЭС-ң барлық қалдығы күл мен қождардың үлесінде.

Жеңіл бетонды кешенді түрде қолдану тиімді. Бетонның массасын 10% төмендеткенде, оның өзіндік бағасы 3% төмендейді. Өзіндік бағаның орташа төмендеуі жеңіл бетонда күлді қолданғанда 5%, ал кейбір аудандарда – 30-40% дейін.

Химиялық белсенділігі. Күлмен қождың құрамындағы пуццолонды белсенділігі балшықтың өртеу өніміне ие: метаколиниттің аморфты SiO_2 және Al_2O_3 типті аморфталған балшықты зат және алюмосиликатты әйнек. Гидроксид кальций қатынасына байланысты реакцияның қабілеттілігі оларда әртүрлі және отын өртеу кезіндегі наолинді балшықтың қаралған ерте температуралық өзгеруіне байланысты. Үлкен меншікті бетке ие метаколинит $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$ қалыпты температурада гидросиликат кальцийді және гидрогеленитті келесі реакцияны құрай отырып $\text{Ca}(\text{OH})_2$ белсенді әрекеттеседі: $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 + 3\text{Ca}(\text{OH})_2 + (n+5)\text{H}_2\text{O} = 2\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O} + \text{CaO} \cdot \text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$.

ЖЭО күлінің минералды фазалық құрамы бейорганикалық және органикалық фазалардан тұрады. Аморфты құрам әйнек пен аморфталған балшық заттардан құралған. Кристалды құрам біріншіден бастапқы отынның әлсіз өзгерген минерал дәнін (кварц, дала шпаты және басқа термиялық тұрақты минерал), ал екіншіден отын жағу кезінде пайда болатын кристалды жаңа құрауларды (муллит, гематит, алюминат кальций және т.б.) құрайды.

Күлдердің көбісі бөлшектелген сфералық қалыптан және тегіс әйнектелген бет фактурасынан тұрады. Аморфты фазаның түрі (метаоолинит, аморфты сазды заттың әлсіз жымдасуы, жымдасу және жарым жартылай әйнектелген әйнек) күлдің химиялық белсенділігін, пішінін, күл бетінің мінезін анықтайды.

Осыған байланысты диссертацияның негізгі мақсаты Қызылорда ескі күл үйінділерінен бетон және байланыстырғыш зат өндірісінде қолдану жолдарын зерттеу болып табылады.

ЖЭО күлдіқожды қалдықтарын қолданудың ірі масштабты перспективті бағыттары байланыстырғыш материал мен бетондар өндірісі болып саналады

Байланыстырғыш заттар және бетондар технологиясында күл және күлдіқожды қоспаларды цементті үнемдеу, клинкерді үнемдеу және толтырғышты аздап ауыстыру үшін қолданады.

ЖЭО күлінің гидравликалық белсенділігі көптелген жұмыстарда зерттелеген. Мысалы, минеральды құрамына байланысты күл мен қождың жіктемесін Л.М. Торопов жасады. Сонымен бірге онда күлдің шыны тәріздес фазасы ескерілген. Өйткені бұл фаза қатаюының қалыпты температурада және жоғары температурада қатаюына әсер етеді.

Күлге қарағанда қожда (немесе мүлдем жоқ) органикалық қалдықтар және аморфты балшықты заттар аз және әйнек фазасы көп (95% дейін). Бұл жоғары температура аумағында ұзақ уақыт аумағында болатын қожбен ескертілген. Қожда кристалдық фаза кварцпен, муллитпен, магнетитпен және т.б. ұсынылған.

Физикалық қасиеті. ЖЭС күлі мен қожының негізгі физикалық қасиеттері олардың үйінді және нағыз тығыздығы, және де гранулометриялық құрамы.

Күлдің гранулометриялық, химиялық және фазалық құрамынан оның меншікті тығыздығы байланысты, ол әртүрлі күлде $600 \dots 1300 \text{ кг/м}^3$ шегінде болады. Әртүрлі көмір күлінің нағыз тығыздығы $1,75$ тен $3,5 \text{ г/см}^3$ ауытқуы мүмкін және орташа $2,1 \dots 2,4 \text{ г/см}^3$ құрайды. Отынды түйіршіктелген қождың 10 - 15 мм ірі дәні бар, нағыз тығыздығы $2,83 \dots 3,26 \text{ г/см}^3$, меншікті тығыздығы $1100 \dots 1300 \text{ кг/м}^3$.

Құрылыс бұйымдарын жасауға арналған минералды шикізат материалдарын бесендірудің келесі әдістері қолданылады: механикалық (домол, виброактивация және т.б.), химиялық (қоспаны енгізу, сонымен қатар беттік активті заттарды (ПАВ) қосу), жылулық (автоклавы өңдеу, ылғылжылумен өңдеу (ЫЖӨ), жылдам салқындатқыш) және т.б.

Қызылорда қаласындағы ескі күлді қайта қолдану және утилизациялау экономикалық және экологиялық тұрғыдан қажетті шаралардың бірі болып табылады. Сонымен бірге табиғи шикізатты күлмен қождармен ауыстыру жер қойнауының байлықтарын қорғауға және сақтауға әкеледі.

Тәжірибе жүргізгенде шикізат материалы ретінде портландцемент қолданылды, толтырғыш майда Қызылорда ЖЭО-ң күлінен, ірісі қождан, барий хлориді, кальций және су.

Жұмыста Шымкент цемент зауытының 400 маркалы портландцементі қолданылды. Цементті сынау ГОСТ 310.1-76, 310.2-76, 310.3-76, 310.4-76-на сәйкес жүргізіледі.

Жылу энергетикасының дамуы көптеген мөлшерде күлдікожды қалдықтарының шығуымен жалғасуда, олардың жиналуы маңызды экологиялық қиындықтарды тудырады.

Петрографиялық және микроскопиялық зерттеулер көрсеткендегідей күл қождардың құрамынан 4 түрлі затты бөлуге болады: шыныкөргіш, аморфталған сазды, кристалды және органикалық заттар.

Еуропалық қалаларда қатты жанармайдың өртелген өнімдер әртүрлі өнеркәсіп салаларында кеңінен қолданылады. Еуропалық ассоциация мәлеметтері бойынша ЕСОВА-да көмірді өртелген өнім бойынша 2011 жылы Еуропада 95 млн. т. қатты жанармайдың өртелген өнімі өндірілді. Олардың ішінен 50 % құрылыс материалын өндіруге, ал 35 % шахта мен кенішті қалпына келтіруге қолданылды. Осы мысалға қарағанда басқа елдерде күлді қолдану мәселесі өзінің орнын тауып жатыр.

Бүгінгі таңда көмір энергетика қалдықтарын қолданудың жетісті бағыты ұялы бетонды өндіру болып табылады. Автоклавты газобетонды алу үшін кремнеземді компонент есебінде Қызылорда қаласының ескі күл үйінділері қолданылды. Мысалы, кеуекті бетон өндірісінде шығарылған күлді қолдану тәжірибеде көрсетілгендей бірнеше артықшылыққа ие.

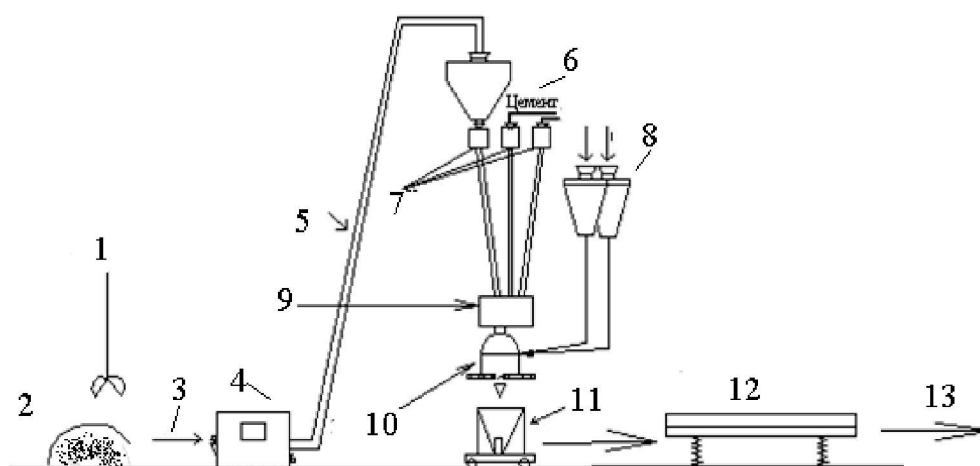
Шығарылған күл аморфтты және кристалды фазадан тұрады, еске сала кететіні біріншісі 70 % құрайды, бұның арқасында күл жоғары белсенділікке ие. Аморфтты құрайтыны негізінен әйнекпен берілген. Кристаллды құрайтынына кварц, гипс, муллит, шпат енгізілген.

Күлдің бөлшектері сферикалық формалы және тегіс әйнектелген беті бар. Дәннің түсі қоспа компоненттердің құрамына (мысалы, темір, жанбайтын бөлшектердің қосылуы) байланысты ашық сұрдан күңгірт сұрға дейін ауытқиды.

Күлдің меншікті беті 300-350 м²/кг құрайды. Күлдің тығыздығы-2800 кг/м³. Негіздің орнына кәсіпорнында бетон және темірбетон конструкциясын өндіруде қолданатын М300 ауыр бетон құрамын қабылданды. Осы құрамға шығарған күлді цемент массасының баламасынан портландцемент мөлшерінің төмендеуінен 5, 10 және 25% мөлшерде енгізеді. Экспериментті қоспалардан үлгілерді қалыптайды, содан кейін қалыпты жағдайда ұстайды және стандартты әдістеме бойынша сынайды. Келесі кестеде тек қана күл қосылған бетонның құрамы мен қасиеттері келтірілген.

Бетон құрамына күлді енгізу оның тығыздығының төмендеуіне әкеп соқтырады, үлкейген сайын енгізілген күл мөлшері жоғарылайды. Бұны күлдің үйінді тығыздығының төмендеуімен және модификацияланған бетонда су шығынын жоғарлауымен түсіндіруге болады. Бұл жағдайда ауыр бетонның жылу өткізгіштігі төмендейді. Күлді қосқанда бетонның аязға төзімділігі төмендейді, модификацияланған бетонның анықтап белгіленген бұзылуының нормативті көрсеткіштерін жоғарылатпайды.

Технологиялық процесстің жалпы схемасы келесілерді қамтиды (сурет 1). Атап айтқанда, бастапқы шикізаттарды майдалайды және араластырады (цемент, құм, күл, күлдішалк араласпасы, қоспалар мен пластификаторлар).



1- грейферлі қазақ; 2-күл үйіндісі; 3-тасымалдағыш; 4-күлді елеу; 5-күлді тасымалдау; 6-күл бункерлері; 7-мөлшерлегіштер; 8-инертті материалдар (кождар); 9-барабанды электрлі поляризациялаушы барабан; 10-араластырғыш; 11-бетон араласпасын тасымалдағыш бункер; 12-сілкіндіру алаңы; 13-қатаю посты.

Сурет 1 - Күлді кожды бетон араласпасын дайындау технологиясы

Содан соң араласпа бетон араластырғышқа беріледі. Ол белгіленген уақыт аралығында өңделеді.

Араластыру уақыты бетон қалыптау қатарына түседі; дайын блоктар қатуға айналып, кептіруге жіберіледі. Осы схема негізінде күлді кожды пайдалана отырып отқа төзімді бұйымның бірқалыпты дефектісіз қорғаныш жабынын дайындау технологиясы жасалып шығарылды. Зерттеулердің нәтижесінде күлді үшін құрылыс материалына қолдану тиімді екені анықталды. Бұл сылақ жұмыстары үшін әкті – күл ерітіндісі: күлдіцемент араласпасы ерітінді дайындау үшін, сонымен қатар темірбетон бұйымдарын өндіретін заводта қалыпталатын жеңіл және ауыр бетон өндіру үшін қолданылады. Оны үй қабырғасының конструкциялары мен блоктар дайындау үшін қолданылады. Күлдіцемент араласпасынан керамзиттікүлдібетон, сосын қабырға конструкциялары; әкті-күлді араласпа – еден астын сылау үшін пайдаланылады [7-8].

ӘДЕБИЕТ

- [1] Волженский А.В., Бузов Ю.С., Виноградов Б.Н., Гладких К.В. Бетоны и изделия из шлаковых и зольных материалов.-М.: Стройиздат, 1969-391с.
- [2] Гирзель Л.М., Брагинский В.Г., Романов В.И. Тяжелый бетон с добавкой золы-уноса/Бетон и железобетон, 1986, №5.-С.39-40.
- [3] Родионова А.А., Сулейменов С.Т., Муратова У.Д. Комплексное использование золы и золошлаковых отходов в производстве строительных материалов// Материалы республиканского совещания по охране окружающей среды и рациональному использованию ресурсов на предприятиях Госстроя Казахской ССР. – Алма-Ата, 1990. – С. 86-87.
- [4] Баженов Ю.М. Применение промышленных отходов в производстве строительных материалов. / Ю.М. Баженов – М.: Стройиздат.-1986. – 206с.
- [5] Каушанский В.Е. Термообработка доменного гранулированного шлака как один из способов его гидравлической активности / В.Е. Каушанский, О.Ю. Баженова, А.С. Трубицын // Известия вузов. Строительство.-2002.-№4.-С.54-56.
- [6] Баженов Ю.М. Технология бетона / Ю.М. Баженов. –М.: АСВ, 2002.-500с.
- [7] Корнеев А.Д. Строительные композиционные материалы на основе шлаковых отходов. / А.Д. Корнеев, М.А. Гончарова, Е.А. Бондарев-Липецк.-2002.-120с.
- [8] Сайбулатов С.Ж., Касымова Р.Е. Исследование зол ТЭС как сырья для производства зологлиняного кирпича методом полусухого прессования//Труды ВНИИСтрома. – М., 1978. Вып. 31(15). – С. 99.

REFERENCES

- [1] Volzhenskij A.V., Burov Ju.S., Vinogradov B.N., Gladkih K.V. Betony i izdelija iz shlakovyh i zol'nyh materialov.-M.: Strojizdat, 1969-391s.
- [2] Girzhef L.M., Braginskij V.G., Romanov V.I. Tjzhelyj beton s dobavkoj zoly-unosa/Бетон i zhelezobeton, 1986, №5.-С.39-40.

[3] Rodionova A.A., Sulejmenov S.T., Muratova U.D. Kompleksnoe ispol'zovanie zoly i zoloshlakovyh othodov v proizvodstve stroitel'nyh materialov//Materialy respublikanskogo soveshhanija po ohrane okruzhajushhej sredy i racional'nomu ispol'zovaniju resursov na predpriyatijah Gosstorozja Kazahskoj SSR. – Alma-Ata, 1990. – S. 86-87.

[4] Bazhenov Ju.M. Primenenie promyshlennyh othodov v proizvodstve stroitel'nyh materialov. / Ju.M. Bazhenov – M.: Strojizdat.-1986. – 206s.

[5] Kaushanskij V.E. Termoobrabotka domennogo granulirovannogo shlaka kak odin iz sposobov ego gidravlicheskoj aktivnosti / V.E. Kaushanskij, O.Ju. Bazhenova, A.S. Trubicyn // Izvestija vuzov. Stroitel'stvo.-2002.-№4.-S.54-56.

[6] Bazhenov Ju.M. Tehnologija betona / Ju.M. Bazhenov. –M.: ASV, 2002.-500s.

[7] Korneev A.D. Stroitel'nye kompozicionnye materialy na osnove shlakovyh othodov. / A.D. Korneev, M.A. Goncharova, E.A. Bondarev-Lipeck.-2002.-120s.

[8] Sajbulatov S.Zh., Kasymova R.E. Issledovanie zol TJeS kak syr'ja dlja proizvodstva zologlinjanogo kirpicha metodom polusuhoego pressovanija//Trudy VNIИstroma. – M., 1978. Вып. 31(15). – S. 99.

К.А.БИСЕНОВ, А.А.АКЧАБАЕВ, С.С.УДЕРБАЕВ, Г.И.ИСАМБАЕВА

Кызылординский государственный университет им. Коркыт Ата

О КОМПЛЕКСНОМ ПРИМЕНЕНИИ ЗОЛОТХОДОВ В ПРОИЗВОДСТВЕ МИНЕРАЛЬНЫХ ВЯЖУЩИХ ВЕЩЕСТВ И БЕТОНОВ

Ключевые слова: золоотвалы, химический состав, бетон, добавка.

Аннотация: В статье приведены сведения об использовании накопленных золоотвалов Кызылординской теплоэнергоцентрали в зависимости от химико-минералогического состава в производстве минеральных вяжущих веществ и бетонов. Обозначены направления комплексного применения золы в производстве строительных материалов. Разработана технология золошлакобетона на основе отходов ТЭЦ г. Кызылорда. Определены основные физико-механические свойства полученного золошлакобетона и вяжущего вещества. Приведены технологические параметры и переделы предложенного производства.

Поступила 11.08.2014 г.