

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

SERIES CHEMISTRY AND TECHNOLOGY

ISSN 2224-5286

Volume 2, Number 416 (2016), 82 – 86

## NEW RAW MATERIALS FOR ENERGY-EFFICIENT PRODUCTION TECHNOLOGY OF WHITE PORTLAND CEMENT

A.Zh.Alzhanova., A.A.Bitekova, G. A. Suleimbek, E.S. Dubinina, G.Z.Turebekova,  
G. Sh. Omashova, A.S. Naukenova, Sh.K. Shapalov, S.B.Zhumatayeva.

<sup>1</sup> M. Auezov South Kazakhstan State University, c. Shimkent,  
Republic of Kazakhstan  
g.ture@mail.ru

**Keywords:** Portland cement, clinker, cement raw sludge, sludge moisture mineralizer clinker.

**Annotation:** Analysis cost cements Kazakhstan plants shows that a fuel consumption cost of cement is 30-45%, 12- 15% power, the cost of raw materials and 20-30%. The cost of clinker fuel costs reach 60-70%. Therefore, reducing the cost of fuel and electricity in the cement industry is of great importance, as it allows to reduce production costs and to save significant amounts of energy. Reducing the moisture content of raw slurry with chemical additives can reduce specific heat consumption for clinker burning and po-vysheniyu performance rotary kilns. On evaporation of moisture shla-ma it required 35% of the total heat consumption. In addition to reducing sludge humidity (when entering their dry) compared to traditional batch firing 60 kcal / kg sni-zhaetsya fuel consumption. Especially effective replacement of silica-containing component domain, elektrotermofosfornymi and other slags, zo-lami TPP. Studies have shown the use of ash as a partial replacement of clay component in the wet process. In this case, you can expect an increase in productivity - by 5% and reducing coal consumption for the clinker burning 8%.

УДК 666.940

## НОВОЕ СЫРЬЕ ДЛЯ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕЙ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА БЕЛОГО ПОРТЛАНДЦЕМЕНТА

А. Ж. Альжанова, А.А Битекова, Г. А. Сулеймбек, Е. С. Дубинина,  
Г. З. Туребекова, Г.Ш.Омашева, А. С. Наукенова, Ш.К. Шапалов, С.Б. Жуматаева

Южно-Казахстанский государственный университет им. М.Ауезова г. Шымкент,  
Республика Казахстан

**Ключевые слова:** портландцемент, клинкер, сырьевые цементные шламы, влажности шлама, минерализаторы, клинкерообразование.

**Аннотация.** Анализ себестоимости цементов казахстанских заводов показывает, что расход топлива в себестоимости цемента составляет 30-45%, электроэнергии 12- 15%, расходы на сырье и материалы 20-30%. В себестоимости клинкера затраты на топливо доходят до 60-70%. Поэтому снижение затрат на топливо и электроэнергию в цементной промышленности имеет большое значение, так как позволяет снизить себестоимость продукции и экономить значительные количества энергоресурсов. Снижение влажности сырьевого шлама с помощью химических добавок способствует уменьшению удельного расхода тепла на обжиг клинкера и повышению производительности вращающихся печей. На испарение влаги шлама требуется 35% общего расхода тепла. Кроме снижения влажности шлама (при вводе их в сухом виде) по сравнению с обжигом традиционной шихты на 60 ккал/кг снижается расход топлива. Особенно эффективна замена кремнеземосодержащего компонента доменными, электротермофосфорными и другими шлаками, золами ТЭС. Исследования показали возможность использования золошлаков в качестве частичной замены

глинистого компонента при мокром способе производства. При этом можно ожидать увеличения производительности - на 5% и снижение расхода угля на обжиг клинкера на 8%.

### Введение

Портландцемент, являющийся в настоящее время одним из важнейших строительных материалов, это весьма энергоемкий продукт. Высокотемпературный обжиг клинкера и тонкий помол сырья, топлива и готовой продукции обуславливают значительный расход топлива и электроэнергии на отдельных переделах технологического процесса. Анализ себестоимости цемента казахстанских заводов показывает, что расход топлива в себестоимости цемента составляет 30-45%, электроэнергии 12- 15%, расходы на сырье и материалы 20-30%. В себестоимости клинкера затраты на топливо доходят до 60-70%. Поэтому снижение затрат на топливо и электроэнергию в цементной промышленности имеет большое значение, так как позволяет снизить себестоимость продукции и экономить значительные количества энергоресурсов [1].

Широкое использование в производстве цемента различных техногенных продуктов и отходов промышленности в качестве сырья и активных минеральных добавок позволяет экономить природные сырьевые ресурсы, снижает расходы на транспортировку и хранение отходов, на содержание хранилищ, снижает загрязнение окружающей среды, позволяет сохранить экологическую обстановку.

### Методы исследования

Сырьевые цементные шламы - это полидисперсные, полиминеральные шламы, в которых твердая фаза представлена частицами известняка, кварца и других материалов, а жидкая - водой. По мере роста влагосодержания затраты тепла на испарение воды резко возрастают и при влажности шлама около 40% составляют примерно половину общего расхода тепла на обжиг клинкера - 613 ккал/кг. Поэтому наибольший эффект при снижении содержания воды в шламе может быть получен на заводах, использующих шлам высокой влажности.

В сырьевом цементном шламе каждая частичка известняка или кварца окружена коллоидной глинистой пленкой, на поверхности которой образуется адсорбционный слой ориентированных молекул воды [2,3]. Количество воды в шламе является одним из главных факторов, обуславливающих его текучесть. В настоящее время различают три формы связанной воды: химически связанная, адсорбционная (хемосорбированная) и капиллярно - связанная.

Снижение влажности сырьевого шлама с помощью химических добавок способствует уменьшению удельного расхода тепла на обжиг клинкера и повышению производительности вращающихся печей. На испарение влаги шлама требуется 35% общего расхода тепла. Снижение влажности шлама на 1% с 40% до 39% означает уменьшение расхода воды с 0,667 до 0,639 кг на 1 кг сухого сырья, т.е. на 4,2%. Расход тепла на испарение воды и перегрев пара уменьшается на 22 ккал/кг клинкера. Повышение производительности печи за счет снижения влажности шлама на 3-4% составит около 3-5% и примерно на столько же сокращается и удельный расход топлива [4]. Таким образом, ясно, что готовить шлам и обжигать необходимо при минимально возможной его влажности. Наименьшая влажность шлама определяется его способностью без затруднений транспортироваться по трубопроводам. Шлам, имеющий меньшую влажность, имеет и меньший объем. Вследствие этого уменьшается нагрузка на мельницы, шламовые насосы и бассейны, что приводит к уменьшению расхода электроэнергии для его транспортировки и перемешивания.

Химические вещества, используемые для разжижения сырьевых шламов можно разделить на три группы: защитные коллоиды, структурообразователи и коагуляторы. Защитные коллоиды адсорбируются на поверхности частичек и увеличивая толщину сольватных оболочек приводят к пластификации и снижению прочности дисперсной системы [5]. Ко второй группе веществ относятся все щелочные электролиты, к третьей - нейтральные или кислые соли и кислоты. Хорошую разжижаемость сырьевых цементных шламов при введении комплексных добавок можно объяснить аддитивностью разжижающего действия отдельных компонентов добавки. Водопотребность шлама, а также его разжижаемость в значительной мере зависят от количественного содержания молекулярно связанной адсорбционной воды, образующей гидратные оболочки. Определенную роль играет также иммобилизованная вода, механически

захваченная агрегатами структур. Адсорбционная вода определяет гидрофильность дисперсной системы.

Каолинит, из которого, в основном, состоит глинистая составляющая Састобинского шлама, обладает меньшей удельной поверхностью и обменной способностью по сравнению с другими глинистыми минералами. У каолина, способные к обмену катионы находятся только на внешней поверхности кристалла, а у бентонитов вследствие их способности к внутрикристаллическому набуханию, а также у монтмориллонита, катионный обмен может происходить также внутри кристалла. С увеличением степени набухания растет также удельная поверхность. Эти факторы - малая удельная поверхность и способность к ионному обмену каолинита Састобинского сырьевого шлама, обуславливают его значительное разжижение при введении исследованных нами добавок.

Основным и самым энергоемким переделом в производстве портландцемента является обжиг клинкера, потребляющий до 80% общей энергии. На выпуск 1 т клинкера по мокрому способу расходуется в среднем 210-230 кг >сл. топлива и 100-130 квт-ч электроэнергии. Следовательно, производительность печи и удельный расход топлива, при прочих равных условиях, зависят от разности температуры дымовых газов и материала. Чем ниже температура спекания материала, тем выше производительность печи и ниже расход топлива. При неизменной тепловой мощности печи снижение удельного расхода топлива повышает ее производительность. Таким образом, интенсификации процесса обжига и уменьшения расхода топлива можно добиться снижением температуры спекания клинкера, что достигается с помощью минерализаторов. Минерализаторами называются вещества, которые при содержании в сырьевой смеси в небольших количествах ускоряют процессы образования клинкерных минералов. К ним относятся фториды, кремнефториды, хлориды, карбонаты, сульфаты различных металлов, которые снижают температуру и улучшают процесс клинкерообразования. Минерализующее действие оказывают также ряд отходов промышленности: фосфогипс, электротермофосфорные шлаки, хвосты обогатительных фабрик, некоторые шлаки цветной металлургии. Минерализующее действие добавок на глинистые минералы сводится к ускорению процессов их дегидратации, разрушению кристаллической решетки и аморфизации продуктов разрушения. Отмечается и определенное влияние минерализатора на появление новых фаз и частичных эвтектик и расплавов. Все это вместе взятое повышает реакционную способность глинистой составляющей цементной сырьевой смеси в присутствии минерализаторов. Фтористые минерализаторы также снижают вязкость расплава, ускоряют взаимодействие  $CaO$  с  $C23$  и кристаллизацию новых фаз. Другим путем снижения теплотрат на процесс клинкерообразования является снижение энтальпии клинкерообразования. Другой путь снижения расхода топлива на обжиг - это изменение минералогического состава клинкера. Разработаны белитосульфоалюминатный клинкер и цементы на его основе. Экономичным является замена глинистого компонента техногенными материалами. Кроме снижения влажности шлама (при вводе их в сухом виде) по сравнению с обжигом традиционной шихты на 60 ккал/кг снижается расход топлива. Особенно эффективна замена кремнеземсодержащего компонента доменными, электротермофосфорными и другими шлаками, золами ТЭС.

### **Результаты исследований**

Было приготовлено 27 сырьевых смесей с различным вводом огара -1,2,3% огарок для смесей содержащих 5,10,15% золы и смеси двухкомпонентные ( известняк + зола). Для каждой одинаковой дозировки и золы были приготовлены по три смеси с различным КН. Приготовление сырьевых смесей, образцов осуществляли описанным выше способом, обработку образцов производили резко в течении 40 мин при заданной температуре. С целью установления влияния условий обжига и остаточного углерода на прочность получаемого клинкера три смеси были обожжены постепенным обжигом по режиму. Эти же смеси приготовлены на предварительно прокаленной золе и обожжены по принятому, резкому обжигу. Для части экспериментов для определения прочности готовили цементные образцы по соответствующей методике, изложенной в лабораторном регламенте [5].

### Обсуждение результатов

Полученные данные показывают, что оптимальный ввод для максимальной температуры обжига - 1450°C в смеси с содержанием золы до 15% находится в пределах 1-2%, а с содержанием золы > 15% этот оптимум несколько выше 2-3%, хотя изменение по прочности при увеличении гипса > 1% незначительное. Сравнение содержания SO<sub>3</sub> расчетного и фактического показывает что ~ 50% серного ангидрита улетучивается в процессе обжига. Химический анализ выборочных клинкеров, расчетные значения минералогического с вычетом CaO на связывание SO<sub>3</sub> в CaSO<sub>4</sub> приведены в таблице. Оптимальный минералогический состав, найденный иммерсионным микроскопическим методом характеризуется повышенным содержанием галита в смесях. Это свидетельствует в пользу того, что затраты кальция на образование CaSO<sub>4</sub> не уменьшают основность среды формирования галита, видимо за счет образования других клинкерных фаз.

### Выводы

Результаты проведенных исследований показали возможность использования золошлаков в качестве частичной замены глинистого компонента при мокром способе производства. При этом можно ожидать увеличения производительности - на 5% и снижение расхода угля на обжиг клинкера на 8%.

### Источник финансирования исследований

Источник финансирования исследований – научно-исследовательская лаборатория ИРЛИП ЮКГУ им. М.Ауезова. Источник финансирования исследования - ЮКГУ им. М.Ауезова.

### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Ракишев Б.Р., Дауренбекова А.Н. Надежная база для развития промышленности строительных материалов Казахстана // Проблемы и пути инновационного развития горно-металлургической отрасли. Сборник научных статей Международ. НТК. – Алмата: 2014. – С.101-104
- [2] Классен В.К., Борисов И.Н., Мануйлов В.Е. Техногенные материалы в производстве цемента: монография. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2008. – С.17-31.
- [3] Таймасов Б.Т. Химическая технология вяжущих материалов: Учебник. – Шымкент: ЮКГУ им.М.Ауезова, 2014.-С.262-277.
- [4] Taimasov V.T., Seitzhanov S.S., Khudyakova T.M., Alzhanova A.Zh., Nekipelov S.A., Dauletyarov M.S. Energy saving raw mixes for oil-well Portland cement production // Industrial technology and engineering. -2014. - №1 (10). – P. 77-84.
- [5] Афанасьева Н.И. Современное состояние минерально-сырьевой базы пуццолановых добавок для производства цемента // Цемент и его применение. 2015. №2. – С. 32-36.
- [6] ГОСТ Р54194-2010. Ресурсосбережение. Производство цемента. Наилучшие доступные технологии повышения энергоэффективности.
- [7] Государственная программа форсированного индустриально-инновационного развития Республики Казахстан на 2010-2014годы. – Астана, 2010г.
- [8] Программа развития промышленности строительных материалов, изделий и конструкций Республики Казахстан.- Астана, 2004г.
- [9] Государственная программа жилищного строительства Республики Казахстан.- Астана, 2004г.
- [10] Таймасов, Б.Т. Тұтастырғыш заттардың химиялық технологиясы. Оқулық / Б.Т. Таймасов, А.Ж.Әлжанова. – Шымкент: М.Әуезов ат. ОҚМУ, 2013. –382 б.
- [11] Таймасов, Б.Т. Тұтастырғыш заттардың арнайы технологиясы. Оқулық / Б.Т. Таймасов, А.Ж.Әлжанова. – Шымкент: М.Әуезов ат. ОҚМУ, 2014. –325 б.
- [12] Классен, В.К. Технология и оптимизация производства цемента: краткий курс лекции: учеб. пособие / В.К.Классен. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2012. – 308 с.
- [13] Классен, В.К. Техногенные материалы в производстве цемента: монография / В.К. Классен, И.Н. Борисов, В.Е. Мануйлов; – Белгород: Изд-во БГТУ, 2008. – 126 с.
- [14] Лугинина, И.Г. Химия и химическая технология неорганических вяжущих материалов: учеб. пособие / И.Г. Лугинина. – Белгород: Изд-во БГТУ им. Г.Шухова, 2004.– Ч. 1. – 240 с.
- [15] Лугинина, И.Г. Химия и химическая технология неорганических вяжущих материалов: учеб. пособие / И.Г. Лугинина. – Белгород: Изд-во БГТУ им. Г.Шухова, 2004. – Ч. 2. – 199 с.
- [16] Таймасов, Б.Т. Технология производства портландцемента: учеб. пособие / Б.Т. Таймасов. – Шымкент: Изд-во ЮКГУ, 2004. –293с.
- [17] Энтин З.Б., Нефедова Л.С., Стржалковская Н.В. Золы ТЭС - сырье для цемента и бетона // Цемент и его применение. 2012. № 2. – С. 40-46.
- [18] Уфимцев В.М., Капустин Ф.Л., Пьячев В.А. Проблемы использования техногенного сырья в производстве цемента // Цемент и его применение. 2009. № 6. – С. 86-90.

REFERENCES

- [1] Rakishev B.R., Daurenbekova A.N. Nadezhnaja baza dlja razvitija promyshlennosti stroitel'nyh materialov Kazahstana // Problemy i puti innovacionnogo razvitija gorno-metallurgicheskoy otrasli. Sbornik nauchnyh statej Mezhdunarod. NTK. Almata: 2014. S.101-104
- [2] Klassen V.K., Borisov I.N., Manujlov V.E. Tehnogennye materialy v proizvodstve cementa: monografija. Belgorod: Izd-vo BGTU, 2008. S.17-31.
- [3] Tajmasov B.T. Himicheskaja tehnologija vjazhushhij materialov: Uchebnik. Shymkent: JuKGU im.M.Auezova, 2014.- S.262-277.
- [4] Taimasov B.T., Seitzhanov S.S., Khudyakova T.M., Alzhanova A.Zh., Nekipelov S.A., Dauletyarov M.S. Energy saving raw mixes for oil-well Portland cement production // Industrial technology and engineering. 2014. №1 (10). R. 77-84.
- [5] Afanas'eva N.I. Sovremennye sostojanie mineral'no-syr'evoj bazy puccolanovyh dobavok dlja proizvodstva cementa // Cement i ego primenenie. 2015. №2. – S. 32-36.
- [6] GOST R54194-2010. Resursoberezhenie. Proizvodstvo cementa. Nailuchshie dostupnye tehnologii povysheniya energojeffektivnosti.
- [7] Gosudarstvennaja programma forsirovannogo industrial'no-innovacionnogo razvitija Respubliki Kazahstan na 2010-2014gody. – Astana, 2010g.
- [8] Programma razvitija promyshlennosti stroitel'nyh materialov, izdelij i konstrukcij Respubliki Kazahstan.- Astana, 2004g.
- [9] Gosudarstvennaja programma zhilishhnogo stroitel'stva Respubliki Kazahstan.- Astana, 2004g.
- [10] Tajmasov, B.T. Tytastyrysh zattardyñ himijalyk tehnologijasy. Oqulyk / B.T. Tajmasov, A.Zh.Əl'zhanova. Shymkent: M.Əuezov at. OQMU, 2013. 382 b.
- [11] Tajmasov, B.T. Tytastyrysh zattardyñ amajy tehnologijasy. Oqulyk / B.T. Tajmasov, A.Zh.Əl'zhanova. – Shymkent: M.Əuezov at. OQMU, 2014.3 25 b.
- [12] Klassen, V.K. Tehnologija i optimizacija proizvodstva cementa: kratkij kurs lekcii: ucheb. posobie / V.K.Klassen. Belgorod: Izd-vo BGTU, 2012. 308 s.
- [13] Klassen, V.K. Tehnogennye materialy v proizvodstve cementa: monografija / V.K. Klassen, I.N. Borisov, V.E. Manujlov; – Belgorod: Izd-vo BGTU, 2008. 126 s.
- [14] Luginina, I.G. Himija i himicheskaja tehnologija neorganicheskij vjazhushhij materialov: ucheb. posobie / I.G. Luginina. Belgorod: Izd-vo BGTU im. G.Shuhova, 2004. Ch. 1. 240 s.
- [15] Luginina, I.G. Himija i himicheskaja tehnologija neorganicheskij vjazhushhij materialov: ucheb. posobie / I.G. Luginina. – Belgorod: Izd-vo BGTU im. G.Shuhova, 2004. Ch. 2. 199 s.
- [16] Tajmasov, B.T. Tehnologija proizvodstva portlandcementsa: ucheb. posobie / B.T. Tajmasov. Shymkent: Izd-vo JuKGU, 2004. –293s.
- [17] Jentin Z.B., Nefedova L.S., Strzhalkovskaja N.V. Zoly TJeS - syr'e dlja cementa i betona // Cement i ego primenenie. 2012. № 2. – S. 40-46.
- [18] Ufimcev V.M., Kapustin F.L., P'jachev V.A. Problemy ispol'zovanija tehnogennogo syr'ja v proizvodstve cementa // Cement i ego primenenie. 2009. № 6. – S. 86-90.

**АҚ ПОРТЛАНДЦЕМЕНТ ӨНДІРІСІНІҢ ЭНЕРГИЯ ҮНЕМДЕУШІ ТЕХНОЛОГИЯСЫНА  
АРНАЛҒАН ЖАҢА ШИКІЗАТТАР**

**А. Ж. Альжанова, А.А Битекова, Г. А. Сулеймбек, Е. С. Дубинина,  
Г. З. Туребекова, Г.Ш.Омашева, А. С. Наукенова, Ш.К. Шапалов, С.Б. Жуматаева.**

<sup>1</sup>М.Əuezov атындағы Оңтүстік Қазақстан мемлекеттік университеті  
Шымкент қ., Қазақстан Республикасы

**Түйін сөздер:** Портландцемент, клинкер, цемент шикізат шламдары, шламның ылғалдылығы, минерализаторлар, клинкер түзілу.

**Аңдатпа.** Қазақстандық зауыттардың цементтерінің өзіндік құнын талдау көрсеткендей, цементтің өзіндік құнындағы отынның шығыны 30-45 %, электрэнергиясы 12-15 %, шикізат пен материалдардың шығыны 20-30 % құрайды. Клинкердің өзіндік құнындағы отын шығындары 60-70 % дейін жетеді. Сондықтан цемент өнеркәсібіндегі отын мен электрэнергиясының шығынын төмендету үлкен маңызға ие, себебі өнімнің өзіндік құнын азайтуға және энергия қорларының айтарлықтай мөлшерін үнемдеуге мүмкіндік береді. Шикізат шламның ылғалдылығын химиялық қоспалардың көмегімен төмендету клинкерді күйдіруге жұмсалатын жылуың меншікті шығынын азайтуға және айналымы пептердің өнімділігін арттыруға септігін тигізеді. Шлам ылғалдылығының булануына жалпы жылу шығынының 35 % қажет болады. Шламның ылғалдылығын төмендетуден басқа (оларды құрғақ күйінде енгізгенде) дәстүрлі шикізатты күйдірумен салыстырғанда отын шығыны 60 ккал/кг азаяды. Әсіресе кремнеземқұрамдас құраушыларды домналы, электротермофосфорлы және өзге де шлактармен, ЖЭС күлдерімен алмастырудың тиімділігі жоғары. Зерттеулер күлдішлактарды өндірістің сулы тәсілінде сазды құраушының бір бөлігін алмастырғыш ретінде пайдалану мүмкіндігін көрсетті. Мұнда өнімділіктің - 5 %-ға артуын және клинкерді күйдіруге жұмсалатын көмір шығынының 8 %-ға төмендеуін күтуге болады.

Поступила 23.05.2016 г.