

УДК 666.94.01

Е.А. Алтыбаев, Б.Т. Таймасов*, А.М. Рахимов

магистрант, Южно-Казахстанский университет им. М. Ауэзова, Шымкент, Казахстан
д.т.н., профессор, Южно-Казахстанский университет им. М. Ауэзова, Шымкент, Казахстан
докторант, Южно-Казахстанский университет им. М. Ауэзова, Шымкент, Казахстан

*Автор для корреспонденции: taimasovukgu@mail.ru

ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ПРОЦЕССОВ ПОМОЛА КЛИНКЕРА ТОО «КАСПИЙЦЕМЕНТ»

Аннотация

Исследованы процессы помола цемента при введении интенсификатора помола LS 3020. Установлено, что процесс помола цементов с добавками 0,025-0,1 % LS 3020 завершается за 25 минут тогда как без добавки цемент размальывается 35 мин. Удельная поверхность цементов с ПАВ увеличивается и составляет от 3170 см²/г до 3200 см²/г. Оптимальной является дозировка ПАВ величиной 0,025 % или 250 г на 1 т цемента. Дальнейшее увеличение дозировки добавки до 0,05 и 0,1 % не изменяет дисперсные характеристики измельчаемого цемента. Оптимальная дозировка LS 3020 не снижает прочностные характеристики цементов о чем свидетельствуют показатели прочности через 3 и 28 суток твердения, содержание химически связанной воды в гидратированном цементном камне.

Ключевые слова: помол цемента, интенсификация, поверхностно-активные вещества, расход электроэнергии, гидратация, прочность

Введение

Процесс помола цемента является весьма энергоемким. При помоле цемента в шаровых трубных мельницах расход электроэнергии составляет от 40 до 60 кВт·ч/т цемента при общем расходе на весь процесс получения цемента до 110 – 140 кВт·ч/т [1,2]. Поэтому, вопросы интенсификации измельчения цемента, снижения удельного расхода электроэнергии на помол цемента являются актуальными. При этом одновременно снижаются выбросы CO₂ для выпуска единицы продукции.

Целью исследования является изыскание путей интенсификации помола цемента с помощью добавок поверхностно-активных веществ (ПАВ), повышение производительности мельниц, снижение расхода электроэнергии и изучение влияния добавок-интенсификаторов на процессы гидратации и твердения цементов.

Задачами исследований являются определение оптимальной дозировки ПАВ, влияния величины дозировки и вида ПАВ на процессы помола клинкера, гидратации и твердения цементов, физико-химические исследования процессов гидратации и твердения цементного камня в присутствии добавок.

Теоретические основы процессов помола цемента

Интенсификаторы помола улучшают измельчаемость цемента и поэтому нашли применение в производстве. Поскольку в процессе измельчения, когда размер частиц цемента уменьшается до микронного уровня, частицы становятся однородными по массе, дефекты уменьшаются, а прочность и твердость увеличиваются, сложность помола значительно возрастает. В то же время склонность микрочастиц к агломерации друг с другом (с образованием вторичных или третичных частиц) значительно возрастает за счет значительного увеличения удельной поверхности и удельной поверхностной энергии. Если не будут приниматься определенных мер, то эффективность помола снизится, и удельное энергопотребление продукта значительно увеличится [2].

Существуют две основные точки зрения на механизм действия интенсификаторов помола. Во-первых, теория "адсорбционного понижения твердости хрупких тел" (Академик П.А. Ребиндер), гласит, что адсорбция молекул интенсификатора помола на частицах измельчаемого материала снижает поверхностную энергию частиц, вызывает миграцию дислокаций кристаллических решеток поверхностного слоя, что приводит к образованию точечных или линейных дефектов, тем самым снижается прочность и твердость частиц, и в то же время, препятствуется закрытие зарождающихся трещин и добавки способствуют расширению трещин [2,3]. Во-вторых, теория «реология порошка»: интенсификатор помола регулирует реологические свойства цементного порошка и поверхностные электрические свойства частиц цемента, что позволяет снизить вязкость частиц и способствовать их диспергированию, тем самым улучшить текучесть порошка и предотвратить налипание частиц цемента на мелющие тела и футеровку мельницы, а также агломерацию частиц между собой [4].

Эти две теории не противоречат друг другу; на самом деле, адсорбированные молекулы интенсификатора помола сначала снижают разрывную прочность, предотвращая повторное соединение (восстановление, самозалечивание) микротрещин, а затем, после разделения частиц, предотвращают агломерацию мелких частиц друг с другом.

Практика показала, что использование интенсификаторов помола является наиболее эффективным в случае прилипания материала к шарам и бронефутеровке в процессе помола. Следует подчеркнуть, что интенсификаторы помола также могут повысить эффективность помола и при отсутствии прилипания к шарам.

При использовании интенсификаторов помола для повышения их эффективности необходимо учитывать определенные условия.

Важным является контроль за способом введения интенсификаторов помола. Способ введения добавки включает в себя два аспекта: во-первых, выбор точки введения; во-вторых, контроль объема добавления.

Допустим, что потребление интенсификатора помола на производство тонны цемента составляет 300 г, и удельная поверхность цемента по БЭТу равна $300 \text{ м}^2/\text{кг}$, тогда общая поверхность одной тонны цементных частиц составляет приблизительно $300\,000 \text{ м}^2$. Для того чтобы интенсификаторы помола были эффективными, они должны быть равномерно диффундированы по всем частям реакции на поверхности этих частиц, то есть в местах, где электровалентные связи на их поверхности были разделены в процессе помола. Допустим, что точки реакции составляют 10% от всей поверхности частиц, то интенсификатор помола должен быть распределен на площадь $30\,000 \text{ м}^2$ [4]. Следовательно, правильное распределение интенсификатора помола по поверхности цемента является обязательным, и, насколько это возможно, жидкие интенсификаторы помола используются с соответствующим разбавлением водой. Интенсификатор помола если возможно, необходимо вводить непосредственно в мельницу. В идеальном случае надо его впрыскивать к мелкому материалу во вторую камеру тонкого помола мельницы.

Контроль за добавлением интенсификатора помола в основном заключается в обеспечении равномерности и обоснованности объема добавляемых интенсификаторов помола. Следует равномерно увеличивать или уменьшать дозировку интенсификатора помола в зависимости от изменения объема материала в мельнице и поддерживать разумную дозировку. Неравномерное или чрезмерное добавление интенсификатора помола легко приведет к нестабильной работе мельницы, что не только не увеличит производительность, но и повлияет на нормальное производство. Эта проблема кажется простой, но она часто является наиболее важным аспектом использования интенсификаторов помола, оказывая прямое влияние на экономические выгоды предприятия.

Экспериментальная часть

На цементном заводе ТОО «Каспий Цемент» международной фирмы HeidelbergCement (Германия) мощностью 900 тыс. тонн для получения цементов используется клинкер, двухводный гипс, доменный шлак темиртауского металлургического комбината [5]. Химический состав клинкера, гипса и шлака приведен в таблице 1.

Таблица 1 - Химический состав клинкера ТОО «Каспийцемент», гипса и доменного шлака

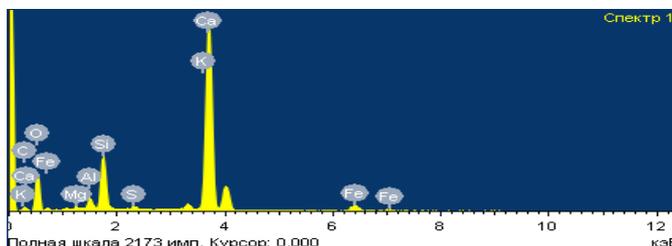
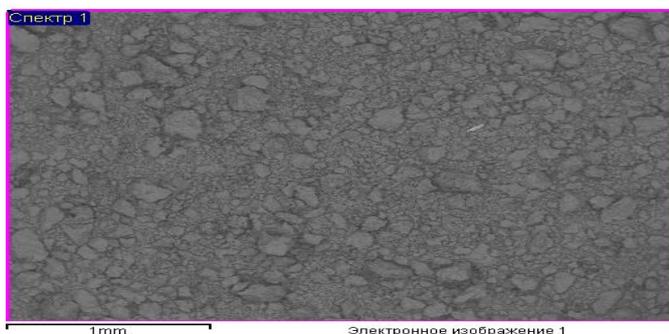
Материал	Химический состав материалов, масс. %							
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	K ₂ O	Na ₂ O
Клинкер	15,74	2,91	5,15	60,39	0,75	1,1	1,19	-
Доменный шлак	25,28	10,07	-	33,81	7,13	2,57	0,65	0,89
Гипс	2,63	0,57	-	28,5	2,17	36,05	0,17	-

Химический анализ материалов выполнен по ГОСТ 5382-2019 Цементы и материалы цементного производства [6-8]. Доменный гранулированный шлак является отходом металлургического производства и должен удовлетворять требованиям ГОСТ 3476-2019 [9]. Получаемый портландцемент должен удовлетворять требованиям ГОСТ 31108-2020 Цементы общестроительные. Технические условия [10]. Исследуемые материалы были измельчены в фарфоровой ступке до прохождения через сито №008 и направлены в лабораторию «Ирлип» для выполнения растрово-электронно-микроскопического (РЭМ), термографического (ДТА) и ИК-спектроскопического (ИКС) анализов [8,11].

Растрово-электронный микроскопический анализ (РЭМ) клинкера ТОО «Каспий цемент» гипсового камня и доменного гранулированного шлака приведены на рисунках 1,2 и 3.

И1-6 Клинкер КаспийцементП "К и Б Муез

Элемент	Весовой %	Оксидный %
C	2.06	
O	40.37	
Mg	0.45	0,75
Al	1.54	2,91
Si	7.36	15,74
S	0.44	1,1
K	0.99	1,19
Ca	43.17	60,39
Fe	3.60	5,15
Итоги	100.00	

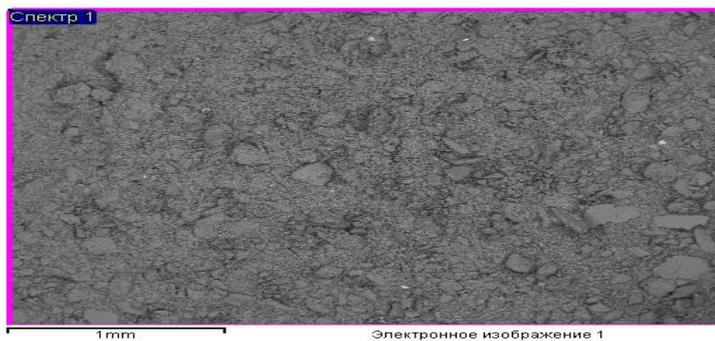


Комментарий: клинкер Каспийцемент

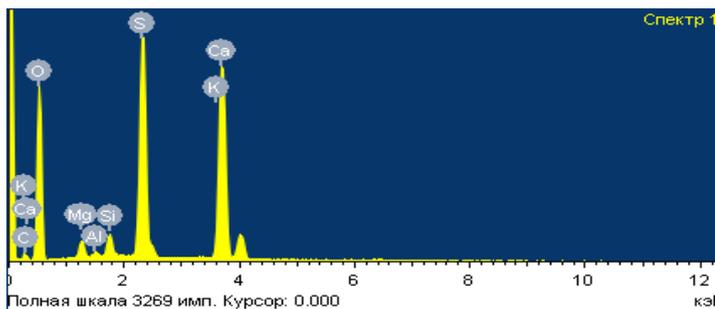


Рисунок 1. Растрово-электронномикроскопический анализ клинкера ТОО «Каспийцемент»

Гипс Каспийцемент



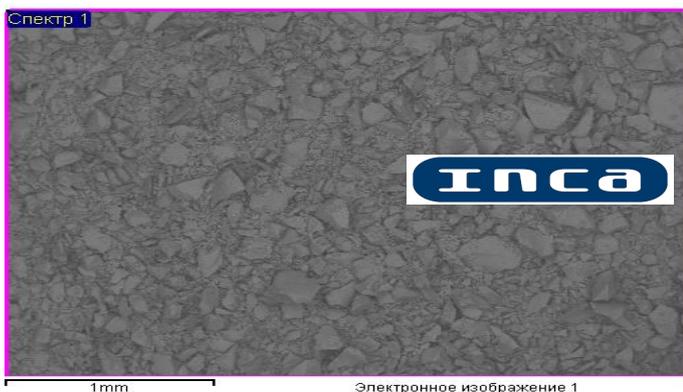
Элемент	Весовой %	Оксидный %
C	8,67	
O	53,88	
Mg	1,31	2,17
Al	0,30	0,57
Si	1,23	2,63
S	14,42	36,05
K	0,14	0,17
Ca	20,05	28,05
Итого	100,00	



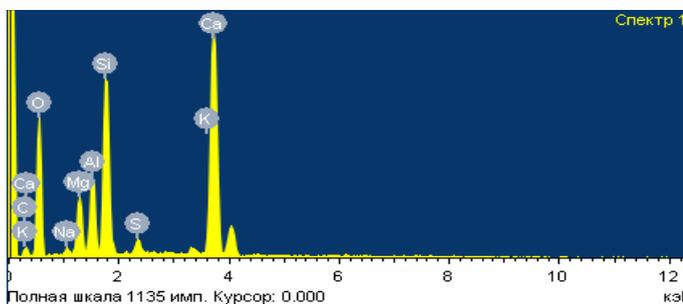
Комментарий: гипс Каспийцемент

Рисунок 2. Растрово-электронномикроскопический анализ гипса

1-4 Шлак Каспий



Элемент	Весовой %	Оксидный %
C	5,58	
O	46,57	
Na	0,66	0,89
Mg	4,30	7,13
Al	5,33	10,07
Si	11,82	25,28
S	1,03	2,57
K	0,54	0,65
Ca	24,17	33,81
Итого	100,00	



Комментарий: шлак доменный



Рисунок 3. Растрово-электронномикроскопический анализ доменного шлака

Процесс помола цемента с добавками ПАВ LS 3020 изучали в лабораторной мельнице. Клинкер был предварительно измельчен в лабораторной щековой дробилке и дисковом истирателе до размеров частиц от 5-8 мм до 0,2-0,3 мм. Масса измельчаемого цемента в мельнице составляла 1 кг. Масса мелющих тел – шаров и цилиндров были постоянными – 9 кг. Через заданные промежутки времени помола отбирали пробы материала, определяли остаток на сите № 008 и удельную поверхность порошка на приборе ПСХ-К [7,8]. Прочность цементного камня определяли на малых образцах-кубиках размерами 2x2x2 см через 3 и 28 суток твердения в воде [12,13].

Результаты и обсуждение

Определен гранулометрический состав клинкера ТОО «Каспийцемент» после дискового истирателя. Пробу 1 кг дробленого клинкера пропускали через сита и определяли остаток. Данные приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Гранулометрический состав клинкера ТОО «Каспийцемент» после прохождения через дисковый истиратель

Остаток на сите, %					
5мм	2,5мм	1,25мм	0,5мм	0,315мм	Прошло через сито 0,315мм
15	44	17	9	3	12

Как видно из данных, основная масса дробленого клинкера – 76 % - после дискового истирателя имеет размеры частиц от 1,25 мм до 5-8 мм.

В лабораторной мельнице изучена сравнительная размолоспособность бездобавочных клинкеров 3 заводов – ТОО «Каспийцемент», ТОО «Стандарт цемент» и ТОО «Састобе Технолоджис». Пробы клинкера массой 950 г и двухводного гипса 50 г размалывали в лабораторной мельнице, через заданные промежутки отбирали пробы и определяли остаток на контрольном сите № 008, у конечной пробы определяли удельную поверхность цемента. Данные приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Сравнительная размолоспособность клинкеров разных цементных заводов

Клинкер завода	Остаток на сите №008, %, при продолжительности помола						Удельная поверхность, см ² /г
	20 мин	25 мин	30 мин	35 мин	40 мин	45 мин	
ТОО «Каспийцемент»	28,2	16,4	9,0	6,2	-	-	2930
ТОО «Састобе Технолоджис»	46,8	34,0	25,6	17,6	12,0	7,4	4001
ТОО «Стандарт Цемент»	27,4	16,4	10,2	5,2	-	-	2920

Как видно из данных таблицы 3, лучшая размолоспособность наблюдается у клинкеров ТОО «Каспийцемент» и ТОО «Стандарт Цемент». В процессе помола в лабораторной мельнице в течение 35 минут достигается остаток на сите №008 5,2 и 6,2 %, удельная поверхность цементов составила 2920 и 2930 см²/г. Клинкер Састобе цемент размалывается хуже. Остаток на сите №008 равный 7,4 % достигается за 45 минут помола. Однако, удельная

поверхность цементного порошка этого завода значительно выше и составляет 4000 см²/г.

Изучено влияние дозировки интенсификатора помола на процесс измельчения клинкера ТОО «Каспийцемент». Добавку интенсификатора в количестве 0,025 %, 0,05 %, 0,1 % вводили в лабораторную мельницу на измельчаемый клинкер с помощью пипетки. Полученные данные приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Влияние дозировки LS 3020 на процесс измельчения клинкера ТОО «Каспийцемент»

Количество добавки LS 3020, %	Остаток на сите №008, %, при продолжительности помола				Удельная поверхность конечной пробы, см ² /г
	20 мин	25 мин	30 мин	35 мин	
Без добавки	28,2	16,4	9,0	6,2	2930
0,025	15,8	5,4	-	-	3170
0,05	14,1	4,9	-	-	3190
0,1	14,3	4,9	-	-	3200

Процесс помола цементов с добавками 0,025-0,1 % ПАВ завершается за 25 минут тогда как без добавки цемент размалывается 35 мин. Удельная поверхность цементов с ПАВ увеличивается и составляет от 3170 см²/г до 3200 см²/г. Оптимальной необходимо считать дозировку ПАВ величиной 0,025 % или 250 г на 1 т цемента. Дальнейшее увеличение дозировки добавки до 0,05 и 0,1 % почти не изменяет дисперсные характеристики измельчаемого цемента. Видимо, минимальной дозировки добавки достаточно для адсорбционного понижения прочности клинкерных зерен. Этого количества ПАВ хватает для образования тончайшей пленки на поверхности измельчаемых частиц цемента и предотвращения отрицательных процессов налипания частиц цемента на мелющие тела и поверхность бронефутеровки трубной мельницы [2-4]. Снижение продолжительности времени помола позволит увеличить производительность цементной мельницы и снизить удельный расход электроэнергии на этой стадии процесса. Надо полагать, что уменьшение продолжительности помола цемента с 35 минут до 25 минут при введении добавки ПАВ или почти на 30 %, позволит сэкономить до 30 % электроэнергии, расходуемой на помол клинкера с добавками в трубной шаровой мельнице ТОО «Каспийцемент».

Прочность цементов определяли на образцах из цементного теста нормальной плотности при В/Ц равном 0,25 через 3 и 28 сут твердения в воде.

Для изучения процессов гидратации цемента отбирали пробы гидратированного цементного камня после испытаний на прочность в 3 и 28 сут возрасте, обезвоживали в этиловом спирте 1 сут, высушивали в этиловом эфире 1 сут, затем определяли содержание Са(ОН)₂ этилово-глицератным методом [12,13]. После обезвоживания и высушивания процесс гидратации и твердения цементного камня останавливается.

Данные по определению прочности цементного камня, содержания в нем Са(ОН)₂ и химически связанной воды приведены в таблице 5.

Количество Са(ОН)₂, образующейся в цементном камне, характеризует процесс гидратации алита и белита. Алит в процессе гидролиза образует 3 молекулы Са(ОН)₂ и гидросиликаты кальция, в процессе гидролиза белита образуется 1 молекула гидроксида кальция. Таким образом, содержание Са(ОН)₂ определенным образом показывает степень и скорость вступления клинкерных минералов в процессы гидратации, что в дальнейшем будет характеризовать прочностные показатели цементов.

Таблица 5 - Влияние интенсификатора помола на прочность цементного камня ТОО «Каспий цемент» и содержание химически связанной воды

Цемент	Кол-во добавки LS 3020, %	В/Ц	Остаток на сите №008, %	Прочность образцов цементного камня, МПа, в возрасте		Содержание химически связанной воды, %, в возрасте	
				3сут	28сут	3сут	28сут
Без добавки	0	0,25	6,2	29,2	59,2	14,5	19,2
С добавкой LS 3020	0,025	0,25	5,4	28,6	59,3	13,9	19,3
	0,05	0,25	4,9	27,5	57,0	12,6	18,2
	0,10	0,25	4,9	26,4	54,1	12,2	16,6

Содержание химически связанной воды в цементном камне показывает суммарное количество воды, связанной в гидросиликатах, гидроалюминатах, гидроалюмоферритах, гидросульфалюминатах гидратированного цементного камня в том или ином возрасте. С увеличением возраста образцов, как правило, количество химически связанной воды и $\text{Ca}(\text{OH})_2$ возрастает. Количество связанной воды определяют путем прокаливания обезвоженной пробы цементного камня при температуре 900 °С.

Как видно из данных таблицы 5, оптимальная дозировка LS 3020 0,025 % не снижает прочность камня как в раннем, так и в 28 суточном возрасте. В 3 сут возрасте у цементов с добавками LS 3020 в количестве 0,05 и 0,1 % прочность камня снижается до 27,5 – 26,4 МПа по сравнению с прочностью бездобавочных образцов 29,2 МПа. В 28 сут возрасте прочность цемента без добавки и с добавкой 0,025 % LS 3020 возрастает до 59,2 – 59,3 МПа, прочность образцов с повышенной дозировкой добавки несколько ниже – 54,1 – 57 МПа.

Данные по содержанию химически связанной воды в основном соответствуют прочностным данным цементного камня. Количество химически связанной воды в бездобавочном и с добавкой 0,025 % LS 3020 в 3 сут возрасте составляют 13,9 14,5 %, в 28 сут возрасте 19,2 – 19,3 %. Это свидетельствует о том, что оптимальная дозировка LS 3020 в количестве 0,025 % не задерживает процесс гидратации клинкерных минералов как в раннем, так и в более позднем 28 суточном возрасте.

Выводы

1. Процесс помола цемента является весьма энергозатратным. При помоле цемента в шаровых трубных мельницах расход электроэнергии составляет от 40 до 60 кВт·ч/т. Поэтому, вопросы интенсификации измельчения цемента, снижения удельного расхода электроэнергии на помол являются актуальными как в плане энергосбережения, так и уменьшения воздействия на окружающую среду.

2. Установлено, что поверхностно-активная добавка LS 3020 оказывает хорошее интенсифицирующее действие на процесс измельчения цемента ТОО «Каспийцемент». Продолжительность помола цемента до заданной тонкости при введении 0,025 % LS 3020 снижается с 35 мин до 25 минут.

3. Интенсификатор помола при оптимальной концентрации 0,025 % не оказывает отрицательного действия на процессы гидратации и твердения цемента.

Список литературы

1. Об утверждении справочника по наилучшим доступным техникам "Производство цемента и извести". Постановление Правительства Республики Казахстан от 24 октября 2023 года № 941. Астана. РК. 2021. <https://adilet.zan.kz/rus/docs/P2300000941>
2. Таймасов Б.Т., Классен В.К. Химическая технология вяжущих материалов: учебник / - 2-е

изд., доп. - Белгород: Изд-во БГТУ, 2017. – 448с.

3. Классен, В.К. Технология и оптимизация производства цемента: краткий курс лекций: учеб. пособие / В.К. Классен. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2012. – 308 с.
4. Ян Дань, У Цзудэ, Се Цзяньфэн, Таймасов Б.Т. и др. Новые технологии и тенденции развития цементного производства и оборудования: Учебник / - Шымкент: Типография «Алем», 2024. – 516 с. . <https://adilet.zan.kz/rus/docs/P2300000941>
5. Технологический регламент производства цемента в ТОО «Каспий цемент» Heidelberg Cement. 2017.
6. ГОСТ 5382-2019. Цементы и материалы цементного производства. Методы химического анализа. Изд-во Стандартиформ. – Москва. 2019. – 30 с. Дата введения 01.06.2020.
7. Адырбаева Т.А., Есимов Б.О., Сулейменов Ж.Т., Дубинина Е.С. Основы научных исследований силикатных материалов. Учебник //- Алматы. ССК, 2018. – 268с.
8. Таймасов, Б.Т. Физико - химические методы анализа вяжущих материалов: практическое пособие / Б.Т. Таймасов. Т.М. Худякова, М.С. Даулетияров. – Москва; Вологда; Инфра-Инженерия, 2024. – 144 с.
9. ГОСТ 3476-2019. Шлаки доменные и электротермофосфорные гранулированные. Технические условия. Изд-во Стандартиформ. – Москва. 2019. – 7с. Дата введения 01.06.2020.
10. ГОСТ 31108-2020 Цементы общестроительные. Технические условия. Изд-во Стандартиформ. – Москва. 2020. - 28с. Дата введения 01.03.2021.
11. Мырзакожа Д., Мирзаходжаев А.А. Современные методы исследования: Учеб. пособие. 4-е изд., доп. Алматы: 2013. - 428с.
12. Гридчин А.М., Лесовик В.С., Погорелов С.А. и др. Лабораторный практикум по строительным материалам: Учеб. пособие. – Белгород, Изд-во БИИММАП, 2001. - 223с.
13. Бутт Ю.М., Тимашев В.В. Практикум по химической технологии вяжущих материалов: / - М.: - Высшая школа, 1980. – 452 с.

References

1. Ob utverzhdenii spravochnika po nailuchshim dostupnym tehnikam "Proizvodstvo cementa i izvesti". Postanovlenie Pravitel'stva Respubliki Kazahstan ot 24 oktjabrja 2023 goda № 941. Astana. RK. 2021. <https://adilet.zan.kz/rus/docs/P2300000941>
2. Tajmasov B.T., Klassen V.K. Himicheskaja tehnologija vjashushhih materialov: uchebnik / - 2-e izd., dop. - Belgorod: Izd-vo BGTU, 2017. – 448s.
3. Klassen, V.K. Tehnologija i optimizacija proizvodstva cementa: kratkij kurs lekciij: ucheb. posobie / V.K. Klassen. – Belgorod: Izd-vo BGTU, 2012. – 308 s.
4. Jan Dan', U Czudje, Se Czjan'fjen, Tajmasov B.T. i dr. Novye tehnologii i tendencii razvitija cementnogo proizvodstva i oborudovanija: Uchebnik / - Shymkent: Tipografija «Alem», 2024. – 516 s. . <https://adilet.zan.kz/rus/docs/P2300000941>
5. Tehnologicheskij reglament proizvodstva cementa v TOO «Kaspij cement» Heidelberg Cement. 2017.
6. GOST 5382-2019. Cementy i materialy cementnogo proizvodstva. Metody himicheskogo analiza. Izd-vo Standartinform. – Moskva. 2019. – 30 s. Data vvedenija 01.06.2020.
7. Adyrbaeva T.A., Esimov B.O., Sulejmenov Zh.T., Dubinina E.S. Osnovy nauchnyh issledovanij silikatnyh materialov. Uchebnik //- Almaty. SSK, 2018. – 268s.
8. Tajmasov, B.T. Fiziko - himicheskie metody analiza vjashushhih materialov: prakticheskoe posobie / B.T. Tajmasov. T.M. Hudjakova, M.S. Dauletijarov. – Moskva; Vologda; Infra-Inzhenerija, 2024. – 144 s.
9. GOST 3476-2019. Shlaki domennye i jelektrotermofosfornye granulirovannye. Tehnicheskie uslovija. Izd-vo Standartinform. – Moskva. 2019. – 7s. Data vvedenija 01.06.2020.
10. GOST 31108-2020 Cementy obshhestroitel'nye. Tehnicheskie uslovija. Izd-vo Standartinform. –

Moskva. 2020. - 28s. Data vvedeniya 01.03.2021.

11. Myrzakozha D., Mirzahodzhaev A.A. Sovremennyye metody issledovaniya: Ucheb. posobie. 4-e izd., dop. Almaty: 2013. - 428s.

12. Gridchin A.M., Lesovik V.S., Pogorelov S.A. i dr. Laboratornyj praktikum po stroitel'nym materialam: Ucheb. posobie. – Belgorod, Izd-vo ВИИМАР, 2001. - 223s.

13. Butt Ju.M., Timashev V.V. Praktikum po himicheskoj tehnologii vjashushhih materialov: / - M.: - Vysshaja shkola, 1980. – 452 s.

Е.А. Алтыбаев, Б.Т. Таймасов*, А.М. Рахимов

магистрант, М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті, Шымкент, Қазақстан
т. ғ. д., профессор, М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті, Шымкент, Қазақстан
докторант, М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті, Шымкент, Қазақстан

*Корреспондент авторы: taimasovukgu@mail.ru

"КАСПИЙЦЕМЕНТ" ЖШС КЛИНКЕРДІ ҰНТАҚТАУ ПРОЦЕСТЕРІН ҚАРҚЫНДАТУ

Түйін

Цемент ұнтақтау процесінің үдеткіші LS 3020 қоспасының клинкер майдалау процесіне әсері зерттелді. Лабораторлық диірменге 0,025-0,1 % LS 3020 қоспасын бергенде цементтің ұнтақталу процесі 25 минутта аяқталады, ал қоспасыз цемент 35 минут ұнтақталу керек. Қоспасы бар цементтердің үлестік беті 3170 см²/г -нан 3200 см²/г – ға дейін болды. Беттік активті қоспаның оптималды мөлшері 0,025 % болды, немесе 250 г бір тонна цементке. Қоспаның мөлшерін 0,05 и 0,1 % - ға дейін жоғарылатқан ұнтақтау процесті одан әрі үдеткен жоқ. LS 3020 қоспаның оптималды мөлшерлері цементтің беріктігін төмендетпеді, гидратациялу жылдамдылығын баяулатпады. Оны үлгешелердің беріктігі және гидратацияланған цемент тасының құрамындағы химиялық байланысқан судың мөлшері дәлелдейді.

Кілттік сөздер: цементті ұнтақтау, интенсификация, беттік белсенді заттар, электр энергиясын тұтыну, ылғалдандыру, беріктік.

Е.А. Altybaev, B.T. Taymasov*, A.M. Rakhimov

Master's student, M. Auezov South Kazakhstan University, Shymkent, Kazakhstan
Doctor of Technical Sciences, Professor, M. Auezov South Kazakhstan University, Shymkent, Kazakhstan
Doctoral student, M. Auezov South Kazakhstan University, Shymkent, Kazakhstan

*Corresponding author's email: taimasovukgu@mail.ru

INTENSIFICATION OF CLINKER GRINDING PROCESSES BY KASPIYCEMENT LLP

Abstract

The processes of cement grinding with the introduction of the grinding intensifier LS 3020 were investigated. It was found that the process of grinding cements with additives of 0.025-0.1% LS 3020 is completed in 25 minutes, while without the additive, cement is ground for 35 minutes. The specific surface area of cements with surfactants increases and ranges from 3170 cm²/g to 3200 cm²/g. The optimal dosage of surfactant is 0.025% or 250 g per 1 ton of cement. A further increase in the dosage of the additive to 0.05 and 0.1% does not change the dispersion characteristics of the ground cement. The optimal dosage of LS 3020 does not reduce the strength characteristics of cements, as evidenced by the strength indicators after 3 and 28 days of hardening, the content of chemically bound water in hydrated cement stone.

Keywords: cement grinding, intensification, surfactants, power consumption, hydration, strength.