

Введение Одним из эффективных способов влияния на структуру и свойства вяжущих веществ является механоактивация сырья или активационное измельчение, состоящее в диспергировании вещества при механических усилиях, превышающих нагрузки в обычных шаровых мельницах. Разрушение минералов в мельницах повышенной энергонапряженности сопровождаются многогранными структурно-химическими преобразованиями – изменяются длины и углы межатомных связей, электронная структура и химический состав веществ. Возникают точечные дефекты, дислокации, деформации и искажения решетки, в результате чего происходит разрыв связей между фрагментами структуры и их распад, завершающийся переходом части вещества в рентгеноаморфное высокорезакционное состояние. С позиций технологической минералогии наиболее информативными характеристиками внутренних дефектов являются размеры микрокристаллитов (блоков когерентного рассеяния) и величины микроискажений, рассчитываемые на основе рентгенографических данных. Фундаментальной основой выбора измельчающего устройства, обеспечивающего оптимальную плотность энергии, может служить закономерность возрастания удельных затрат энергии при уменьшении масштаба разрушения (динамический размерный эффект) [1, 2]. Интенсификация механического диспергирования, в результате чего протекают активационные процессы, возможна только за счет увеличения работы мелющих тел, масса которых серьезно не меняется в течение всего процесса. Данное условие отчасти реализуется в вибрационных, планетарных и центробежно-эллиптических шаровых мельницах, используемых для тонкого помола минерального сырья. Принцип действия этих машин основан на интенсивном побуждении мелющих тел, когда взамен сил гравитации, вызывающей падение шаров, используется инерция, центробежные силы и т.д. Достаточно эффективно активационные процессы протекают при механоактивации цементных шихт в режиме трибоэлектрического образования газопылевой «плазмы». В результате их обработки в электромассклассификаторе улучшаются эксплуатационные характеристики портландцемента [3]. Экспериментальная часть В данной работе исследовалась возможность увеличения прочностных характеристик портландцемента при активации двух цементных шихт (№Ш-1 и Ш-2), отличающихся химическим составом и, соответственно, значениями коэффициента насыщения и модулей, в планетарной шаровой мельнице «Активатор -2 SL» (производитель ЗАО «Активатор»). Мощное воздействие ускоренных измельчающих шаров на материал позволяет в данной мельнице получать порошок с размером частиц несколько нанометров, проводить механохимические реакции и активацию материалов. Продолжительность обработки шихт варьировалась от 3 до 10 минут. Портландцементный клинкер из исходных и механоактивированных цементных шихт получали в лабораторных условиях сухим способом при температуре обжига 1450°C.

Минеральный состав исследуемых клинкеров практически одинаковый. Прочностные характеристики портландцемента, полученного из них, представлены в таблице 1. Таблица 1 – Влияние механоактивации цементной шихты на прочностные характеристики портландцемента № шихты

№ шихты	Время обработки, мин	Прочность при сжатии (МПа) образцов после выдержки, суток	Прочность при изгибе (МПа) образцов после выдержки, суток
Ш-1	5	29,5	45,2
Ш-1	7	6,2	7,6
Ш-1	10	33,1	54,2
Ш-1	10	6,1	8,6
Ш-2	3	39,8	66,3
Ш-2	3	7,5	9,9
Ш-2	6	35,6	38,8
Ш-2	6	5,4	6,2
Ш-2	6	41,1	49,5
Ш-2	6	7,8	6,9

После 28 суток выдержки прочность образцов, приготовленных из активированной шихты № Ш-1, повысилась: при сжатии – на 20-47%. при изгибе – на 13-30%. С увеличением продолжительности обработки шихты с 5 до 10 минут прочностные характеристики возрастают. Обработка сырьевой шихты № Ш-2 приводит к увеличению прочности образцов при сжатии на 25%, при изгибе – на 11-17%. Изменение времени обработки с 3 до 6 минут практически не влияет на прочностные свойства. Увеличение прочностных характеристик портландцемента, по-видимому, происходит за счет более полного взаимодействия активированных частиц сырьевой шихты в процессе обжига, вследствие чего интенсифицируется процесс минералообразования и качество клинкера повышается в результате оптимизации его кристаллической структуры. Об этом свидетельствуют данные электронной микроскопии. Химический и фазовый составы клинкера, полученного из активированной шихты, практически остались без изменения. В таблице 2 приведены результаты исследования по влиянию измельчения в планетарной мельнице «Активатор – 2SL» цементного клинкера, полученного из исходных сырьевых шихт (№ Ш-1 и № Ш-2). Продолжительность процесса совместного измельчения клинкера и гипса составляла 1 (№ пробы Ш-1-К-1 и Ш-2-К-1) и 3 (№ Ш-1-К-3 и Ш-2-К-3) минуты. Таблица 2 – Влияние механоактивации клинкера на прочностные характеристики портландцемента № п/п № пробы цемента Предел прочности, МПа, после выдержки 7 суток 28 суток при изгибе при сжатии при изгибе при сжатии

№ п/п	№ пробы цемента	Предел прочности, МПа, после выдержки 7 суток	Предел прочности, МПа, после выдержки 28 суток
1	Ш-1-К-1	7,6	46,8
2	Ш-1-К-3	8,3	57,3
3	Ш-2-К-1	6,9	43,2
4	Ш-2-К-3	6,8	45,6

В результате такой обработки увеличивается удельная поверхность портландцемента и повышается активность цементных частиц, что проявляется в улучшении прочностных характеристик. При активации клинкера, полученного из смеси Ш-1, прочность цемента при сжатии после 28 суточной выдержки увеличилась на 19,7-26,8%, при изгибе – на 5,3-9,2%. Прочность активированного цемента из шихты Ш-2 при сжатии возросла на 39-7-42,5%, при изгибе – на 27,4-30,6%. Выводы Таким образом, повышение прочности портландцемента возможно путем использования механоактивированных сырьевых шихт и клинкера. В результате активации цементной шихты и клинкера в планетарной шаровой мельнице «Активатор -2SL» увеличение прочности при сжатии может достигать 42-47%, при изгибе – 30%.