

Рис. 3. График надёжности конструкций в течение жизненного цикла здания [2]

Минимизируя функцию полной сметной стоимости здания, можно получить функцию надёжности жилого здания и предусмотреть экономически эффективную систему технического содержания его в течение срока эксплуатации.

**Выводы.** На стадии проектирования жилого дома есть возможность предусмотреть минимально необходимые эксплуатационные затраты за счет установления более реального уровня надёжности всех конструктивных элементов, прогнозирования появления дефектов, возникающих в результате физического старения материалов, разработки мероприятий по обеспечению эксплуатации конструкций с расчетом затрат на их осуществление. Необходимо в обязательном порядке в составе рабочего проекта разрабатывать проектные указания по эксплуатации жилого дома в части содержания здания и его конструктивных элементов. Рекомендовать заказчикам в задании на проектирование указывать требование по разработке в проекте раздела – мероприятия по обеспечению технической эксплуатации здания.

Для дальнейшего изучения особый интерес представляет математическое моделирование физического старения материалов, из которых изготовлены конструкции, прогнозирование возможных дефектов и, соответственно, разработка эксплуатационных мероприятий.

## ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель, споруд, будівельних конструкцій та основ. ДБН В.1.2-14-2009. – К. : Мінрегіонбуд України Київ, 2009.
2. Ройтман А. Г. Предупреждение аварий жилых зданий.-М., Стройиздат, 1990, — 240 с.
3. Панченко Н. В. Некоторые особенности определения эксплуатационных затрат на социальное и доступное жилище / Строительство и техногенная безопасность. – Вып. 43. – НАПКС, 2012. – 132 с.

УДК 666.941.2

## ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ СУХИХ МАГНЕЗИАЛЬНЫХ СМЕСЕЙ

А. П. Приходько, д .т. н., проф., А. А. Максименко, инженер, В. Л. Мушкет инженер

**Ключевые слова:** магнезиальное вяжущее, порошки, схема производства, сухие смеси

**Введение.** В Украине существует неоправданное использование портландцемента – его применяют даже там, где с теми же результатами можно было бы использовать вяжущие, получаемые при более низких температурах, с меньшими затратами энергии.

Изделия на основе магнезиального цемента могут заменить не менее 10 % продукции, производимой на основе портландцемента. Особенно это важно при устройстве и эксплуатации полов. Так, полам на основе портландцемента свойственно трещинообразование при твердении, в то время как в полах на основе магнезиального цемента удачно сочетаются высокая прочность при изгибе, растяжении, сжатии, ударе, износостойкость, негорючесть, беспыльность, адгезия к различным основаниям, антиэлектростатичность, маслобензостойкость, высокая технологичность производства работ [1; 5].

**Анализ публикаций.** Анализ современного рынка обожженных магнезиальных продуктов [9], требований к каустическому магнезиту (ГОСТ 1216 «Порошки магнезитовые

каустические») и других нормативных документов [11; 7], патентной информации и опыт практического использования их в строительстве показывает, что качественный магниальный цемент для строительных работ на рынке отсутствует. Еще Д. С. Белянкин [2], А. В. Войвад и А. Ю. Каминкас [4; 6] выявили, что температура обжига магниального сырья значительно изменяет активность цемента, влияет на скорость его гидратации и, соответственно, на набор прочности камня и его склонности к трещинообразованию. В работах [3; 10] обосновано, что для применения в строительстве магниального цемента необходимо обжигать магнезит до получения MgO с размером кристаллов 38 – 43 нм. Установлено, что для достижения таких размеров необходимо обжигать сырье при  $t = 970^{\circ}\text{C}$ .

**Основной материал.** Производство сухих строительных смесей состоит из трех основных этапов: подготовка исходных материалов, приготовление смеси и отпуск готовой продукции (рис.). Специфика оборудования приведена в таблице.

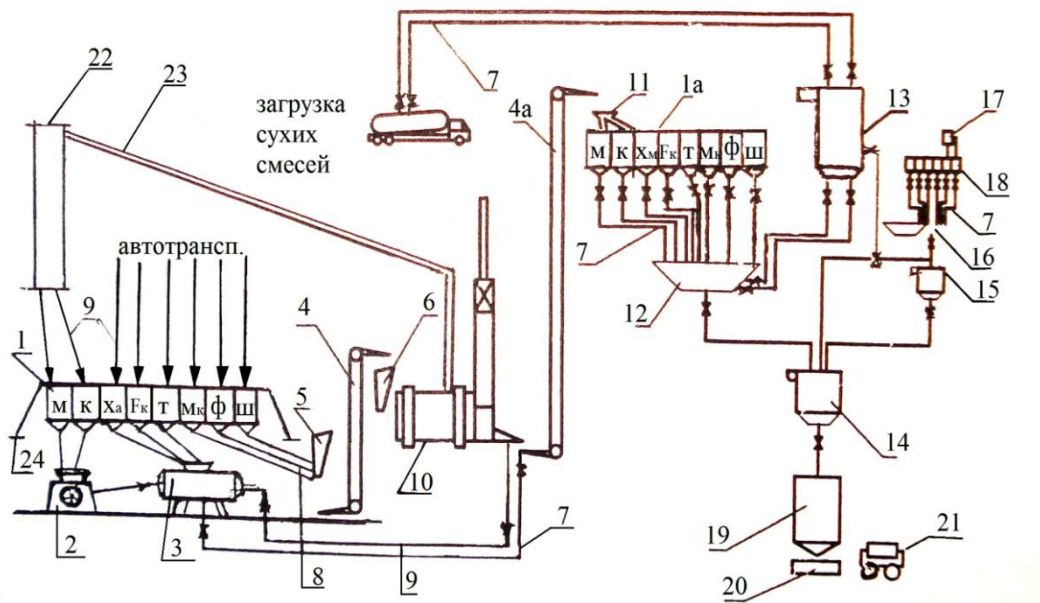


Рис. Технологическая схема производства сухих магниальных смесей

Т а б л и ц а

Спецификация оборудования

№ п/п	Обозначение	Наименование оборудования	Колич.
1	не стандартное	Бункер основных компонентов	16
2		Молотковая дробилка	1
3		Вибромельница	1
4	не стандартное	Элеватор	2
5	не стандартное	Полубункер	1
6	не стандартное	Загрузочная воронка	1
7	не стандартное	Пневможелоба	24
8	не стандартное	Передвижные течки	4
9	не стандартное	Транспортеры	9
10	не стандартное	Сушильный барабан с пылеочисткой	1
11	не стандартное	Скребок элеватор и вибросито	1
12	АД-250	Весовой дозатор основной	1
13	СБ-203	Смеситель основной	1
14	не стандартное	Смеситель для фасованных смесей	1
15	С-187	Смеситель лабораторный	1
16	не стандартное	Весовой дозатор добавок	1
17		Мельница лабораторная	1
18	не стандартное	Бункера добавок и пигментов	6

19	не стандартное	Бункер фасовочной машины	1
20	не стандартное	Фасовочная машина	1
21	не стандартное	Тележка с фасованной смесью	1
22		Туннельная печь обжига магнезита	1
23	не стандартное	Трубопровод для отходящих газов печи	1
24		Склад сырьевых материалов	1

Выбор предприятия по обжигу природного магнезита был остановлен на территории завода по выпуску керамического кирпича ООО «Керамблок» г. Днепропетровск. Обжиг магнезита осуществлялся в туннельной печи при  $t = 970 - 1\ 000^{\circ}\text{C}$ . Параллельно из зоны охлаждения по борову отбирались отходящие газы для сушильного барабана, использовались при просушивании шлака, фосфогипса, опилок, микрокремнезема, поставляемого Стахановским заводом не в виде пыли (ППФ), а в виде кускового шлака с  $W = 35\%$ .

Обожженный магнезит измельчали в заводской мельнице до удельной поверхности  $1\ 000\ \text{см}^2/\text{г}$ , что соответствует  $10 - 12\%$  остатка на сите № 008. Затем подготовленные компоненты перемешивались в смесителе принудительного действия до получения смеси с коэффициентом однородности не менее 0,85. Полученную смесь упаковывали в мешки емкостью 50 кг.

Предложенная нами технологическая схема производства сухих магнезиальных смесей располагается на территории данного кирпичного предприятия (в нашем случае ООО «Керамблок»), куда поставляется кусковая горная порода магнезит. Обожженный до  $1\ 000^{\circ}\text{C}$  в печи 22 магнезит, как и кирпичный бой, транспортерами 9 направляется в соответствующие бункера основных компонентов 1 на склад исходных сырьевых материалов 24. Емкость бункеров составляет  $60\ \text{м}^3$ . С помощью автотранспорта производится доставка остальных сырьевых компонентов, которые посредством передвижных транспортеров 9 заполняют остальные бункерные маркированные емкости. Обожженный магнезит измельчается в молотковой дробилке 2, после чего диспергируется до  $S = 3\ 000\ \text{см}^2/\text{г}$  в вибромельнице 3, откуда пневможелобом 7 и элеватором 4 доставляется на передвижной скребковый элеватор с выбросом 11 и проходит в соответствующий маркированный бункер сухих основных компонентов 1а. Аналогичный путь проходит другой обожженный компонент – бой керамического кирпича. Кристаллический хлористый магний производства Волгоградского объединения «Каустик», железный купорос и талькомагнезит измельчаются в вибромельнице и поступают при помощи пневмотранспорта и элеватора в соответствующие бункера сухих компонентов. Такие сырьевые материалы как фосфогипс, гранулированный доменный шлак, микрокремнезем, железный купорос и талькомагнезит требуют предварительной сушки. Поэтому их с помощью полубункера 5 и элеватора 4 через загрузочную воронку 6 направляют в сушильный барабан, откуда транспортером возвращают в вибромельницу и после помола пневмотранспортом 7 и элеватором 4а доставляют в маркированные бункера сухих компонентов 1а.

После этого каждый сухой компонент взвешивают на весовом дозаторе и направляют в основной смеситель 13, куда также поставляются пневможелобами из бункеров 18 добавки и пигменты, взвешенные в соответствии с предварительными расчетами оптимального состава сухой композиции. Основной лопастный смеситель имеет объем  $0,75\ \text{м}^3$  и предназначен для интенсивного перемешивания сухих сыпучих продуктов. В зависимости от состава смеси, один цикл перемешивания с загрузкой и выгрузкой может занимать от 3 до 5 мин. После перемешивания сухая смесь пневмотранспортом направляется в автоцистерну. Параллельно функционирует блок фасованных сухих смесей. Так, взвешенные в весовых дозаторах 12 и 16 основные компоненты, добавки и пигменты перемешиваются в смесителе 14, поступают в бункер фасовочной машины 19, заполняются в соответствующие тарные емкости в машине 20, которые и укладываются на расходную тележку 21.

Завод оснащен компьютерной системой управления производством, которая предназначена для введения баз данных по компонентам и рецептам, формирования отчетов о выработке продукции и расходе компонентов, отображения мнемосхем, показывающих состояние датчиков и механизмов, вывода сообщений, настройки параметров технологического процесса. При необходимости можно осуществлять автоматический, полуавтоматический и ручной режим управления. Для работы в автоматическом режиме оператор выбирает из базы

рецептуру и задает количество замесов. Перед началом первого цикла компьютер тестирует все элементы системы и приступает к выполнению задания в случае успешного завершения теста. Проверяется суммарный уровень загружаемых компонентов, который не должен превышать 70 % объема смесителя. Проверяются остатки запасов сырья в бункерах и если какого-либо компонента не достаточно, оператор получит подсказку, сколько замесов данного состава можно сделать.

Если в процессе тестирования обнаружены неполадки или недопустимое состояние оборудования, которые компьютер не может исправить без помощи человека, то об этом сообщается оператору. В процессе выполнения задания компьютер контролирует работу каждой операции. Для контроля открытия и закрытия затворов используются бесконтактные индуктивные датчики. Для контроля вращающихся механизмов применяется метод счета импульсов датчиков вращения, в менее ответственных случаях контролируется срабатывание магнитных пускателей.

Если в работе любого технологического оборудования произойдет сбой, то автоматическая работа будет прервана и оператор получит сообщение с характеристикой события, места и времени. В полуавтоматическом режиме оператор с помощью мыши перемещает курсор по мнемосхеме и нажатием кнопки может активировать приводы механизмов. При этом компьютер проверяет разумность действий оператора и откажется выполнять команду, которая может привести к аварийным ситуациям. При переходе на ручное управление активируются локальные кнопочные посты, расположенные в непосредственной близости от приводов. Включение и выключение механизмов с кнопочных постов производится только при проведении ремонтных и наладочных работ. В автоматическом и полуавтоматическом режимах кнопочные посты заблокированы.

**Вывод.** Для производства магнезиальных вяжущих веществ требуется низкопотенциальная теплота, поскольку основной компонент MgO получают при температуре ниже 1 000°C. По этой причине изделия на основе магнезиального цемента могут заменить не менее 10 % продукции, производимой на основе портландцемента. Особенно это важно при устройстве и эксплуатации полов. Так, полам на основе портландцемента свойственно трещинообразование при твердении, в то время как в полах на основе магнезиального цемента удачно сочетаются высокая прочность при изгибе, растяжении, сжатии, ударе, износостойкость, негорючесть, беспыльность, адгезия к различным основаниям, антиэлектростатичность, маслобензостойкость, высокая технологичность производства работ.

## ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. **Баранов И. М.** Достоинства и проблемы магнезиальных полов / И. М. Баранов // Строительные материалы. – 2012 – № 1. – С. 4 – 6.
2. **Белянкин Д. С.** Петрография технического камня. – М. : Недра, 1956. – 780 с.
3. **Ваганов А. П.** Ксилолит. Ленинград – М. : Гос изд-во лит-ры по строит., архитект. и строит материалам. – 1959. – С. 45 – 52.
4. **Войвад А. Я.** Магнезиальные вяжущие вещества. – Рига : Знание, 1971. – 315 с.
5. **Войтович В. А., Спирин П. В.** Полы на основе магнезиальных вяжущих веществ / Строительные материалы. – 2003. – № 9. – С. 8 – 9.
6. **Каминская А. Ю.** Технология строительных материалов на магнезиальном сырье. – Рига: Мокслас. – 1987. – 342 с.
7. **Крамер Л. Я.** О Требованиях стандарта к магнезиальному вяжущему строительного назначения // Строительные материалы. – 2006. – № 1. – С. 54 – 56.
8. Строительные нормы и правила. Полы. СНиП 2.03. 13-88. – М. : Гостройиздат СССР. 1988. – С. 17.
9. **Хорошавин Л. Б., Кононов Е. А.** Зарубежный рынок магнезиального сырья. Плавленый, спеченный и каустический периклазовые порошки из сырого магнезита и брусита. // Огнеупоры и техническая керамика. – 1994. – № 3. – С. 29 – 31.
10. **Черных Т. Н., Крамар Л. Я., Трофимов Б. Я.** Свойства магнезиального вяжущего из бруситовой породы и их взаимосвязь с размерами кристаллов периклаза // Строительные материалы. – 2006. – № 1. – С. 52 – 53.
11. **EUROPEAN STANDARD EN1406-1:2004 (E).** Binders for magnesite screeds – Caustic magnesia and magnesium chloriade – Part 1 : Definitions. Regurements.