

УДК 666.9

*Бурьянов А.Ф., докторр техн. наук, Московский государственный строительный университет,
Петропавловская В.Б., Новиченкова Т.Б., кандидаты техн. наук, Тверской государственный технический университет, Россия*

УЛУЧШЕНИЕ СВОЙСТВ БЕЗОБЖИГОВЫХ ГИПЕРПРЕССОВАННЫХ ГИПСОВЫХ КОМПОЗИТОВ

Гипсовые материалы и изделия в настоящее время все больше завоевывают отечественный рынок, что обусловлено их высокой технологичностью и экологичностью. При этом могут широко применяться местные гипсовые и гипсосодержащие отходы химической, керамической промышленности и машиностроения в виде отработанных форм для литья [1]. Их использование позволяет не только решить экологическую проблему, но и эффективно использовать высококачественное гипсовое сырье в условиях дефицита минеральных вяжущих [2, 3]. Содержание дигидрата сульфата кальция, например, в отходе Конаковского фаянсового завода, согласно проведенному химическому анализу, составляет 98,54 %. Таким образом, данный отход можно отнести к первому сорту гипсового сырья, т.к. он практически не содержит примесей. Вовлечение экологически чистого местного вторичного сырья в производство стеновых и отделочных материалов и изделий позволит расширить номенклатуру и увеличить объемы строительства в регионах, имеющих такие отходы, при этом оздоравливающе воздействуя на среду обитания. Однако традиционными методами рециклинга подобные техногенные гипсовые отходы невозможно переработать в гипсовое вяжущее, несмотря на их чистоту – получаемый полуводный гипс имеет очень высокую водопотребность и низкую прочность [1].

Использование безобжиговой технологии получения гипсовых изделий на основе вторичного гипсового сырья, исключаяющей стадию обжига дигидрата и перевода его в вяжущее, способствует расширению сырьевой базы промышленности строительных материалов.

Производство стеновых изделий методом полусухого прессования на основе двуводного гипса с подбором оптимального зернового состава сырьевой смеси [4, 5], согласно принципам геоники [6] или с применением широкого спектра существующих добавок позволяет получать изделия высокой прочности и достаточной плотности.

При использовании механизма негидратационного твердения для получения гипсовых изделий давление прессования играет роль физико-химического фактора, определяющего образование первичной структуры материала [7]. Количество контактов, определяющих образование первичной кристаллизационной структуры, среди прочих критериев оптимизируется и по величине упругого расширения уплотненных пресс-порошков – деформативной характеристики, используемой в керамической промышленности.

Одним из способов повышения плотности и прочности безобжиговых гипсовых материалов является использование пластифицирующих добавок или веществ, позволяющих снизить водосодержание сырьевой смеси [8]. С целью улучшения формовочных свойств пресс-порошков двуводного техногенного гипса и прочности изделий, получаемых на их основе, в данной работе исследовалось влияние добавки поливинилового спирта (ПВС) и водотвердого отношения на деформативные характеристики пресс-порошка и прочность гипсового композита.

В работе использовались: техногенный двуводный гипс – отход керамического производства Тверской области, поливиниловый спирт марки ГФ первого сорта (ТУ 6-11-0209955-20-89) производства ОАО «Невинномысский Азот».

При определении физико-технических характеристик исходных материалов и получаемых прессованных образцов применялись стандартные методы испытаний, соответствующие ГОСТам и другим нормативным документам. Деформативные характеристики гипсовых порошковидных сырьевых смесей определялись по методике, предложенной И.И. Бернеем и В.В. Беловым [1]. Давления, при которых измерялись соответствующие деформации исследуемой сырьевой смеси, составляли 10, 20, 30, и 40 МПа, т.е. практически охватывали диапазон давлений прессования, применяемых для изготовления гипсовых изделий.

Твердение осуществлялось в сухих условиях. Предел прочности при сжатии прессованных образцов на основе дигидрата сульфата кальция определяли по стандартным методикам, как среднее из результатов испытаний шести образцов по ГОСТ 23789-79.

Результаты исследования зависимости средней плотности уплотненного пресс-порошка от процентного содержания поливинилового спирта, а также от водотвердого отношения (влажности сырьевой смеси) показали (рис.1), что с увеличением добавки спирта до 0,35 % средняя плотность уплотненной сырьевой смеси увеличивается, что объясняется повышением прессуемости порошка бинарного состава. Поливиниловый спирт способствует повышению пластичности сырьевой смеси, жидкая связка позволяет снизить трение при прессовании как между частицами дигидрата, так и между стенками пресс-формы и дигидратом. При содержании добавки свыше 0,35 % происходит снижение средней плотности. С увеличением водотвердого отношения от 0,1 до 0,12 средняя плотность гипсовых образцов увеличивается. При В/Т выше 0,12 наблюдается уменьшение средней плотности. Жидкость как упругая фаза препятствует сближению частиц.

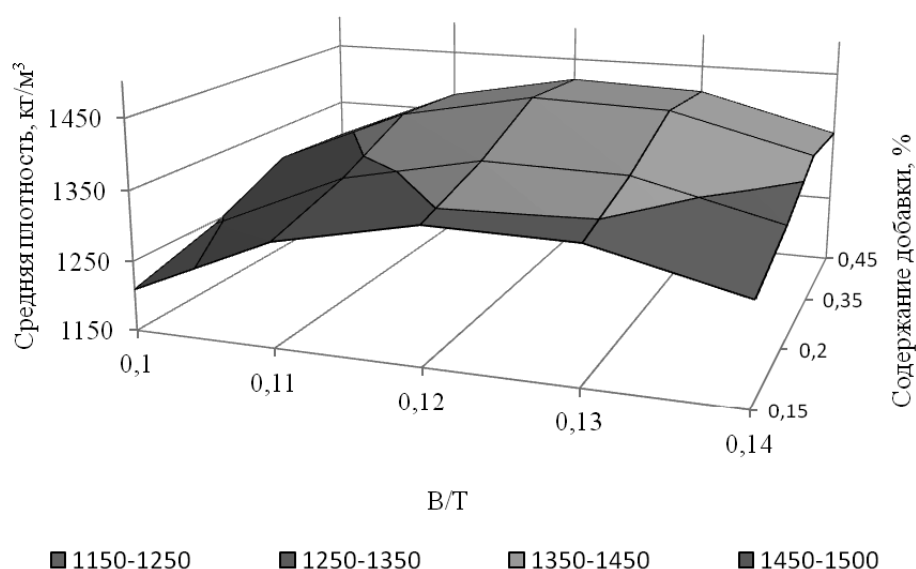


Рисунок 1. Зависимость средней плотности от содержания добавки поливинилового спирта и водотвердого отношения

При увеличении в составе сырьевой смеси добавки поливинилового спирта формовочные свойства материала меняются. При водотвердом отношении до 0,11 при увеличении добавки упругое расширение снижается (рис. 2). А при содержании добавки свыше 0,3 % упругое расширение повышается. Это видимо происходит потому, что смесь становится более пластичной и быстрее уплотняется. При прессовании вся энергия уходит на деформацию частичек, а не на деформацию структуры. При В/Т больше 0,12 с увеличением добавки пластичность повышается. Таким образом, установлено, что добавление поливинилового спирта в смесь изменяет формовочные свойства. Оптимальное содержание добавки поливинилового спирта составляет 0,35 %, оптимальное водотвердое отношение – 0,12.

Зависимость прочности гипсового камня негидратационного твердения от количества вводимой добавки поливинилового спирта и содержания воды, полученная по результатам проведенного двухфакторного планированного эксперимента, показывает (рис. 3), что с увеличением добавки поливинилового спирта от 0,15 до 0,35 % наблюдается увеличение прочности прессованных образцов, что также объясняется улучшением удобоукладываемости сырьевой смеси за счет пластифицирующего действия добавки.

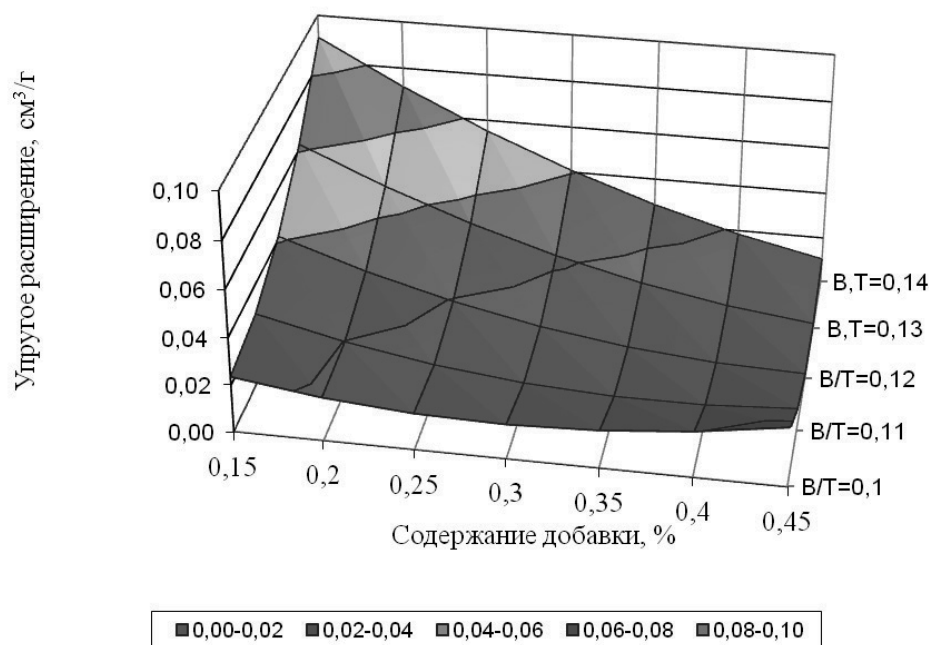


Рисунок 2. Зависимость упругого расширения гипсовых образцов от добавки поливинилового спирта

При дальнейшем увеличении процентного содержания добавки прочность уменьшается при всех значениях водотвердого отношения. Наибольшая прочность на 14 суток твердения составляет 37,85 МПа. Применение добавки ПВС позволяет повысить прочность материала в сухом состоянии на 26 % по сравнению с прочностью контрольных образцов, изготовленных без введения добавки поливинилового спирта ($R_{сж} = 27,8$ МПа).

При изменении водотвердого отношения от 0,1 до 0,14 зависимости имеют различный характер. Наибольшую прочность имеем при $В/Т=0,12$, следовательно добавка также понижает и оптимальное водотвердое отношение (при испытании образцов без добавки оптимальное $В/Т$ составляет 0,14). Самая низкая прочность наблюдается при $В/Т=0,1$.

Использование добавки ПВС даёт объединение факторов, влияющих на пластифицирующие способности соединения, а именно: наличие в структуре радикалов большой молекулярной массы; функционально-активные группы (карбоксильные и карбонильные), способные реагировать с частицами минеральных вяжущих веществ и продуктами их гидратации.

Таким образом, добавка поливинилового спирта в количестве 0,35 % при оптимальной влажности сырьевой смеси 12 % ($В/Т= 0,12$) положительно влияет на технологические свойства безобжиговых гипсовых композитов, что позволяет обеспечить высокое качество свежесформованных и в дальнейшем – готовых изделий.

Безобжиговые изделия на основе оптимизированной сырьевой смеси двуводного техногенного гипса с добавкой поливинилового спирта, полученные методом полусухого прессования, имеют прочность, отвечающую требованиям, предъявляемым к стеновым конструкционным материалам –

свыше 35,0 МПа, что обеспечивает перспективность развитию технологии получения экологически чистых и безопасных материалов.

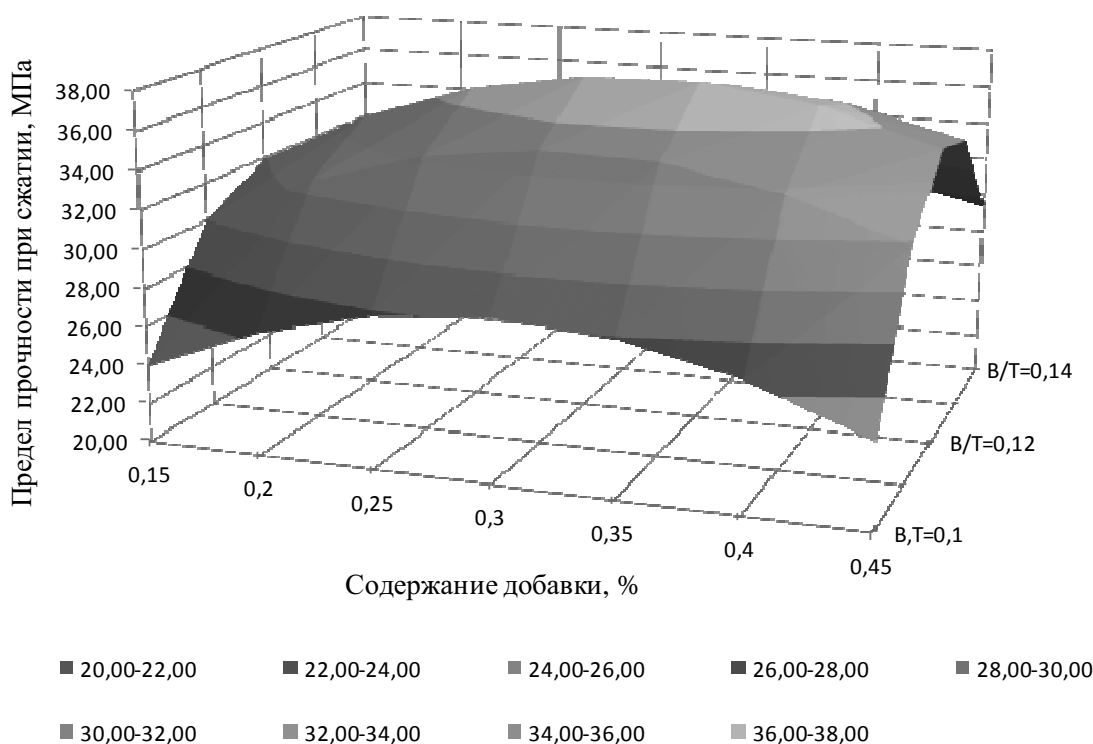


Рисунок 3. Зависимость прочности прессованных гипсовых образцов от содержания добавки поливинилового спирта и водотвердого отношения

ЛИТЕРАТУРА

1. Белов В.В., Бурьянов А.Ф., Петропавловская В.Б. Современные эффективные гипсовые вяжущие, материалы и изделия: научно-справочное издание. Тверь: ТГТУ, 2007. 132 с.
2. Петропавловская В.Б., Белов В.В., Бурьянов А.Ф. Твердеющие кристаллизационные системы на основе порошков двуводного гипса // Строительные материалы. 2007. №12. С. 46–47.
3. Белов, В.В., Бурьянов А.Ф., Яковлев Г.И., Петропавловская В.Б., Фишер Х.-Б., Маева И.С., Новиченкова Т.Б. Модификация структуры и свойств строительных композитов на основе сульфата кальция: монография. М.: Де Нова, 2012. 196 с.
4. Использование отходов природного гипсового камня в производстве безобжиговых материалов / В.Б. Петропавловская, В.В. Белов, Т.Б. Новиченкова, Ю.Ю. Полеонова, А.Ф. Бурьянов // Строительные материалы. 2012. №7. С. 28–30.
5. Оптимизация внутренней структуры дисперсных систем негидратационного твердения / В.Б. Петропавловская, В.В. Белов, Т.Б. Новиченкова, А.Ф. Бурьянов, А.П. Пустовгар // Строительные материалы. 2010. №7. С. 22-23.
6. Лесовик В.С. Геоника. Предмет и задачи. Белгород: Изд-во БГТУ, 2012. 213 с.
7. Петропавловская В.Б., Белов В.В., Новиченкова, Т.Б. Регулирование свойств безобжиговых гипсовых материалов // Строительные материалы. 2008. №8. С. 14-15.
8. Патент РФ №2006128143/03, 20.04.07. Петропавловская В.Б., Белов В.В., Пунегов С.В. Сырьевая смесь для получения гипсовых изделий // Патент России №2318769.2008, Бюл. №