

УДК 666.913-16:661.25

**М.И. Кузьменков, Н.М. Шалухо,**

**Е.В. Лукаш, Д.М. Кузьменков**

Белорусский государственный технологический университет  
Минск, Беларусь

## **ПОЛУЧЕНИЕ ИМПОРТОЗАМЕЩАЮЩЕГО ВЫСОКОПРОЧНОГО ГИПСА НА ОСНОВЕ МЕСТНОГО СЫРЬЯ**

*Аннотация.* Разработаны основные параметры технологического процесса получения высокопрочного гипса из синтетического дигидрата сульфата кальция производства ОАО «СветлогорскХимволокно». Полученные гипсовые вяжущие будут востребованы при производстве сухих строительных смесей, гипсовых и литейных форм, а также при производстве строительных материалов.

**M.I. Kuzmenkov, N.M. Shalukho,**

**E.V. Lukash, D.M. Kuzmenkov**

Belarusian State Technological University  
Minsk, Belarus

## **OBTAINING IMPORT-SUBSTITUTING HIGH-STRENGTH GYPSUM BASED ON LOCAL RAW MATERIALS**

*Abstract.* The main parameters of the technological process of obtaining high-strength gypsum from synthetic calcium sulfate dihydrate produced by JSC "SvetlogorskHimvolokno" have been developed. The resulting gypsum binders will be in demand in the production of dry building mixes, gypsum and casting molds, as well as in the production of building materials.

В учреждении образования «Белорусский государственный технологический университет» (БГТУ) на кафедре химической технологии вяжущих материалов в течение последних 15 лет ведутся системные исследования по разработке физико-химических основ получения синтетического гипса, предназначенного для последующей переработки на различные виды гипсовых вяжущих.

Актуальность таких исследований обусловлена тем, что в Республике Беларусь нет запасов природного гипсового камня, потребность в котором для различных отраслей экономики достаточно большая.

Исследования, посвященные вопросу получения синтетического  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  путем осаждения из кальцийсодержащей суспензии серной кислотой немногочисленны [1–3]. Большинство известных способов получения синтетического дигидрата сульфата кальция

основаны на реакции нейтрализации отработанной серной кислоты карбонатным компонентом. Анализ литературных и патентных источников по получению гипсовых вяжущих свидетельствует о том, что значения свойств, вяжущих лежат в довольно широких пределах. Причиной такого непостоянства является не только различие технологических параметров их производства и связанное с этим многообразие аппаратного оформления процессов конверсии  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ , но и вид сырья.

Высококачественным сырьем для производства гипсовых вяжущих может служить синтетический дигидрат сульфата кальция. Предпосылкой такого выбора является наличие в Республике Беларусь высококачественного карбонатного сырья и сравнительно недорогой серной кислоты. Именно структурно-управляемый синтез дигидрата сульфата кальция обеспечит получение исходного полупродукта с оптимальной морфологией кристаллов, что является залогом получения на его основе высококачественного высокопрочного гипсового вяжущего.

В ОАО «СветлогорскХимволокно» совместно с БГТУ внедрена технология производства синтетического дигидрата сульфата кальция из отработанной серной кислоты и отсева дробления известняка. Годовая мощность производства составляет 10 тыс. т. В дальнейшем переработка синтетического гипса может осуществляться по двум направлениям: получение высокопрочного гипсового вяжущего и строительного гипса. Особенностью высокопрочного гипсового вяжущего являются не только его высокие прочностные показатели, но и существенные ограничения относительно содержания в нем посторонних примесей. Использование синтетического сырья в производстве гипсовых вяжущих обеспечивает стабильность свойств.

Целью данной работы явилась переработка синтетического гипса, получаемого на ОАО «СветлогорскХимволокно», на высокопрочные гипсовые вяжущие. Переработка синтетического дигидрата сульфата кальция на высокопрочные гипсовые вяжущие марок Г10–Г16 обусловлена потребностью предприятий, производящих гипсовые формы для отливки санитарных керамических изделий. Это позволит обеспечить импортозамещение высокопрочного гипса ЗАО «Самарский гипсовый комбинат».

На первой стадии получения высокопрочного гипсового вяжущего из синтетического гипса ОАО «СветлогорскХимволокно» исходное сырьё (синтетический гипс) с начальной влажностью 14–15 мас. % подаётся на сушку. Подсушенный материал с остаточной влажностью подвергается прессованию, после чего полученные

образцы-шайбы поступают на автоклавную обработку. Для удаления остаточной влажности после тепловлажностной обработки запаренные образцы-шайбы подвергаются сушке. На следующей технологической стадии образцы подвергаются грубому помолу в щековой дробилке, а после – в планетарной мельнице. Сушка сырьевого материала проводилась в сушильном шкафу марки SNOL 58/350 при температуре  $90 \pm 5$  °С. За функцию оптимизации принимали режим сушки, который позволяет высушенному материалу обеспечить требуемое уплотнение пресс-формы во время прессования. Прессование производится на прессе МС-500 в цилиндрической пресс-форме с размерами 47×70 мм. Оптимальная влажность определялась по визуальной оценке прессуемых брикетов. Установлено, что оптимальной влажностью синтетического гипса, обеспечивающей необходимую прессуемость брикетов с сохранением граней и формы шайбы, и минимальный процент перепрессовки, является 5–6 %. При влажности синтетического гипса более 9 % спрессовать брикеты оказалось невозможным, поскольку это приводит к выдавливанию излишней влаги из материала, что ухудшает процесс прессования и разрушает брикеты. Для определения влияния гранулометрического состава на уплотняемость материала при брикетировании был произведен рассев сырьевого материала на фракции при помощи ситового анализатора Retsch AS 200. Оценка получаемых брикетов определялась визуально по таким параметрам, как сохранность граней и формы брикетов, однородность поверхности. С уменьшением фракционного состава подаваемого на брикетирование материала прессуемость брикетов улучшается и повышается их прочность.

На следующем этапе исследований изучалось влияние режима прессования образцов на прочность на сжатие гипсового вяжущего. Порошок дигидрата сульфата кальция с влажностью 6 мас. % подвергался брикетированию на прессе. Процесс брикетирования осуществлялся при удельном давлении 5–45 МПа. Спрессованные образцы подвергались тепловлажностной обработке в лабораторном автоклаве, после чего испытывались на прочность на сжатие. Режим автоклавной обработки: давление 0,4 МПа, изотермическая выдержка – 4–5 ч. Режим помола в планетарной мельнице: время – 3 мин, частота вращения – 300 об/мин (таблица).

**Таблица – Режим помола образцов и свойства гипса**

Время помола, мин	Скорость вращения, об/мин	Остаток на сите № 025, %	Водогипсовое отношение	Прочность вяжущего, МПа
3	300	0,25	0,38	15,8

3	200	0,35	0,4	15,6
2	300	0,45	0,39	16,5
2	250	0,5	0,41	14,5
2	200	3,5	–	–

Исследование режимов тепловлажностной обработки позволило установить определенные зависимости между продолжительностью выдержки, давлением пара в автоклаве, температурой, с одной стороны, и свойствами образующегося гипсового вяжущего, с другой. Испытания проводились на образцах, полученных по оптимальному режиму прессования. На стадии разработки режима помола контролируемым параметром являлся остаток на сите с размером отверстий в свету 0,2 мм. По требованию [4] остаток на сите не должен превышать 1 мас. %. Однако если материал слишком тонкодисперсный, это приводит к повышенной водопотребности, и, следовательно, заниженным прочностным показателям. Наибольшими прочностными показателями характеризовалось гипсовое вяжущее, измельченное по режиму: время помола – 2 мин, скорость вращения – 300 об/мин, что удовлетворяло требованиям [4] по остатку на сите и обеспечивало прочность вяжущего на сжатие 16,5 МПа. Также исследованы водопоглощение и объемное расширение образцов гипса, которые составили соответственно 15,0 и 0,25 %.

Таким образом, полученное высокопрочное гипсовое вяжущее из синтетического гипса по изученным показателям сопоставимо с импортным образцом производства ЗАО «Самарский гипсовый комбинат», что может обеспечить импортозамещение. Кроме того, комплексная технология производства синтетического гипса и вяжущих на его основе будет востребована при решении многочисленных задач по утилизации и переработке кислых стоков на химических предприятиях, травильных растворов на машиностроительных предприятиях.

### **Список использованных источников**

1. Сапелин, Н. А. Получение гипсового вяжущего  $\alpha$ -модификации из природного сырья и фосфогипса / Н. А. Сапелин, В. Н. Хохлов // Сухие строительные смеси. – 2012. – № 3. – С. 34–36.
2. Production of calcium crystalline sulfate dihydrate by hydration of heat treated waste gypsum boards in citric acid solution / K. Yoshiyuki [et al.] // Sekko, sekkai, semento, chikyu kankyo. – 2012. – Vol. 19. – № 360. – P. 311–316.

3. Комплектные системы для строительства и отделки. Материалы и технологии: учебное пособие / П. В. Захарченко [и др.]. – М.: МГСУ, ЭБС АСВ, 2017. – 240 с.

4. ГОСТ 125–2018. Вяжущие гипсовые. Технические условия.

УДК: 631.95

**М.А. Шелоник**

Институт природопользования НАН Беларуси  
Минск, Беларусь

## **ОСНОВНЫЕ ТЕНДЕНЦИИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОТРАБОТАННОГО ГРИБНОГО СУБСТРАТА**

*Аннотация.* В статье рассматривается нераскрытый потенциал отработанного грибного субстрата в грибоводстве и его применение для сокращения количества отходов; использование в качестве удобрений, кормовых добавок и альтернативных источников энергии.

**М.А. Shelonik**

Institute of Nature Management of the National Academy of Sciences of Belarus  
Minsk, Belarus

## **MAIN TRENDS IN THE USE OF SPENT MUSHROOM SUBSTRATE**

*Abstract.* The article discusses the undiscovered potential of the spent mushroom substrate in mushroom growing and its use to reduce the amount of agricultural waste; use as fertilizers, animal feedstocks and alternative energy sources.

В последние годы грибная индустрия неуклонно растет и объемы отработанного субстрата, также ежегодно увеличиваются. Согласно статистике, 70-80 % грибного компоста остается неиспользованным. В среднем на 1 тонну свежего питательного компоста приходится 2-3 волны грибов. После сбора последнего урожая образуется примерно 600-800 кг использованного грибного материала, который после, как правило, подлежит переработке. Поэтому рациональное использование отработанного субстрата позволит не только сократить объемы образующихся отходов, но и повторно применить их в сельском хозяйстве.