

**М. И. Кузьменков, д-р техн. наук, проф.**  
**Д. М. Кузьменков, ст. научн. сотр.**  
(БГТУ, г. Минск)

**В. И. Вовк, первый зам. ген. директора – гл. инженер**  
(ОАО «СветлогорскХимволокно»)

## **ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА СИНТЕТИЧЕСКОГО ДИГИДРАТА СУЛЬФАТА КАЛЬЦИЯ И ПЕРЕРАБОТКА ЕГО НА ГИПСОВЫЕ ВЯЖУЩИЕ**

Двуводный сульфат кальция в виде природного минерала достаточно широко распространен в природе и нашел применение прежде всего в гипсовой промышленности. Из него получают различные виды гипсовых вяжущих – начиная от строительного гипса и заканчивая высокопрочным гипсовым вяжущим, в т.ч. и супергипсом для стоматологических целей. Одним из главных показателей гипсовых вяжущих являются прочностные свойства, которые колеблются от 4 до 40 МПа. Кроме того, двуводный гипс в значительных количествах используется в качестве регулятора сроков схватывания при производстве портландцемента.

Примерно половина природного гипса добывается открытым способом в карьерах, что удешевляет его стоимость, остальное количество добывается шахтным способом. Например, самое крупное месторождение в России – Новомосковское, в котором добыча камня ведется шахтным способом, но даже в этом случае его стоимость остается недорогой [3]. По этой причине и малым энергозатратам гипсовые вяжущие, по сравнению с другими минеральными вяжущими (портландцемент, известь) являются привлекательными с коммерческой точки зрения. В силу вышеизложенного гипсовые вяжущие в технически развитых странах занимают большую долю относительно других минеральных вяжущих. Поскольку в Беларуси запасов природного гипса нет, а потребность в нем покрывается за счет импортного, то перспективным является производство синтетического гипса, сырьем для которого являются природные карбонаты – отсеб известняка (отходы сахарных заводов и ОАО «БМЗ») и отработанная серная кислота, образующаяся при производстве жаростойкого волокна «Арселон» на ОАО «СветлогорскХимволокно» [2]. При дроблении известняка для последующего обжига в шахтных печах на сахарных заводах и ОАО «БМЗ» образуется отсеб (фракция менее 40 мм), который в настоящее время практически не имеет достойного применения. Учитывая его хорошие физические

свойства – низкую влажность и достаточно высокое содержание основного вещества этот отсев может быть пригоден в качестве карбонатного компонента при производстве синтетического гипса.

Кроме того, двуводный сульфат кальция в виде природного гипсового камня в достаточно больших объемах используется на цементных заводах. Из-за его отсутствия в Республике Беларусь потребность в нем покрывается за счет импорта.

Учитывая территориальную близость ОАО «БМЗ» и ОАО «СветлогорскХимволокно», это обстоятельство служит хорошей предпосылкой для организации производства синтетического гипса из техногенных продуктов. Количество образующейся 53%-ной кислоты около 10000 тонн в пересчете на 100%-ную. Несмотря на содержание небольшого количества органических примесей, повторное ее использование невозможно, поэтому ее нейтрализуют содой, что требует значительного количества денежных средств на уплату экологического налога. В связи с этим был поставлен вопрос о переработке данной кислоты на полезный продукт.

Основанием для разработки исходных данных для проектирования производства гипсового вяжущего на основе карбоната кальция и серной кислоты явился договор между ОАО «СветлогорскХимволокно» и УО «Белорусский государственный технологический университет» № ХД 16-618/3109-10/16 от 25 ноября 2016 года. В основу исходных данных положены сведения, полученные из анализа литературных и патентных источников, результаты научно-исследовательских работ, выполненных на кафедре «Химическая технология вяжущих материалов» УО «БГТУ».

Разработка исходных данных для проектирования производства гипсового вяжущего на основе карбоната кальция и серной кислоты выполнена в соответствии с концепцией перспективного развития ОАО «СветлогорскХимволокно», направленной на расширение ассортимента выпускаемой продукции, обеспечивающей импортозамещение ввозимых из-за рубежа гипсовых вяжущих, получаемые путем термической обработки гипсового сырья до полугидрата сульфата кальция и применяемые для изготовления строительных изделий всех видов и при производстве строительных работ, а также для изготовления форм и моделей в фарфоро-фаянсовой, керамической и других отраслях промышленности, в медицине и др.

Карбонат кальция в виде отсева известняка на ОАО «БМЗ», учитывая выгодную логистику, является наиболее приемлемым сырьем для разработки промышленной технологии.

Технологический процесс по ТУ ВУ 400031289.091-2020 включает следующие стадии:

- прием и складирование отсева известняка в крытом складе;
- дробление и помол отсева известняка с получением порошка с размером частиц не более 80 мкм;
- нейтрализация кислоты в реакторном отделении карбонатом кальция;
- сгущение образующейся пульпы с целью укрупнения размера частиц синтетического гипса;
- фильтрация пульпы в центрифуге непрерывного действия;
- переработка синтетического гипса в барабанном кальцинаторе на строительный гипс.

В рамках хозяйственного договора между ОАО «СветлогорскХимволокно» и БГТУ было выполнено комплексное исследование по разработке технологических параметров в лабораторных условиях, в дальнейшем с участием фирмы Sultrade Praha, spol. s r.o. (Чехия) был выполнен комплекс проектных работ, поставка и монтаж технологического оборудования. В октябре 2020 по завершению монтажных работ были проведены пуско-наладочные работы с получением партии целевого продукта требуемого качества в количестве 10 тонн.

На рис. 1 представлена технологическая схема разработанного процесса, реализованного на ОАО «СветлогорскХимволокно».

Отсев известняка железнодорожным транспортом доставляется в полувагонах 1 и разгружается в крытый склад 2, из которого экскаватором 3 загружается в приемный бункер 4. Ленточный конвейер 5 подает известняк в дробилку 6, после которого известняк направляется в мельницу 7, в которой происходит помол до крупности не более 80 мкм. Затем элеватором 8 порошок подается в бункер 9, установленный над каскадом реакторов. В первый реактор из расходного бака 15 серная кислота с концентрацией 53–55% через расходомер 16 подается в реактор 11. В реактор 11 из центрифуги 17 подается фильтрат, представляющий собой маточник после отделения целевого продукта – осадка дигидрата сульфата кальция. Реактор 11 имеет паровую рубашку. По достижению температуры кислоты около 45 °С в него порционно с помощью ленточного питателя 10 подается порошок известняка. Каскад реакторов работает в периодическом режиме. Время пребывания реагентов в реакторе контролируется по значению рН, которое не должно быть ниже 6. После этого реакционная смесь самотеком подается в каскадно установленный реактор 12, в котором происходит полное разложение карбоната кальция, что фиксируется нейтральным значением рН.

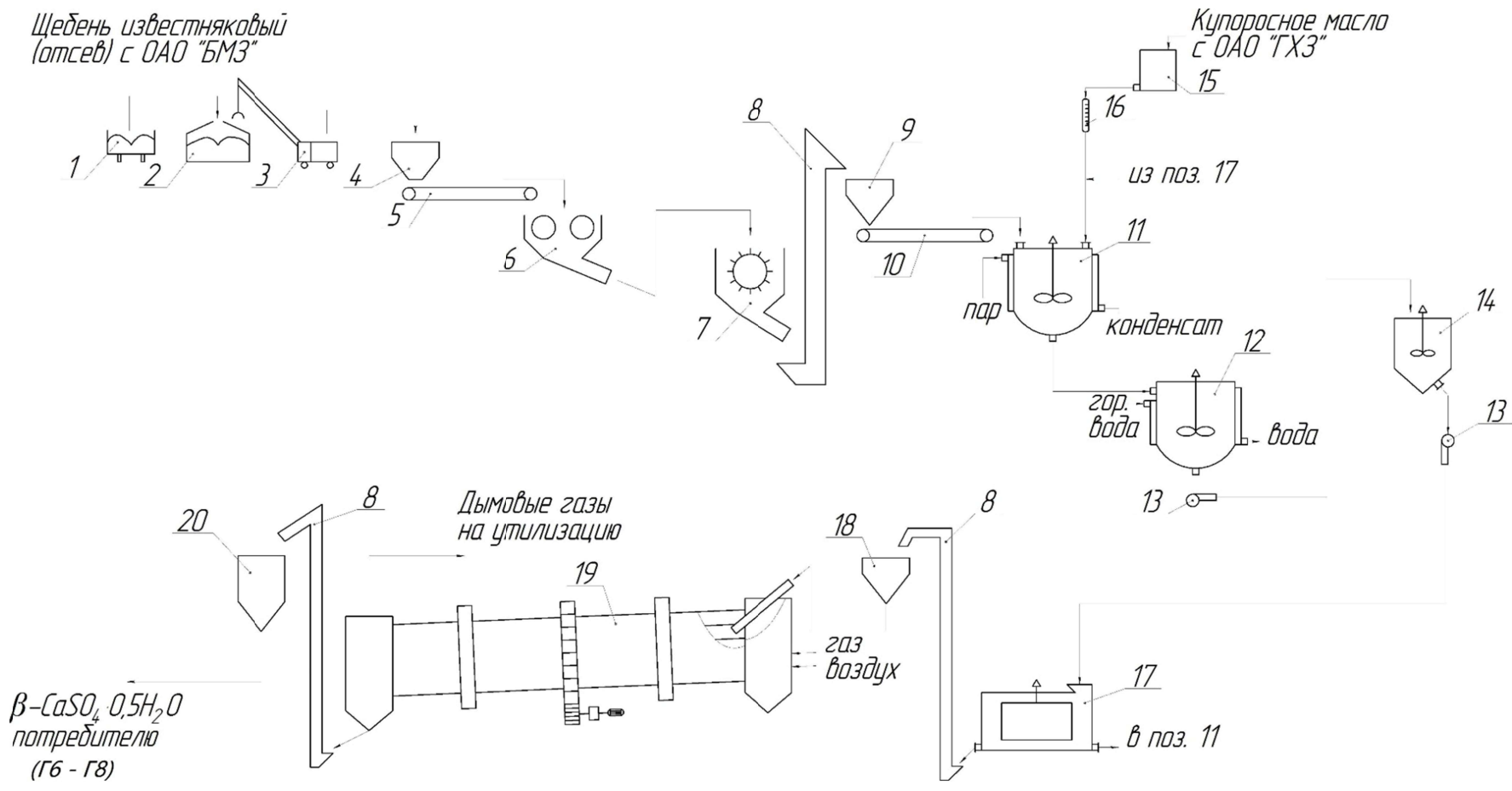


Рисунок 1 – Технологическая схема производства синтетического гипса из техногенного сырья

По завершению реакции пульпа насосом 13 перекачивается в сгуститель 14, снабженный перемешивающим устройством, в котором происходит рост кристаллов дигидрата сульфата кальция и их агрегирование, что обеспечивает их увеличение примерно с 30 до 150 мкм.

После этого пульпа насосом 13 перекачивается в непрерывно работающую центрифугу 17, в которой происходит отделение осадка двухводного гипса, а маточник подается в позицию 11.

Количество возвращаемого маточника около 60%. Остальной маточник вследствие незначительного содержания в нем двухводного гипса и нейтрального значения рН сбрасывается в канализацию.

Осадок гипса с влажностью около 12% и содержанием основного вещества не менее 97% элеватором 8 подается в расходный бункер 18, установленный над барабанным кальцинатором 19, представляющим собой аппарат с расположенными по сечению в нем трубками, по которым перемещается влажный продукт [3].

По межтрубному пространству подаются дымовые газы, образующиеся от сжигания природного газа. В кальцинаторе поэтапно происходит удаление сначала механической влаги, а затем частично кристаллизационной воды с образованием полугидрата сульфата кальция. Образующийся материал подается элеватором 8 в бункер готового продукта 20 и затем на склад.

Марка полученного гипсового вяжущего находится в пределах Г6-Г8. Основными потребителями его являются заводы по производству сухих строительных смесей и гипсокартонных листов.

### Литература

1. Технология добычи гипса на предприятии «Кнауф Гипс Новомосковск»: учебное пособие / А. С. Вознесенский, В. В. Набатов, Э. А. Эртуганова, В. А. Исаев. – М.: МИСИС, 2016. – 96 с.

2. Кузьменков, Д. М. Получение из доломита синтетического гипса и конверсия его на гипсовые вяжущие. – диссертация канд. техн. наук: 05.17.11, Учреждение образования «Белорус. гос. технол. ун-т». – Минск, 2014. – 240 с.

3. Производство гипса с применением ротационного трубчатого кальцинатора с интегрированным охладителем // [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [<https://www.novex-d.de/16.html>], свободный – (03.02.2015).