

DOI: 10.38054/iaeee-804

УДК 691.39.2-03(38Т)

## ИССЛЕДОВАНИЕ И КОМПЛЕКСНОЕ ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОГЕННЫХ ПРОДУКТОВ

Б.Т. Ассакунова<sup>(1)</sup>, С. Абылов<sup>(2)</sup>, Г.Р. Байменова<sup>(3)</sup>

<sup>(1)</sup>к.т.н., проф., КГУСТА им. Н.Исанова, г.Бишкек, КР, [kafedra\\_pesmik@mail.ru](mailto:kafedra_pesmik@mail.ru)

<sup>(2)</sup>к.т.н., доц., КГУСТА им. Н.Исанова, г.Бишкек, КР, [abylov.s@gmail.com](mailto:abylov.s@gmail.com)

<sup>(3)</sup>инженер, КГУСТА им. Н.Исанова, г.Бишкек, КР, [gulnaz.baymenova@mail.ru](mailto:gulnaz.baymenova@mail.ru)

**Аннотация.** В статье приводятся результаты исследования физико-химических характеристик сульфогипса, образованного при очистке от сернистых газов ( $SO_3$ ) продуктов сгорания топлива на БТЭЦ и физико-механических свойств гипсовых вяжущих на их основе.

## RESEARCH AND COMPLEX USE OF TECHNOGENIC PRODUCTS

B.T. Assakunova<sup>(1)</sup>, S. Abylov<sup>(2)</sup>, G.R. Baimenova<sup>(3)</sup>

<sup>(1)</sup>Candidate of Engineering Sciences, Professor, KSUCTA named after N. Isanov, Bishkek city, Kyrgyz Republic, [kafedra\\_pesmik@mail.ru](mailto:kafedra_pesmik@mail.ru)

<sup>(2)</sup>Candidate of Engineering Sciences, Docent, KSUCTA named after N. Isanov, Bishkek city, Kyrgyz Republic, [abylov.s@gmail.com](mailto:abylov.s@gmail.com)

<sup>(3)</sup>Engineer, KSUCTA named after N. Isanov, Bishkek city, Kyrgyz Republic, [gulnaz.baymenova@mail.ru](mailto:gulnaz.baymenova@mail.ru)

**Abstract.** The article presents the results of a study of the physicochemical characteristics of sulfogypsum formed during the purification of combustion products of fuel at BHEC from sulfur dioxide gases ( $SO_3$ ) and the physical and mechanical properties of gypsum binders based on them.

## ТЕХНОГЕННИК ПРОДУКТУЛАРДЫ ИЗИЛДӨӨ ЖАНА КОМПЛЕКСТҮҮ КОЛДОНУУ

Б.Т. Ассакунова<sup>(1)</sup>, С. Абылов<sup>(2)</sup>, Г.Р. Байменова<sup>(3)</sup>

<sup>(1)</sup>т.и.к., проф., Н.Исанов ат. КГУСТА, Бишкек ш., КР, [kafedra\\_pesmik@mail.ru](mailto:kafedra_pesmik@mail.ru)

<sup>(2)</sup> т.и.к., доц., Н.Исанов ат. КГУСТА, Бишкек ш., КР, [abylov.s@gmail.com](mailto:abylov.s@gmail.com)

<sup>(3)</sup>инженер, Н.Исанов ат. КГУСТА, Бишкек ш., КР, [gulnaz.baymenova@mail.ru](mailto:gulnaz.baymenova@mail.ru)

**Аннотация.** Бул макалада Бишкек ЖЭБинин отун күйүү азыктарынын күкүрт газын тазалоодон жана гипс илешкек заттарынын касиеттеринин негизинде пайда болгон сульфогипстин физика-химиялык мүнөздөмөлөрүнүн изилдөө натыйжалары келтирилет.

Вовлечение в строительную индустрию современных материалов, получаемых по малоэнергоёмкой и ресурсосберегающей технологии их производства с использованием техногенных сырьевых материалов, отвечающих требованиям по экологичности и основным физико-механическим характеристикам является весьма актуальной проблемой.

## ВЕСТНИК МЕЖДУНАРОДНОЙ АССОЦИАЦИИ ЭКСПЕРТОВ ПО СЕЙСМОСТОЙКОМУ СТРОИТЕЛЬСТВУ

Гипсовые материалы и изделия в полной мере отвечают всем современным требованиям по огнестойкости, звукопоглощению, по экологической безопасности во все этапы жизненного цикла изделия, начиная от добычи сырья и кончая утилизацией, по гигиеническим требованиям и степени безопасности для здоровья населения. Гипсовые вяжущие являются самыми ресурсо- и энергосберегающими материалами (материалоемкость в 2,5-3 раза ниже, чем портландцемент, а энергозатраты ниже в 5-6 раз) [1].

Кыргызстан располагает достаточно богатой сырьевой базой (известно свыше 100 месторождений природного гипсового сырья), имеются глино-карбонатсодержащие гипсовые материалы и техногенные отходы (сульфогипс), вовлечение которых в строительную отрасль представляет интерес.

Исследованиям вопроса по получению гипсовых строительных материалов на основе техногенного гипсосодержащего сырья посвящены работы В.П.Балдина, П.П.Будникова, А.В.Волженского, П.Ф.Гордашевского, В.В.Иваницкого, И.М.Ляшкевича, Ю.Г.Мещерякова, А.Ф.Полака, Г.С.Раптуновича, В.Б.Ратинова, П.А.Ребиндера, Е.Е.Сегаловой, А.В.Ферронской, В.В.Юнга и других.

Установлено, что имеется свыше 50 видов гипсосодержащих отходов. Наиболее изученными являются фосфогипс, борогипс, титаногипс, цитрогипс, сульфогипс и т.д. Исследованы особенности химико-минералогического состава сырья, разработаны современные технологии комплексного использования техногенных гипсосодержащих продуктов, способы повышения их физико-механических характеристик.

В восьмидесятых годах прошлого века Япония, Германия и США производили совместно 3млн.т. сульфогипса в год. Сегодня только в Европе производится более 15млн.т сульфогипса, что существенно изменило картину сырьевой базы. В Германии 50% всех изделий производится из синтетических гипсов; в Англии в качестве гипсового сырья применяется сульфогипс 51,6%, 10,4% - титаногипс и только 38% - импортируемый натуральный камень [2].

Техногенное гипсовое сырье получается в результате обессеривания дымовых газов тепловых электрических станций (ТЭС), работающих на каменном угле. В результате сгорания каменного угля образуются дымовые газы, содержащие в своем составе  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{N}_2$ ,  $(\text{SO}_2 + \text{SO}_3)$  и летучую золу. К числу вредных относятся сернистый ( $\text{SO}_2$ ) и серный ( $\text{SO}_3$ ) ангидрит.

Мировой ежегодный выброс оксидов серы в нижние слои атмосферы тепловыми электрическими станциями составляет около 70 млн т., из которых более 4 млн т сернистых выбросов приходится на долю России и стран СНГ. Оксиды серы, а также образующиеся при их соединении с водяными парами кислоты ( $\text{H}_2\text{SO}_3$  и  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ), оказывают вредное воздействие на здоровье людей, вызывают разрушение стальных

## ВЕСТНИК МЕЖДУНАРОДНОЙ АССОЦИАЦИИ ЭКСПЕРТОВ ПО СЕЙСМОСТОЙКОМУ СТРОИТЕЛЬСТВУ

конструкций и строительных материалов, гибель лесов и плодовых деревьев, снижают урожайность сельскохозяйственных культур [2].

Уменьшение содержания сернистых соединений в дымовых газах достигается методом абсорбционной очистки топочных газов суспензиями известняка  $\text{CaCO}_3$  или извести  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , с получением техногенного гипсового сырья.

Образующийся в процессе улавливания  $\text{SO}_2$  и  $\text{SO}_3$  сульфит кальция, плохо растворим в воде (0,136 г/л) и образует мелкокристаллический осадок  $\text{CaSO}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ . Под действием кислорода воздуха он частично переходит в сульфат кальция. При абсорбционном выделении  $\text{SO}_2$  и  $\text{SO}_3$ , происходит также очистка газа от частиц летучей золы и других веществ. Поэтому образующийся шлам имеет сложный переменный состав и содержит смесь сульфита кальция  $\text{CaSO}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ , непрореагировавшего  $\text{CaCO}_3$  и  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , частиц летучей золы и других веществ.

Сульфогипс на Бишкекской ТЭЦ также получается по мокрой технологии, для которой сырьевым материалом является известняк. Сначала измельчают известняк в шаровой мельнице мокрого помола. Молотый известняк смешивают с водой и получают абсорбционный раствор (известняковый раствор). В абсорбционной колонне (поглотительной колонне) абсорбционный раствор смешивается с дымовыми газами. Двуокись серы дымового газа растворяется в воде, вступает в реакцию с углекислым кальцием в растворе, в результате чего получается сернисто-кальциевая соль, которая вступает в химическую реакцию с вдуваемым окислительным веществом, в результате образуется гипс. После сероочистки дымовой газ проходит через тумано-уловитель, где мелкие частицы удаляются и очищенные дымовые газы проходят в дымовую трубу.

В табл.1 приведены физико-химические характеристики сульфогипса, полученного на Бишкекской ТЭЦ.

Табл.1. Физико-химические характеристики сульфогипса

Содержание $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ , %	$\text{CaCO}_3$ , %	Зола, пыль, %	S, $\text{cm}^2/\text{г}$	pH	$\rho_{\text{нас}}$ , $\text{кг}/\text{м}^3$	$\rho_{\text{ист}}$ , $\text{г}/\text{см}^3$	Цвет	Запах
93-95	1,6-1,7	<3	2800-3000	4,5-9	520-530	2,35-2,37	Сероватый	Нейтральный

По химическому и минералогическому составу сульфогипс можно отнести к высококачественному гипсовому природному сырью I сорта [1].

## ВЕСТНИК МЕЖДУНАРОДНОЙ АССОЦИАЦИИ ЭКСПЕРТОВ ПО СЕЙСМОСТОЙКОМУ СТРОИТЕЛЬСТВУ

По литературным источникам при исследовании сульфогипса, как минерального сырья использовались следующие методики: лазерная гранулометрия, термогравиметрический анализ, ионная хроматография [5,6].

Лазерной гранулометрией определяется соотношение между условиями образования и размером частиц, способность к сепарации, исследование разрыва частиц  $\beta$ -полугидрата сульфата кальция при контакте с водой, т.к. при этом образуются многочисленные мельчайшие частицы.

Учитывая размер частиц до и после разрыва, определяется коэффициент раздробления, который дает сведения об относительной способности к разрыву.

$\beta$ -полугидрат путем грохочения делится на две фракции: более 40 и менее 40 мкм и определяется гранулометрический анализ. После этого обе фракции подвергаются разрыву и еще раз анализируются. У частиц, размером более 40 мкм, отмечается большой разрыв.

Частицы более тонкой фракции (менее 40 мкм) практически не разрываются.

$\beta$ -полугидрат из природного гипса и полученный в результате десульфуризации, очень сильно разрываются после обработки сразу после обжига.

Разрыв частиц  $\beta$ -полугидрата оказывает большое влияние на текучесть смеси гипса и воды. При одном и том же отношении вода: гипс более высокий коэффициент раздробления создает меньшую текучесть, а более низкий – большую [5,6].

При производстве гипсокартонных плит – предпочтительнее гипс с низким коэффициентом раздробления, а для штукатурных работ – с высоким коэффициентом раздробления [1,3].

С помощью термогравиметрического анализа различаются мельчайшие частицы примесей, например, полугидрат сульфата кальция или известняк [5,6].

Ионная хроматография анализирует небольшое количество добавочных растворимых в воде веществ, которые содержатся в дымовых газах или в поглощаемой среде: катионы  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$  и анионы  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{F}^-$  [5,6].

Весьма важным является отработка практических приемов перевода техногенного гипсового сырья в строительный гипс, со стабилизацией строительно-технических свойств полученного продукта. Учитывая, что одним из основных техногенных продуктов ТЭС является зола, то на основе гипса, портландцемента и золы ТЭС подобраны оптимальные составы водостойкого гипсоцементнозольного вяжущего, которые нашли применение в производстве стеновых камней из гипсозолобетона, сухих смесей для штукатурных работ [4].

Перспективные направления использования водостойкого гипсового вяжущего из техногенных отходов [1,3,4]:

## ВЕСТНИК МЕЖДУНАРОДНОЙ АССОЦИАЦИИ ЭКСПЕРТОВ ПО СЕЙСМОСТОЙКОМУ СТРОИТЕЛЬСТВУ

- производство наружных ограждающих конструкций (камни, блоки, панели), внутренних перегородок, объемных элементов (санитарно-технические кабины, вентиляционные блоки, шахты лифтов);

### ЛИТЕРАТУРА

1. *Гипс в малоэтажном строительстве // Под общей ред. А.В.Ферронской. – М.: Издательство АСВ, 2008. – 240с.*
2. *Статья Гавриш А.М., к.т.н., профессор КНУСА, Генеральный директор ООО «Кнауф Гипс Киев», г.Киев.*
3. *Гордашевский П.Ф. Производство гипсовых вяжущих из гипсосодержащих отходов / П.Ф. Гордашевский, А.В. Долгарев. – М.: Стройиздат, 1987. – 105с.*
4. *Б.Т. Ассакунова Модифицирование водостойкие гипсовые вяжущие вещества из местного сырья. Бишкек: «Китеп компани», 2008. – 156с.*
5. *Физико-химические методы анализа. Практическое руководство: Учеб. пособие для вузов / В.Б. Алесковский, В.В. Бардин, М.И. Булатов и др.: Под ред. В.Б. Алесковского – Л.: Химия, 1988. – 376с.: ил.*
6. *Пасынайко В.И., Козырева Н.А., Логачева Ю.П. Химические методы анализа: Учеб. пособие для хим.-тех-нол. Вузов. – М.: Высш. шк., 1989. – 448 с.: ил.*