

позволяет проводить численные эксперименты без реальных взрывов, прогнозировать содержание полезного компонента во взорванной горной массе, предупреждать внештатные ситуации до проведения взрывных работ.

Цифровая платформа ГЕОМИКС уже более 25 лет активно применяется для решения эффективности ведения горных работ. За это время заказчиками и партнерами системы стали такие компании, как «ЕвроХим», «Металлинвест», «РУСАЛ», «ЕВРАЗ» и многие другие. Она может стать достойной заменой программным продуктам от Orica с возможностью программирования детонаторов.

Для успешного внедрения Цифровой платформы ГЕОМИКС необходимо:

1) Популяризация данного продукта среди горнодобывающих предприятий.

2) Внедрение в учебный процесс учебных заведений, ведущих подготовку данного программного продукта.

БНТУ собирается закупать данную цифровую платформу в скором времени, а в НДТП уже используется ГЕОМИКС.

### **Литература:**

1. Анистратов К.Ю., Наговицын О.В., Наговицын Г.О., Васильева М.О. Формирование цифровой модели угольного месторождения в горно-геологической информационной системе МАЙНФРЭЙМ / Горный институт Кольского научного центра Российской академии наук, г. Апатиты, Российская Федерация // Горная Промышленность №3 / 2024 стр. 64-69

2. ГЕОМИКС: горно-геологическая информационная система [Электронный ресурс]. URL: <https://geomix.ru/> (дата обращения: 07.04.2025).

3. Игнатов Ю.М. Геоинформационные системы в горном деле // КузГТУ им. Т.Ф.Горбачева, Кемерово, 2012 г., 204 с.

4. Морозова Т.П. Перспективы применения в горной промышленности российский систем цифрового проектирования: ГИС «Геомикс» и Mineframe // Инновации и инвестиции» №5.2022.

УДК 691.332

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОГЕННЫХ ОТХОДОВ В ПРОИЗВОДСТВЕ ПЕНОГИПСА**

**Шульц А.М., студент**

**Научный руководитель Горбунова В.А.**

**Белорусский национальный технический университет**

*Получены образцы пеногипса низкой плотности 500-800 кг/м<sup>3</sup>, армированные отходами углеволокна, при поризации гипса использовали карбонатный шлам (отход водоподготовки ТЭС).*

*Ключевые слова: гипс, пеногипс, углеволокно, карбонатный шлам, плотность, прочность.*

Целью работы было получить образцы пеногипса низкой плотности на основе низкотемпературного гипса Г4, в качестве армирующего компонента использовали углеволокно (отход производства кевлара), для поризации - карбонатный шлам водоподготовки ТЭС. Предварительно изучили влияние армирующего углеволокна на прочностные характеристики непоризованного гипсового изделия [1]. В качестве армирующего наполнителя использовали углеволокно (отход производства кевлара), предварительно нарезанное, длиной 2-5 мм. С целью выбора оптимального количества армирующего компонента, были изготовлены балки с различной массовой долей углеволокна в составе гипсового вяжущего и определены прочность на сжатие и изгиб (табл.1).

Таблица 1- Механические характеристики армированного углеволокном гипса

Масс. доля углеволокна %	Прочность на сжатие, Мпа	Прочность на изгиб, МПа
0,3	10,9	5,86
0,5	10,0	5,16
1	3,75	7,68

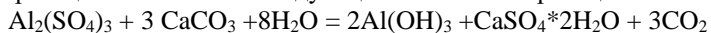
Как видно из таблицы, микроармирование углеволокном (до 1масс.%) гипса марки Г-4 повышает его механическую прочность в 2-2,5 раза, однако прочность на сжатие при введении 1 (масс%) углеволокна снижается, но при этом нарастает прочность на изгиб. Для поризации гипсовой армированной смеси использовался мелкодисперсный карбонат кальция (отход водоподготовки), сульфат алюминия технический, дигидрофосфат аммония. Для замедления сроков схватывания вводилась лимонная кислота, для ускорения схватывания – дигидрат сульфата кальция. Все компоненты поризующей добавки вводились в кристаллическом виде в сухую гипсовую массу с армирующим углеволокном, вся смесь тщательно перетиралась и затворялась водой. Введение комплексной кислотной добавки (сульфат алюминия и дигидрофосфат аммония) в кристаллическом виде в сухой гипс, а не с водой затворения, позволяет создать более равномерное порообразование по объему и регулировать время газообразования в системе.

Получены поризованные армированные углеволокном гипсовые образцы на базе следующих составов (масс%):

**Состав 1:** Гипс Г-4 -85, Карбонат кальция (отход водоподготовки) – 6, Дигидрофосфат аммония – 4, Сульфат алюминия – 4, нарезанное углеволокно

(отход производства кевлара) -1, лимонная кислота – 0,08 водогипсовое соотношение В/Г – 0,75.

**Состав 2:** Гипс Г-4 -84, карбонат кальция (отход водоподготовки) – 6, сульфат алюминия – 6, нарезанное углеволокно (отход производства кевлара) - 2, дигидрат сульфата кальция – 2, водогипсовое соотношение В/Г – 0,75. В основе поризации гипса лежат следующие химические реакции:



Полученные образцы газогипса имеют хорошо сформированную достаточно прочную структуру с замкнутыми мелкими и средними порами, усредненная плотность полученных образцов – 500-800 кг/м<sup>3</sup>.

**Вывод:** введение в структуру гипса 0,3-1% мас. нарезанного углеволокна позволяет повысить прочность на сжатие и изгиб в 2-2,5 раза; при введении в качестве газообразующего компонента карбонатного шлама водоподготовки в армированную углеволокном гипсовую массу (1 масс%) получены достаточно прочные изделия низкой плотности 500-800 кг/м<sup>3</sup>.

#### **Литература:**

1. Завадская Л.В. Влияние микроармирующих добавок на свойства газогипса // Фундаментальные исследования. -2011.-№12 (часть 4)-С.770-772.