

## ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ. РАСЧЕТ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ СЫПУЧИХ И ДИСПЕРСНЫХ МАТЕРИАЛОВ. ВИЗУАЛИЗАЦИЯ 3D-СТРУКТУР

Рассказова Е.В., Цэрна В. В., Юрьев П.О., Костин И. В.  
 Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент Лесив Е.М.,  
 канд. техн. наук, доцент Губанов И.Ю.  
 Сибирский федеральный университет

**Ключевые слова:** дисперсные материалы, кварцевый песок, ситовой анализ, фракционный состав, 3D – структура.

На кафедре «Литейное производство» для курса «Формовочные материалы и смеси» была разработана демонстрационно-расчетная программа «Анализ качества сыпучих зерновых и дисперсных материалов и расчет их геометрических параметров» на языке программирования Borland Delphi 7.0 для комплексной оценки геометрических параметров зерновых и дисперсных материалов. Получено свидетельство № 2012615873 от 05.05.2012 г. Программа зарегистрирована в реестре программ для ЭВМ 26.06.2012 г. Основой для разработки являлась методика оценки размера зерновых материалов по окружностям. Программа может работать под управлением операционной системы Microsoft Windows 9x/2000/XP, не требует инсталляции и не изменяет значений системного реестра. Для экспорта данных из программы необходимо наличие установленного приложения Microsoft Word, которое входит в состав пакета MS Office. На рис.1 представлена блок-схема для данной программы.

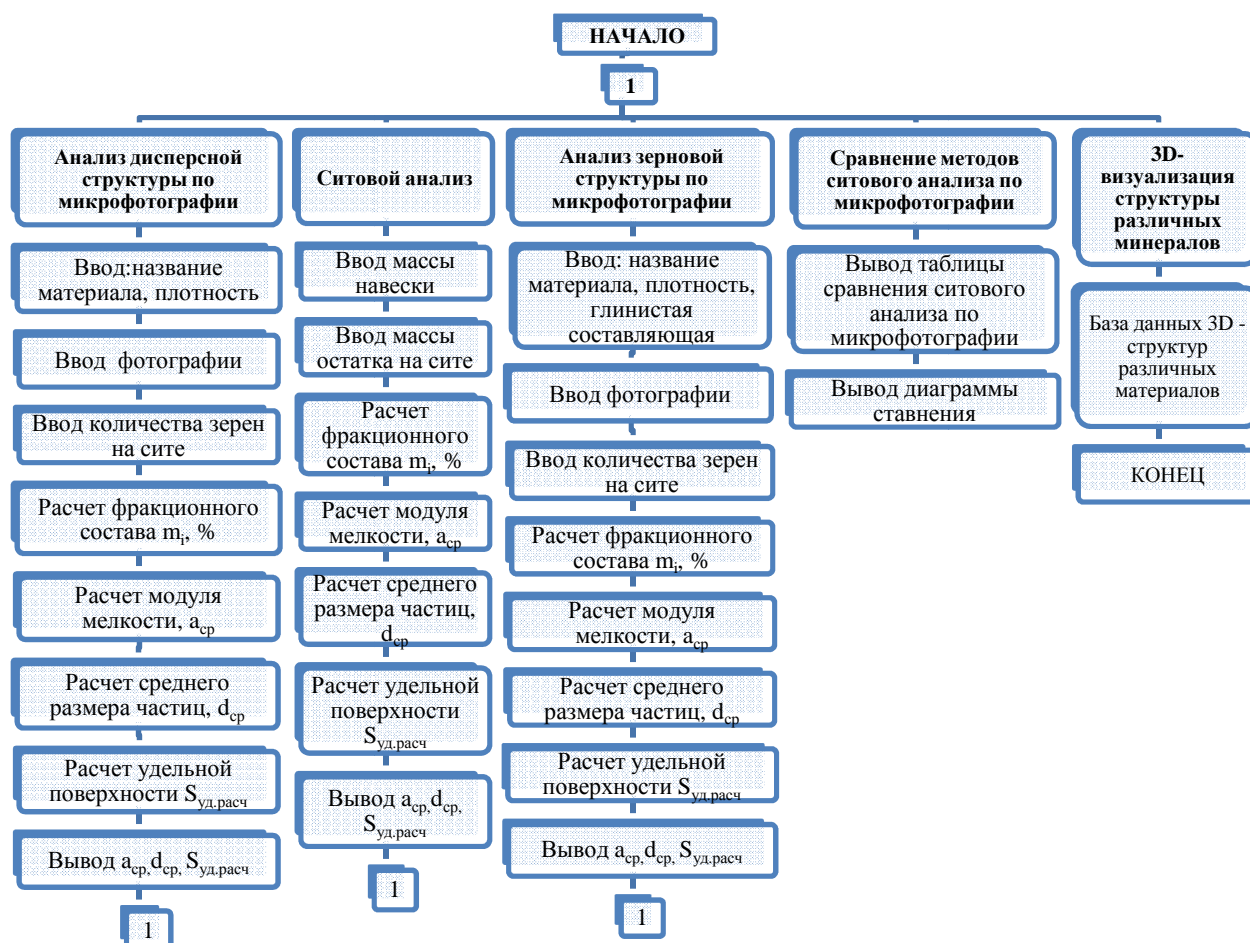


Рисунок 1 – Блок-схема для программы «Анализ качества сыпучих зерновых и дисперсных материалов и расчет их геометрических параметров»

Одним из основных показателей дисперсных материалов, оказывающих влияние на все технологические свойства формовочных смесей, является гранулометрический состав материалов, от которого зависит, прочность смеси, ее газопроницаемость, термические напряжения, развивающиеся в смеси при заливке форм жидким металлом, а также чистота поверхности изготавливаемых отливок.

В настоящее время в практике оценки среднего размера частиц, а также формы и микрорельефа поверхности зерновых и дисперсных материалов (песок, глина, графит) находит применение метод электронной микроскопии, суть которого состоит в подсчете количества зерен, находящихся в определенных диапазонах размеров, то есть выполняется математическое фракционирование. При этом диаметр частиц можно измерить с относительно высокой точностью. Однако фотографии, полученные при электронно-микроскопическом анализе, содержат ограниченное число частиц, поэтому необходимо брать более трех образцов и оценивать более трех характерных полей зрения, чтобы исключить погрешность при расчете.

В первом блоке разработанной программы, полученные при помощи электронного микроскопа микрофотографии, сканировали и проецировали на них ряд окружностей, диаметр которых выбирался в соответствии с размером частиц, подлежащих подсчету.

Наиболее эффективным параметром комплексной оценки гранулометрического состава материала является средний размер его зерна  $d_{cp}$ . Для оценки гранулометрического состава по данным ситового анализа исследуемый материал подвергали рассеву на приборе «Ротап» по стандартной методике.

Кроме гранулометрического состава сыпучих материалов, на технологические свойства составов на их основе оказывают влияние форма и микрорельеф частиц материалов. Частицы сыпучих материалов, как правило, имеют форму неправильных многогранников с выраженными или окатанными гранями (изометричные), но нередко встречаются частицы в виде пластинок, призм, игл и волокон (анизометричные), поэтому в программе предусмотрен расчет коэффициентов формы. Частицы могут быть гладкими или раковистыми, с открытыми или изолированными порами. Изменение этих параметров может сильно влиять на общую пористость и насыпной вес материала. Поэтому в программе для оценки формы и микрорельефа частиц предусмотрен расчет коэффициентов их угловатости, шероховатости поверхности, пористости по данным микроскопического анализа.

На сегодняшний день было решено обновить данную версию этой программы. Так как в ходе эксплуатации выявились некоторые огрехи, которые требуют доработки для удобства пользователей. В новой версии программы будет предусмотрено масштабирование импортируемых фотографий под масштаб измеряемых частиц. В предыдущей версии программы были заданы жесткие размеры импортируемых фотографий с электронного микроскопа. В программе так же будет разработан пятый блок «3D – визуализация структуры различных минералов» включающая базу данных структур различных материалов. База данных периодически обновляется, по мере изучения различных материалов.

В таблице 1 представлены виды минералов, входящих в структурные базы данных материалов. В данной статье представляем 3D – структуру монтмориллонита, состоящую из нескольких частей для наглядного отображения связей в минерале.

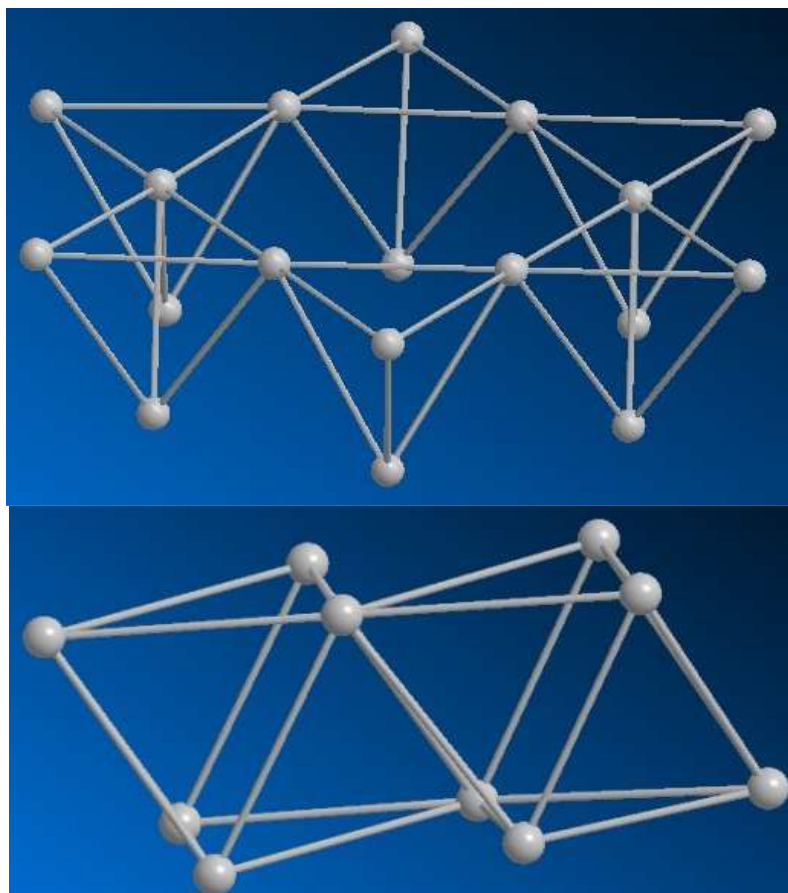
Монтмориллонитовые минералы встречаются в виде чрезвычайно мелких частиц, для которых не удается получить рентгенодифракционных картин от монокристаллов. Заключение о структуре, поэтому приходится делать на основании порошковых рентгенограмм и сопоставлений с лучше изученными структурами. Структура монтмориллонита складывается двумя листами кремнекислородных тетраэдров, разделенными в центре октаэдрическим алюмокислородным листом. Характерная особенность монтмориллонитовой структуры заключается в том, что молекулы воды и других полярных жидкостей, такие, как некоторые органические молекулы, могут входить

в межслоевые пространства, вызывая набухание решетки. Монтмориллониты относительно легко диспергируются в воде вплоть до частиц чрезвычайно мелкого размера.

Таблица 1 – Классификация глинистых минералов

Вид минералов	Тип минералов		Группа	Пример
	Двухслойный	Трехслойный		
Аморфные			Аллофана	
Кристаллические	Изотермический		Каолинита	Каолинит, Накрит
	Удлиненный		Галлуазита	
		Разбухающая решетка: изотермический	Монтмориллонита	Монтмориллонит, Сокоцит, Вермикулит
		Разбухающая решетка: удлиненный	Монтмориллонита	Нонтронит, Сапорит, Гекторит
		Неразбухающая решетка	Иллита	
			Хлорита (правильные слоисто-смешанные типы)	
			Аттапульгита, сепиолита, палыгорскита (типы цепочечных структур)	

На рисунке 2 представлена 3D – структура монтмориллонита.



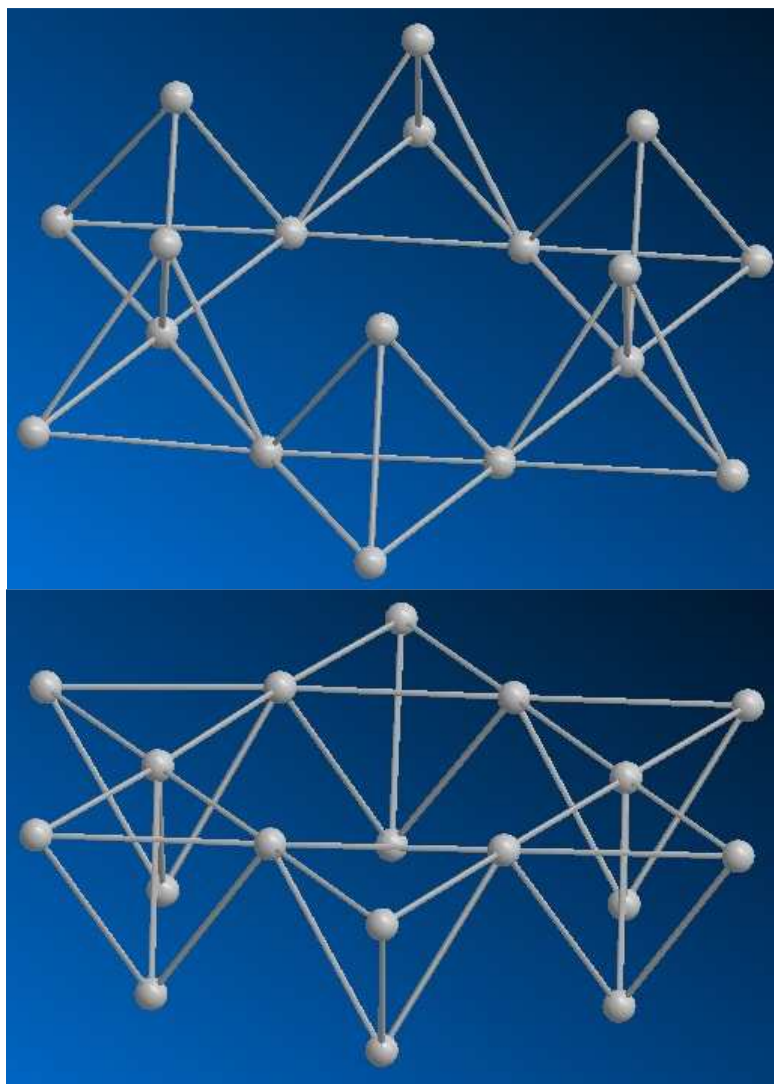


Рисунок 2 – 3D–структура монтмориллонита

Таким образом, для комплексного подхода к оценке качества зерновых и дисперсных материалов необходимо доработать уже имеющуюся версию программы, включая пятый блок «3D – визуализация структур материалов», который позволяет наглядно оценить структуру исследуемых материалов. Программа может быть полезной при изучении курса «Формовочные материалы и смеси», а также при комплексной оценке с приборов лаборатории «ДНТВ и КМ».

### **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Патент на демонстрационно-расчетную программу № 2012615873 Российская Федерация. Анализ качества сыпучих зерновых и дисперсных материалов и расчет их геометрических параметров [Текст] / Лесив Е.М.(RU), Мамина Л.И.(RU), Безруких А.И.; заявитель и правообладатель ФГАОУ ВПО СФУ.(RU). – опубликовано 26.06.12;.

2. Мамина Л.И. Разработка программы для анализа геометрических характеристик сыпучих материалов [Текст] / Л.И. Мамина, Т.Р. Гильманшина, А.И. Безруких // Оборудование и технологии термической обработки металлов и сплавов: сборник докладов 6-ой международной конференции «Оборудование и технологии термической обработки металлов и сплавов» - Ч.II. – Харьков., 2005. – С. 98 – 100;

3. Грим, Р.Е. Минералогия глин [Текст].- М.: Издательство иностранной литературы.- 1959. - 455 с.