

ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ГЛИН ТАГАНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ОТ СТЕПЕНИ МЕХАНОАКТИВИВАЦИИ

Юрьев П.О., Костин И.В., Рассказова Е.В., Цэрна В.В.

Научный руководитель – д-р техн. наук, профессор Беляев С.В.; канд.техн. наук,
доцент Лесив Е.М.

Сибирский федеральный университет

В статье приведены результаты влияния механоактивации глин Таганского месторождения на электростатические характеристики суспензий, используемых в литейном производстве.

Ключевые слова: механоактивация, электростатические характеристики, суспензия, дзета-потенциал, глина, двойной электрический слой.

Глина – это самый распространенный и экологичный материал, широко применяемый в различных отраслях производства, включая литейное производство. Этот материал используется в литейных красках как стабилизатор, в смесях – как связующее, для придания сырой прочности песчано-глинистым смесям (ПГС). Глинистые минералы обладают рядом специфических свойств при контакте с водой, наиболее важными из них являются: седиментационная и агрегативная устойчивость, способность равномерно диспергироваться в воде, тиксотропичность, набухаемость, пластичность.

Глина в жидкой среде легко распадается на элементарные частицы, то есть часть катионов отходит от поверхности глинистой частицы и образует катионную оболочку. В результате нарушения молекулярных связей поверхность глинистой частицы оказывается заряженной отрицательно. Молекулы воды, являясь диполями, притягиваются положительно заряженными концами к отрицательно заряженной поверхности глинистой частицы. Таким образом формируется адсорбционный и диффузный слои:

- Адсорбционный слой, примыкающий непосредственно к межфазной поверхности. Данный слой формируется в результате электростатического взаимодействия с потенциалопределяющими ионами и специфической адсорбции.
- Диффузный слой, в котором находятся противоионы. Они притягиваются к частице за счет электростатических сил.

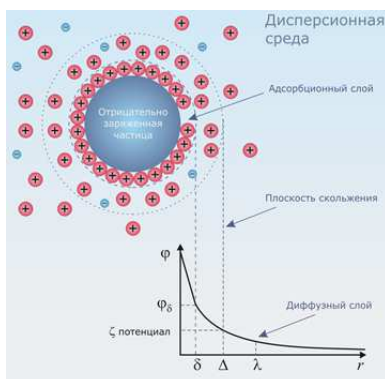


Рис.1 – Строение двойного электрического слоя (д.э.с.)

Адсорбированный и диффузный слои (рис. 1) образуют вокруг частицы глины двойной электрический слой, вызывающий необходимость изучения глинистой суспензии как электростатической коллоидной системы.

Основной характеристикой электростатического взаимодействия в коллоидных растворах является дзета-потенциал (ζ).

Важность дзета-потенциала состоит в том, что его значение связано с устойчивостью коллоидного раствора, он определяет степень и характер взаимодействия между частицами дисперсной системы, и складывается из многих характеристик, главными из которых являются поверхностный заряд частицы и размер двойного электрического слоя.

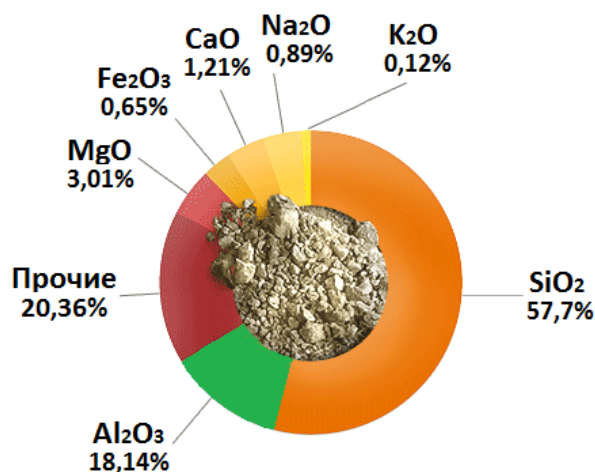


Рис. 2 – Химический состав глины Таганского месторождения, %

Для увеличения электростатических характеристик глин Таганского месторождения марки БПТ1 (химический состав представлен на рисунке №2) проводилась механоактивация материала в мельнице планетарно-центробежного типа ReatschPM 400 MA, при объемном соотношении материала к мелющим телам 1:1. Время активации варьировалось от 60 сек. до 180 сек. при постоянной скорости вращения размольного стакана – 1200 об./мин.

Анализ фракционного состава и контактной площади поверхностимеханоактивированных глин проводились на лазерном анализаторе частиц FRITSCH ANALYSETTE 22 MicroTecPLUS в диапазоне от min до max по оси x (в мкм); интенсивность интересующего размера частиц по оси y (в %) и кривая Парето [1]. На рисунке №3 представлен фракционный состав глин Таганского месторождения до и после механоактивации.

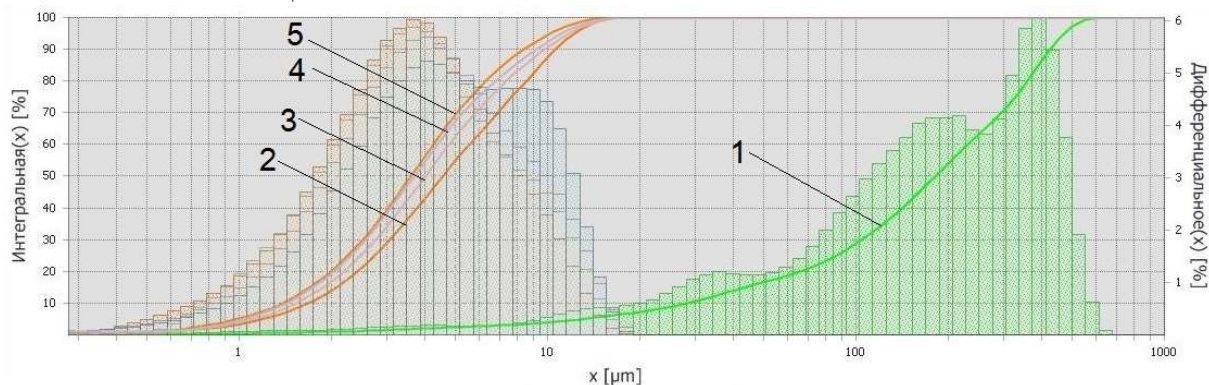


Рис. 3 – Фракционный состав глины Таганского месторождения, активированной в течении: 1 – исходный, 2 – 60 сек., 3 – 90 сек., 4 – 120 сек., 5 – 180 сек.

В таблице №1 представлены геометрические параметры механоактивированных глин: геометрический и квадратичный средние диаметры частиц и контактная площадь поверхности. Геометрический средний диаметр частиц глинистого порошка уменьшается с 72,59 мкм до 3,5 мкм в среднем, а квадратичный средний диаметр с 261,76 мкм до 5,449 мкм для глин активированных в течение 120 сек. и с увеличением времени активации более 120 сек. квадратичный средний диаметр увеличивается до 8,590 мкм, что объясняется явлением агломерации частиц глины в следствии избыточности энергии закаченной в частицы, которая приводит к переактивации материала, что в первую очередь влияет на контактную площадь поверхности, а так же на электростатические характеристики материала.

Таблица 1 – Геометрические параметры глины Таганского месторождения

Время механоактивации, сек	Геометрический средний диаметр, мкм	Квадратичный средний диаметр, мкм	Контактная площадь поверхности, см ² /см ³
0	72,59	261,76	3867,91
60	4,94	6,941	18712,41
90	3,88	5,891	20537,25
120	3,57	5,449	23716,79
180	3,54	8,590	22638,85

Контактная площадь поверхности для глины не подвергавшейся механоактивации составляет 3867,91 см²/см³, для механоактивированных глин она составляет порядка двадцати тысяч см²/см³. Наибольшую площадь поверхности имеет глина активированная в течении 120 сек. – 23716,79 см²/см³, последующая активация глины уменьшает этот параметр до 22638,85 см²/см³ (агломерация частиц).

На основе геометрических параметров материала выявили, что оптимальное время активации для глины Таганского месторождения в мельнице планетарно-центробежного типа RetschPM 400 MA, при объемном соотношении материала к мелющим телам 1:1, составляет 120 секунд.

Определение электростатических характеристик механоактивированных глин проводилось на водных суспензиях. Прибор ДТ-310 позволяет определить дзета-потенциал, поверхностный заряд, диаметр двойного электрического слоя, микровязкость объема суспензии, частоту Максвелла-Вагнера.

- Дзета-потенциал – характеризует стабильность коллоидной системы. Он определяет возможность и скорость относительного перемещения дисперсной фазы и дисперсионной среды, интенсивность электрокинетических явлений. Знак дзета-потенциала определяется знаком заряда потенциалобразующего слоя.
- Поверхностный заряд и диаметр двойного электрического слоя являются характеристиками частицы входящей в состав коллоидной системы. Этими двумя характеристиками определяется числовое значение дзета-потенциала.
- Частота Максвелла-Вагнера – характеризует электрическую поляризацию, как накопление свободных зарядов на границах раздела фаз. Теория поляризации Максвелла-Вагнера в формальном отношении оказывается асимптотическим случаем общей электродиффузионной теории коллоидной системы [2].

Таблица 2 – Электростатические характеристики глин таганского месторождения*

Время механо-активации, сек.	Время отстоя образца, час	Дзета-потенциал, mV	Поверх. заряд, 10^{-6} mV	Диаметр д.э.с., nm	Микро-вязкость micron/sec/V/Cm	Частота Максвелла-Вагнера, МГц
0	0	11,53	0,173	6,74	1,70	6,86
	24	16,11	0,25	5,69	2,77	20,11
60	0	16,87	0,27	4,2	1,76	17,83
	24	21,03	0,407	3,58	2,84	24,85
90	0	18,23	0,282	4,18	1,78	<u>19,25</u>
	24	24,17	0,538	3,41	2,90	<u>25,93</u>
120	0	20,11	0,297	4,02	<u>1,78</u>	18,92
	24	<u>28,32</u>	0,638	3,22	<u>3,02</u>	23,91
150	0	<u>20,19</u>	<u>0,298</u>	<u>3,52</u>	1,78	18,51
	24	16,53	<u>0,691</u>	<u>3,03</u>	1,92	8,32

*0,12– максимальное значение для суспензий без отстоя (измерения проводились сразу после затворения суспензии);

0,12– максимальное значение для суспензий после 24х часового отстоя.

В таблице № 2 представлены электростатические характеристики суспензий глин Таганского месторождения в исходном и механоактивированном состоянии. Измерения электростатических характеристик проводилось сразу после затворения 5%-ой суспензии и после 24х часового отстоя. Из таблицы видно, что значения всех характеристик суспензии после 24-х часового отстоя увеличиваются, это объясняется свойством глинистых минералов к тиксотропичности – образованию упорядоченной структуры коллоидной системы. Дзета-потенциал с увеличением времени активации материала увеличивается с 11,53 мВ до 20,19 мВ для суспензий без отстоя и с 16,11 мВ до 28,32 мВ для суспензий с 24-х часовым отстоем. Максимальное значение дзета-потенциала соответствует времени механоактивации глинистого материала в течение 120 сек., последующая механоактивация приводит к уменьшению данной характеристики до 16,53 мВ вследствие агломерации частиц в коллоидной системе. Агломерация частиц глины в водной среде объясняется тем, что во время механоактивации происходит измельчение частиц глины и внедрение в них энергии, переизбыток которой, совместно с уменьшающимся размером двойного электрического слоя, приводит к нарушению баланса сил притяжения и отталкивания. С кинетической точки зрения силы притяжения, имеющие молекулярную природу, быстро возрастают при сближении поверхностей частиц дисперсной фазы, а силы отталкивания определяются электрическим взаимодействием между двойными электрическими слоями, окружающих частицы дисперсной фазы. Поэтому при «высоком» поверхностном заряде дисперсной фазы и «небольшом» диаметром д.э.с. происходит сближением частиц и их агломерация, и как следствие выпадение в осадок, с уменьшением дзета-потенциала, микровязкости и общей поляризованности коллоидной системы. Общая поляризованность системы оценивалась Максвелл-Вагнеровской частотой, максимальные значения которой приняла глина механоактивированная 90 сек., и составила 19,25 МГц (без отстоя) и 25,93 МГц (с 24-х часовым отстоем). Микровязкость достигла максимальных значений при активации материала в течение 120 сек., она составила 1,78 и 3,02 micron/sec/V/Cm для суспензии без отстоя и с отстоем соответственно.

На основе полученных геометрических и электростатических характеристик, исследуемых материалов, делаем вывод, что механоактивация глинистых минералов

Таганского месторождения способствует улучшению качества используемой глины в литейном производстве и максимизирует эффект от применения глин путем уменьшения геометрии частиц материала, увеличения контактной площади поверхности, повышения стабильности системы, микровязкости и поляризованности коллоидной системы. Оптимальное время активации глинистых минералов в энергонапряженных центробежно-планетарных мельницах ReatschPM 400 MA, составило 120 секунд.

Литература:

1. Мамина Л.И., Баранов В.Н., Безруких А.И., Лесив Е.М., Ширай А.М. Комплексный подход к оценке качества дисперсных материалов в составах наноструктурированных, твердых, вязких и коллоидных композиций для литейного производства// Труды XI съезда литейщиков России. Екатеринбург, 2013. – С. 202-208.
2. Трухан Э.М. Электрофизические методы исследования. Кондуктометрия неоднородных материалов: Учебно-методическое пособие. - М.: МФТИ. - 26 с.