

ЭЛЕКТРОННО-МИКРОСКОПИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ОГНЕУПОРНЫХ ГЛИН, ПРИМЕНЯЕМЫХ В ЛИТЕЙНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Е.Г. Антошкина, В.А. Смолко, Б.Ш. Дыскина

В настоящее время более 80 % отливок получают в разовых формах путем литья в формы из песчано-глинистых смесей (ПГС), где основным связующим являются глины (каолиновые и монтмориллонитовые), которые используются в виде порошков или суспензий.

Глинистые минералы относятся к слоистым и слоисто-ленточным силикатам алюминия, железа, магния, кальция и натрия. В природных условиях они встречаются в виде чрезвычайно маленьких микрокристаллов с размером от сотых долей до нескольких микрометров. Основным диагностическим признаком этих минералов является их специфическая анизометричная форма [1].

На рис. 1. приведены фотографии частиц глинистых минералов: изометрично- или удлиненно-пластинчатые частицы гидрослюда (рис. 1а), шестигранные пластинки каолинита (рис. 1б), расплывчатые облакообразные микроагрегаты частиц монтмориллонита (рис. 1в), частицы-трубочки галлуазита (рис. 1г) и частицы-иголки палыгорскита (рис. 1д).

Свойства глин во многом определяются кристаллохимическими особенностями глинистых минералов и их высокой дисперсностью. Наиболее типичным критерием особого кристаллохимического строения служит монтмориллонит и смешанослойные глинистые минералы, которые имеют раздвижную кристаллическую решетку. При гидратации этих минералов (при взаимодействии с водой) молекулы воды могут входить в промежутки между элементарными слоями кристаллической решетки и существенно раздвигать их. Глинистые минералы обладают высокой способностью к ионному обмену, т.е. к замене некоторых ионов на поверхности и в кристаллической решетке частиц на ионы, поступающие из раствора.

Важным также является то, что частицы глинистых минералов, находясь в воде, гидратируются, при этом поверхность частиц обычно заряжается отрицательно и вокруг них притягиваются гидратированные противоионы. В результате этого процесса формируются так называемые двойные электрические слои (ДЭС).

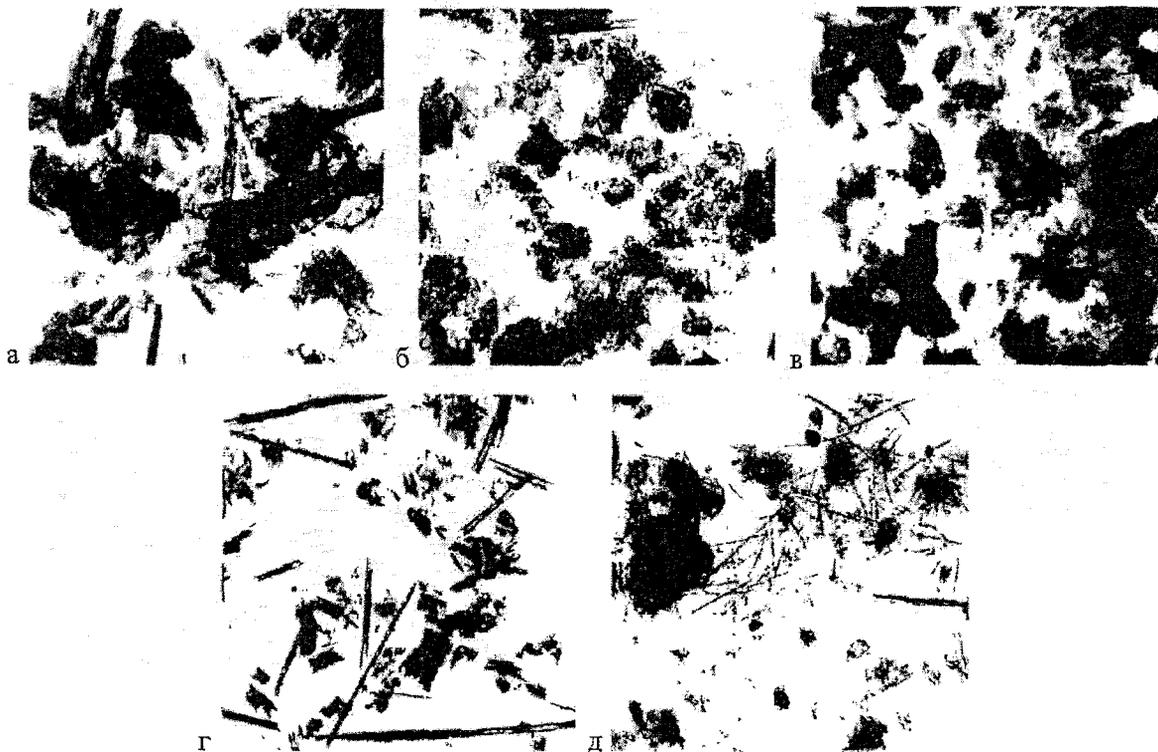


Рис. 1. ПЭМ-фотографии частиц глинистых минералов: а – гидрослюда, б – каолинит, в – монтмориллонит, г – галлуазит, д – палыгорскит (x 10000)

Кристаллохимическое строение частиц глинистых минералов и их специфическое поведение при взаимодействии с водой в основном и определяют такие свойства глин, как пластичность, набухание и усадка при высушивании, а также подвижность глинистых частиц в поле электрического поля (явление электрофореза) и возможность удаления порового раствора, например, воды при приложении постоянного электрического поля (явление электроосмоса).

Наряду с минеральным составом, другим важным фактором, определяющим многие свойства глинистых пород, является их микроструктура. Под микроструктурой будем понимать размер и форму глинистых частиц и микроагрегатов (совокупностей частиц), из взаимную ориентацию и тип структурных связей, т.е. сил, действующих на контактах между твердыми структурными элементами [2].

Среди большого многообразия глинистых пород можно выделить пять основных типов микроструктур: ячеистую, скелетную, матричную, турбулентную и ламинарную.

На рис. 2 приведена ячеистая микроструктура, образовавшаяся после коагуляции и осаждения частиц глинистых минералов в морской воде Черного моря.



Рис. 2. РЭМ-фотография образца глинистого осадка (ила) со дна Черного моря с ячеистой микроструктурой (x 2000)

Главной морфологической особенностью является присутствие изометричных открытых ячеек. Стенки ячеек сложены листообразными микроагрегатами глинистых частиц, контактирующих между собой по типу плоскость-торец и торец-торец через водные пленки. Помимо однородной

структурной сетки с ячеистой микроструктурой встречаются также и более крупные песчаные зерна, которые относительно равномерно распределены по всему объему образца и не имеют непосредственных контактов друг с другом. Глины с ячеистой микроструктурой отличаются высокой пористостью (до 80 %) и влажностью (до 300 %). Эти глины проявляют ярко выраженные тиксотропные свойства, т.е. способность разжижаться даже при незначительных вибрациях и толчках, а в состоянии покоя восстанавливать свою структуру. Это обусловлено наличием в слабо уплотненных образцах обратимых коагуляционных контактов [3].

В случае, когда в водных бассейнах накапливались не глинистые, а песчано-пылевато-глинистые частицы, возможно формирование скелетной микроструктуры (рис. 3). Глинистые породы с такой микроструктурой сложены в основном зернами первичных минералов, таких как кварц, полевой шпат и других, формирующих однородный «скелет». Глинистый минерал распределен неравномерно и не создает сплошной матрицы. Глинистые частицы обычно скапливаются на поверхности зерен в виде сплошных «рубашек» или на контактах песчаных и пылевидных зерен. На рис. 3 в центре видна пылеватая кварцевая частица, покрытая глинистой рубашкой и контактирующая с другими частицами через тонкие цепочки глинистых частиц - глинистые мостики, которые по своей природе также являются коагуляционными контактами.



Рис. 3. РЭМ-фотография образца озерного суглинка со скелетной микроструктурой (x 1500)

Матричная микроструктура (рис. 4) характеризуется присутствием сплошной неориентированной глинистой массы (матрицы), в которой содержатся

беспорядочно расположенные пылеватые и песчаные зерна, не контактирующие между собой.



Рис. 4. РЭМ-фотография образца морской глины с матричной микроструктурой (x 1000)



Рис. 5. РЭМ-фотография образца синей кембрийской глины с турбулентной микроструктурой (x 1000)

Если глинистые породы попадают на большие глубины, где подвергаются воздействию высокого уплотняющего давления и температуры, то начинается интенсивная перестройка микроструктуры. На рис. 5 и 6 показаны примеры высокоориентированных микроструктур - турбулентной (рис. 5) и ламинарной (рис. 6).

Пористость этих пород обычно не превышает 20 %, а их прочность может составлять сотни кг/см². Это обусловлено присутствием в них очень проч-

ных фазовых контактов кристаллизационной или цементационной природы. Находясь в условиях высоких давлений и температур, а также подвергаясь воздействию различных химических растворов, отдельные минеральные частицы как бы свариваются друг с другом по контактирующим внешним поверхностям или цементируются различными химическими веществами (карбонатами, гидрослюдами и т.д.).

Рассмотрев генезис (происхождение) глинистых пород, их микроструктуру и минералогический состав можно сделать вывод, что необходимо знать и учитывать их особенностей при рассмотрении процессов набухания и возникновения адгезионно-когезионных контактов в процессе формирования прочности ПГС, а также при сушке противопожарных красок на поверхности литейных форм и стержней.

При использовании глин местных месторождений необходимо предварительно уточнить их генезис, провести электронно-микроскопические исследования, определить их фазовый состав, установить величину емкости обменных катионов и электрокинетические характеристики.



Рис. 6. РЭМ-фотография образца глинистого сланца с ламинарной микроструктурой (x 1000)

Литература

1. Осипов, В.И. Микроструктура глинистых пород / В.И. Осипов, В.Н. Соколов, НА. Румянцева. - М.: Недра, 1989. - 211 с.
2. Рекишинская, Л.Г. Атлас электронных микрорентгенограмм глинистых минералов / Л.Г. Рекишинская. - М.: Недра, 1966. - 230 с.
3. Пчелин, В.А. Гидрофобные взаимодействия в дисперсных системах / В.А. Пчелин. - М.: Знание, 1976. - 64 с.