

## ЭЛЕКТРОРЕОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫЕ СУСПЕНЗИИ НА ОСНОВЕ ГИДРАТИРОВАННЫХ ОКСИДОВ МЕТАЛЛОВ

*Н.А. Бедик, Л.С. Ещенко, Е.В. Коробко*  
**Государственное предприятие «Институт НИИСМ»**  
**Белорусский государственный университет**  
**ГНУ «Институт тепло- и массообмена им. А.В. Лыкова**  
**НАН Беларуси»**  
*e-mail: info@niism.by; nbedik@gmail.com*

Электрореологические суспензии (ЭРС) представляют собой материалы, обратимое изменение реологических свойств которых под воздействием электрического поля позволяет легко управлять их состоянием от жидкотекучего до твердообразного, а саму суспензию использовать как преобразователь электрической энергии в механическую в таких современных устройствах, как гидроприводы роботов, амортизаторы, автоматизированные суставы и кисти рук роботов, тормоза, бесступенчатые коробки передач, клапаны без движущихся деталей и др.

Главную роль в обеспечении электрореологического эффекта играют частицы дисперсной фазы, диэлектрическая проницаемость и поверхностная проводимость которых должна быть на несколько порядков выше, чем у дисперсионной среды. Благодаря этому в электрическом поле на границе раздела фаз возникает разность потенциалов, частицы наполнителя поляризуются, формируя мостиковые структуры между электродами вдоль силовых линий поля (рисунок 1).



Рисунок 1 – Структурирование дисперсной фазы в электрическом поле

Широкое распространение в качестве дисперсной фазы получили водосодержащие неорганические соединения, применение которых позволяет достичь увеличения предела текучести и эффективной вязкости суспензий на несколько порядков. Достижению высокого электрореологического эффекта в таких суспензиях способствует вода, входящая в состав наполнителей и являющаяся активатором поляризационных процессов на межфазной поверхности. С этой точки зрения для разработки эффективных составов ЭРС интерес представляют гидратированные оксиды поливалентных металлов, в частности, алюминия и

хрома, характеризующиеся высокой дисперсностью, полиморфизмом и разнообразием форм связи воды, удерживаемой в объеме и на поверхности до относительно высоких температур.

Исследованы двухкомпонентные суспензии (наполнитель в минеральном масле), приготовленные на основе гидратированных оксидов алюминия и хрома, отличающихся фазовым, дисперсным составом, а также типом, количеством и энергетическим состоянием воды, входящей в их состав. Концентрация наполнителя составляла 20 масс. %. Критерием оценки электрореологической активности суспензий являлись значения прироста напряжения сдвига суспензий в электрическом поле. Зависимости напряжения сдвига от скорости сдвига определялись на ротационном вискозиметре смодифицированной для подачи электрического поля ячейкой (рисунок 2).

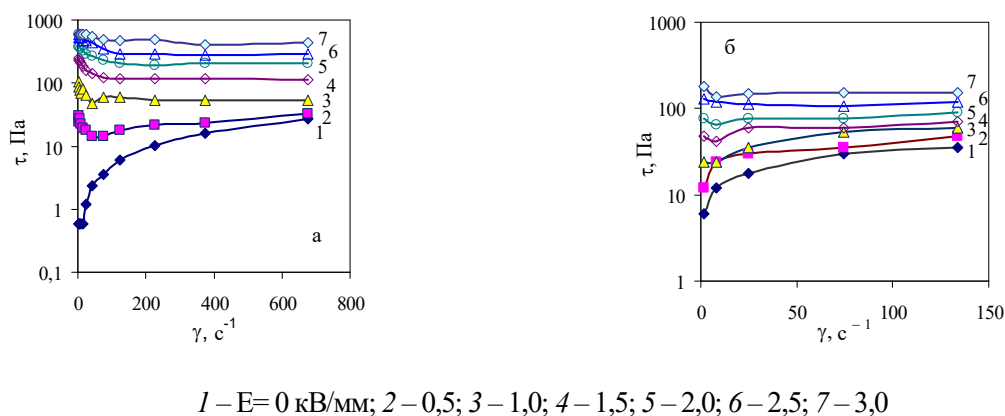


Рисунок 2 – Зависимость напряжения сдвига от скорости сдвига ЭРС на основе гидратированного оксида алюминия (а) и хрома (б)

Под воздействием электрического поля в суспензиях наблюдалось значительное (на 2-3 порядка) увеличение значений напряжения сдвига  $\tau$ , связанное с преодолением отрывного усилия вследствие структурирования частиц дисперсной фазы в межэлектродном зазоре. Наблюдаемые отличия в степени структурирования суспензий связаны с различной природой электрореологической активности наполнителей. Так, инициирование электроструктурирования в ЭРС на основе гидратированного оксида алюминия связано с возникновением протонной проводимости, обусловленной диссоциацией неструктурных молекул  $H_2O$ , локализованных в межслоевом пространстве псевдобемита. В случае с ЭРС на основе гидратированного оксида хрома, протонная проводимость обусловлена наличием на поверхности рентгеноаморфного  $Cr_2O_3 \cdot nH_2O$  адсорбированных молекул  $H_2O$ , образующих стабилизированные дисперсионными силами полимолекулярные слои, по которым и мигрирует заряд  $H^+$  – это так называемая «пленочная проводимость».

Таким образом, показана перспективность применения гидратированных оксидов алюминия и хрома для разработки электрореологических суспензий для робототехники и других интеллектуальных управляемых технологий.