

При выполнении работы в качестве исходных материалов использовали портландцемент М500 Д0 и алюминатный цемент состава (мас. %):  $C_{12}A_7 - 90$ ,  $C_3A - 5$ ,  $CA - 5$ , производства ОАО «Подольск-Цемент». Мономинеральный алюминатный цемент обрабатывали в водной среде в роторно-пульсационном аппарате до полной гидратации алюминатов кальция. Полученную добавку вводили в состав вяжущего в количестве 1–10%. Изучение основных строительно-технических свойств цемента показало, что оптимальное количество вводимой добавки составляет 3%. При этой концентрации еще сохраняются приемлемые сроки схватывания цементного теста, а прочность камня увеличивается.

Следующим этапом работы было исследование совместного действия ГА и суперпластификатора С-3 на свойства цемента.

### Список литературы

1. Гусев Б.В., Ин Иен-лян Самуэл, Кузнецова Т.В. Цементы и бетоны – тенденции развития. – М.: Научный мир, 2012. – 134с.
2. Кузнецова Т.В., Самченко С.В. Микроскопия материалов цементного производства. – М.: МИКХиС, 2007. – 304с.
3. Кривобородов Ю.Р., Еленова А.А. Применение микродисперсных добавок для ускорения твердения цемента // Строительные материалы, 2016. – №9. – С.65–67.
4. Кривобородов Ю.Р., Еленова А.А. Твердение цементного камня с микродисперсными добавками // Техника и технология силикатов, 2015. – Т.22. – №4. – С.18–20.

## ПОЛУЧЕНИЕ И ТЕРМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МОЛИБДЕНОФOSФАТНЫХ СТЕКОЛ

А.В. Васильева<sup>1</sup>, С.В. Першина<sup>2</sup>  
 Научный руководитель – к.х.н., н.с. С.В. Першина<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина  
 620002, Россия, г. Екатеринбург, ул. Мира 19

<sup>2</sup>Институт высокотемпературной электрохимии УрО РАН  
 Россия, г. Екатеринбург, ул. Академическая 20, allavasilyeva1995@gmail.com

В условиях постоянно растущего энергопотребления важную роль в жизни человека играют электрохимические системы, в частности литий-ионные аккумуляторы (ЛИА), спектр применения которых в современном мире достаточно широк, а в дальнейшем будет только увеличиваться. Они применяются для электропитания устройств самого различного назначения. Молибденофосфатные стекла вызывают значительный интерес как перспективные электродные материалы для ЛИА, но их свойства до сих пор малоизучены [1–4]. Целью данной работы является получение стекол в системе  $MoO_3-P_2O_5$

Установлено, что составы с добавкой гидроалюминатов кальция и суперпластификатора имеют водопотребность, близкую к исходному портландцементу (табл. 1), сроки схватывания теста закономерно сокращаются (табл. 2), причем интервал между началом и концом схватывания существенно меньше, чем у портландцемента.

Прочностные свойства цементного камня с комплексной добавкой выше, чем у бездобавочного вяжущего и у составов с вводом добавок по отдельности (табл. 3).

**Выводы.** Совместное использование добавок гидроалюминатов кальция и суперпластификатора в составе портландцемента обеспечивает высокие прочностные свойства цементного камня, причем как в раннем возрасте, так и при длительном твердении.

и исследование их характеристических температур и термической стабильности.

Стекла  $xMoO_3-(100-x)P_2O_5$  при  $x=65, 70, 75, 80, 85, 90$  мол% были приготовлены методом закаливания расплава. Исходные компоненты  $MoO_3$  (ч.д.а.) и  $NH_4H_2PO_4$  (ч.д.а.) тщательно смешивали в соответствующих пропорциях, нагревали и выдерживали в платиновом тигле на воздухе при температурах 800–1000 °С в течение 60 минут в зависимости от состава. Расплав отливали на стальную подложку с последующим прессованием другой стальной пластиной.

Аморфное состояние полученных стекол

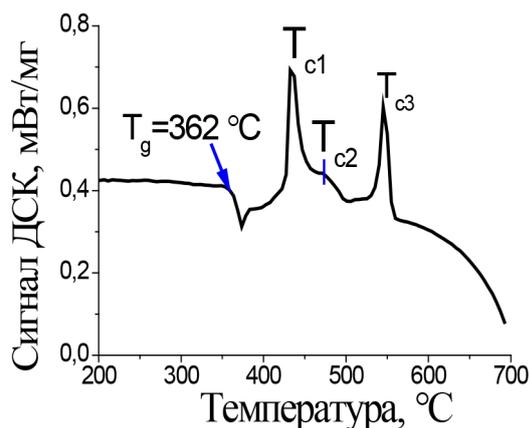


Рис. 1. Кривая ДСК стекла состава  $85\text{MoO}_3-15\text{P}_2\text{O}_5$ , Скорость нагрева –  $10^\circ\text{C}/\text{мин}$ .

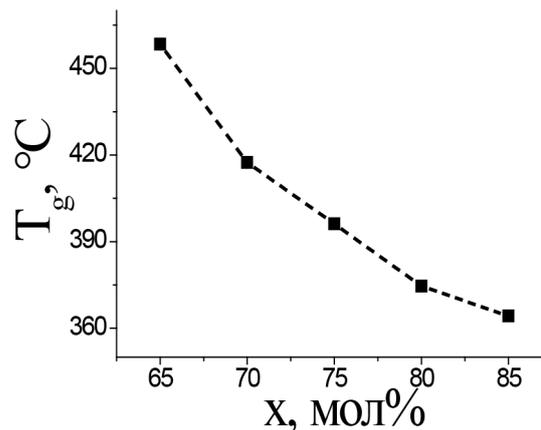


Рис. 2. Зависимость  $T_g$  стекол  $x\text{MoO}_3-(100-x)\text{P}_2\text{O}_5$

контролировали с помощью рентгенофазового анализа (РФА), проводимого на дифрактометре Rigaku D-MAX-2200V, Cu K $\alpha$ -излучение в интервале углов рассеяния  $2\theta$  от 15 до  $70^\circ$ .

Термическое поведение стекол исследовали методом дифференциальной сканирующей калориметрии (ДСК) в платиновых тиглях на калориметре DSC 204 F1 Phoenix (Netzsch) в температурном диапазоне от  $35^\circ\text{C}$  до  $600^\circ\text{C}$  либо на термоанализаторе STA 449C Jupiter (Netzsch) при температурах от 35 до  $700^\circ\text{C}$ .

Все аморфные материалы были черного цвета и имели стеклянный блеск. На их порошковых рентгенограммах отсутствуют пики кристаллических включений. Состав  $90\text{MoO}_3-10\text{P}_2\text{O}_5$  не является стеклом, т.к. на его рентгенограмме присутствуют рефлексы от кристаллических фаз –  $\text{MoO}_3$  и  $\text{MoO}_2$ . В работе [2] аморфные составы в аналогичной системе были получены

до 83 мол%  $\text{MoO}_3$ .

Согласно данным ДСК (рис. 1), стекла при  $x=80$  и 85 мол%  $\text{MoO}_3$  ступенчато кристаллизуются выше температуры стеклования ( $T_g$ ). Символами  $T_{c1}$ ,  $T_{c2}$  и  $T_{c3}$  обозначены их температуры кристаллизации. Другие составы плавятся, минуя стадию кристаллизации. Обнаружено, что термическая стабильность стекол, определяемая по разности температур  $T_c-T_g$ , уменьшается с ростом содержания оксида переходного металла.

На основании полученных данных по термическим свойствам стекол установлено, что с увеличением содержания  $\text{MoO}_3$  температура стеклования уменьшается (рис. 2). Таким образом, оксид молибдена в исследуемых стеклах выступает в роли модификатора, т.е. разрушает сетку стекла.

### Список литературы

1. Levy M., Souquet J.L. // *Materials Chemistry and Physics*, 1989. – V.23. – P.171–188.
2. Bridge B., Patel N.D. // *J. Materials Science*, 1986. – V.21. – P.1187–1205.
3. Mansingh A., Dhawan A., Sayer M. // *J. Non-Cryst. Solids.*, 1979. – V.33. – P.351–365.
4. Murawski L., Chung C.H., Mackenzie J.D. // *J. Non-Cryst. Solids.*, 1979. – V.32. – P.91–104.

## РАСЧЁТ ТЕПЛОПЕРЕДАЧИ В ГРАФИТОВОМ РЕАКТОРЕ

Н.В. Виноградов

Научный руководитель – д.т.н., профессор В.В. Коробочкин

Национальный исследовательский Томский политехнический университет  
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина 30, izjumov.nikolay@rambler.ru

При расчете химического реактора на основе носителя из пористого графита интересной задачей является определение зоны теплопередачи из области тепловыделения в область те-

плопоглощения. В нашем случае исследовался графитовый реактор с совмещенной зоной теплопоглощения на первом этапе и тепловыделения на втором этапе последовательного превра-