



Библиографические ссылки

1. Козлов А.И., Збарский В.Л., Грунский В.Н. Блочные ячеистые катализаторы и перспективы их использования в химии и технологии нитросоединений / РХТУ им. Д. И. Менделеева; М.: Изд-во РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2009. 119 с.

УДК 522.648.24:541

В. В. Игнатенкова, А. В. Беспалов, В. Н. Грунский, И. А. Белова, Е. С. Лукин

Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева, Москва, Россия

РЕОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КОРУНДОВОГО ШЛИКЕРА

High - porous cellular ceramic materials are made by the method of duplicating of the polymer matrix. Thixotropic suspensions based on ceramic powders are required. The rheological characteristic investigation of corundum suspensions of various chemical compositions was carried out.

Керамические высокопористые ячеистые материалы получают методом дублирования структурообразующей полимерной матрицы. Для этого используют тиксотропные суспензии на основе керамических порошков. Проведено исследование реологических свойств корундовых суспензий различных химических составов.

При получении керамических высокопористых проницаемых ячеистых материалов (ВПЯМ) методом дублирования структурообразующей полимерной матрицы используют различные порошки диоксида циркония, оксида алюминия, нитрида кремния, петалита, муллита, стекловолно и др. На пенополиуретановую (ППУ) матрицу в качестве керамического порошка так же наносят электро- и ультрафарфоровые массу, глазурь или их композиции [1].

Эксплуатационные характеристики ВПЯМ и носителей на его основе формируются при приготовлении суспензии (шликера) и нанесении её на полимерную матрицу ППУ. Как правило, суспензия состоит из дисперсной фазы (порошок), дисперсионной среды и различных добавок, влияющих на реологические свойства суспензии или её адгезию к поверхности матрицы.

В работе [1] отмечается необходимость нанесения на полимерную матрицу тиксотропных шликеров, как характерную особенность метода дублирования полимерной матрицы ППУ.

В литературе отсутствуют данные о реологических свойствах корундовых шликеров, применяемых для изготовления ВПЯМ методом дублирования полимерной матрицы ППУ.

Проблема закрепления слоя корунда на полимерной матрице может быть решена сравнительно просто путем использования в качестве дисперсионной среды водного раствора органического клеящего вещества. Причем



такое органическое вещество должно образовывать пленку на поверхности полимерной матрицы и выгорать без остатка вместе с материалом матрицы.

Таким веществом является водный раствор поливинилового спирта (ПВС) [1-3]. Однако, следует иметь ввиду, что использование водного раствора ПВС связано с ограничением концентрации до 10% масс. Увеличение концентрации ПВС в растворе выше указанной вызывает резкий рост эффективной вязкости, превращающей раствор в «студень».

В качестве полимерной матрицы возможно использование ППУ-Э ОСТ 6-05-407-75 или ППУ-ЭО-100 ТУ 6-05-5127-82, причем ППУ первой марки требует предварительной обработки поверхности щелочью для удаления перепонок.

В работе [1] в качестве дисперсионной среды рекомендуют применять растворы ПВС в воде с концентрацией 1-3% масс. для ППУ-Э ОСТ 6-05-407-75. Если в качестве матрицы применяют ППУ-ЭО-100 ТУ 6-05-5127-82, то необходимо использование растворов ПВС большей концентрации.

Прочность получаемого ВПЯМ зависит от наполненности шликера, т.е. от соотношения твердой и жидкой фазы (Т:Ж). Выбор соотношения Т:Ж определяется на основе двух критериев: устойчивости суспензии во времени и достаточной текучестью для пропитки матрицы ППУ. На практике используют $T:Ж = 2,0 \div 2,3$ [1].

Для экспериментального исследования реологических свойств суспензий на основе корунда были приготовлены шликеры различного состава по содержанию дисперсной фазы и составу дисперсионной среды.

В качестве дисперсной фазы использовали шихту корунда ($\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$) с добавками оксидов магния и титана. Размер частиц шихты – 24 мкм. Насыпная плотность, определенная пикнометрическим методом, составляет 1,935 г/см³. Использование в качестве основной составляющей суспензии для изготовления ВПЯМ корунда обусловлено его свойствами: инертность, высокая механическая и химическая прочность, термостойкость [4].

В качестве дисперсионной среды использовали водный раствор ПВС. Концентрацию раствора спирта варьировали в пределах $0 \div 10\%$ масс. таким образом, чтобы содержание ПВС в шликере составляло 0% масс. (использование в качестве дисперсионной среды воды), 1% масс., 2% масс. и максимально возможное при использовании 10% масс. раствора ПВС. Плотность водного раствора ПВС с концентрацией 10% масс., определенная пикнометрическим методом, составила 1,032 г/см³.

Соотношение дисперсной фазы и дисперсионной среды изменяли соответственно $T:Ж = 2,3:1; 2,6:1; 3:1$.

Реологические свойства приготовленных высококонцентрированных суспензий определяли на ротационном вискозиметре «Реотест-2.1», позволяющем измерять эффективную вязкость в диапазоне скоростей сдвига $0,02 \div 1,3 \cdot 10^3 \text{ с}^{-1}$. Все измерения проводили на ячейке цилиндр-цилиндр. Относительная погрешность измерений составила менее 1% [5].

Рабочий узел ротационного вискозиметра «Реотест-2.1» представляет собой систему коаксиальных цилиндров, в зазор между которыми помещается исследуемая система. Измерения проводятся при постоянной скорости



сдвига $\dot{\gamma} = \text{Const}$ [6]. Для описания реологических свойств суспензий снимали зависимость напряжения сдвига от скорости сдвига. Напряжение сдвига P вычисляли по формуле:

$$P = z \cdot \alpha \quad (1)$$

где P – напряжение сдвига (10^{-1} Па); z – постоянная цилиндра (10^{-1} Па/дел.шкалы); α – деление шкалы, отсчитываемое на индикаторном приборе (дел.шкалы).

По измеренному напряжению сдвига P и скорости сдвига $\dot{\gamma}$ вычисляли эффективную вязкость суспензии:

$$\eta = \frac{P}{\dot{\gamma}} \cdot 100 \quad (2)$$

где η – эффективная вязкость (мПа·с).

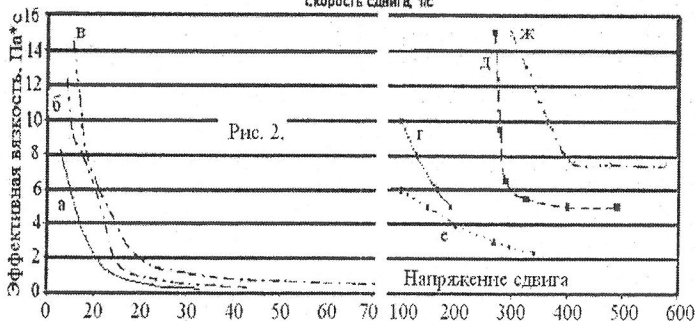
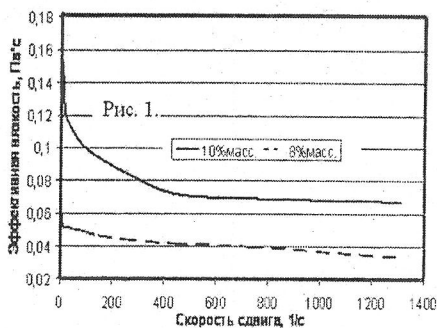


Рис. 1. Зависимость эффективной вязкости растворов ПВС от скорости сдвига.

Рис. 2. Зависимость эффективной вязкости шликеров различных химических составов от напряжения сдвига. Шликер на основе корунда, Т:Ж=2,3:1, содержание ПВС в шликере: а – 1% масс.; б – 2% масс.; в – 3% масс. Шликер на основе электрофарфора, Т:Ж=2:1: г – электрофарфор; д – электрофарфор + 0,2% NaOH; е – 60% электрофарфора; Т:Ж=2,3:1 ж – 60% электрофарфора + 40% глазури.



На рис. 1 приведены зависимости эффективной вязкости дисперсионной среды – растворов ПВС различной концентраций от скорости сдвига при температуре 20°C.

Полученные данные хорошо согласуются с экспериментальными данными, приведенными в работе [7]. На рис. 2 представлены зависимости эффективной вязкости от напряжения сдвига для шликеров различного химического состава на основе электрофарфоровой массы [1] и корунда. Состав электрофарфоровой массы, исследованной в [1]: пегматит, кварцевый песок, глинозем, глина огнеупорная, каолин, фарфоровый бой. В качестве дисперсионной среды использовали водный раствор ПВС концентрацией 3% масс.

Шликер на основе чистого электрофарфора (кривая г) отличается от электрофарфоровой массы с добавлением 40% масс. глазури (кривая жс) значением эффективной вязкости. Это объясняется ростом доли кварцевого песка на 5 - 6% масс. при введении в шликер глазури. Введение небольшого количества щелочи (0,2% масс.) значительно изменяет реологические свойства шликера на основе электрофарфора (кривая д).

Из данных рис. 2 видно, что значения эффективных вязкостей суспензий корунда и электрофарфора сопоставимы и их значения не превышают 14 Па·с для приведенных составов. Однако интервалы напряжений сдвига, вызывающих изменения структуры шликеров, существенно отличаются для корунда и электрофарфора, что объясняется различным химическим составом.

Библиографические ссылки.

1. Проблемы порошкового материаловедения. Ч.II. Высокопористые проницаемые материалы / В.Н. Анциферов [и др.]; УрО РАН. Екатеринбург: Изд-во УрО РАН, 2002. 262 с.
2. Козлов А.И. Блочные ячеистые катализаторы в жидкофазных процессах восстановления и нитрования ароматических соединений: Дис. на соискание уч. ст. доктора техн. наук/ РХТУ им. Д.И. Менделеева. М.: Изд-во РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2006.
3. Жилин В.Ф., Збарский В.Л., Козлов А.И. Восстановление ароматических нитросоединений: Учеб. пособие/ РХТУ им. Д.И. Менделеева. М.: Изд-во РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2004. 92 с.
4. Троицкий И. А., Железнов В. А. Металлургия алюминия: Учеб. Пособие, 2-е изд., доп. и перераб. М.: Metallurgia, 1984. 398 с.
5. РЕОТЕСТ 2.1. Цилиндрический и конусо-пластиночный ротационный вискозиметр. Инструкция по эксплуатации. М., 48 с.
6. Практикум и задачник по коллоидной химии. Поверхностные явления и дисперсные системы: Учеб. пособие для ВУЗов/ В.В. Назаров [и др.]; М.: ИКЦ «Академкнига», 2007. 374 с.
7. Труфакина Л.М., Кудешова Е.Г. Реологические свойства смесей полуразбавленных и концентрированных растворов поливинилового спирта и карбоксиметилцеллюлозы //Инженерно-физический журнал, 2003. Т.76. №3. С. 55-58.