

УДК 522.648

# РЕОЛОГИЧЕСКОЕ ПОВЕДЕНИЕ ВОДНЫХ СУСПЕНЗИЙ ТАЛЬКА

**А.В. Миронюк**

Кандидат технических наук, ассистент\*

Контактный тел: (044) 528-60-36

E-mail: airshape@ukr.net

**А.А. Сикорский**

Аспирант\*

Контактный тел: (044) 450-36-13, 093-772-86-34

E-mail: alexey.sikorskiy@ukr.net

**Т.А. Караваев**

Доцент

Кафедра товароведения и экспертизы непродовольственных товаров

Киевский национальный торгово-экономический университет

ул. Киото 19, г. Киев, Украина, 02156

Контактный тел.: (044) 513-81-72

E-mail: karavayev@meta.ua

**В.А. Свидерский**

Доктор технических наук, професор\*

Контактный тел: (044) 406-86-05

E-mail: xtkm-users@kpi.ua

\*Кафедра химической технологии композиционных материалов

Национальный технический университет Украины

«Киевский политехнический институт»

пр. Победы, 37, г. Киев, Украина, 03056

*Розглянуті особливості реологічної поведінки та седиментаційної стабільності водних дисперсій тальку в залежності від розміру його часток. Встановлено, що для цього матеріалу характерним є наявність критичного розміру частинки, за якого вказані характеристики різко змінюються*

*Ключові слова: реологічна поведінка, тальк, седиментація, розмір частинки, водні дисперсії, концентрація*

*Рассмотрены особенности реологического поведения и седиментационной устойчивости водных дисперсий талька в зависимости от размера его частичек. Установлено, что для этого минерала характерным является наличие критического размера частички, в которой указанные характеристики резко изменяются*

*Ключевые слова: реологическое поведение, тальк, седиментация, размер частички, водные дисперсии, концентрация*

## 1. Введение

Суспензии тонкодисперсных минеральных материалов в водной среде на данный момент широко применяются в лакокрасочной промышленности, в особенности при производстве воднодисперсионных красок, шпатлёвок, грунтовок и подобных полупродуктов. Дисперсные минеральные материалы при этом наиболее часто выполняют функцию наполнителя, основным предназначением которого является снижение себестоимости готового материала и в то же время, повышение его прочностных свойств. Одним из наиболее широко используемых наполнителей является тальк, представляющий собой слоистый алюмосиликат, химический состав которого наиболее часто описывается формулой  $MgSi_4O_{10}(OH)_2$ . Этот минерал относится к классу трёхслойных, его внешние слои представлены кремнийкислородными тетраэдрами, а внутренний – магнийкислородными октаэдрами также связываемыми ОН-группы. Таким образом, этот материал обладает низким сродством поверхности к воде и, как следует ожидать, формирующиеся на

его поверхности в суспензиях адсорбционные оболочки воды будут менее прочными по сравнению с соответствующими оболочками более гидрофильных наполнителей, например, каолина или карбоната кальция. Это положение подтверждается значением угла смачивания названных выше материалов водой:  $60^\circ$  у талька [1],  $44^\circ$  у каолина [2] и  $26^\circ$  у кальцита [3].

Как известно, зависимость реологических характеристик суспензий от концентрации минеральной фазы подчиняется степенной закономерности, предложенной Муни [4]. Эта закономерность характеризуется наличием точки перегиба кривой, в которой характер зависимости вязкости от степени наполнения кардинально меняется: скорость нарастания вязкости в зависимости от концентрации твёрдой фазы на втором участке кривой может быть в десятки раз выше, чем на первом. Это объясняется, в первую очередь, увеличением извилистости пути мобильных частиц минерального наполнителя при течении таких высоконаполненных суспензий [5] и формированием псевдотвёрдых кластеров минеральной фазы.

Нахождение закономерности формирования значения этой критической концентрации суспензий актуально как с научной точки зрения, так и с технологической, поскольку это помимо установления влияния поверхностных свойств частиц на режимы течения, обеспечит возможность проектировать состав и реологическое поведение водных дисперсий минералов аналитически.

## 2. Цель работы

Целью данной работы является установление критической концентрации водных суспензий талька в зависимости от размера их частиц.

Объектом исследования является характер реологических кривых суспензий названных материалов, а предметом – суспензии талька с регулируемым средним размером частиц. Тальк был выбран в качестве объекта в связи с тем, что он достаточно часто применяется в рецептурах водных лакокрасочных материалов, а также с тем, что на данный момент существуют коммерческие марки этого продукта с узким гранулометрическим распределением в интервале от 3 до 15 мкм, что позволяет варьировать его функции в составе композиционного материала в зависимости от размера частиц.

## 3. Методы и результаты исследований

Методы, использованные при проведении исследований включают: определение удельной поверхности (БЭТ, адсорбент – аргон), оптическую микроскопию (Микроскоп Konus Accademy), реологический анализ (вискозиметр Rheotest II), седиментационный анализ, угол смачивания водой по методике приведенной в [6].

Исследуемый в работе тальк является классическим слоистым силикатом с частицами пластинчатой формы, как это видно на рис. 1.



Рис. 1. Частицы талька, увеличение в 800 раз

Характеристики поверхности этого материала ощутимо изменяются в зависимости от среднего медианного размера частиц (табл. 1). В частности, изменяется характеристическое соотношение размеров, изменение удельной поверхности происходит нелинейно.

Как можно заметить, при уменьшении размера частиц материал становится более гидрофильным. Это может найти объяснение в уменьшении характеристического соотношения размеров частиц, что приводит к увеличению доли боковых граней в общей поверхности. А как известно

[7], боковые грани частиц слоистых силикатов характеризуются повышенной способностью ко взаимодействию с водой. Можно предположить что частица талька с адсорбционной оболочкой воды будет иметь форму близкую к форме диска с выпуклыми краями (закрытого тороида). При этом поведение суспензий частиц подобного типа будет определяться соотношением размеров выпуклой части диска и вогнутой его части, а также способностью гидратационного слоя к деформации.

Таблица 1

Характеристики поверхности талька

Обозначение	Удельная поверхность, м <sup>2</sup> /г	Средний медианный размер частиц, мкм.	Соотношение l/d	Угол смачивания водой, град.
Тальк – 3	5,74	2,9	28	65
Тальк – 5	4,30	5,1	30	65
Тальк – 7	3,37	6,7	33	70
Тальк – 10	2,43	10,0	34	70
Тальк – 15	1,57	15,2	33	70

Также можно предположить, что при определённом размере частиц талька будет достигнуто такое состояние, когда гидратационная оболочка будет полностью покрывать его поверхность за счёт уменьшения соотношения длины к высоте. В этом случае, ориентационный фактор течения анизотропных частиц будет существенно уменьшен.

Этот феномен наблюдается при динамическом анализе значений критических концентраций тальковых водных суспензий (рис. 2)

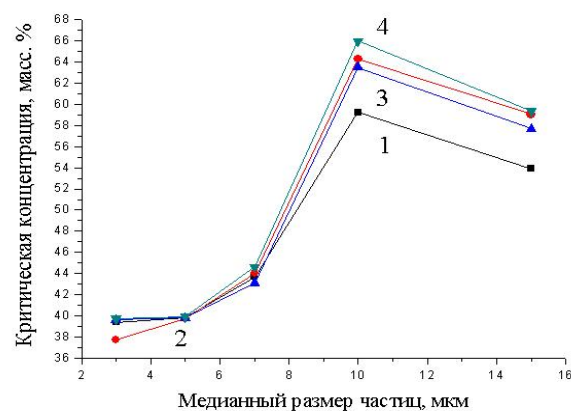


Рис. 2. Зависимость критической концентрации водных суспензий от медианного размера частиц талька. 1 – статический предел текучести; 2 – шведовская (максимальная статическая) вязкость; 3 – динамический предел текучести; 4 – бингамовская (минимальная динамическая) вязкость

Хотя значения критических концентраций по статическим и динамическим характеристикам не совпадают, на рис. 2 чётко прослеживается закономерность, выражающаяся в росте значений критической концентрации при увеличении размеров частиц талька при этом зависимость не является линейной: она носит гиперболический характер. Для частиц со средним размером от 6 до 10 мкм наблюдается наиболее быстрый рост значения критической концентрации при увеличении медианных размеров.

Предположительно, это связано с достаточным уменьшением влияния гидратационных оболочек частиц на динамику течения и повышением ориентационного фактора. На участке после 10 мкм наблюдается снижение динамических значений критической концентрации, что связано с влиянием седиментационного фактора. На участке кривой от 6 мкм и ниже наблюдается снижение влияния размера частиц на значение критической концентрации, что можно объяснить существенным влиянием гидратационных оболочек. Здесь же ощущается снижение ориентационного фактора, таким образом, структура дисперсии ближе к стабильной коагуляционной структуре большинства природных алюмосиликатов.

Данные статического седиментационного анализа подтверждают полученную ранее закономерность (рис. 3).

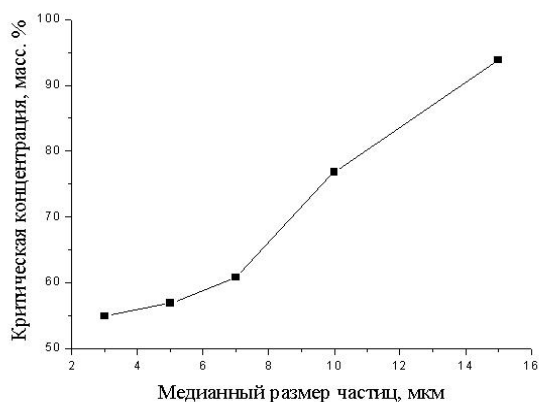


Рис. 3. Зависимость седиментационной критической концентрации от медианного размера частиц талька

Здесь под критической концентрацией понимается такое содержание твёрдой фазы в суспензии, при кото-

ром по прошествии 30 дней после её приготовления не наблюдается седиментационного расслоения.

Коагуляционная структура суспензий талька с небольшими размерами частиц является более прочной и седиментационно устойчивой, резкое снижение устойчивости происходит при размерах частиц от 8 мкм и выше.

#### 4. Выводы

Таким образом, установлено, что характер течения водных суспензий талька с различным средним размером частиц резко отличается: при увеличении этого размера до 7 мкм резко снижается седиментационная устойчивость системы, одновременно с этим существенно увеличивается степень ориентации частиц в потоке за счёт эффекта «проскальзывания». При увеличении размеров частиц талька до 15 мкм наблюдается дестабилизация частиц в потоке, что находит отражение на кривой, представленной на рис. 2.

Значение критического размера с исследовательской точки зрения интересно тем, что она, по сути, является мерой такой геометрической конфигурации частиц материала, при которой стабильность суспензии, обеспечиваемая гидратационными силами, уравновешивается гравитационным фактором.

С технической точки зрения знание положения этой точки позволяет регулировать функции, которые выполняет минеральный дисперсный материал в структуре: от загустителя до инертного наполнителя, практически не влияющего на реологические характеристики суспензии.

В последующих работах планируется установить зависимость между размером гидратационной оболочки наполнителей и стабильностью их водных суспензий, в частности, значением критических размеров частиц материалов.

#### Литература

1. J.M. Douillard, J.Zajac, H. Malandrini, F.Clauss Contact angle and film pressure: Study of a talc surface // Journal of colloid and interface science. – vol. 225, 2002. – P. 341-351
2. R. Asmatulu Removal of the discoloring contaminants of an eastern Georgia kaolin clay and its dewatering // Turkish Journal of Engineering and Environmental Sciences. – No. 26, 2002. – P. 447-453.
3. Y. Wu, P.J. Shuler, M. Blanco, Y. Tang, W.A. Goddard An experimental study of wetting behavior and surfactant EOR in carbonate with model compounds // SPE Journal. – Vol. 26, No 5. – 2008. – P. 6-34
4. Quemada D. Rheological modelling of complex fluids // The european physical journal: Applied physics, 1998. – Vol.23, No.1. – P.110-127;
5. Ходаков Г.С. Реология суспензий. Теория фазового течения и её экспериментальное обоснование // Рос. хим. ж., 2003. – т. 47, № 2. – С. 34-44;
6. Chibowski E. Theory and practice of thin-layer wicking / E. Chibowski, F. Gonzalez-Caballer // Langmuir. – 1993. - Vol. 9, Is.1. - P 330–340.
7. Ю.И. Тарасевич Поверхностная энергия гидрофильных и гидрофобных адсорбентов // Коллоидный журнал, 2007. – т. 69, № 2. – С. 235 – 243.

#### Abstract

*Despite the large number of rheological studies of talc aqueous suspensions, little attention has been given to the definition of critical size of a particle, at which the rheological behavior and sedimentation stability of the system change dramatically. This article represents the study of talc with a narrow granulometric distribution of particles in the range of 3 to 15 microns based on the dynamic analysis of the values of critical concentrations of the talc aqueous suspensions and static analysis of the sedimentation. It possess the value from both the scientific and the technological point of view, as it will ensure the ability to design analytically the composition and rheological behavior of aqueous dispersions of minerals. The article determines that the nature of the flow of talc aqueous suspensions changes at a certain "critical" size of a particle, which sharply reduces the sedimentation stability of*

*the system. The promising area for further study of the rheological patterns of aqueous suspensions behavior of mineral fillers was outlined. This is the establishment of dependence between the size of hydration shell of particles and the stability of aqueous suspensions*

**Keywords:** *rheological behavior, talc, sedimentation, size of particles, water dispersions, concentration*

**Розроблено новий спосіб одержання пропандіолсульфокислоти шляхом взаємодії епіхлоргідрину і сульфату натрію при мольному співвідношенні 1:1 при температурі 95-100<sup>0</sup>С. Продукт реакції легко виділяється після проведення азеотропної сушки. Вихід продукту становить 98%**

**Ключові слова:** епіхлоргідрин, сульфат натрію, пропандіолсульфокислота

**Разработан новый способ получения пропандиолсульфокислоты путем взаимодействия эпихлоргидрина и сульфата натрия при мольном соотношении 1:1 при температуре 95-100<sup>0</sup>С. Продукт реакции легко выделяется после проведения азеотропной сушки. Выход продукта составлял 98%**

**Ключевые слова:** эпихлоргидрин, сульфатнатрия, пропандиолсульфокислота

УДК 661.185 – 322.5.723.13.094.382.25.

## ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ЭПИХЛОРГИДРИНА И СУЛЬФИТА НАТРИЯ

**В.З. Маслош**

Доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой  
Кафедра технологии высокомолекулярных соединений\*

Контактный тел.: (064) 535-15-84, 050-851-03-11

E-mail: masloshVZ@mail.ru

**Е.В. Бурлуцкая**

Аспирант\*

Контактный тел.: 066-826-50-45

E-mail: burluczka1987@mail.ru

**О.В. Маслош**

Кандидат химических наук, доцент\*\*

Контактный тел.: 095-164-85-91

**Н.Н. Алексеева**

Аспирант\*

Контактный тел.: 066-917-29-62

E-mail: natalinik2000@mail.ru

**Г.А. Клименко**

Кандидат технических наук

\*Институт химических технологий

\*\*Технологический институт

Восточноукраинский национальный университет им. В.Дала  
ул. Ленина, 31, г. Рубежное, Луганская область, Украина, 93010

### 1. Введение

В развитии лакокрасочной промышленности Украины наблюдается тенденция увеличения выпуска красок на водной основе и уменьшение доли органодисперсных красок [1]. Несомненным преимуществом вододисперсионных лакокрасочных материалов по сравнению с органодисперсными является отсутствие загрязнения окружающей среды органическими легко летучими соединениями, отсутствие запаха, технологические преимущества по пожаро- и взрывоопасности [2]. В литературе описаны водорастворимые пленкообразователи различных классов – полимеризационные [1], поликонденсационные эпоксидные [3]. Промышленный интерес представляют водорастворимые полиэфирные связующие на основе трехатомных спиртов и ди-

или трикарбоновых кислот [4]. Водорастворимые полиэфирные связующие получают поликонденсацией с участием либо спиртов, содержащих сульфогруппы [5], либо сульфодикарбоновых кислот [6].

Удобным мономером для синтеза водорастворимых полиэфирных смол является пропанхлоргидрин-2-сульфокислота, которая легко образуется при взаимодействии эпихлоргидрина и бисульфита натрия [7].

### 2. Цель работы

Целью настоящей работы является изучение взаимодействия эпихлоргидрина и сульфита натрия. Из литературных данных известно, что при взаимодействии эпихлоргидрина и сульфита натрия образуется пропан-гидринсульфокислота [8]. Достоверных данных