

ветровые генераторы-деревья / Пушко А.А. // Новые технологии — 2016.

9. Дорожкин Ю.В. Новое поколение мощных светодиодов Cree: особенности, преимущества, перспективы / Дорожкин Ю.В., Туркин А.Н. // Светотехника. — 2014. — № 5.

10. Дмитриев А.С. Уникальная инновационная фасадная система Qbiss Air / Дмитриев А.С. — М.: Тримо, 2014. — С.8-13.

11. Технические характеристики смарт-стекла [Электронный ресурс]. — 2014 — Режим доступа: <http://abava.net/smartg/tech/> —2014.

12. Ахмяров Т.А. Новый подход к повышению энергоэффективности зданий / Ахмяров Т.А., Спиридонов А.В., Шубин И.Л. // Энергосбережение —2015. —№5.

АНОТАЦІЯ

У даній статті розглядається проблема енергозбереження проєктованого бізнес-готелю і вирішення питання шляхом впровадження нових технологій, що зменшують енерговитрати комплексу. Використання сучасних технологій дозволить знизити енергоспоживання будівлі на 80%, що призведе до підвищення функціонування бізнес-готелю. У статті наведено аналіз енергозбереження проєктованого об'єкта і нових технологій, що використовуються для зменшення енерговитрат комплексу бізнес-готелю.

Ключові слова: бізнес-готель, енергозберігаючі технології, «smart» обладнання, енергоефективні технології, економічне функціонування.

ANNOTATION

This article considers the problem of energy saving of the projected business hotel and the solution of the issue by introducing new technologies that reduce the energy costs of the complex. Using modern technologies will reduce the energy consumption of the building by 80%, which will lead to an increase in the functioning of a business hotel. The article gives an analysis of the energy saving of the projected facility and new technologies used to reduce the energy costs of the business hotel complex.

Keywords: business hotel, energy-saving technologies, smart equipment, energy-efficient technologies, economic functioning.

УДК 544.77:66.063.6(063)

Трофимова Л.Е., к.т.н., доц., ОГАСА, г. Одесса

ТОПОЛОГИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В ТЕХНОЛОГИИ ДИСПЕРСНЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОМПОЗИТОВ

Предложено для описания аномального поведения некоторых дисперсных систем и материалов привлечь топологический подход, основанный на теории катастроф. Исследовательской программой предусмотрено решение задач, связанных с описанием и анализом таких явлений, когда увеличение интенсивности технологических воздействий приводит к качественно новому поведению системы. Приведены примеры использования данного подхода при исследовании эффектов, характерных для сдвигового течения высококонцентрированных дисперсий. Проанализированы процессы структурообразования дисперсных систем при динамических воздействиях. Показано, что использование новых представлений для описания эволюции дисперсий в условиях различных технологических операций дает возможность поднять на новый уровень моделирование физико-химических процессов при получении современных композиционных материалов.

Ключевые слова: дисперсные системы, структурообразование, физико-химическая динамика, топологический подход.

Постановка проблемы. Для технологии получения различных композиционных материалов характерен ряд общих и типичных процессов, связанных с взаимодействием и взаимораспределением дисперсных фаз и включающих смешение, транспортирование, формование, уплотнение и неизбежно сопровождающихся образованием и распадом дисперсных структур. Эти отличительные особенности структурообразования высококонцентрированных и высокодисперсных систем в динамических условиях кардинальным образом влияют

на технологию образующихся на их основе дисперсных композиционных материалов. В этой связи решение комплексной проблемы получения большинства строительных композитов с заданной структурой и прогнозируемыми эксплуатационными показателями при снижении энергоёмкости их производства неразрывно связано с теоретическими и экспериментальными исследованиями в области физико-химии исходных дисперсий.

Анализ последних исследований и публикаций. Для большинства структурированных дисперсных систем в разнообразных гетерогенных химико-технологических процессах получения композиционных материалов (в частности, растворов и бетонов), осуществляемых при вынужденной конвективной диффузии дисперсных фаз, неравновесное динамическое состояние является преобладающим. Поэтому определяющие элементы регулирования этими процессами должны базироваться на современных представлениях и принципах физико-химической динамики – нового научного направления физико-химии дисперсных систем, развитого в последние годы Н.Б. Урьевым и его школой [1].

Основу физико-химической динамики структурированных дисперсий по существу составляют представления о закономерностях и методах реализации оптимального динамического состояния высоконаполненных и высокодисперсных систем. Именно в этом случае могут быть достигнуты наименьший уровень вязкости и соответствующая ему максимальная текучесть предельно и изотропно (равновероятно по объему системы) разрушенной структуры, что является необходимым условием получения материалов с заданными свойствами.

Для описания процессов развития дисперсных структур в динамических условиях традиционно используются методы, основанные на реологических измерениях, построении и анализе полных кривых течения. Понимание природы аномального реологического поведения дисперсий открывает возможность создания регулируемого изотропного динамического состояния. В связи с этим

вопрос об информативной интерпретации нетривиальных вискозиметрических данных практически важен для решения многих материаловедческих задач.

Цель статьи. Главной целью этой работы является установление закономерностей образования, устойчивости и разрушения структурированных дисперсных систем в гетерогенных физико-химических процессах получения строительных композитов с заданными свойствами. Исследовательская программа предусматривает решение задач, связанных с описанием и анализом таких явлений, когда увеличение интенсивности технологических воздействий приводит к качественно новому поведению системы. Методологическая основа исследований – анализ процессов структурообразования дисперсных систем в динамических условиях с позиций синергетики и теории катастроф.

Изложение основного материала. В течение ряда лет кафедрой технологии строительного производства Одесской государственной академии строительства и архитектуры совместно с лабораторией высококонцентрированных дисперсных систем Института физической химии и электрохимии РАН проводится комплекс исследований, в основе которых лежит изучение динамики контактных взаимодействий между частицами дисперсных фаз, процессов структурообразования и разрушения дисперсий в динамических условиях.

К настоящему времени накоплен значительный объем результатов экспериментальных исследований структурных изменений в многообразных дисперсиях, в том числе и служащих основой для получения большинства строительных материалов. Анализ собранной информации показал, что существует целая категория скачкообразных явлений, наглядной иллюстрацией которых служит нестандартная геометрия реологических, кинетических и прочих графических зависимостей (в частности, S-образность).

Кривые течения представляют собой зависимость эффективной вязкости η от напряжения сдвига P (или градиента

скорости деформации $\dot{\epsilon}$) и зависимость $\dot{\epsilon}$ от P при обязательном выполнении условия изотропности разрушения структуры в рабочем зазоре вискозиметра. Впервые полные реологические кривые $\lg \eta(P)$ структурированных дисперсных систем описаны Ребиндером с сотрудниками для 10%-ной суспензии натриевого бентонита и 20%-ной суспензии естественного бентонита.

По известной классификации Бартенева и Ермиловой для структурированных дисперсных систем характерно существование кривых течения двух типов. Достаточно хорошо изученным реологическим кривым типа I присуща однозначная зависимость вязкости и градиента скорости сдвига от напряжения. У менее изученных кривых типа II наблюдаются области изменения вязкости или скорости развития деформации, которым соответствует неоднозначное изменение напряжения: падение P в определенном интервале значений $\dot{\epsilon}$. Такой аномальный эффект проявляется в S-образном ходе кривых течения. При этом для зависимостей обоих типов эффективная вязкость всегда однозначно определяется градиентом скорости деформации.

Реологические кривые S-образного вида были получены Ребиндером с сотрудниками для некоторых глинистых суспензий и исследованы Бартеневым и Ермиловой с позиций предложенной ими молекулярно-кинетической теории неньютоновского течения (рис. 1). Аналогичные неоднозначные зависимости представлены и объяснены также в работах: Виноградова и Павлова – для консистентных смазок; Бартенева и Поваровой – для сажевых смесей на основе полиизобутилена; Файтельсона и Ковтуна – для наполненной стекловолокном эпоксидной смолы; Бартенева, Бабурина и Изыксона – для водной суспензии целлюлозы.

Возможная трактовка аномалии процесса течения как следствия проявления локального разрыва сплошности структуры (т.е. когда сдвиг не распространяется на весь объем системы), по-видимому, впервые была дана в [2]. Теория этого явления развита [3] на основе представлений о наличии в струк-

туре локальных микродефектов, коалесценция которых в условиях сдвига обуславливает зарождение макронеоднородности. Разрывы сплошности экспериментально обнаруживаются по резкому спаду напряжения сдвига при достижении критической для данной системы скорости деформации. Последующий рост P с увеличением $\dot{\epsilon}$ отражает поведение системы только в области разрыва, а не во всем ее объеме.

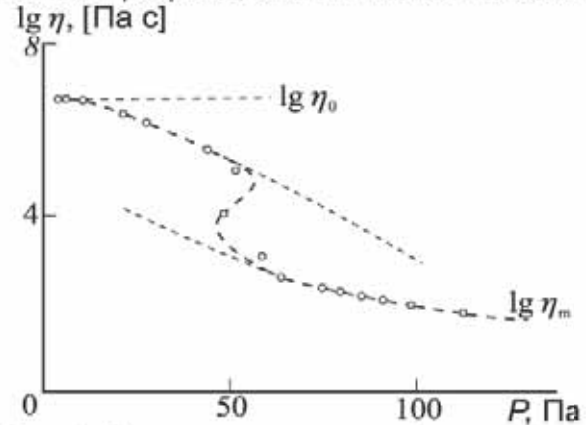


Рис. 1. Зависимость логарифма вязкости η от напряжения сдвига P для 10%-ной суспензии Na-бентонита. η_0 – наибольшая вязкость практически неразрушенной структуры и η_m – наименьшая вязкость предельно разрушенной структуры.

Гипотеза о таком механизме разрушения в сдвиговом потоке подтверждена [3] микрофотографиями структуры водных дисперсий кальциевого бентонита. При этом вид разрыва существенно зависит от содержания твердой фазы φ в дисперсионной среде. Возможны следующие варианты: истинный разрыв сплошности в условиях недостатка жидкой фазы ($\varphi \gg \varphi_c$, где φ_c – вторая критическая концентрация, соответствующая началу резкого упрочнения структуры); образование одной ($\varphi \geq \varphi_c$) или нескольких ($\varphi \ll \varphi_c$) зон скольжения при избыточном содержании жидкой фазы с формированием твердообразных слоев. Возможный механизм резкого уплотнения структуры в твердообразных слоях определяется инерционной коагуляцией по направлению сдвигающего напряжения. Ее вероятность увеличивается как при переходе от сферической к анизометричной форме

частиц, так и по мере роста относительной скорости перемещения слоев друг относительно друга с повышением $\dot{\epsilon}$.

Момент появления разрыва и последующее его развитие в процессе деформаций не позволяет сдвигу распространяться на весь объем системы, что делает невозможным достижение минимального уровня вязкости и предельного разрушения структуры. Такое явление приводит к искажению результатов измерений и к невозможности построения полной реологической кривой.

Следовательно, в динамических неравновесных условиях с ростом интенсивности внешних воздействий наблюдаются качественные изменения в поведении высококонцентрированных дисперсных систем: первоначальная структура разрушается и формируется новая – слоистая. Это явление находит отражение в нестандартном ходе реологических кривых.

С целью дальнейшего развития представлений о закономерностях и механизме образования, устойчивости и разрушения структурированных дисперсий, вероятно, целесообразно дополнить [4] объяснение их аномального поведения особенностями коагуляции в динамических условиях моделями синергетики и теории катастроф. Как известно, синергетика занимается [5–7] изучением процессов самоорганизации, относительно устойчивого существования и распада структур различной природы, образующихся в далеких от равновесия системах; а теория катастроф описывает [8, 9] те пороговые ситуации, при которых возникают, поддерживаются и теряют устойчивость диссипативные структуры. В рамках данного подхода дисперсные системы в динамических условиях трактуются как самоорганизующиеся, эволюция которых в пространстве и времени сопровождается образованием диссипативных структур. При этом все разнообразие реальных скачкообразных изменений состояний таких систем, вызываемых плавно изменяющимися внешними воздействиями, описывается при помощи небольшого конечного числа канонических моделей – катастроф.

Теория катастроф исследует [9] динамические системы, описываемые уравнениями вида

$$dx_i/dt = f_i(x_j, c_\alpha), \quad i = 1, \dots, n, \quad (1)$$

где: x_j – набор переменных, характеризующих состояние системы (переменные состояния);

c_α – набор параметров, влияющих на функционирование системы (управляющие параметры);

f_i – гладкая (т.е. бесконечно дифференцируемая) функция.

В общем случае функция f_i не известна и её не нужно точно определять. В целях упрощения предполагается лишь, что она является потенциалом V , описывающим динамику системы; соответственно уравнение (1) приводится к виду (2):

$$dx_i/dt = -[\partial V(x_j, c_\alpha)/\partial x_i] \quad (2)$$

Так как теория катастроф дает метод моделирования некоторых нарушений непрерывности развития процессов различного вида, предлагается [4] возможные формы проявления качественных структурных изменений в сдвиговом потоке интерпретировать как катастрофы (при этом, в частности, $x_j - \eta$ или $\dot{\epsilon}$, а $c_\alpha - P$ и φ). Поскольку наглядной иллюстрацией кардинальных изменений в характере течения структурированных дисперсных систем являются S-изломы реологических кривых (рис. 1), предполагается, что их аномальный ход идентичен стандартной кривой стационарных состояний. В соответствии с монографией Гленсдорфа и Пригожина [5], S-образная форма последней обусловлена тем, что «...число стационарных состояний открытой системы может сильно возрастать вдали от равновесия»; при этом верхняя и нижняя части кривой представляют собой ветви устойчивых, а средняя часть – ветвь неустойчивых стационарных состояний. Этот факт делает возможным существование трех стационарных режимов при одних и тех же значениях некоторого (управляющего) параметра, в силу чего

возможны [7] гистерезисные явления. Точки излома кривой соответствуют [7, 10, 11] бифуркационным значениям параметра, при которых скачкообразно («катастрофически») изменяется число стационарных состояний с одновременным изменением типа устойчивости. Причем неустойчивые состояния на среднем участке практически никогда не реализуются [11] в реальных системах.

Таким образом, кривой стационарных состояний присущи черты, типичные для кривых течения II. Необходимо отметить, что аналогия, по-видимому, не только внешняя, но и смысловая. В соответствии с молекулярно-кинетической теорией неньютоновского течения Бартенева и Ермиловой, в некоторой зоне резкого падения вязкости при одном и том же напряжении сдвига наблюдается два устойчивых и один неустойчивый режимы течения (рис. 1). Следовательно, можно предположить, что теоретическая S-образная зависимость адекватно воспроизводит реальную картину потери первоначальной устойчивости течения и переход на новый устойчивый режим. Такое допущение в ситуациях, когда получение экспериментальных данных затруднено, позволяет прогнозировать характер кривых течения.

В случае реологических кривых, область возврата напряжений на которых обусловлена разрывом сплошности, данная модель, вероятно, отображает явление скачкообразного перехода деформируемой системы из состояния с практически неразрушенной структурой в качественно новое состояние с разрушением слоистого вида. «Пороговые» напряжения, при которых отмечаются изменения в ходе реологических кривых, рассматриваются как бифуркационные. Находящийся между точками перегиба аномальный участок, скорее всего, отвечает нереализующимся состояниям объемного изотропного разрушения структуры, поскольку получение полной реологической кривой в диапазоне изменения эффективной вязкости от значений наибольшей вязкости неразрушенной структуры до

минимальной вязкости предельно разрушенной структуры возможно лишь при осуществлении «чисто однородного сдвига». Нижний участок графической зависимости соответствует искаженным данным измерений, описывающим фактически только процессы трения между ограниченными поверхностями скольжения слоями и возможное частичное разрушение структуры в непосредственно примыкающих к разрыву зонах. Такой подход в соответствии с экспериментальными данными трактует скачок на реологической кривой как следствие развития при внешних воздействиях из микронеоднородностей структуры дисперсии макронеоднородности – разрыва сплошности [3].

Для достаточно широкого класса дисперсных систем (в частности, на минеральных вяжущих) может быть получен полный набор реологических кривых с возрастающей S-образностью по мере увеличения концентрации твердой фазы φ , значение которой регламентирует саму вероятность возникновения разрыва сплошности и его вид. С учетом такого эффекта представляется информативным трактовать образование и развитие аномальности течения при сдвиговом деформировании как катастрофу «сборка», поскольку рассмотренная кривая стационарных состояний представляет собой ее поперечные сечения при фиксированных значениях η (или $\dot{\epsilon}$), двух управляющих параметров P и φ и изображается качественной моделью (поверхностью) в трехмерном пространстве этих обобщенных координат. Наиболее интересным свойством данной поверхности является наличие двух линий складок, начинающихся в так называемой точке сборки B и образующих на плоскости управляющих параметров P, φ бифуркационную кривую – полукубическую параболу с острием в точке B_1 . Эти точки соответствуют [3] первой критической

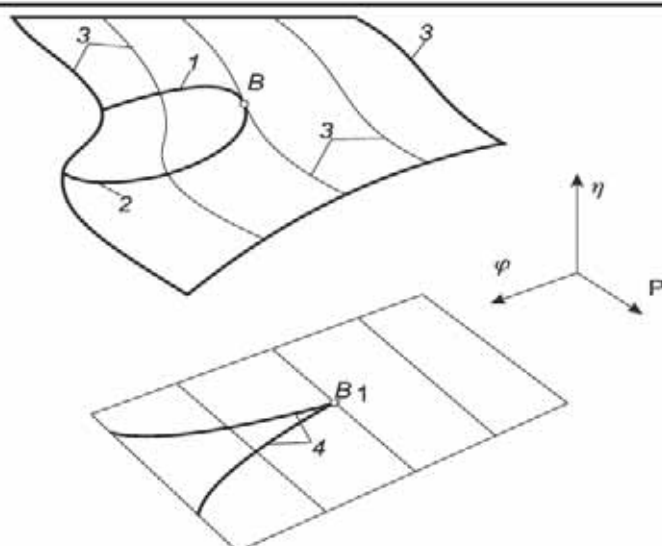


Рис. 2. Схематическое представление зависимости вязкости η водной дисперсии кальцевого бентонита от напряжения сдвига P и содержания дисперсной фазы φ (модель «сборка», принцип максимального промедления): 1 и 2 – линии складок; 3 – поперечные сечения модели; B – точка сборки; 4 – бифуркационная кривая; B_1 – точка бифуркации.

концентрации φ_0 , при достижении которой начинает возникать пространственная структурная сетка и наблюдаются аномальности в течении дисперсной системы. Устойчивые стационарные режимы геометрически отвечают точкам поверхности многообразия катастрофы «сборка», лежащим на верхнем и нижнем листах снаружи кривой складок, а неустойчивые – точкам на среднем листе внутри кривой складок («область недоступности», которую, видимо, можно трактовать как зону нереализующихся состояний изотропного разрушения структуры даже с ростом интенсивности внешних воздействий).

Необходимо отметить, что при моделировании реальных ситуаций с внезапными катастрофическими перестройками режимов следует учитывать [7] наличие двух основных направлений, связывающих геометрию катастроф с исследуемой системой (принципы максимального промедления и Максвелла). Выбор одного из принципов определяется природой самого явления. Так, в рассматриваемом выше случае реализуется первый, в соответствии с которым система делает скачок в другое состояние лишь когда у неё не остаётся другого выбора. Кроме того, его целесообразно использовать применительно к описанию и анализу явлений, связанных с потерей физико-химической устойчивости

и гистерезисных эффектов [1–3]. Гистерезис является [8] одной из основных качественных особенностей катастрофы «сборка» при использовании принципа максимального промедления.

Как известно из [3], возникновение разрыва сплошности означает нарушение плавности в изменении скорости v по сечению рабочего зазора Δl вискозиметра при $\dot{\epsilon} > \dot{\epsilon}_c$ (рис. 3,а). Анализ распределения скоростей при непрерывной сдвиговой деформации показал, что наблюдаемый эффект, очевидно, может быть удовлетворительно описан моделью «сборка», геометрия которой подчиняется принципу Максвелла. В данном случае возникает ситуация, аналогичная образованию так называемой ударной волны (разрыва), для которой характерны крутые перепады профиля [6]. По мере увеличения скорости сдвига при превышении некоторой ее критической величины $\dot{\epsilon}_c$ система скачком переходит в новое состояние. При этом изображённые на рис. 3,б профили скоростей v интерпретируются как поперечные сечения катастрофы «сборка» для различных $\dot{\epsilon}$. Здесь скорость деформации выступает в роли параметра, определяющего возможность существенного изменения распределения линейной скорости по зазору.

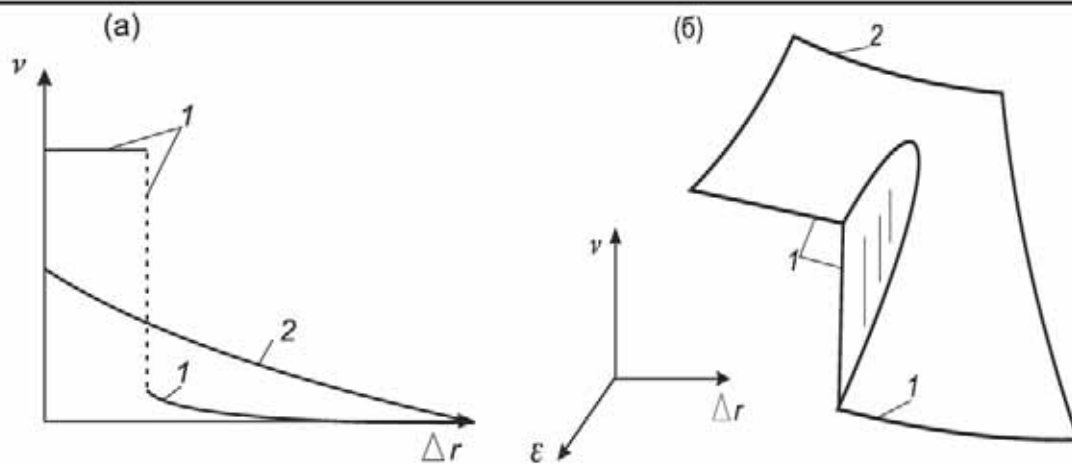


Рис. 3. Распределение скоростей v при течении высококонцентрированных дисперсных систем в зазоре Δr между поверхностями коаксиальных цилиндров ротационного вискозиметра: (а) $\dot{\epsilon} = \text{const}$, $\dot{\epsilon} > \dot{\epsilon}_c$ (1), $\dot{\epsilon} < \dot{\epsilon}_c$ (2); (б) непрерывное изменении $\dot{\epsilon}$ (модель «сборка», принцип Максвелла).

Представляется также информативным расширение перечня возможных видов схематических изображений профилей v , соответствующих различным вариантам структурных изменений систем в сдвиговом потоке, за счет привлечения теории нелинейных волн. Поскольку строгий математический анализ достаточно труден, наиболее существенные черты формирования разрывов имеет смысл устанавливать качественно на основе аналогии с исследованиями коллективных явлений в плазме, где тоже используется [12] модельное понятие ударной волны. Характер структуры последней зависит от вязкости исследуемой системы. Если вязкость достаточно мала, то общая качественная форма профиля, отвечающая скачку скорости, – ударная волна с затухающей осциллирующей структурой, находящейся перед ее фронтом (пакет солитонов). Чем меньше вязкость, тем больше число осцилляций (разрывов). При возрастании вязкости имеет место обычная ударная волна без осцилляции с монотонной структурой. Таким образом, обычные аперiodические ударные волны и солитонные пакеты трактуются как различные предельные ситуации для одного и того же нелинейного процесса. Применительно к дисперсным системам эти модельные представления согласуются с экспериментальными результатами: монотонным и осциллиру-

ющим профилям соответствуют одиночные и множественные разрывы сплошности.

Как указывалось ранее, структурированные дисперсии, находящиеся вдали от термодинамического равновесия в поле внешних воздействий, являются типичными синергетическими диссипативными системами. В ходе их эволюции в динамических условиях происходит существенная перестройка микроструктуры при некотором критическом значении скорости сдвига (параметра, отвечающего точке бифуркации). Реализуется распад первоначальной структуры на слои (т. е. ограниченные поверхностями скольжения локальные объемы). Внутри этих объемов контакты между частицами дисперсных фаз не нарушаются и сохраняется та степень неоднородности, которая соответствовала моменту возникновения первоначальной (статической) структуры в системе. Наблюдается [3] разрыв поперечных относительно направления потока связей между структурными элементами исходной пространственной сетки ячеистого типа и вытеснение жидкой фазы из зазора между частицами при распаде границ ячеек. Налицо явная тенденция к трансформации ячеистой структуры в слоистую, которая при уменьшении концентрации твердой фазы в достаточных для самоорганизации пределах становится наиболее четко выраженной. Ячейки вытягиваются в направлении сдвига и образуются диссипативные слоистые

структуры, развитию которых предшествует уплотнение в локальных объемах микроагрегатов частиц с постепенным формированием плоскостей сдвига в зонах наибольшего скопления дефектов упаковки.

Таким образом, момент возникновения слоистости является предвестником перехода к накоплению необратимых повреждений под действием внешних силовых полей. Наложение на деформируемую систему вибрации с оптимальными параметрами коренным образом изменяет [1] характер ее разрушения в сдвиговом потоке (рис. 4). Имеет место разрушение уплотненных слоев с лавинным образованием микроагрегатов частиц при одновременном формировании структуры в виде ячеек с ослабленными коагуляционными контактами; при этом зоны скольжения исчезают. С точки зрения синергетики такой эффект может быть объяснен [13] ростом степени неравновесности системы в условиях дополнительного воздействия вибрацией, вследствие чего структура, как правило, измельчается. Данная трактовка находится в качественном соответствии с результатами экспериментальных исследований: сочетание непрерывного сдвига с ортогонально направленной к нему осцилляцией вызывает [1] распад структуры на агрегаты, размер которых уменьшается, а число увеличивается с ростом интенсив-

ности вибрации $I = a^2 w^3$ (a – амплитуда колебаний, w – круговая частота). При этом также происходит уменьшение размеров микронеоднородностей и более равномерное их распределение по объему, что способствует изотропному разрушению структуры. Предполагается, что модель «сборка», расположенная как указано на рис. 4, наглядно иллюстрирует особенности структурных изменений в дисперсных системах по мере роста I , проявляющихся в перестройке хода кривых течения.

Выводы. Таким образом, нарушения непрерывности развивающихся процессов различных видов, присущих технологии разнообразных дисперсных систем и материалов, можно представить в виде стандартных катастроф, находящихся в соответствии с моделями диссипативных структур. При этом стандартная модельная поверхность, обобщая отдельные эффекты, наглядно иллюстрирует качественные структурные перестройки дисперсий в ходе их эволюции в динамических условиях. Возможность такого модельного обобщения свидетельствует об общем характере рассматриваемых явлений и дает важную отправную точку для дальнейших исследований структурированных дисперсий в критических производственных ситуациях, возникающих при получении композитов на их основе.

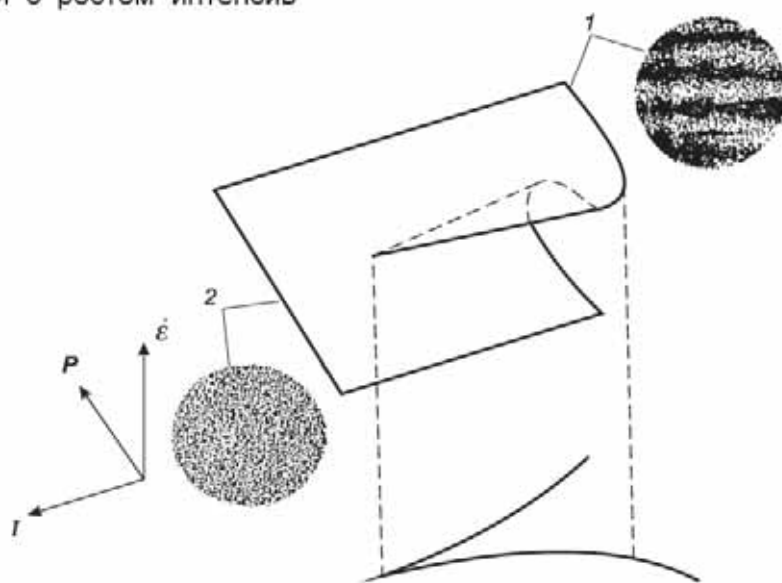


Рис. 4. Трансформация кривых течения $\dot{\epsilon}$ (P) с ростом интенсивности вибрации I при сочетании непрерывного сдвига с ортогонально направленной к нему осцилляцией (модель «сборка»); реологические зависимости и соответствующие им структуры дисперсий: 1 – без вибрации; 2 – при вибрации с оптимальными параметрами.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ:

1. Урьев Н.Б. Физико-химическая динамика дисперсных систем и материалов / Н.Б. Урьев. – М.: Интеллект, 2013. – 232 с.
2. Урьев Н.Б. Высококонцентрированные дисперсные системы / Урьев Н.Б. – М.: Химия, 1980. – 320 с.
3. Урьев Н.Б. Физико-химические основы технологии дисперсных систем и материалов / Урьев Н.Б. – М.: Химия, 1988. – 256 с.
4. Трофимова Л.Е. Моделирование процессов структурообразования дисперсных систем и материалов / Л.Е. Трофимова, Н.Б. Урьев. – Одесса: Астропринт, 2011. – 36 с.
5. Гленсдорф П. Термодинамическая теория структуры, устойчивости и флуктуаций / П. Гленсдорф, И. Пригожин; пер. с англ. Н.В. Вдовиченко, В.А. Онищука. – М.: Мир, 1973. – 280 с.
6. Николис Г. Самоорганизация в неравновесных системах / Г. Николис, И. Пригожин; пер. с англ. В.Ф. Пастушенко. – М.: Мир, 1979. – 512 с.
7. Николис Г. Познание сложного / Г. Николис, И. Пригожин; пер. с англ. В.Ф. Пастушенко. – М.: Мир, 1990. – 344 с.
8. Постон Т. Теория катастроф и ее приложения / Т. Постон, И. Стюарт; пер. с англ. А.В. Чернавского. – М.: Мир, 1980. – 608 с.
9. Гилмор Р. Прикладная теория катастроф: в 2-х т. / Р. Гилмор; пер. с англ. Ю.П. Гупало, А.А. Пионтовского. – М.: Мир, 1984 – Т. 1. – 350 с.; Т. 2. – 285 с.
10. Романовский Ю.М. Математическая биофизика / Романовский Ю.М., Степанова Н.В., Чернавский Д.С. – М.: Наука, 1984. – 304 с.
11. Рубин А.Б. Термодинамика биологических процессов / Рубин А.Б. – [2-е изд.]. – М.: Изд-во МГУ, 1984. – 290 с.
12. Кадомцев Б.Б. Коллективные явления в плазме / Кадомцев Б.Б. – М.: Наука, 1976. – 240 с.
13. Скворцов Г.Е. О закономерностях неравновесных процессов / Скворцов Г.Е. // Письма в ЖТФ. – 1990. – Т. 16, № 17. – С. 15 – 18.

АНОТАЦІЯ

Запропоновано для опису аномальної поведінки деяких дисперсних систем і матеріалів залучити топологічний підхід, заснований на теорії катастроф. Дослідницькою програмою передбачено рішення

задач, пов'язаних з описом та аналізом таких явищ, коли збільшення інтенсивності технологічного впливу призводить до якісно нової поведінки системи. Наведені приклади застосування цього підходу при дослідженні ефектів, що є характерними для деформації зсуву структурованих дисперсій. Проаналізовані процеси структуроутворення дисперсних систем в динамічних умовах. Показано, що використання нових уявлень для опису еволюції дисперсій в умовах різних технологічних операцій дає змогу підняти на новий рівень моделювання фізико-хімічних процесів при одержанні сучасних композиційних матеріалів.

Ключові слова: дисперсні системи, структуроутворення, фізико-хімічна динаміка, топологічний підхід.

ANNOTATION

It is known that construction composite materials (mortars and concretes based on mineral or organic cements, slips for making ceramics, coating compositions and many other such dispersions) may be approached as self-organizing systems, the evolution of which in time and space is accompanied by apparition of dissipative structures. Since most above-named systems are characterised by stick-slip phenomena conditioned by interruption of continuity in developing processes of various types, it is proposed to enrich the synergetic approach to studying structure formation particularities with methods of catastrophe theory, which is studying sudden qualitative system reformations resulting from smooth change of external conditions or internal properties. Research program includes solution of tasks connected to description and analysis of such phenomena when increasing the intensity of technological treatment leads to qualitatively new system behaviour. Methodological base of research is the analysis of processes of disperse systems structure formation in dynamic conditions from the point of view of synergetics and catastrophe theory. Such an approach is demonstrated by the results of studying phenomena typical of the shear flow of structured dispersions. The processes of disperse systems formation are analysis in dynamic conditions.

Keywords: disperse systems, structure formation, physics-chemical dynamics, topological approach.