

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

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ ФОРМИРОВАНИЯ СТРУКТУР В ТЕХНОЛОГИИ ДИСПЕРСНЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Аннотация. Предложено для описания особенностей процессов структурообразования в некоторых дисперсных системах и материалах 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. Проанализированы процессы структурообразования в дисперсиях при динамических воздействиях. На конкретных примерах показана целесообразность применения данного методического подхода для исследования аномального поведения дисперсных систем.

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 Н.Б. Урьевым и его школой [1].

Выделение нерешенных ранее частей общей проблемы. 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; оно служит фоном, на котором осуществляется основной технологический процесс. В связи с этим, вопрос об информативном анализе нетривиальных результатов исследования динамики контактных взаимодействий между частицами дисперсных фаз, процессов структурообразования и разрушения дисперсий в динамических условиях 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

Как указывается в [1], получение плотных, прочных и долговечных композитов в значительной степени определяется условиями формирования структуры при перемешивании. Преимущественное значение смешения по сравнению с другими технологическими процессами регламентируется тем, что основы будущей структуры закладываются уже в ходе взаимного распределения образующих её компонентов при сдвиговой деформации вследствие вращения смешивающих органов машин. Описание поведения большинства дисперсных систем при смешении состоит в построении полных реологических кривых течения, полученных с помощью ротационных вискозиметров.

Анализ и классификация результатов экспериментальных исследований структурных изменений в многообразных дисперсиях, в том числе и служащих основой для получения большинства строительных материалов, показали, что существует целая категория скачкообразных явлений, наглядной иллюстрацией которых служит нестандартная геометрия реологических, кинетических и прочих графических зависимостей (в частности, S- и N-образность).

Реологические 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. 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.

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 [1] на основе представлений о наличии в структуре локальных микродефектов, коалесценция которых в условиях сдвига обуславливает зарождение макронееднородности. 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.

Гипотеза о таком механизме разрушения в сдвиговом потоке подтверждена [1] микрофотографиями структуры водных дисперсий кальциевого бентонита. При этом вид разрыва существенно зависит от содержания дисперсной фазы в дисперсионной среде и коррелирует с графически общим видом зависимости прочности структуры от концентрации частиц. При концентрации твердой фазы $\Phi \gg \Phi_c$ (Φ_c – вторая критическая концентрация, соответствующая началу резкого упрочнения структуры) разрушение носит характер истинного разрыва сплошности с возникновением трещин и вовлечением в них газовой среды, что свойственно поведению деформируемого твердого тела. При содержании частиц, близком или равном критическому ($\Phi \geq \Phi_c$), структурная сетка распадается и образуется зона скольжения с избытком дисперсионной среды (по сравнению со средним значением по объему в системе). Для систем с относительно низкой концентрацией ($\Phi_c \ll \Phi_c$) деформация сопровождается появлением множественных разрывов сплошности с формированием разде-

ленных дисперсионной средой периодически повторяющихся плотных структурированных слоев, ориентированных в направлении сдвига. Следует отметить, что концентрация дисперсной фазы внутри таких слоев достигает значений, близких к Φ_c , т.е. в несколько раз превышает среднюю по объему до начала деформации, а зоны скольжения представляют собой дисперсионную среду, содержащую агрегаты из частиц и отдельные частицы. 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. Об этом свидетельствует [1] отсутствие воспроизведения кривых течения при движении "сверху вниз и наоборот" (наличие гистерезисных петель). Наиболее ярко этот эффект проявляется при $\Phi > \Phi_c$.

Необходимо отметить, что присущая кривым типа II аномалия зависимости вязкости от напряжения сдвига обнаруживается [1] даже в весьма мало-концентрированных коллоидных гелях с фрактальной структурой. На примере 2.5%-ного кварцевого геля предложено и развито представление о течении исследуемых систем как о движении чередующихся "твердоподобных" и "жидкоподобных" слоев, вязкость которых отличается на девять порядков.

Таким образом, 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. Важно подчеркнуть, что появление разрывов сплошности и слоистости является основной причиной неэффективности технологических процессов и значительного снижения эксплуатационных характеристик композитов [1, 2].

Известно, что строительные композиты (растворы и бетоны на основе минеральных или органических вяжущих веществ, шликеры для изготовления керамики, лакокрасочные составы и множество подобных дисперсий) могут трактоваться как самоорганизующиеся системы, эволюция которых в пространстве и времени сопровождается образованием диссипативных структур. Поскольку для большинства указанных выше систем характерны скачкообразные явления, обусловленные нарушением непрерывности развивающихся процессов различных типов, предлагается дополнить синергетический подход к изучению особенностей структурообразования методами теории катастроф, исследующей внезапные качественные перестройки систем в результате плавного изменения внешних условий или внутренних

свойств [3-5]. При этом все разнообразие реальных скачкообразных изменений состояний таких систем, вызываемых плавно изменяющимися внешними воздействиями, описывается при помощи небольшого конечного числа канонических моделей – катастроф. Следует отметить, что вид упомянутых выше S- и N-образных нетривиальных графиков подобен геометрии стандартных кривых стационарных состояний [4]. Это подобие и предопределяет возможность привлечения топологических моделей типа "складка" и "сборка" для изучения различных аномальных эффектов.

Таким образом, кривой стационарных состояний присущи черты, типичные для кривых течения П. 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. 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. 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 [1].

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 [1, 2]. 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 Φ . Катастрофа такого типа описывает исследуемый процесс с помощью одной переменной состояния (η или ε), 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 первой

критической 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).

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. 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 [6] 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 интенсивности вибрации $I = a^2 \omega^3$ (a – амплитуда колебаний, ω – круговая частота). При этом также происходит уменьшение размеров микронеоднородностей и более равномерное их распределение по объему, что способствует изотропному разрушению структуры. Такой сценарий проявляется в постепенной перестройке хода кривых течения от явно S-образных графических зависимостей к линейным.

Следует отметить, что наряду с рассмотренной выше S-образностью характер развития аномалии процесса течения может также принять вид N-образных изломов на экспериментальных графиках. Класс N-образных зависимостей представляет собой более простой (в смысле стандартизированной интерпретации) случай; в данной ситуации, очевидно, применима катастрофа "складка".

В этом плане показательны полученные Файтельсоном результаты изучения реологических свойств бетонных смесей на техническом вибровязкозиметре. На рис. 1 представлены зависимости вибровязкости бетонной смеси η от частоты n и амплитуды A вибрации при различных значениях В/Ц. Кривые 1-3, отличающиеся степенью изменения волнообразности по мере роста A , информативно рассматривать как поперечные сечения катастрофы "складка" (рис. 2). При этом вибровязкость выступает в качестве переменной состояния, а частота и амплитуда – управляющих параметров. Необходимо подчеркнуть, что при наименьшей величине амплитуды накладываемых колебаний зависимость $\eta(n)$ характеризует

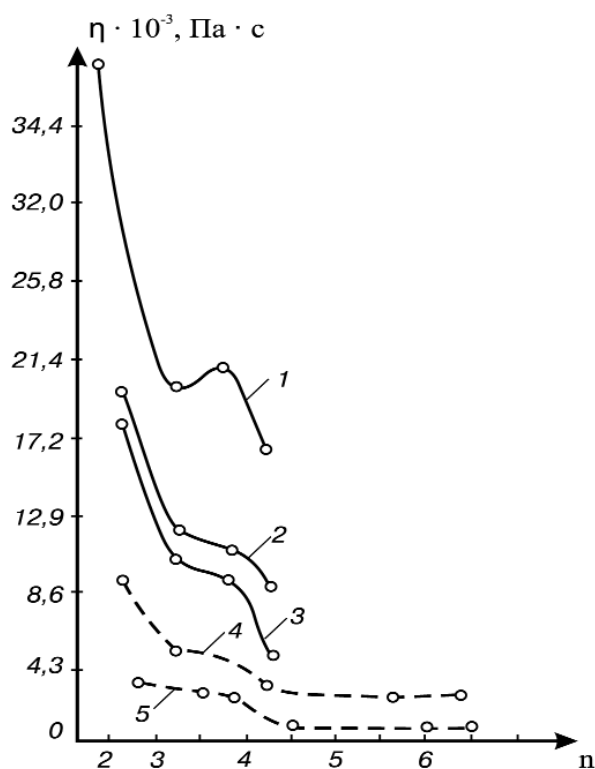


Рис. 1. Зависимость вибровязкости η бетонной смеси от частоты n и амплитуды A вибрации: 1 – 0,24, 2 – 0,32 и 3 – 0,37 мм ($V/C=0,41$); 4 – 0,17 и 5 – 0,37 мм ($V/C=0,54$)

ся наличием минимума и максимума, обусловленных, по-видимому, процессами самоорганизации. С увеличением A эти точки постепенно сближаются и графики приобретают менее экстремальный вид. Исходя из конфигурации модельной поверхности, следует предположить, что существует некоторое значение $A=A_{кр}$, при котором сингулярные точки сливаются в одну точку складки D , разделяющую функции двух качественно различных видов. Подобное описание уместно, вероятно, и при анализе кривых 3, 5. Управляющим параметром в этом случае является V/C . Прослеживается тенденция к уменьшению крутизны зависимости по мере роста водоцементного отношения. Для объяснения наблюдаемого эффекта понижения вибровязкости бетонной смеси при изменении частоты и амплитуды осцилляции выглядит вполне обоснованным использование высказанного ранее предположения о повышении степени неравновесности системы и соответствующем этому процессу измельчении структуры [6]. Качественное согласие модельной поверхности на рис. 2 с известными экспериментальными кривыми (рис. 1) весьма содержательно, так как приводит к выводу, что характеру представленных зависимостей присуща вполне определенная закономерность.

Данный подход целесообразен также при исследовании реологического поведения водных суспензий бентонитовых глин при нагревании (Кистер и Щеголевский), поскольку объединяет основные экспериментально наблюдаемые эффекты в целостную картину явления. Экстремальный характер изменения вязкости η как функции температуры T° связывается со все более отчетливо обнаруживающимся своеобразием процессов коагуляционного струк-

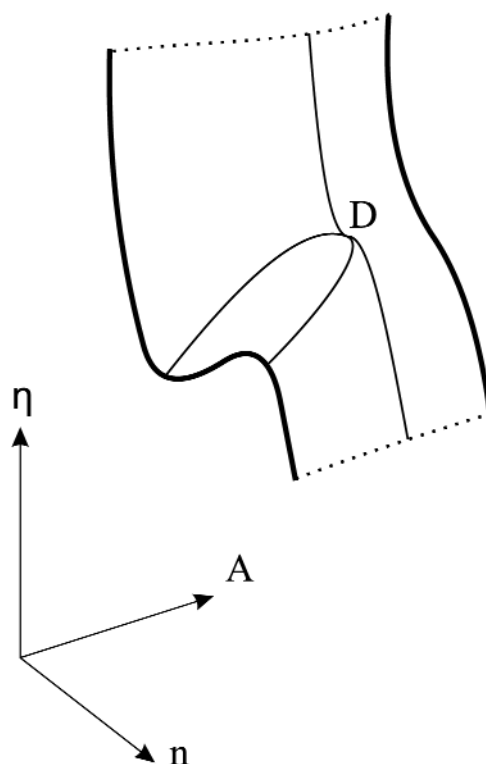


Рис. 2. Трансформация реологических зависимостей с возрастанием амплитуды A вибраций (модель: "складка")

турообразования по мере увеличения концентрации C твердой фазы. Качественная форма совокупности зависимостей, приведенных на рис. 3, совпадает с геометрией модели "складка" (рис. 4). В русле этой аналогии область аномальных перегибов на графиках может быть очерчена траекторией равновесия, которая загибается в точке складки D , меняя при этом характер устойчивости. В точках перегиба реализуются пороговые значения T° , что в сочетании с соответствующими величинами C и задаёт механизм явления аномалии, обусловленный процессом структурных превращений в системе.

Примечательно, что помимо S- и N-образности существуют ещё и другие признаки, указывающие на возможность использования методов теории катастроф при исследовании тех или иных процессов, инициирующих возникновение разрывов в развитии системы. В частности, данный подход применим при описании перехода трёхфазных дисперсных систем T - J - G с высоковязкой дисперсионной средой от состояния виброуплотнения к псевдоожиданию в условиях сдвигового деформирования под действием вибрации. Как указано в [1, 2], закономерности взаимодействия высокодисперсной и грубодисперсной твердых фаз между собой и с жидкой средой в процессе структурообразования в динамических условиях при получении разнообразных материалов (наполненных полимерных композитов, бетонов, технической керамики и др.) подобны, хотя различия по химическому составу и механизму отверждения для исходных составляющих могут быть значительны. По данным [1] графическая зависимость эффективной вязкости высоконаполненной дисперсной системы от ускорения вибрации имеет вид образованного двумя вет-

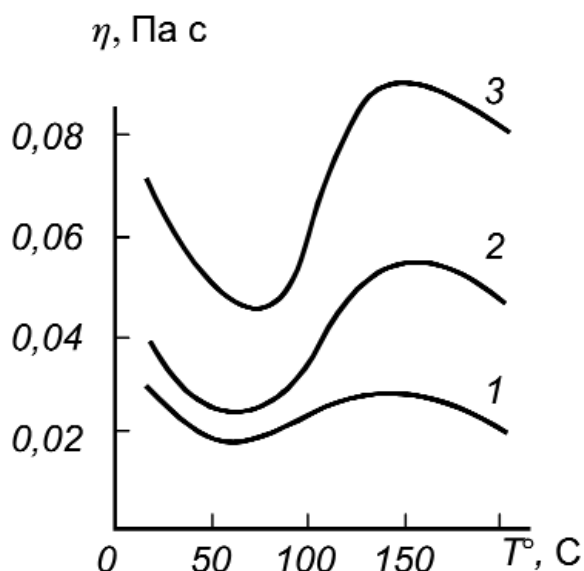


Рис. 3. Зависимость эффективной вязкости η от температуры T° для водных суспензий бентонита различных концентраций C : 1 – 7%, 2 – 8%, 3 – 10%.

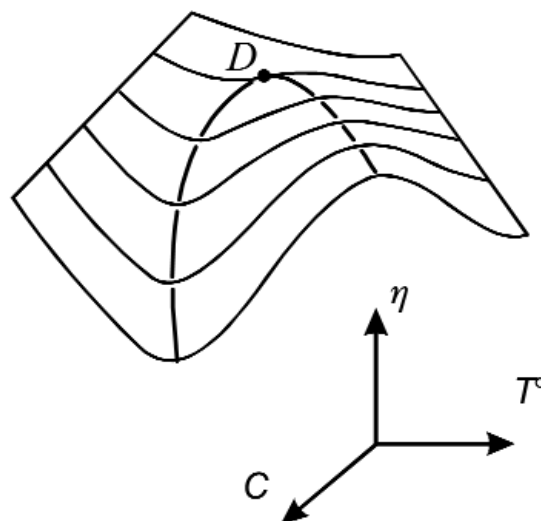


Рис. 4. Трансформация кривых изменения эффективной вязкости η водных суспензий бентонита как функции температуры T° с ростом концентрации C твердой фазы (модель "складка")

виями острия в точке со значением $g_{кр}$, обуславливающим максимальную величину $\eta_{эфф}$. При этом критическое ускорение вибрации соответствует границе перехода дисперсии из состояния виброуплотнения в состояние псевдооживления. Представляется вероятным описание исследуемого перехода посредством модельной поверхности типа "сборка", так как вышеуказанная экспериментальная зависимость по форме тождественна полукубической параболе, являющейся проекцией данной катастрофы на плоскость управляющих параметров g и $\eta_{эфф}$ согласно принципу максимального промедления. Эта бифуркационная кривая, состоящая из соединяющихся в точке сборки двух линий складок, разделяет пространство управления на области, соответствующие различным режимам функционирования системы. Качественные изменения в поведении дисперсии наступают только в том случае, когда "траектория", заданная вариацией управляющих параметров, покидает область внутри данной кривой; в подобной ситуации, видимо, и осуществляется переход виброуплотнение – псевдооживление.

С этих же позиций могут быть рассмотрены особенности поведения высокодисперсных порошков (ВДП) при вибрации. Для ВДП характерно [1, 2] самопроизвольное возникновение пространственных структур из частиц с непосредственными атомными контактами, что вызывает значительные трудности в проведении ряда технологических процессов (дозирования, сушки, начальных стадий перемешивания, транспортирования и др.). Устранение агрегатобразования является одним из основных условий оптимизации технологии дисперсных систем и материалов с заданной структурой и свойствами. Наложение вибрации приводит систему частиц в одно из двух возможных динамических состояний: виброоживления, при котором частицы порошка перемещаются друг относительно друга без отрыва с уменьшением объема в результате уплотнения структуры; виброки-

пения, характеризующегося взаимным перемещением частиц друг относительно друга с полным отрывом, их интенсивным смешиванием и увеличением объема слоя. Основная характеристика этих динамических состояний – граница между ними, обусловленная такой комбинацией значений круговой частоты и амплитуды колебаний, при которой наблюдается переход порошков из состояния виброоживления в состояние виброкипения. Геометрически такое явление может быть изображено моделью "сборка". Анализ проекций этой модели на плоскость управления позволяет установить режимы вибрации, соответствующие переходу ВДП от виброоживления к виброкипению, что дает возможность наиболее эффективно воздействовать на формирующиеся структуры в процессах получения композитов.

Выводы

Таким образом, нарушения непрерывности развивающихся процессов различных видов, присутствующих в различных дисперсных системах и материалах, можно представить в виде стандартных катастроф, находящихся в соответствии с моделями диссипативных структур. Данный факт свидетельствует об устойчивости топологических моделей типа "складка" и "сборка" (т.е. о пригодности для описания реальных систем) и позволяет сделать заключение об общем характере рассматриваемых явлений. При этом стандартная модельная поверхность, обобщая отдельные эффекты, наглядно иллюстрирует качественные структурные перестройки дисперсий в ходе их эволюции в динамических условиях. Дальнейшее комплексное обобщение результатов экспериментальных исследований процессов структурообразования в дисперсиях позволит по-новому трактовать некоторые особенности развития этих систем и расширит представления о закономерностях их формирования, что важно для решения многих задач в различных областях материаловедения.

Литература

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. Трофимова Л.Е. Моделирование процессов структурообразования дисперсных систем и материалов / Л.Е. Трофимова, Н.Б. Урьев. – Одесса: Астропринт, 2011. – 36 с.
4. Николис Г. Самоорганизация в неравновесных системах / Г. Николис, И. Пригожин; пер. с англ. В.Ф. Пастушенко. – М.: Мир, 1979. – 512 с.
5. Постон Т. Теория катастроф и ее приложения / Т. Постон, И. Стюарт; пер. с англ. А.В. Чернавского. – М.: Мир, 1980. – 608 с.
6. Скворцов Г.Е. О закономерностях неравновесных процессов / Скворцов Г.Е. // Письма в ЖТФ. – 1990. – Т. 16, № 17. – С. 15 – 18.

References:

1. Uriev, N.B. (2013). *Physicochemical Dynamics of Disperse Systems and Materials*. Moscow, Russia: Intellect.
2. Uriev, N.B. (1980). *Highly Concentrated Disperse Systems*. Moscow, Russia: Khimiya.
3. Trofimova, L.E., Uriev, N.B. (2011). *Modeling of Structure Formation of Disperse Systems and Materials*. Odessa, Ukraine: Astroprint.
4. Nicolis, G., Prigogine, I. (1979). *Self-organization in Nonequilibrium Systems*. (V.F. Pastushenko. Trans). Moscow: Mir [in Russian].
5. Poston, T., Stewart, I. (1980). *Catastrophe Theory and Its Applications*. (A.V. Chernavskii, Trans). Moscow: Mir [in Russian].
6. Skvortsov, G.E. (1990). *On the Regularities of Nonequilibrium Processes*. Pisma Zh. Tekh. Fiz. Russia: 16 (17), pp.15 – 18.

ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАКОНОМІРНОСТЕЙ ФОРМУВАННЯ СТРУКТУР В ТЕХНОЛОГІЇ ДИСПЕРСНИХ БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ

Анотація. Запропоновано для опису особливостей процесів структуроутворення в деяких дисперсних системах і матеріалах залучити топологічний підхід, що базується на теорії катастроф. Дослідницькою програмою передбачено рішення задач, що пов'язані з описом та аналізом таких явищ, коли збільшення інтенсивності технологічного впливу призводить до якісно нової поведінки системи. Проаналізовані процеси структуроутворення в дисперсіях у динамічних умовах. На конкретних прикладах показана доцільність використання даного методичного підходу для дослідження аномальної поведінки дисперсних систем.

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

Трофимова Л. Є., к.т.н., доцент,
Одеська державна академія будівництва та архітектури

RESEARCH OF THE LAWS OF STRUCTURE FORMATION IN THE TECHNOLOGY OF DISPERSE CONSTRUCTION MATERIALS

Abstract. 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. The processes of disperse systems formation are analysis in dynamic conditions. Specific examples were used to demonstrate the expediency of the use of this methodical approach to research anomaly behavior of disperse systems.

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

Trofimova Larysa E. candidate of technical Sciences, Associate Professor,
Associate Professor of Technology of building production,
Odessa State Academy of Civil Engineering and Architecture