

УДК 691.002

ВЛИЯНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ВНЕШНИХ СИЛОВЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ НА СТРУКТУРООБРАЗОВАНИЕ ДИСПЕРСНЫХ СИСТЕМ

Коробко О.А., Выровой В.Н., Казмирчук Н.В. (Одесская государственная академия строительства и архитектуры)

Проведен анализ влияния изменения внешних силовых воздействий за счет применения специальных матриц на процессы организации начальной структуры открытых динамических дисперсных систем.

Введение.

Многие строительные композиции на основе минеральных и органических вяжущих представляют собой дисперсные системы, которые состоят из множества частиц дисперсной фазы, определенным образом распределенных в дисперсионной среде [1]. Эксплуатационная безопасность таких систем предопределяется их структурой, которая формируется в период создания системы и определяется ее составом и технологическими условиями получения [2]. В свою очередь, подобные композиции рассматриваются как высококонцентрированные грубодисперсные лиофобные системы с лиофильной границей раздела фаз [3]. Такое представление дало возможность проанализировать начальные процессы организации и самоорганизации с учетом неуравновешенных межчастичных взаимодействий и образованием кластерных структур [4]. Анализ литературы по системному подходу [5] и синергетике [6] позволяет дисперсные системы строительного назначения представить как сложные динамические открытые системы. Сложность предполагает не только многообразие составляющих компонентов, но и образование отдельных подсистем, взаимодействие которых определяет свойства системы как определенной целостности. Динамичность системы свидетельствует о возможных структурных трансформациях, вызываемых как внутрисистемными процессами, так и происходящими при внешних воздействиях. Открытость системы обусловлена постоянным обменом с окружающей средой веществом, энергией и информацией [7].

Любые физические объекты, включая дисперсные системы, находятся при постоянном внешнем силовом воздействии гравитационных и электромагнитных полей. Одним из

технологических способов изменения таких внешних силовых воздействий можно считать применение специальных фрактально-матричных резонаторов (матриц), представляющих собой графитсодержащие печатные платы с геометрически правильным симметричным рисунком. Данные матрицы позволяют изменять внешние электромагнитные силовые воздействия, что должно, по нашему мнению, отразиться на условиях начального структурообразования и, как следствие, изменить составы, размеры, форму и количество структурных агрегатов в объеме системы. В связи с этим, была определена задача исследований - изучение влияния изменения внешних силовых воздействий за счет использования фрактально-матричных резонаторов на процессы начальной организации структуры дисперсных систем.

Выбор модели открытых динамических дисперсных систем.

Для решения поставленной задачи была принята модель минеральных и наполненных органических вяжущих как открытых динамических многофазных гетерогенных высококонцентрированных лиофобных грубодисперсных систем при следующих допущениях:

- частицы дисперсной фазы можно представить как материальные объекты шарообразной формы, которые отличаются друг от друга природой, массой и размерами и располагаются на различных межчастичных расстояниях [8, 9];

- концентрация частиц в системе такова, что можно предположить проявление сил межчастичных взаимодействий F_c , неуравновешенных вследствие различия зерен по физическим, геометрическим и пространственным характеристикам [10];

- частицы дисперсной фазы, выделяющиеся большими размерами, массой и поверхностной активностью или находящиеся на меньшем межчастичном расстоянии, выступают как «структурообразующие» центры [11];

- в период начальной организации структуры частицы дисперсной фазы не вступают в химические реакции друг с другом и дисперсионной средой, что позволяет рассматривать их как лиофобные системы;

- многофазность и гетерогенность состава дисперсных систем предполагает существование развитой поверхности раздела между отдельными фазами и проявление поверхностных эффектов, что обуславливает избыточность свободной поверхностной энергии [12];

- из рассмотрения можно исключить силу тяжести дисперсных частиц как постоянное силовое воздействие, поскольку их масса соизмерима с силой межчастичных взаимодействий [13];

- организация начальной структуры открытых динамических высококонцентрированных гетерогенных грубодисперсных систем осуществляется в результате распределения частиц дисперсной фазы по структурным блокам под влиянием неуравновешенных сил межчастичных взаимодействий [14]. Условия начального структурообразования дисперсных систем, и, следовательно, составы, размеры и форма упорядоченных дискретных агрегатов определяются как природой исходных частиц, так и внешними силовыми воздействиями.

Принятые допущения позволяют предложить физическую модель открытых динамических дисперсных систем, в которой в качестве дисперсионной среды выступает эпоксидная смола без отвердителя, в качестве частиц дисперсной фазы - грубодисперсные частицы относительно сферической формы неорганической и органической природы, определяющей их отношение (фобность и фильность) к полимерной составляющей.

Дисперсные частицы произвольным образом распределяются по поверхности дисперсионной среды. Капиллярные силы, возникающие на границах раздела фаз, моделировали неуравновешенные силы межчастичных взаимодействий.

Для открытых динамических дисперсных систем сложного состава характерно стремление к снижению избыточной поверхностной энергии, что достигается путем сокращения площади поверхности межфазных границ раздела и уменьшения поверхностного натяжения, соответственно, за счет образования структурных агрегатов из дисперсных частиц и возникновения на их поверхности адсорбционных слоев [3, 15]. Косвенным отражением таких структурных преобразований следует считать собственные объемные деформации самоорганизующихся систем [16].

Можно предположить, что изменение размеров и количества кластерных структур в результате изменения внешних силовых воздействий и вида дисперсных частиц будет отражаться на протяженности межфазных границ раздела. Это должно, по нашему мнению, подтверждаться изменением количественных значений объемных деформаций дисперсных систем различных составов при использовании фрактально-матричных резонаторов.

При изучении влияния природы частиц дисперсной фазы и изменения внешних силовых воздействий на начальные объемные

деформации в качестве модели открытых динамических дисперсных систем были приняты полимерные композиции с разными наполнителями, синтезированные на основе следующих материалов:

- связующего: эпоксидный клей марки ЭДП (ЭПОКСИ), представляющий собой полимерный композит раствора эпоксидной модифицированной смолы и отвердителя ПЭПА в количестве 10% от массы смолы;

- дисперсных наполнителей (30% от массы полимера):

* неорганического состава;

* органического состава;

* смешанного состава.

Количественные значения начальных объемных изменений (ΔV) дисперсных систем определяли по специальной методике с помощью податливых цилиндрических датчиков [17]. Проявление объемных деформаций фиксировали каждые 30 минут до момента их затухания.

Изменение внешних силовых воздействий осуществлялось посредством специальных матриц в виде полиэтиленовых пленок с симметрично-геометрическим рисунком, нанесенном графитсодержащей краской. Подготовленные модели дисперсных систем помещали в формы со сквозными стенками, перекрытыми прозрачной полиэтиленовой пленкой (контрольные образцы) и трансформирующими матрицами (активированные образцы).

Влияние изменения внешних силовых воздействий на процессы начального структурообразования дисперсных систем.

Для экспериментального подтверждения влияния изменения внешних силовых воздействий за счет применения матриц на организацию начальной структуры открытых динамических дисперсных систем были проведены исследования на физических моделях, рис. 1.

В качестве параметров кластерных структур приняты:

N - количество частиц в кластере;

d - размер кластера;

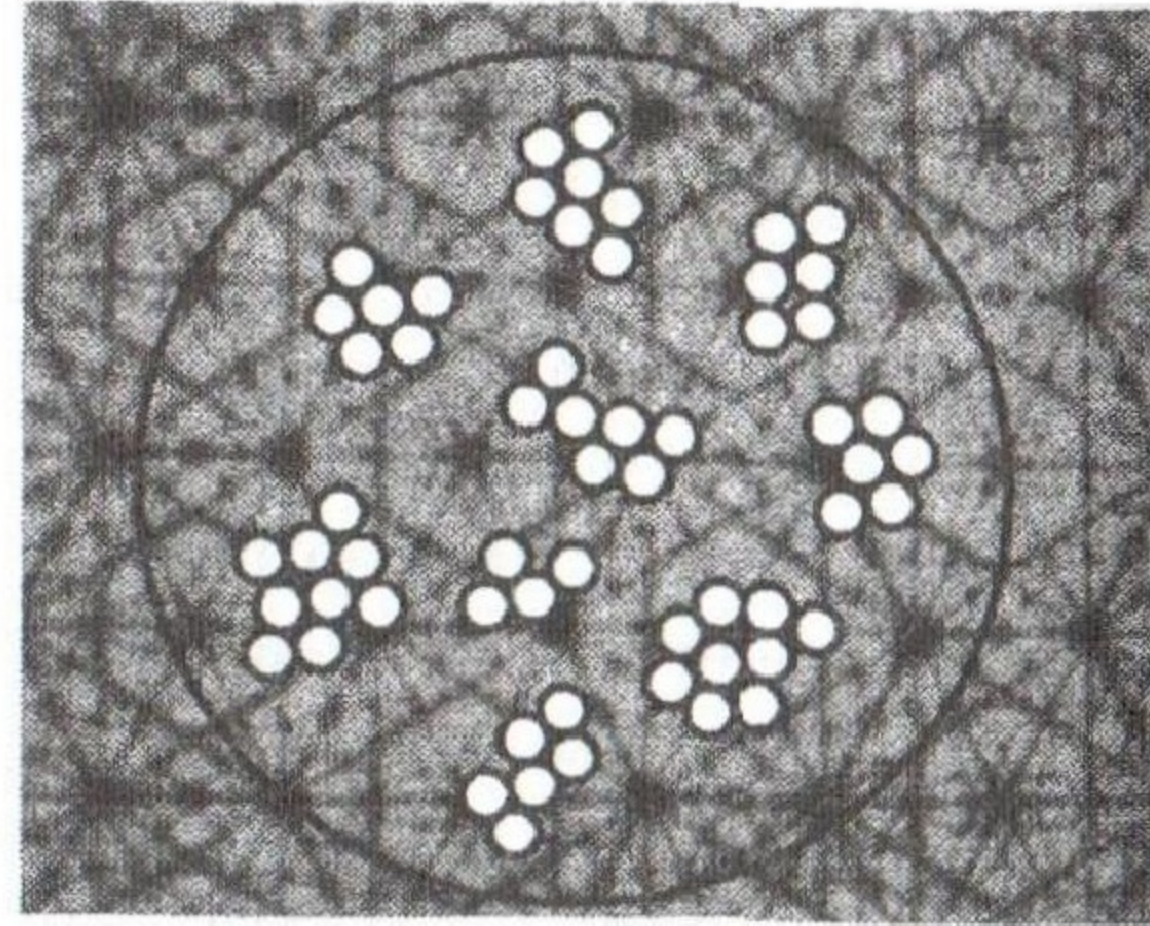
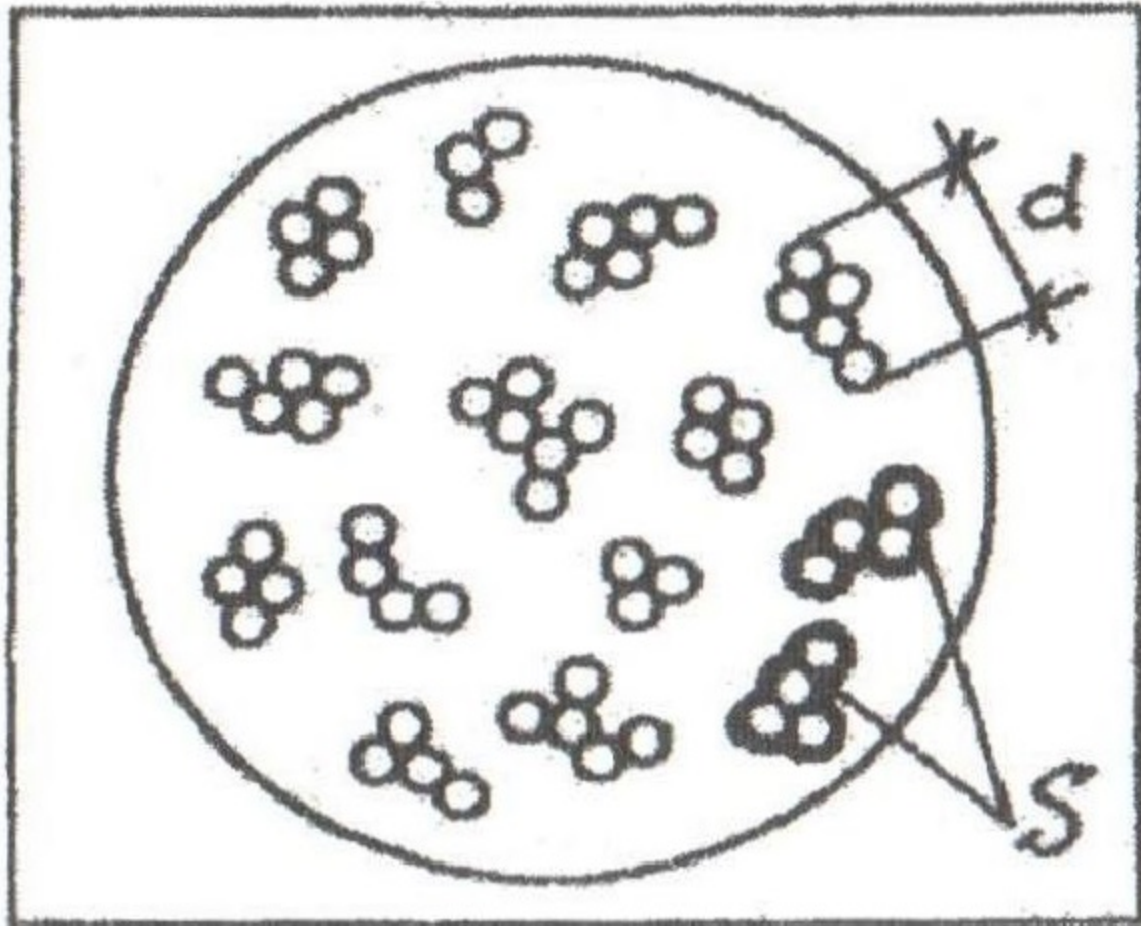
n - количество кластеров;

S - протяженность межфазных границ раздела.

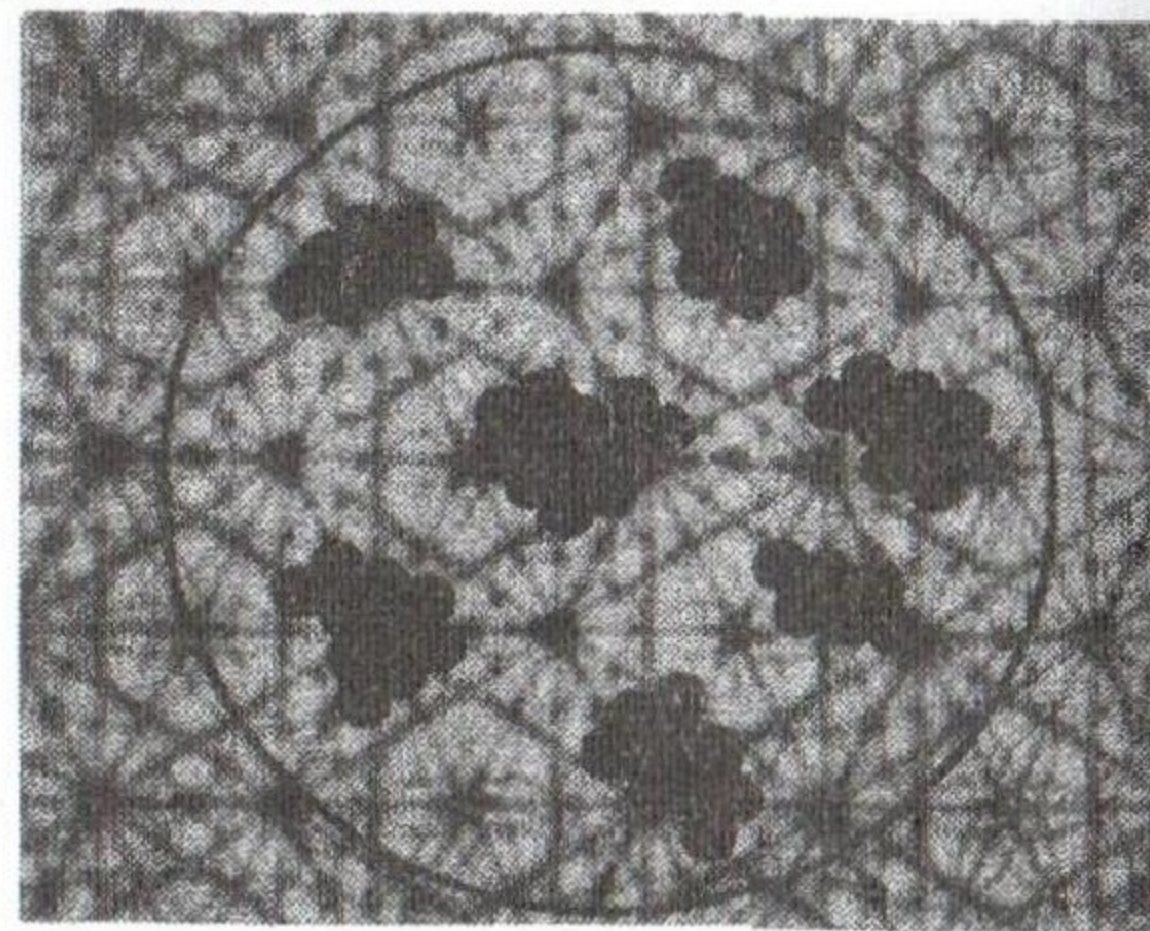
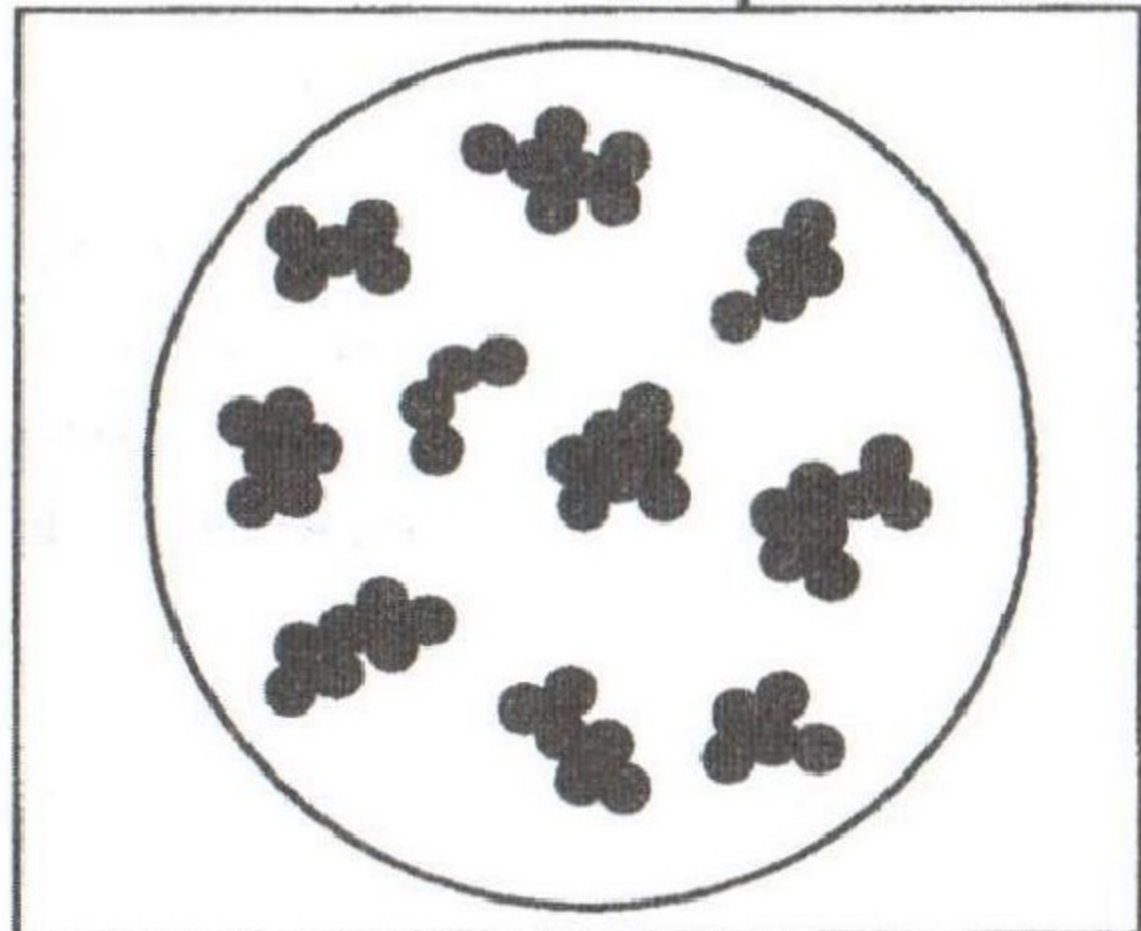
Полученные результаты показали, что использование фрактально-матричных резонаторов приводит к увеличению размеров структурных агрегатов и уменьшению их количества, что характерно для композиций всех принятых составов.

Без воздействия

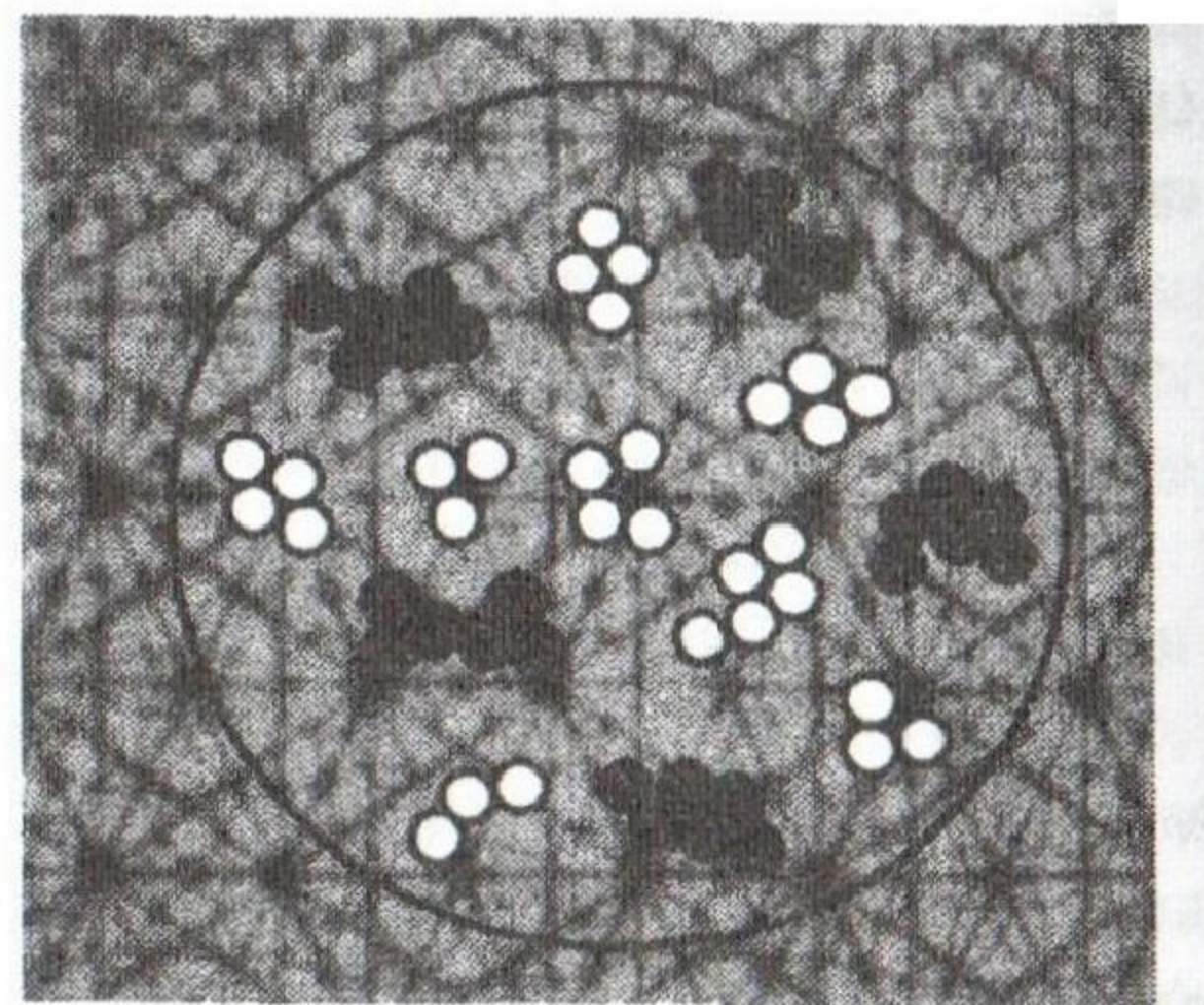
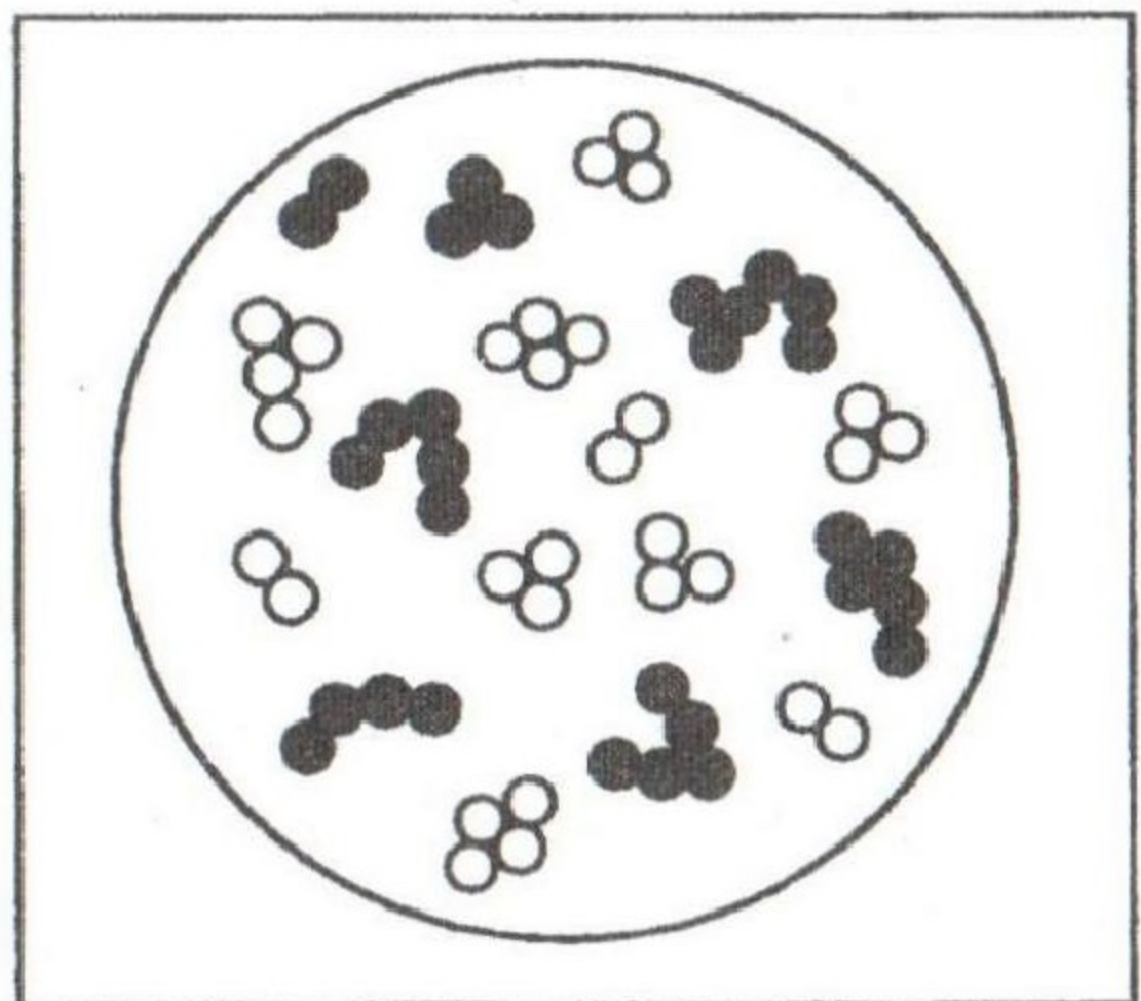
С воздействием



Неорганический наполнитель



Органический наполнитель



Смешанный наполнитель

Рис. 1. Влияние изменения вида частиц и внешних силовых воздействий на параметры структурных агрегатов.

Дискретные блоки активированных систем отличаются более компактной упаковкой и неразветвленной формой по сравнению с агрегатами контрольных образцов. При этом, очертания кластерных структур определяются линиями геометрического рисунка матриц, что свидетельствует об их ориентационном воздействии на агрегаты.

Характеристики структурных блоков, как показали исследования, также зависят от природы частиц дисперсной фазы. В композициях, включающих частицы неорганического вида, образуются кластерные структуры в большем количестве, но меньшего размера и более компактных клубковых конфигураций, чем в системах с зёрнами органической природы, рис.1, а и б.

При смешанном составе частиц дисперсной фазы возможно проявление аккомодационного механизма [18] организации структурных блоков, заключающегося в избирательности межчастичных взаимодействий по видовому признаку [19]. Отрицательная комплиментарность разнородных частиц уменьшает вероятность их контактирования, что способствует группированию зёрен одинакового вида между собой. В результате происходит образование дискретных агрегатов из частиц одной природы, рис.1, в.

Проведенный анализ показал, что изменение внешних силовых воздействий и вида частиц дисперсной фазы вызывает изменение условий начальной организации структуры открытых динамических систем и позволяет регулировать составы, размеры, форму и количество кластерных структур.

При использовании фрактально-матричных резонаторов количество частиц в структурных блоках увеличивается в среднем на 30%, а размеры агрегатов возрастают на 13...17% в зависимости от вида частиц. Как следствие, сокращается протяженность поверхности раздела между отдельными фазами в системах: с частицами органической природы - на 27%, с частицами неорганической природы - на 23%, со смешанным составом частиц дисперсной фазы - на 13%.

Изменение протяженности межфазных границ раздела приводит к проявлению объемных деформаций дисперсных систем. Следовательно, изменение размеров и количества дискретных блоков при изменении внешних силовых воздействий и природы дисперсных частиц будет оказывать влияние на протяженность поверхности раздела между дисперсной фазой и дисперсионной средой открытых динамических систем, что должно отразиться на значениях их начальных объемных деформаций.

При выполнении экспериментов использовали наполненные полимерные композиции (НПК), включающие в свой состав различные виды дисперсных наполнителей, рис. 2.

Опыты показали, что применение матриц вызывает снижение ΔV полимерных композиций без наполнителя на 28%. Введение органического наполнителя приводит к уменьшению объемных деформаций на 33%, неорганического наполнителя - на 26%, смешанного наполнителя - на 17%.

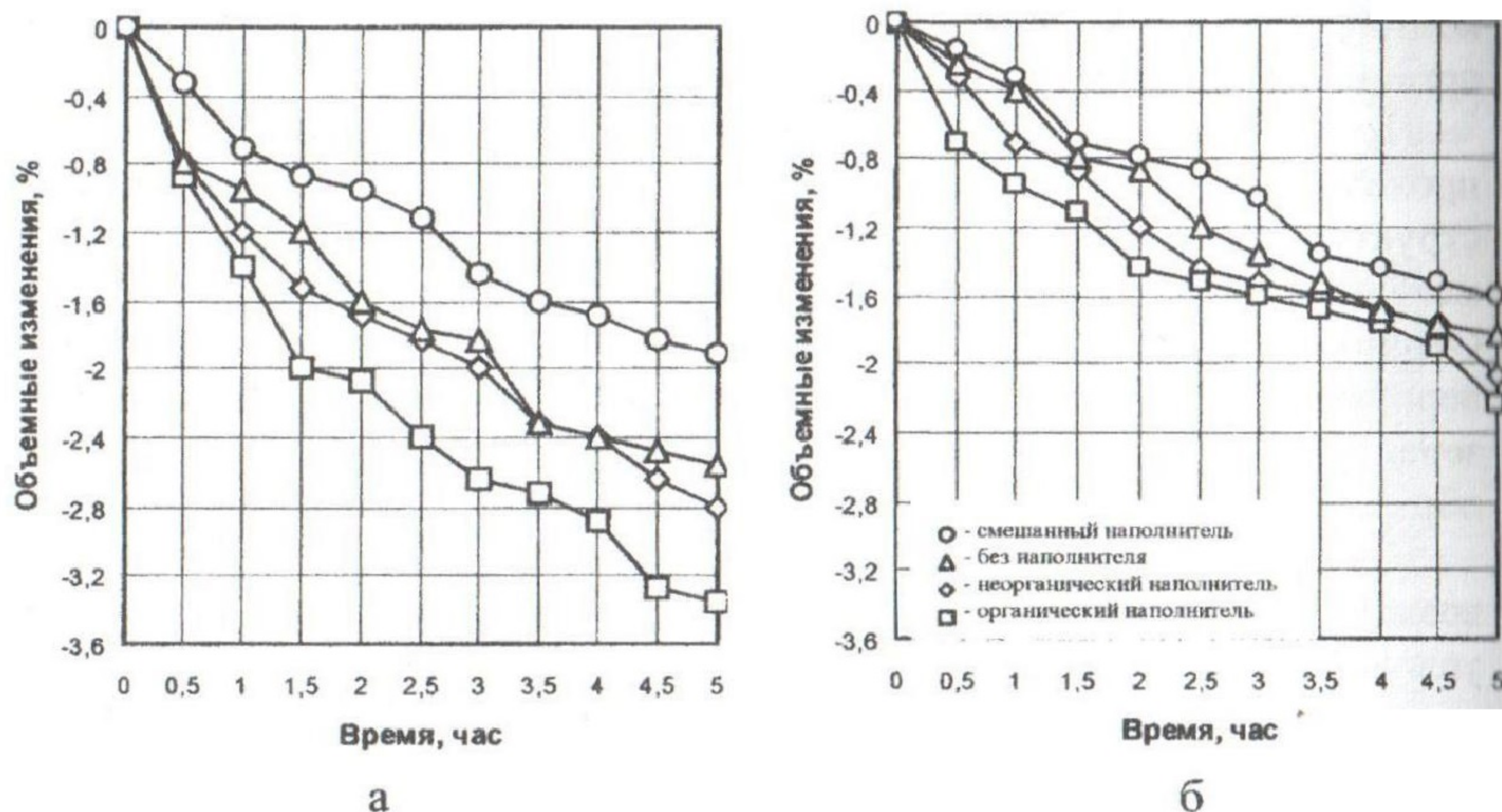


Рис.2. Влияние изменения природы частиц и внешних силовых воздействий на начальные объемные изменения дисперсных систем: а - без воздействия; б - с воздействием.

Как показали проведенные исследования, при использовании фрактально-матричных резонаторов степень влияния природы частиц дисперсной фазы на объемные изменения НПК может изменяться в среднем на 42%.

Неорганический наполнитель обеспечивает увеличение ΔV полимерных композиций на 5% (без воздействия) и 11,5% (с воздействием), а наполнитель органической природы - на 24% и 18%, соответственно. В случае применения смешанного наполнителя объемные деформации НПК, наоборот, уменьшаются на 25% (контрольные образцы) и 13% (активированные образцы).

Таким образом, вид частиц дисперсной фазы и изменение внешних силовых воздействий определяют объемные деформации дисперсных

систем. Изменение ΔV как косвенной характеристики структурных преобразований показывает, что путем использования матриц и подбором состава частиц дисперсной фазы можно изменять параметры структурных агрегатов, что должно сказаться на физико-технических характеристиках готового материала.

Выводы.

Проведенные исследования и анализ позволяют заключить, что строительные композиции на основе минеральных и органических вяжущих можно представить как открытые динамические дисперсные системы. При изменении природы частиц дисперсной фазы и внешних силовых воздействий за счет применения фрактально-матричных резонаторов изменяются условия начального структурообразования дисперсных систем, что ведет к изменению состава, размеров, формы и количества дискретных подструктур. Это подтверждается изменением объемных деформаций дисперсных систем разных составов в начальный период их самоорганизации при использовании матриц. Результаты экспериментов свидетельствуют о возможности направленного регулирования параметров структурных составляющих дисперсных систем для получения строительных композиций с заданной структурой и требуемым уровнем эксплуатационных свойств.

Литература.

1. Выровой В.Н. Структура и свойства гетерогенных композиционных материалов // Вопросы современного строительного материаловедения и строительства. - Львов: НОЗ, 1988. - 37с.
2. Выровой В.Н., Дорофеев В.С. Бетон в условиях ударных воздействий. - Одесса: Внешрекламсервис, 2004. - 270с.
3. Композиционные строительные материалы и конструкции пониженной материалоемкости / В.И. Соломатов, В.Н. Выровой, В.С. Дорофеев, А.В. Сиренко. - К.: Будівельник, 1991. - 144с.
4. Выровой В.Н. Физико-механические особенности организации и самоорганизации композиционных строительных материалов и конструкций // Полиструктурная теория композиционных строительных материалов. - Ташкент: ФАН. - 1991. - С.28-57.
5. Прангишвили И.В. Системный подход и общесистемные закономерности. - М.: «Синтег», 2000. - 519с.
6. Хакен Г. Синергетика: иерархия неустойчивостей в самоорганизующихся системах. - М.: Мир, 1985. - 423с.
7. Могилевский В.Д. Методология систем: (вербальный подход). - М.: Экономика, 1999. - 251с.

8. Бутт Ю.М., Тимашев В.В. Портландцемент. Минералогический и гранулометрический составы, процессы модифицирования и гидратации. - М.: Стройиздат, 1974. - 328с.
9. Дорофеев В.С., Выровой В.Н. Технологическая поврежденность строительных материалов и конструкций. - Одесса: Город мастеров, 1998. - 165с.
10. Соломатов В.И., Выровой В.Н. Кластерообразование композиционных строительных материалов // Технологическая механика бетона. - Рига: РПИ. - 1985. - С.5-21.
11. Соломатов В.И. и др. Интенсивная технология бетонов. - М.: Стройиздат, 1989. - 260с.
12. Фролов Ю.Г. Курс коллоидной химии (Поверхностные явления и дисперсные системы). - М.: Химия, 1982. - 400с.
13. Соломатов В.И., Выровой В.Н., Аббасханов Н.А. Бетон как композиционный материал. - Ташкент: УзНИИНТИ, 1985. - 31с.
14. Выровой В.Н. Физико-механические особенности структурообразования композиционных строительных материалов: Диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук: 05.2305. - Л., 1988. - 340с.
15. Урьев Н.Б. Высококонтрированные дисперсные системы. - М.: Химия, 1980. - 320с.
16. Коробко О.А., Выровой В.Н. Объемные изменения моно- и полиминеральных вяжущих в начальные периоды схватывания и твердения // Вісник ОДАБА. - Одеса: Місто майстрів. - 2001. - №3. - С.113-117.
17. Коробко О.А. Повышение трещиностойкости цементных композиций для ремонта строительных конструкций: Диссертация на соискание ученой степени канд. техн. наук. - Одесса, 2002. - 174с.
18. Гегузин Я.Е. Физика спекания. - М.: Наука, 1984. - 312с.
19. Гумилев Л.Н. Этногенез и биосфера Земли. - Л.: Гидрометеиздат, 1990. - 528с.