

ВЛИЯНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ИЗДЕЛИЙ НА РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ДЕФОРМАЦИЙ

Выровой В.Н., Барбул А.П. (Одесская государственная академия строительства и архитектуры, г. Одесса)

Проанализировано влияние геометрических характеристик изгибаемых элементов на формирование интегрального поля остаточных деформаций.

Твердение неорганических и органических вяжущих сопровождается объемными деформациями. В изделиях (образцах, конструкциях и т.п.), изготовленных из грубогетерогенных материалов, объемные деформации проявляются и распределяются на внутренних и внешних поверхностях раздела (ПР) [1]. Под внутренними ПР понимают границы раздела между отдельными компонентами и структурами. К внешним ПР относят поверхности, образующие геометрию изделия (образца, конструкции). Развитие объемных деформаций в материале, изменяющем реологические характеристики по мере твердения предполагают, что деформации фиксируются в структуре. В работах [1, 2] показано, что в зависимости геометрических характеристик гетерогенной структуры, образца или изделия, в них возникают градиенты деформаций по величине и направлению, формируя тем самым, локальные и интегральные поля остаточных (начальных, технологических, наследственных) деформаций. Под остаточными деформациями понимают деформации, которые определенным образом распределены в материале, изделии, или конструкции после их получения. По образному выражению Л. Дж. Эберта и П. К. Райта [3, с. 65] ...«остаточные напряжения являются неотъемлемой характеристикой композита, а их отсутствие – скорее исключением, чем правилом». Остаточные деформации влияют на распределение деформаций в материале конструкций при воздействии на неё эксплуатационных нагрузок [4]. При этом они могут повышать или понижать механические свойства материалов и несущую способность конструкций [5, 6, 7]. Как правило, локальные остаточные деформации определяют поврежденность материала технологическими трещинами и, тем самым, микромеханические аспекты разрушения [1, 8, 9]. Интегральные технологические деформации распределены на уровне конструкции, что предопределяет условия ее со-

противлению воздействия эксплуатационных нагрузок. В силу того, что распределение технологических деформаций зависит от геометрических характеристик внешних ПР, то представляет интерес анализ механизмов формирования интегральных полей деформаций в конструктивных элементах с целью управления их распределением для повышения сопротивления эксплуатационным нагрузкам.

При анализе механизмов формирования остаточных полей деформаций на уровне образца или конструкции исходили из предположения, что алгебраическая сумма локальных деформаций определяет общий характер распределения интегральных деформаций. Поэтому в последующем анализе структурные особенности материалов и локальные деформации рассматриваться не будут.

Анализ распределения деформаций твердеющего материала, оформленного в изгибаемый конструктивный элемент, проводили графо-аналитическим методом [1,2]. Как видно из рис. 1 на внешних ПР происходит неравномерное распределение технологических деформаций. При этом возникают градиенты деформаций с общей тенденцией вызывать явления формоизменения всех внешних ПР. В силу того, что на распределение деформаций твердеющего вяжущего влияют геометрические характеристики конструкции, то было принято решение об изменении геометрии нижнего пояса изгибаемого элемента с целью изменения распределения остаточных деформаций.

Для подтверждения влияния геометрии изделий на распределение остаточных деформаций были изготовлены модели балок из оптически чувствительного материала – эпоксидной смолы типа ЭД-20. Качественную картину распределения деформаций изучали методом фотоупругости [7]. Анализ показал, что, в зависимости от геометрических характеристик модели, изменяется поле интегральных остаточных деформаций, рис. 2.

Сравнение эпюр остаточных деформаций, полученных графо-аналитическим методом и методом фотоупругости, показал их идентичность.

Введение арматуры должно изменить характер поля остаточных деформаций. Модель прямоугольной балки армировалась:

а – двумя стержнями продольной арматуры в нижней плоскости без анкеровки;

б – двумя плоскими каркасами с верхней арматурой на трети пролетов от торцов и продольной нижней на всю длину;

в – двумя плоскими каркасами с верхней и нижней продольной арматурой и поперечной в третях пролетов от торцов моделей.

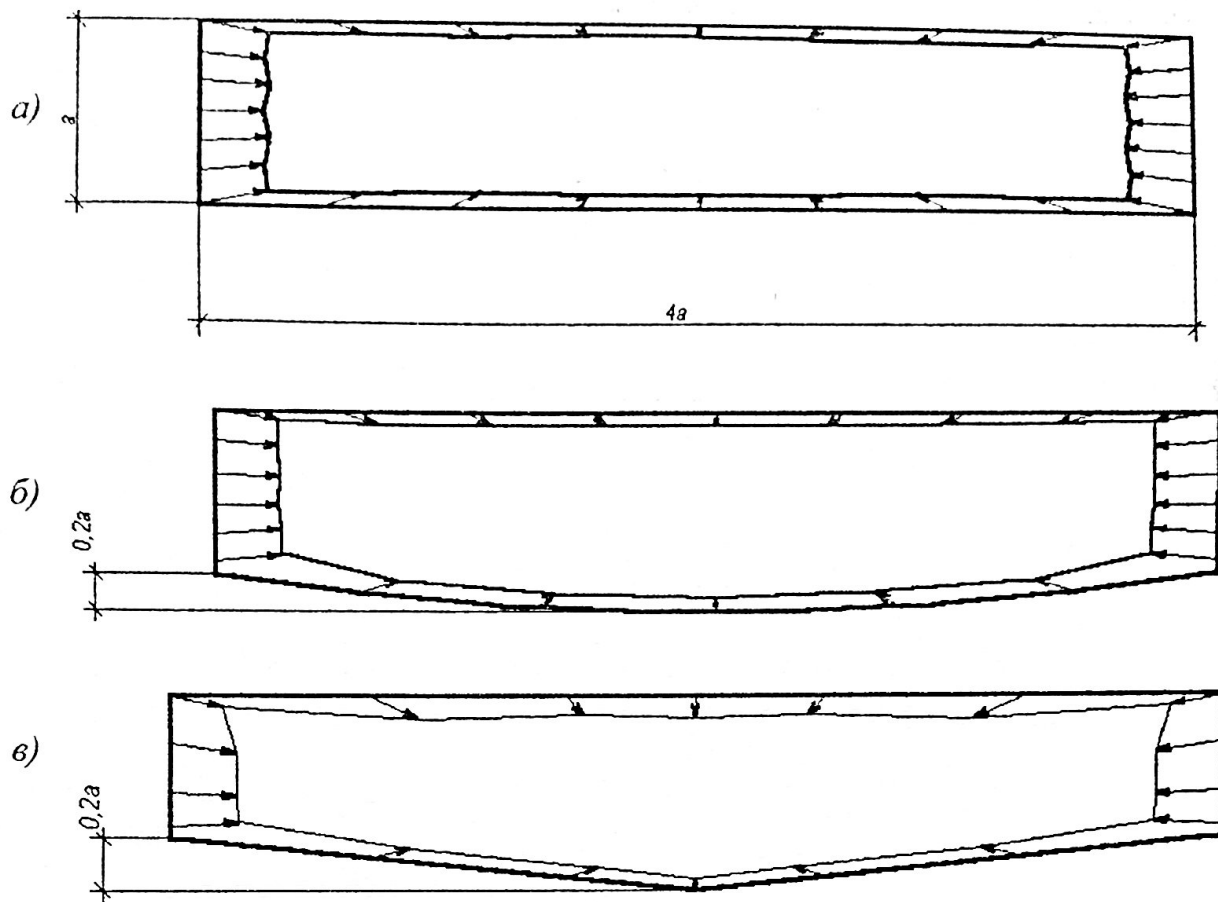


Рис. 1.

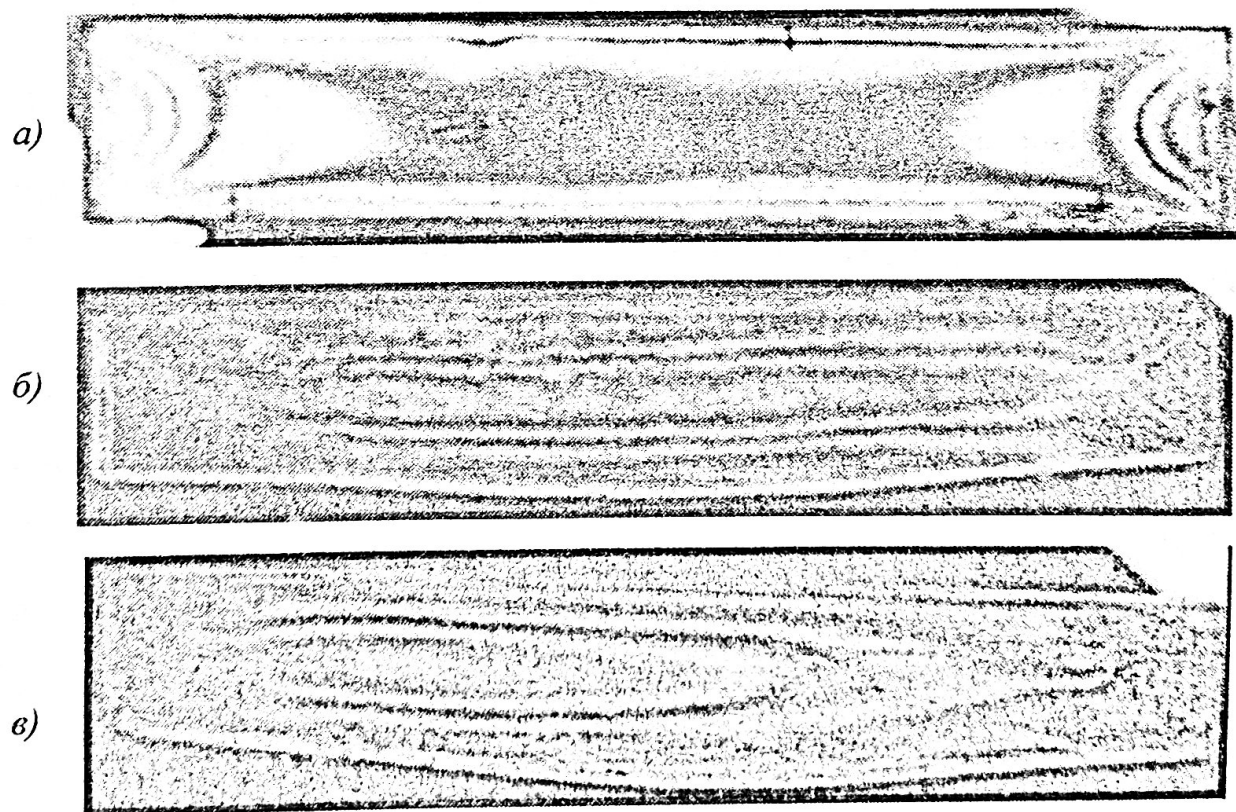


Рис. 2.

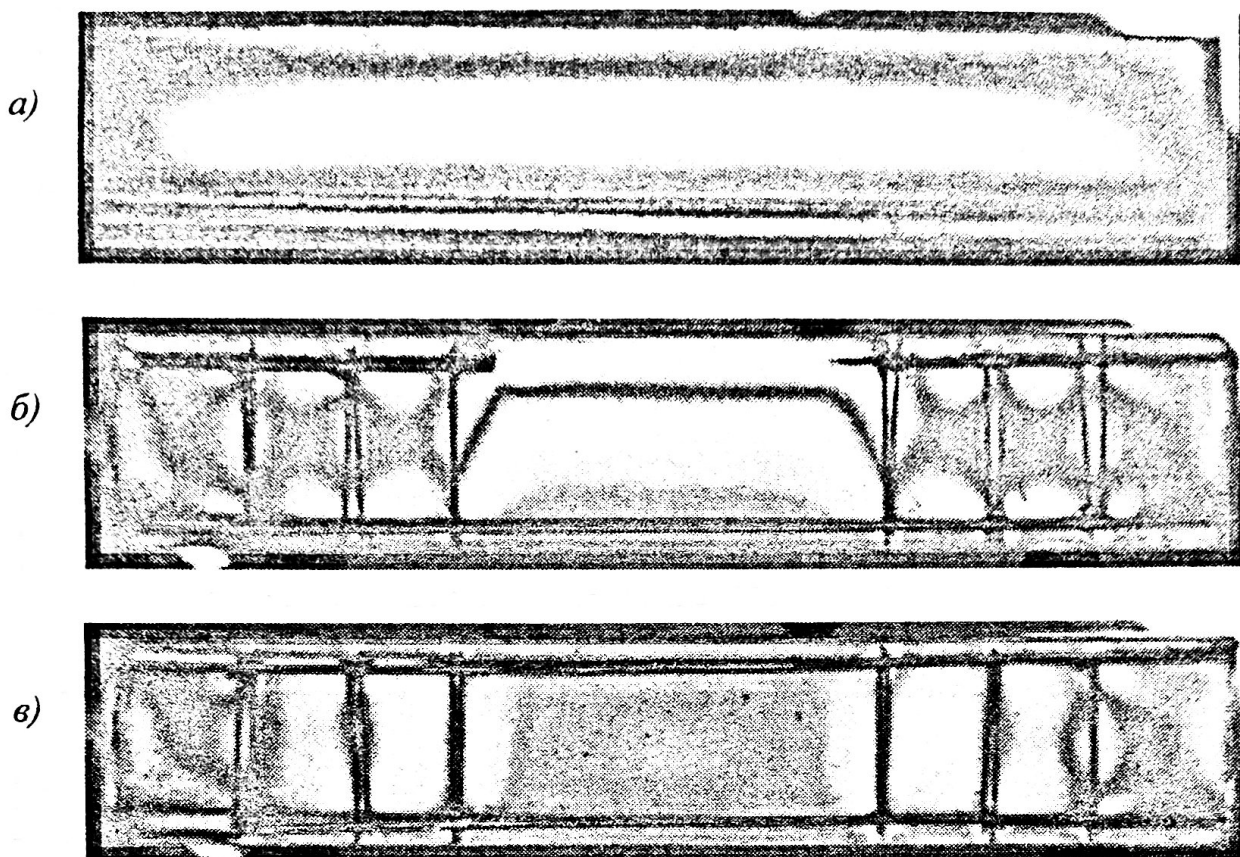


Рис. 3.

На рисунке 3 показано влияние способов армирования на характер распределения остаточных деформаций в модели изгибаемого элемента.

Сравнение интегрального поля технологических деформаций в моделях бетонных (рис. 2) и железобетонных элементов (рис. 3) показал, что введение арматуры полностью изменяет распределение остаточных деформаций. В свою очередь, способы армирования существенно оказывают влияние на характер начального напряженного состояния армированных элементов.

Следует отметить, что образовавшиеся поля остаточных деформаций в армированных и неармированных изгибаемых элементах, взаимодействуя с деформациями от внешних нагрузок, будут определять несущую способность и эксплуатационную надежность строительных конструкций.

Проведенные исследования позволяют сделать следующие выводы:

1. При твердении органических и неорганических вяжущих происходят объемные изменения, распределения которых на внешних ПР конструкции вызывает появление и развитие неравномерных остаточных полей деформаций.

2. Управлять распределением технологических деформаций с целью минимизации их градиентов можно путем изменения геометрии

внешних ПР.

3. Введение арматуры и изменение схем армирования вызывает перераспределение остаточных полей деформаций. Объективно существующие интегральные поля технологических деформаций в армированных и неармированных элементах следует учитывать при проектировании геометрических параметров изделий с целью снижения градиентов деформаций на внешних ПР и повышения, тем самым, эксплуатационной надежности строительных конструкций.

Литература

1. Соломатов В.И., Выровой В.Н., Дорофеев В.С., Сиренко А.В. Композиционные строительные материалы и изделия пониженной материалоемкости. – К.: Будивэльнык, 1991. – 144 с.
2. Дорофеев В.С., Выровой В.Н. Технологическая поврежденность строительных материалов и конструкций. – Одесса: ИМК Город мастеров, 1998. – 168 с.
3. Эберт Л.Дж., Райт П.К. Механические аспекты поверхности раздела // Поверхности раздела в металлических композитах; т. 1. – М.: Мир, 1978. – 42-76 с.
4. Стокс Р.Дж. Микромеханические аспекты разрушения керамики // Разрушение, т. 7, часть 1. Неорганические материалы. – М.: Мир, 1976. – 127-220 с.
5. Мартыненко А.А. Технологические напряжения в электролитических отливках. – Львов: «Выща школа», 1986. – 135 с.
6. Константинов Л.С., Трухов А.П. Напряжения, деформации и трещины в отливках. – М.: Машиностроение, 1991. – 199 с.
7. Роуландс Р. Остаточные напряжения // Экспериментальная механика: Кн 2. – М.: Мир, 1990. – 285-335 с.
8. Онани М., Ивасимидзу С., Гэнка К. и др. Введение в микромеханику. – М.: Металлургия, 1987. – 280 с.
9. Тамуж В.П., Куксенко В.С. Микромеханика разрушения полимерных материалов. – Рига: Зинатне, 1978. – 294 с.
10. Томашевский В.Т. О задачах механики в технологии композиционных материалов // Механика композитных материалов. – 1982. – №3. – 486-503 с.