

ИНТЕГРАЛЬНЫЕ ПОЛЯ ОБЪЁМНЫХ ДЕФОРМАЦИЙ В ИЗГИБАЕМЫХ ЭЛЕМЕНТАХ ПРИ ДЕЙСТВИИ КРАТКОВРЕМЕННЫХ НАГРУЗОК

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

Изучено влияние начальных деформаций на формирование полей и их перераспределение под действием нагрузок. Установлено - влияние остаточных деформаций на работу элементов с различными технологическими полями.

Эксплуатационные нагрузки, действующие на конструкцию, вызывают в ней деформации и напряжения. Материал их воспринимает и перераспределяет между структурными элементами во взаимосвязи с длительностью, уровнем и характером действующих нагрузок.

Анализ работы материала при восприятии, усилий от нагрузок принято проводить с позиций макромеханики. Этот подход основан на модели материала как непрерывной среды, характеристики которой оценивают, выделяя представительный объём среды.

Этот подход используют для изучения прочности и надёжности преобладающего количества композитов. Их несущая способность, разрушение и эксплуатационная надёжность определяется собственным действием технологических деформаций и деформаций, вызванных совокупным действием эксплуатационных нагрузок. В связи с этим важной задачей является анализ механизмов формирования технологических деформаций и изучение их влияния на работу конструкции. Проанализируем распределение деформаций серии образцов, которые формировали структуру в естественных температурно-влажностных условиях рис. 1, с начальной полимеризацией в формах. Для таких образцов усадочные деформации формируются комплексом физико-химических и физико-механических процессов. Полная усадка образцов состоит из пластической и упругой. Такое распределение принято для подавляющего большинства строительных материалов [1,2].

Пластическая составляющая проявляется для полимеров в начальный период полимеризации [3]. Анизотропию усадочных деформаций объясняют наличием термических градиентов между формой и полимером, т.к. полимеризация сопровождается повышением температуры. Более низкая температура формы вызывает неравномерное распределение деформаций по

объёму образца. Неоднородность зависит от соотношения поверхности к объёму образцов и их формы.

Упругая составляющая проявляется, в основном в затвердевших материалах.

Поле начальных интегральных деформаций для этой серии образцов приведены на рис. 1а. Образцы загружали ступенями без разрушения. Такой подход позволил проследить за изменением картины распределения полей деформаций после разгрузки и по истечении более длительного времени.

Нагрузку увеличивали ступенями равными $0,2P$, где P - величина разрушающей нагрузки контрольных образцов. На рис. 1б зафиксирована схема интегральных объёмных деформаций после загрузки образца первой ступенью внешней нагрузки. Сопоставляя её с исходным полем технологических деформаций рис. 1а можно констатировать – внешне

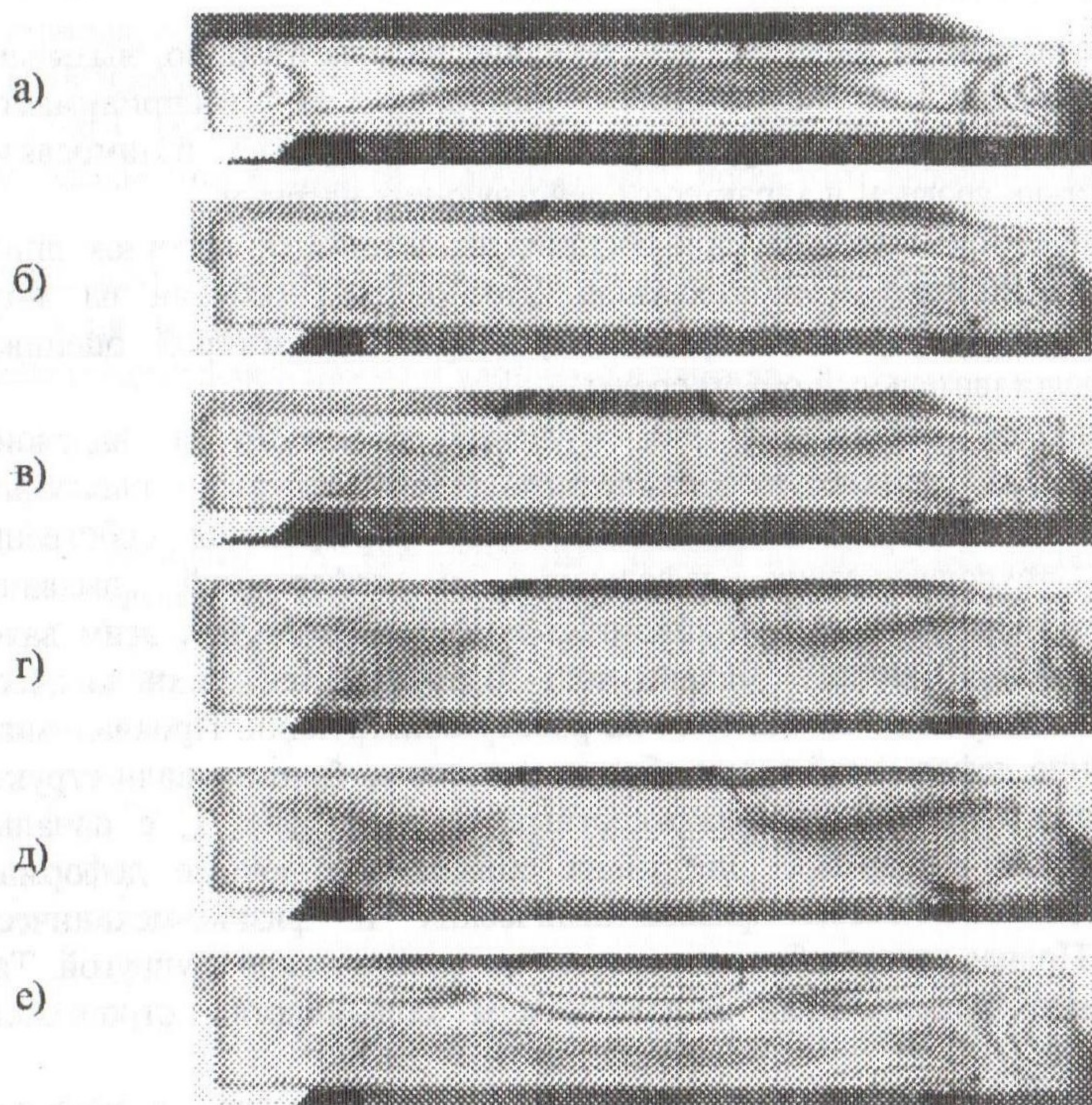


Рис. 1. Поля деформаций при загрузении кратковременной нагрузкой образцов естественного твердения.

где: а – поле начальных деформаций; б - при первой; в – при второй; г – при третьей; д – в момент предшествующий разрушению; е – после снятия нагрузки.

действующая нагрузка данной схемы загрузки вызвала в объёме модели деформации, которые просуммировались с технологическими, произошёл процесс их перераспределения по объёму с учётом структурной неоднородности материала. В результате этого взаимодействия сформировалось три объёма деформаций:

- первый – между плоскостями действий внешней нагрузки;
- второй и третий заняли объёмы слева и справа от срединного до торцов образца.

В результате суммирования силовых и технологических деформаций получили поля распределения. Во втором и третьем объёме уровень изоклин во многих плоскостях не превысил плотности начальных усадочных деформаций, по уровню он выше плотности в первом объёме.

В срединной зоне характерны распределения изоклин над опорами и на консольных участках модели различны, что согласуется с особенностями работы опор.

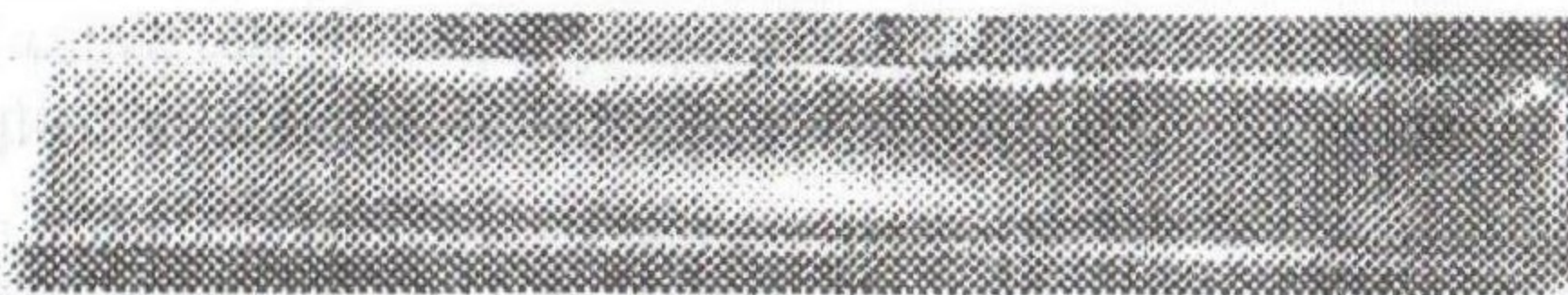
Увеличение нагрузки на одну ступень рис. 1в привело к более плотному перераспределению деформаций в средней зоне с сохранением характера рисунка. В объёмах два и три плотности деформаций одного уровня увеличились, и изменилось направление изоклин. Третья ступень загрузки рис. 1г привела ещё к более плотному перераспределению уровня деформаций по всему объёму моделей.

На фотофиксации работы образца в момент предшествующий разрушению рис. 1д в срединном объёме поля суммарных деформаций получили высокий уровень распределения плотности изоклин, к которому примыкают вытянутые от опор объёмы низких плотностей. После снятия нагрузки с пяти минутной выдержкой остаточное поле интегральных деформаций приведено на рис. 1е. Фотофиксация подтвердила предположение о том, что основные деформации, развившиеся по объёму образца от кратковременной действующей нагрузки носят в основном упругий характер. Деформация упругого последствия на восстановление своей части потребуется, какое то время. В наших исследованиях повторную фотофиксацию провели на шестые сутки. Картина распределения объёмных деформаций практически – восстановилась до уровня начального технологического поля, несмотря на высокий уровень напряжений, до которых был загружены образцы.

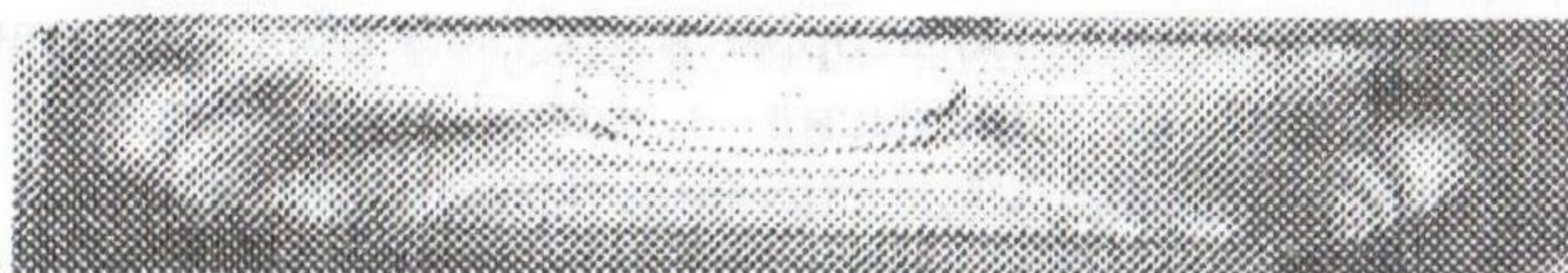
Проанализируем изменение объёмных интегральных деформаций в образцах семидневного возраста с момента разопалубки, которым за двенадцать часов до испытаний провели тепло-влажностную обработку при

температуре воды 80°C , в течении 10 мин. с последующим охлаждением вместе с водой, что позволило релаксировать начальные технологические напряжения рис. 2а. Часть обработанных образцов охлаждали в нормальных температурно-влажностных условиях. Технологическое поле деформаций этой серии образцов приведены на рис. 3.

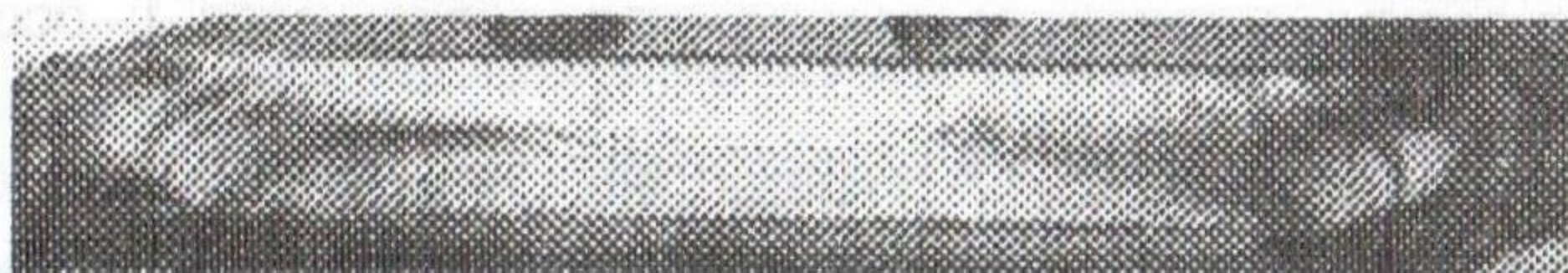
а)



б)



в)



г)



д)



е)

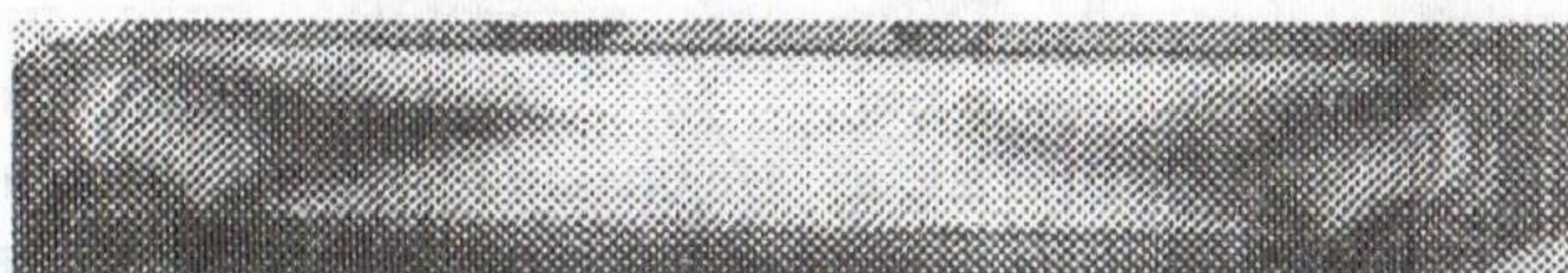


Рис. 2. Поля деформаций от внешней нагрузки в образцах со снятыми начальными деформациями (выполнена релаксация). где: а – поле деформаций до загрузки; б – первая ступень загрузки; в – выдержка 5 мин.; г – вторая ступень; д – выдержка 5 мин.; е – в момент предшествующий разрушению

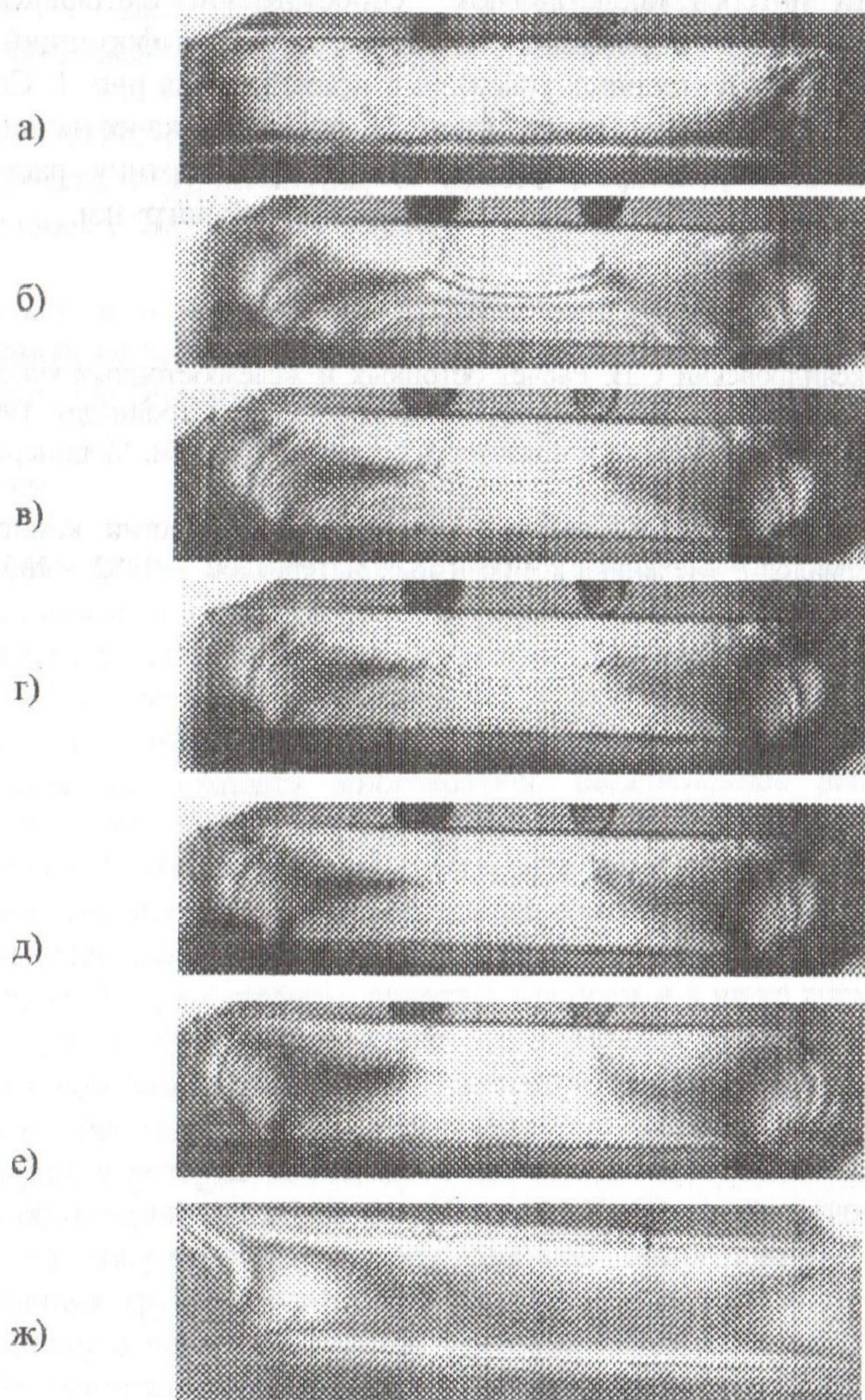


Рис. 3. Поля деформаций при загрузении кратковременной нагрузкой образцов прошедших тепловую обработку.

где: а – начальное поле деформаций; б - первая ступень; в – выдержка 5 минут; г – вторая ступень; д – выдержка 5 минут; е – момент предшествующий разрушению; ж – на 6 сутки после испытаний

Отсутствие внутренних деформаций в первом и наличие одноуровневого поля в пределах пролёта и отсутствие его на консольных участках. Практический интерес представляют сопоставление фотофиксации этой группы образцов с образцами, объёмные поля деформаций которых формировались в естественных условиях и приведены на рис. 1. Совместный анализ полученных результатов рис. 2. позволит качественно оценить влияние технологических деформаций на общую картину распределения суммарных полей деформаций при действии внешней нагрузки.

Литература.

1. Александровский С.В. Расчёт бетонных и железобетонных конструкций на температурные и влажностные воздействия. – М.: Стройиздат, 1966. – 444с.
2. Цицосани З.Н. Усадка и ползучесть бетона. – Тбилиси: Мецниереба, 1979. – 230с.
3. Томашевский В.Т. О задачах механики в технологии композиционных материалов // Механика композитных материалов. – 1982. – №3. – с. 486 – 503.