

ЗАВИСИМОСТЬ ПРОЧНОСТИ, ДЕФОРМАТИВНОСТИ И ВИДА РАЗРУШЕНИЯ АКРИЛОВЫХ КЛЕЕВ ОТ ХАРАКТЕРА НАГРУЖЕНИЯ

Изложены результаты экспериментов по определению прочностных и деформативных свойств акриловых клеев различных составов при кратковременном и длительном нагружении, а также характер их разрушения.

Ключевые слова: акриловый клей, прочность, деформативность, ползучесть, характер разрушения.

УДК 691.58.688.2

ЗАЛЕЖНІСТЬ МІЦНОСТІ, ДЕФОРМАТИВНОСТІ ТА ВИДУ РУЙНУВАННЯ АКРИЛОВИХ КЛЕЇВ ВІД ХАРАКТЕРУ НАВАНТАЖЕННЯ

Викладено результати експериментів з визначення міцнісних і деформативних властивостей акрилових клеїв різних складів при короткочасному та тривалому навантаженні, а також характер їх руйнування.

Ключові слова: акриловий клей, міцність, деформативність, повзучість, характер руйнування.

UDC 691.58.688.2

DEPENDENCE OF STRENGTH, DEFORMATION AND THE TYPE OF ACRYLIC GLUES DESTRUCTION ON THE TYPE OF LOADING

Experimental results determination of strength and deformation properties of acrylic glues of different compositions at short term, long term and cycle loading, as well as the character of their destruction are given in the article.

Keywords: acrylic glue, strength, deformation, creeping, the character of destruction.

Введение. При модернизации, ремонте и реконструкции существующих зданий и сооружений различных отраслей промышленности широко применяются полимерные клеи для соединения бетонных элементов, трещин в бетоне, а также для крепления строительных конструкций, в том числе железобетонных путем заделки арматурных выпусков и анкерных болтов в бетон для различных целей. Однако применяемые полимерные клеи имеют ряд недостатков, которых лишены акриловые [1]. Составы этих клеев разработаны при участии авторов Харьковского национального университета городского хозяйства имени А.Н. Бекетова. Они дешевле, технологичнее, просты и надежны в приготовлении [2 – 7].

Постановка задачи. В связи с широким применением в строительстве акриловых клеев, были определены их физико-механические свойства с учетом вида воздействия усилий на них в соединениях строительных конструкций и элементов. К таким усилиям относятся: сжатие, растяжение и срез. В процессе экспериментов в составе акрилового клея учитывалось соотношение полимера, отвердителя и наполнителя. В результате экспериментов по определению физико-механических свойств указанных составов клеев было установлено, что их прочность равна: при сжатии $R_{сж} = 60 \dots 80$ МПа, растяжении $R_{раст} = 13 \dots 15$ МПа, срезе $R_{среза} = 21 \dots 26$ МПа.

Такие составы акриловых клеев обеспечивают надежное соединение бетонных элементов, а также заделку в бетон анкерных стальных стержней различного профиля (гладкие и периодические).

Вместе с тем повышение прочности акриловых клеев, особенно на срез, позволит, например, уменьшить глубину заделки в бетон арматурных стержней периодического профиля.

Основной материал и результаты. Исходя из указанного, автор путем модификации различными добавками получил составы акрилового клея повышенной прочности. В качестве модифицированных добавок были использованы, например, мелкодисперсные окись цинка (ZnO) и слюда, а также метакриловая кислота. Они оказались наиболее эффективными в повышении прочности клеев, особенно на сдвиг.

В результате выполненных экспериментов определена прочность модифицированных акриловых клеев. Анализ данных экспериментов свидетельствует о том, что прочность модифицированных акриловых клеев выше, чем составов, отмеченных выше. Установлено, что использование указанных ранее добавок увеличивает прочность акрилового клея при сжатии от 23 до 34% ($R_{сж} = 83,6 \dots 98,6$ МПа), растяжении – от 38 до 72% ($R_{раст} = 18 \dots 28$ МПа) и срезе – от 32 до 42% ($R_{среза} = 32 \dots 41$ МПа).

Экспериментально также были исследованы закономерности изменения деформативности акриловых клеев, что позволило определить величины их модулей упругости и другие характеристики деформативности.

В свою очередь это позволило производить исследования напряженно-деформированного состояния и расчет соединений конструкций на акриловых клеях.

Эксперименты проводились на образцах акриловых клеев размером при сжатии $40 \times 40 \times 160$ мм, а при растяжении на образцах – восьмигранниках с поперечным сечением 10×20 мм. Состав акрилового клея был принят следующий: акриловый компаунд – 200 масс-частей; наполнитель кварцевый песок с крупностью зерен 0,63 мм – 600 масс-частей; модификатор окись цинка – 8 масс-частей. Испытания проводились на прессах, у которых диапазон силоизмерителей был от 1 до 200 кН. Запись уровней усилий и деформаций проводилась автоматически. При кратковременном нагружении усилия прикладывались со скоростями, вызывающими в образцах напряжения, равные 0,6; 0,3 и 0,1 МПа/с.

Испытания на сжатие и растяжение образцов акрилового клея при различных скоростях нагружения (рис. 1) показали, что деформации носят линейный характер до напряжений, равных 80 – 86% от разрушающих. При нагружении образцов акрилового клея до величин, равных 0,8 от предела прочности, происходила их релаксация по указанным графикам и не зависимо от скорости нагружения. Очевидно эти деформации являются упругими.

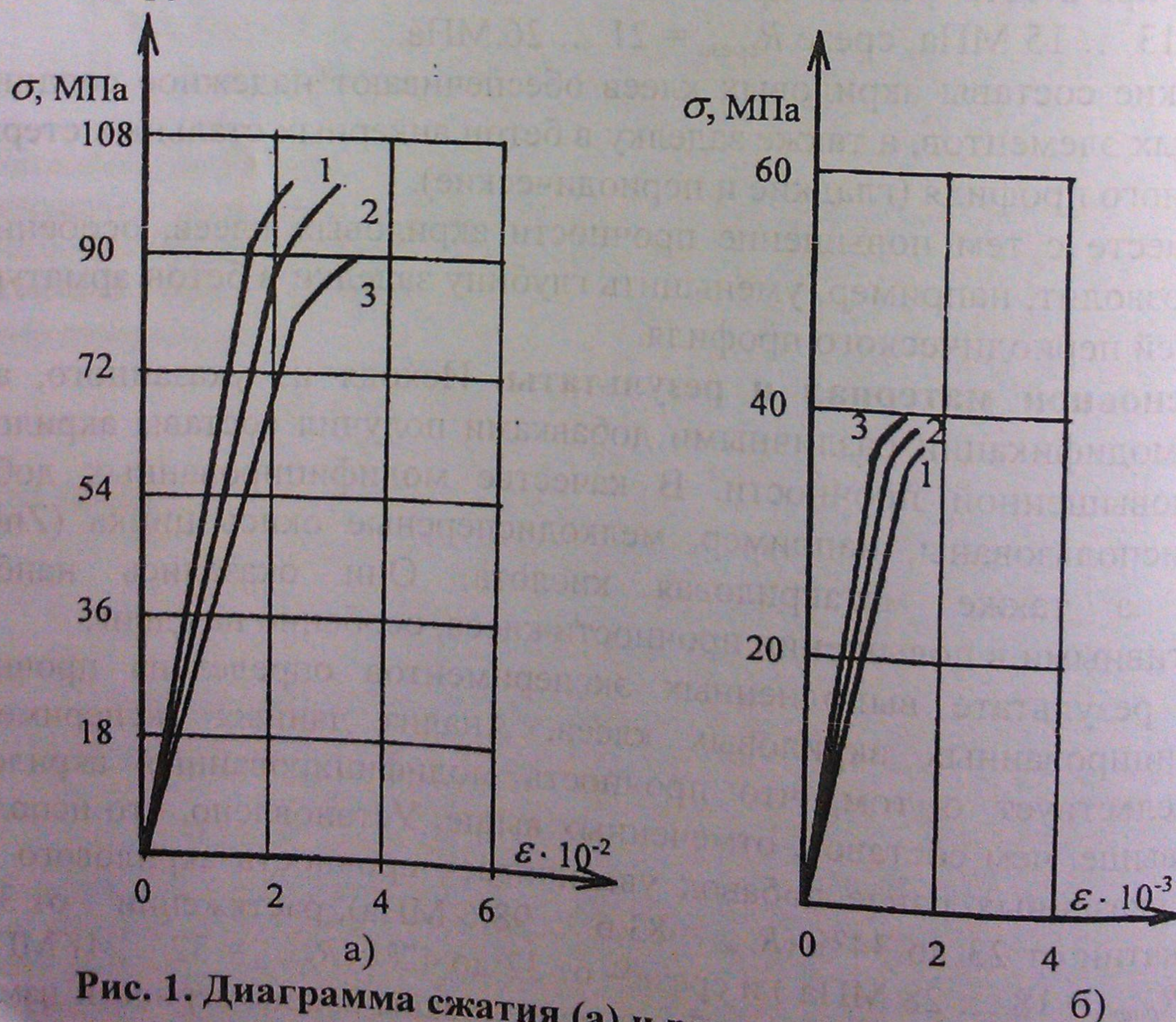


Рис. 1. Диаграмма сжатия (а) и растяжения (б) образцов акрилового клея при скоростях нагружения: 1 – 0,6 МПа/с; 2 – 0,3 МПа/с; 3 – 0,1 МПа/с

Кроме упругих деформаций, при нагрузках выше 80% от разрушающих возникали пластические деформации, не исчезающие при неограниченно длительном времени после полной разгрузки. Величина и скорость развития во времени такой деформации зависят от величины и времени действия нагрузки. Разрушения образцов при сжатии, растяжении и сдвиге носили характер хрупкого разрушения (рис. 2).

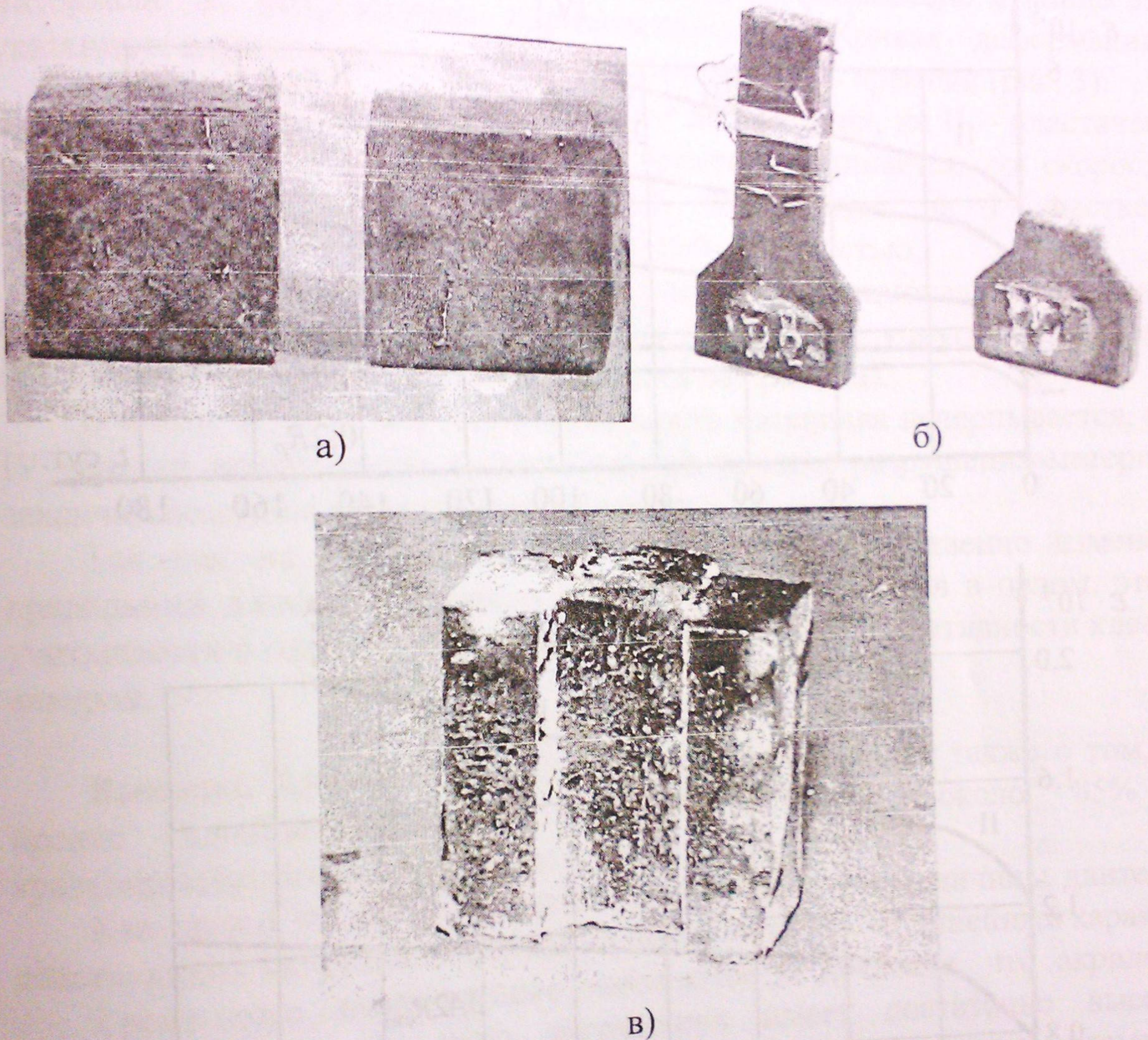


Рис. 2. Характер разрушения образцов акриловых клеев при:
а) сжатии; б) растяжении; в) сдвиге

Так как образование предельной упругой и полной деформаций при разрушении зависят от величины действующей нагрузки и интервала времени ее воздействия, то пределы упругости и прочности зависят также от времени воздействия нагрузки. Таким образом, предел упругости и предел прочности материала изменяются во времени от границы пределов прочности (максимальное значение) до предела длительного сопротивления (минимальное значение).

В связи с указанным, были проведены эксперименты по определению развития деформаций в образцах акрилового клея, когда постоянно действующая длительная нагрузка не изменялась во времени и становилась постоянной. Величины этих нагрузок составляли 0,2; 0,3; 0,42; 0,68 и 0,85 от разрушающих. Диаграммы развития таких деформаций представлены на рис. 3.

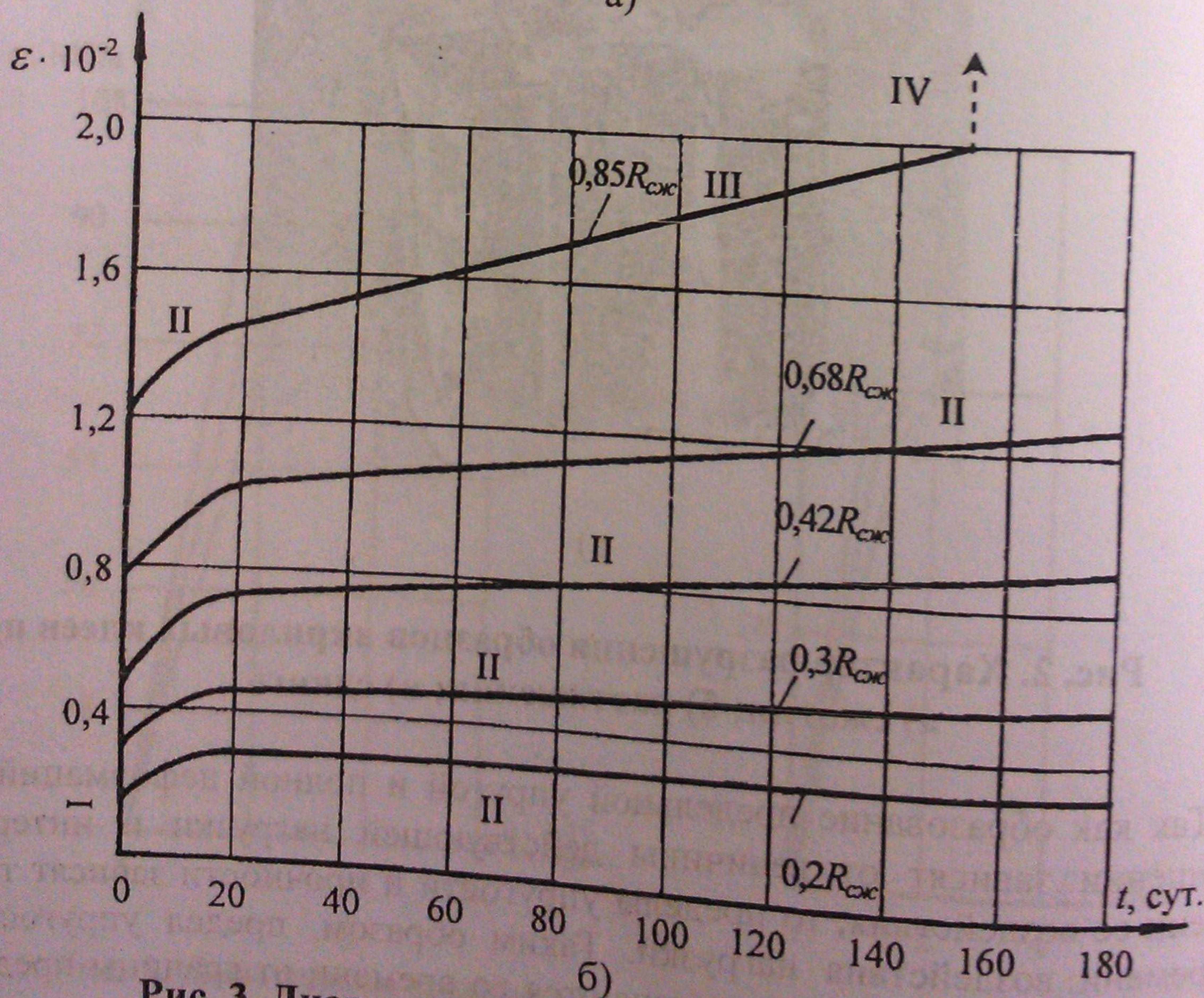
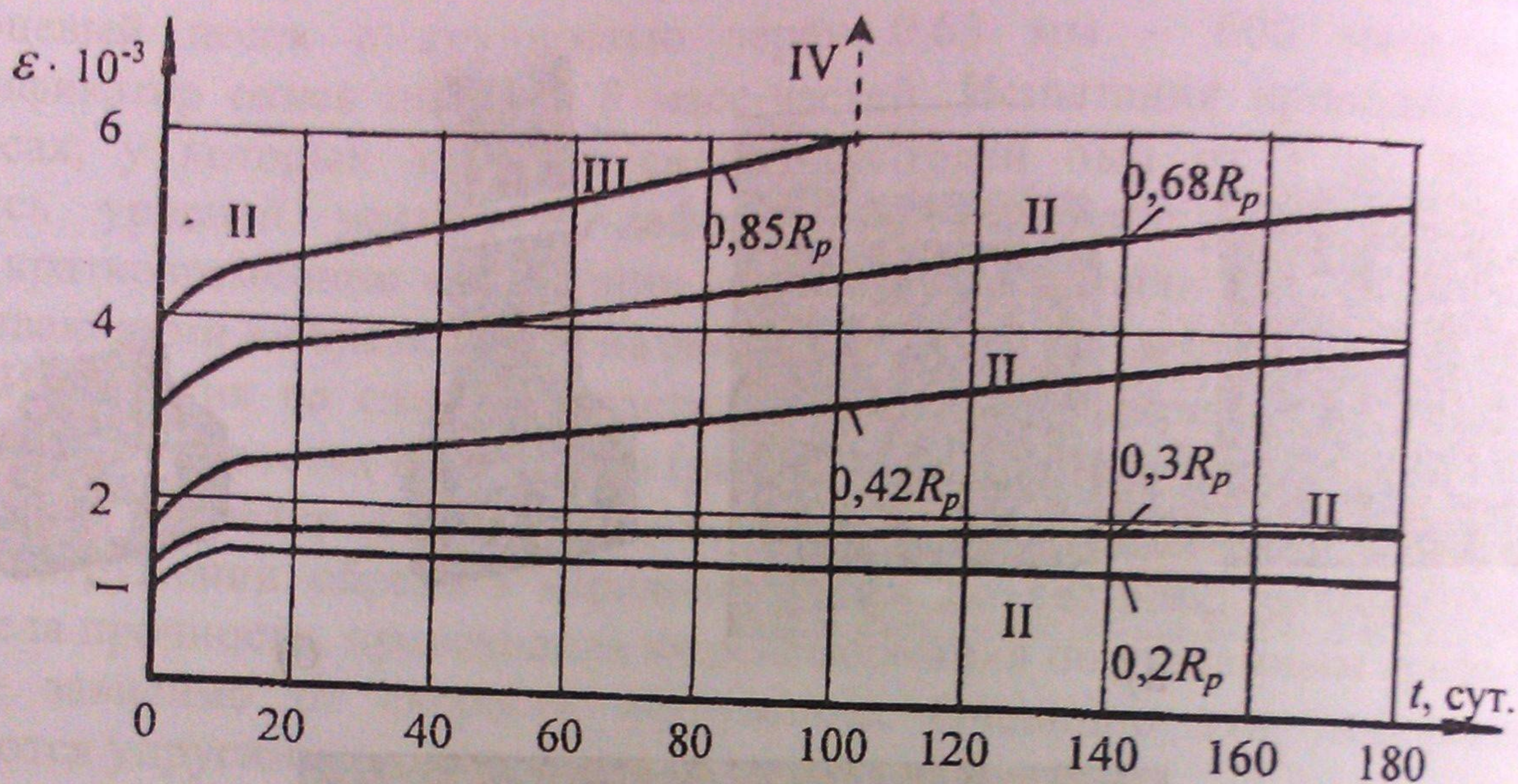


Рис. 3. Диаграммы ползучести акрилового клея при растяжении (а) и сжатии (б)

Анализ этих диаграмм показал, что если постоянное по величине напряжение ниже предела длительного сопротивления, кривая деформаций во времени разбивается на два участка:

- 1) участок образования мгновенных деформаций;
- 2) участок образования вязких деформаций, развивающихся во времени.

Если же постоянное по величине напряжение выше предела длительного сопротивления, то возникают деформации, развивающиеся в течение ограниченного интервала времени и приводящие в конце этого интервала к разрушению акрилового клея. Кривая деформации в указанном случае разбивается на четыре участка во времени (рис. 3).

На I участке возникает мгновенная деформация, на II – пластическая деформация, развитие которой во времени начинается со скоростью, равной скорости роста мгновенной деформации на I участке, и продолжается с постепенно уменьшающейся скоростью.

Далее пластическая деформация растет пропорционально времени со скоростью, равной скорости развития предельной упругой деформации (III участок кривой развития деформаций во времени).

В конце III участка сопротивляемость материала исчерпывается, и на IV участке имеет место лавинообразный процесс разрушения материала, заканчивающийся разрушением образцов.

Так как на IV участке имеет место преимущественно изменение предельной длины образцов, а не деформация образцов в целом, это не учитывается в определении сопротивляемости и деформативности клеевых анкеров.

Выводы. Анализ полученных результатов говорит также о том, что предел длительного сопротивления составляет около 85% от кратковременного разрушающего усилия.

Как видно из диаграмм (рис. 3), независимо от величины длительно действующих нагрузок деформации ползучести имели линейный характер.

Кроме того, выполненные эксперименты показали, что акриловый клей независимо от вида нагружения имеет достаточно высокую прочность. Он может использоваться для соединения элементов строительных конструкций, воспринимающих статические нагрузки.

Экспериментами также были определены закономерности изменения деформативности акриловых клеев, что позволило определить величины их модулей упругости и другие характеристики деформативности. В свою очередь это позволит проводить исследования напряженно-деформированного состояния и расчет соединений конструкций на акриловых клеях.

1. Анкерні болти: конструкція, розрахунок, проектування, технологія влаштування: монографія / Л.М. Шутенко, М.С. Золотов, В.О. Склярів, Н.М. Золотова. – Х.: ХНАМГ, 2010. – 204 с.
2. Золотов, С.М. Акриловые клеи для усиления, восстановления и ремонта бетонных и железобетонных конструкций / С.М. Золотов // Будівельні конструкції: зб. наук. праць. – К.: НДІБК, 2003. – Вып. 59. – С. 440 – 447.
3. Золотов, С.М. Инновационные материалы на основе акриловых полимеров для восстановления и ремонта конструкций объектов строительства и транспорта / С.М. Золотов // Инновационные технологии диагностики, ремонта и восстановления объектов строительства и транспорта: сб. науч. тр. – Днепропетровск: ПГАСА, 2004. – Вып. 30. – С. 192 – 196.
4. Патент на винахід № 61781. Україна. МПК С09J/01. Самотвердіюча композиція / М.С. Золотов, С.В. Волювач, С.М. Золотов та ін.; опубл. 2003 р.; Бюл. № 11.
5. Патент на винахід № 41266. Україна. МПК С08L. Акрилова самотвердіюча композиція / М.С. Золотов, С.В. Волювач, С.М. Золотов та ін.; публ. 2009 р.; Бюл. № 9.
6. Патент на винахід № 70687. Україна. МПК С09J. Самотвердіюча клейова композиція / М.С. Золотов, С.В. Волювач, С.М. Золотов та ін.; опубл. 2004 р.; Бюл. № 10.
7. Патент на винахід № 88250. Україна. МПК С09J. Акрилова композиція для кріплення анкерних болтів / М.С. Золотов, С.В. Волювач, С.М. Золотов та ін.; опубл. 2009 р.; Бюл. № 18.
8. Zolotov, S. Adhesive on the Basis of Acrylic Compound to Join Concrete and Reinforced Concrete Elements / S. Zolotov // Science, Education and Society: 11 International Scientific Conference University of Zilina. Slovak Republic, part I, 2003. – P. 323 – 325.
9. Shutenko, L. Compositions on the basis of acrylic polymers for repairing cement-concrete pavements and reinforced concrete bridge structures / L. Shutenko, M. Zolotov, S. Zolotov // Proceedings of the 1st Polish road Congress. – Warsaw, October 4–6, 2006. – P. 443 – 450.
10. Золотов, С.М. Составы улучшенных акриловых клеев / С.М. Золотов // Применение пластмасс в строительстве и городском хозяйстве: X Международная научн.-техн. Интернет-конференция; материалы конф. – Х.: ХНАГХ, 2012. – С. 28 – 31.

Надійшла до редакції 15.10.2013

© С.М. Золотов