

В процессе работы над спецификацией студенту предоставлен электронный справочник на болты высокопрочные, нормальной и повышенной точности с возможностью выбора требуемых длин стержня, длины резьбы, а так же возможность выбора шайб и гаек. При этом подсчитывается масса рассчитываемых метизов. По принятым значениям формируется файл спецификации на метизы установленной формы.

Простота работы с подсистемой **СПЕСМК** определена наличием базы на действующий сортамент профилей, а так же болтов, гаек, шайб, используемых в строительстве с указанием соответствующих ГОСТ, а также дружеского пользовательского интерфейса, позволили успешно применить ее в курсовом и дипломном проектировании.

Литература

1. Уласевич В.П. Компьютерная технология обучения - путь к качественной подготовке инженера строителя//Сб. Материалы научно-технической конференции, посвященной 30-летию ин-та. Ч.II. - Брест: БрПИ, 1996. -с. 148-149.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ НЕУПРУГОГО ДЕФОРМИРОВАНИЯ БЕТОННЫХ И АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ПРИ ЦИКЛИЧЕСКИХ НАГРУЗКАХ

Драган В.И., Радзишевски П., Шурин А.Б., Шалобыта Н.Н., Прокапович Ю.Л.

По характеру изменения неупругой деформации за цикл в зависимости от числа циклов нагружения при мягком режиме нагружения все материалы условно можно разделить на три класса : циклически разупрочняющиеся, для которых при циклическом нагружении наблюдается увеличение неупругих деформаций ; циклически стабильные, для которых характерно постоянство неупругой деформации; циклически упрочняющиеся , для которых в процессе нагружения наблюдается уменьшение неупругой деформации.

Для испытанных в данной работе материалов диаграммы циклического деформирования были построены с использованием зависимостей $\Delta\gamma_n - N$, $\Delta\epsilon - N$, полученных при различных уровнях амплитуды напряжения (Рис. 1-3).

Полученные зависимости показывают, что весь процесс циклического нагружения, предшествующий разрушению бетона, может быть разделен на три периода. В первом периоде происходит увеличение неупругой деформации за цикл с увеличением числа циклов нагружения. Второй период, характеризуется стадией стабилизации процесса неупругого деформирования. При высоких напряжениях стадия стабилизации отсутствует, с увеличением числа циклов нагружения наблюдается непрерывное увеличение неупругой деформации за цикл вплоть до разрушения образца.

Так как зависимость $\Delta\gamma_n \cdot N$, $\Delta\varepsilon - N$ для различных материалов имеют различный характер изменения, следует обосновать выбор N , при котором определялась величина неупругой деформации за цикл при заданном уровне амплитуды напряжения. При определении количественных соотношений между циклической неупругой деформацией и амплитудой напряжения, а также между циклической неупругой деформацией и числом циклов до разрушения использовались значения неупругой деформации на стадии стабилизации циклического деформирования. Для тех случаев, когда отсутствовала стадия стабилизации неупругой деформации, в качестве таких значений $\Delta\gamma_n$, $\Delta\varepsilon_n$ принимались при $N=0.5 \cdot N_p$

С учетом данных, приведенных выше, можно сказать, что диаграммы циклического деформирования, построенные по значениям неупругой деформации на стадии стабилизации будут характеризовать напряженно-деформированное состояние образцов в момент образования в бетоне магистральной усталости трещины. На рис. 4 - 6 представлены начальные участки диаграммы деформирования при циклическом растяжении-сжатии и кручении (линии 2). Диаграммы статического деформирования обозначены линией 1.

При построении этих зависимостей были использованы соотношения $\gamma_a = \tau_a / G + \Delta\gamma_n/2$; $\varepsilon_a = \tau_a / E + \Delta\varepsilon_n/2$.

Для удобства анализа полученных экспериментальных данных диаграммы циклического деформирования совмещены с кривыми многоциклового усталости. В координатах амплитуда напряжения - число циклов до разрушения.

Для всех исследованных материалов при обоих видах нагружения кривых многоциклового усталости соответствующей области перехода от упругого материала к неупругому деформированию. Уровень неупругой деформации для мелкозернистого бетона при циклическом кручении на базе $5 \cdot 10^6$ циклов равняется $\Delta\gamma_n=1.5 \cdot 10^{-5}$ мм/мм, уровень неупругой деформации пенополистеролбетона при циклическом растяжении-сжатии на уровне предела выносливости составил $\Delta\varepsilon_n=1.2 \cdot 10^{-5}$ мм/мм.

Начальные участки диаграмм циклического деформирования расположены выше диаграммы статического деформирования. На основании этого экспериментального результата можно сделать вывод, что исследованные бетоны ведут себя при многоциклового нагружении как циклически упрочняющиеся материалы.

Энергетический подход к описанию накопления усталостного повреждения и разрушения является наиболее общим при решении задач прочности материалов при циклическом нагружении. В литературе имеется большое количество работ, посвященных исследованию энергетических критериев усталостного разрушения материалов. Используя энергетические модели, можно установить взаимосвязь между уровнем действующих напряжений и числом циклов до зарождения усталостной трещины и на основе этого получить уравнение кривой усталости, а следовательно, найти предел выносливости.

Уровень энергии, рассеянной в бетоне за цикл, определяли по площади петли гистерезиса в координатах σ - ε . Между неупругой деформацией $\Delta\varepsilon_n$, $\Delta\gamma_n$ и необратимо рассеянной энергией D имеет место следующие соотношения [1]:

при растяжении $D = K_\phi \cdot \sigma_n \cdot \Delta\varepsilon_n$, (3)

при кручении сплошного образца $D = K_\phi \cdot \tau_n \cdot \Delta\gamma_n$ (4)

где K_ϕ - коэффициент формы петли гистерезиса, принимаем для петли в виде эллипса $K_\phi = 1.57$.

На рис.7 показано изменение суммарной рассеянной энергии $D_{\text{сум}}$ в зависимости от числа циклов до разрушения. Для исследованных бетонов суммарная рассеянная энергия с увеличением числа циклов до разрушения существенно возрастает. Это свидетельствует о том, что с уменьшением величины переменных напряжений увеличивается часть рассеянной энергии, не связанной с процессом усталостного разрушения. Принципиальное значение имеет разложение рассеянной энергии на опасную с точки зрения разрушения и неопасную и физическая интерпретация опасной части необратима рассеянной энергии.

Приведенные ранее исследования показали, что в области напряжений, превышающий предел выносливости, значение неупругой деформации на стадии

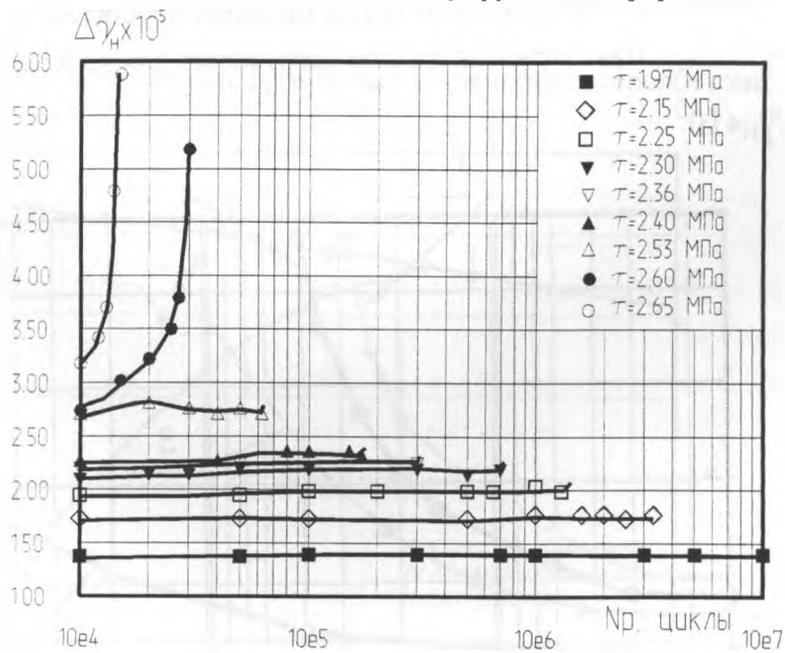


Рис. 1 Зависимость изменения неупругой деформации за цикл от числа циклов нагружения для мелкозернистого бетона $R=15$ МПа, $R_{sh}=2.3$ Мпа.

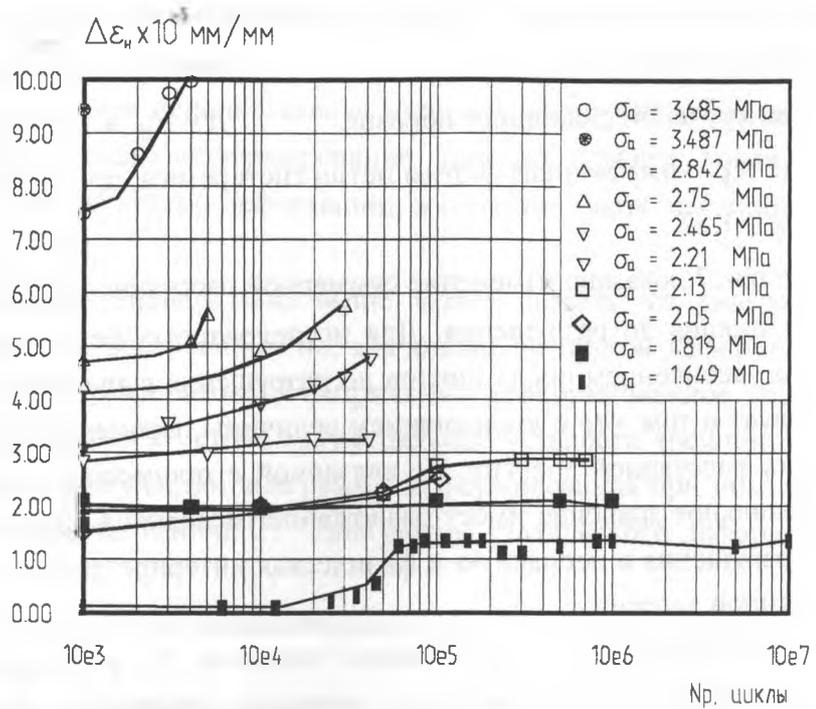


Рис.2 Зависимость изменения неупругой деформации за цикл от числа циклов нагружения для пенополистиролбетона.

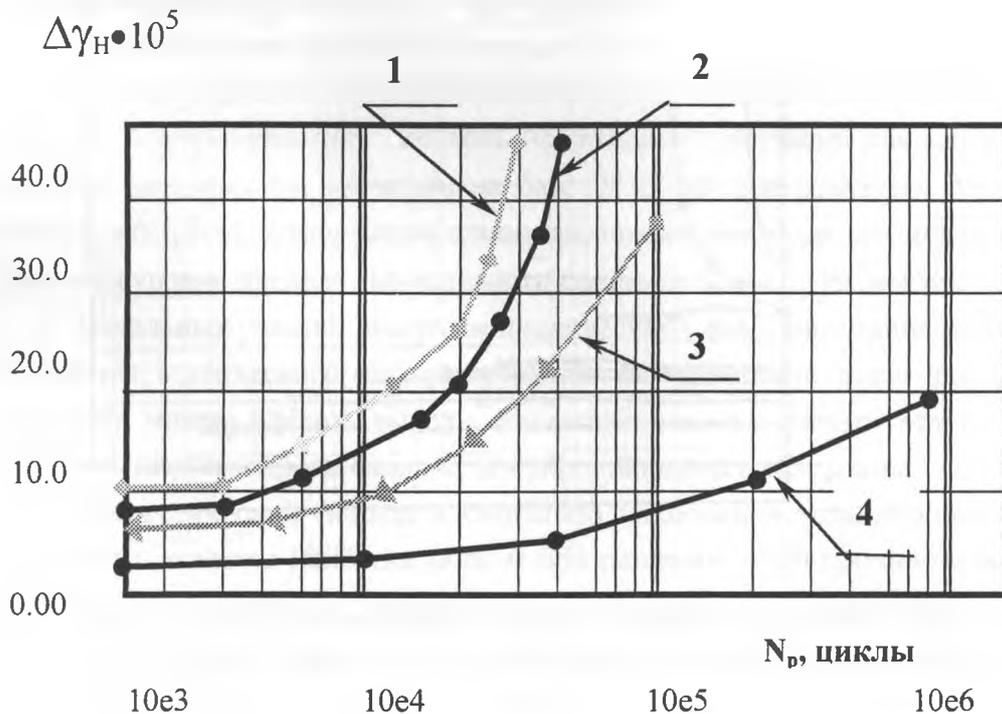


Рис.3 Зависимость изменения неупругой деформации за цикл от числа циклов нагружения для асфальтобетона (1 - $\tau=0.881$ МПа, 2- $\tau=0.778$ МПа, 3- $\tau=0.724$ МПа, 4 - $\tau=0.554$ МПа).

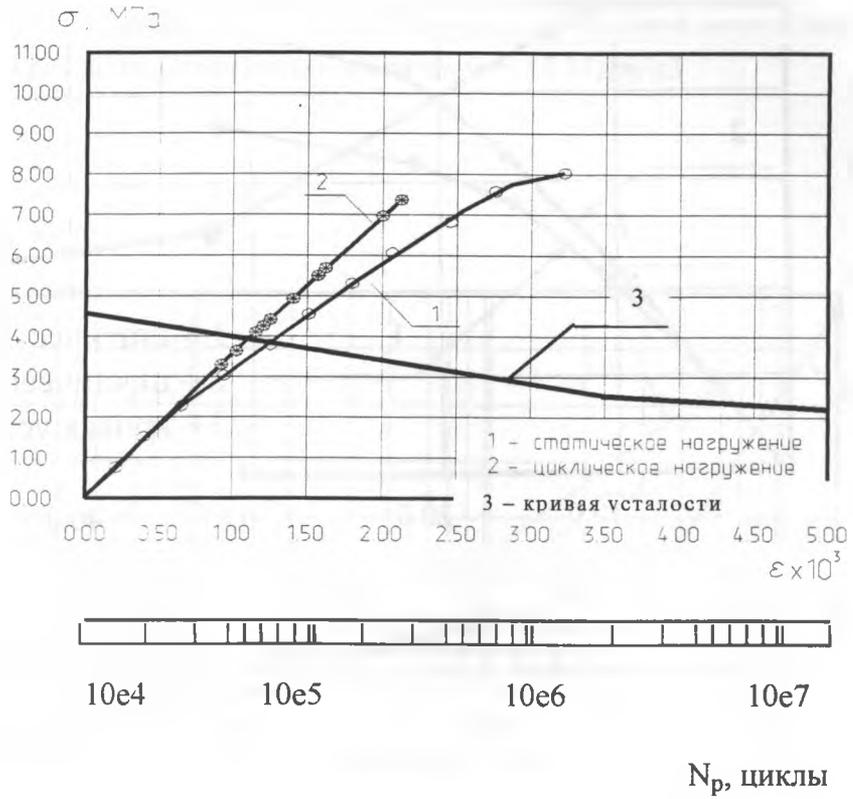


Рис. 4. Диаграммы деформирования пенополистеролбетона.

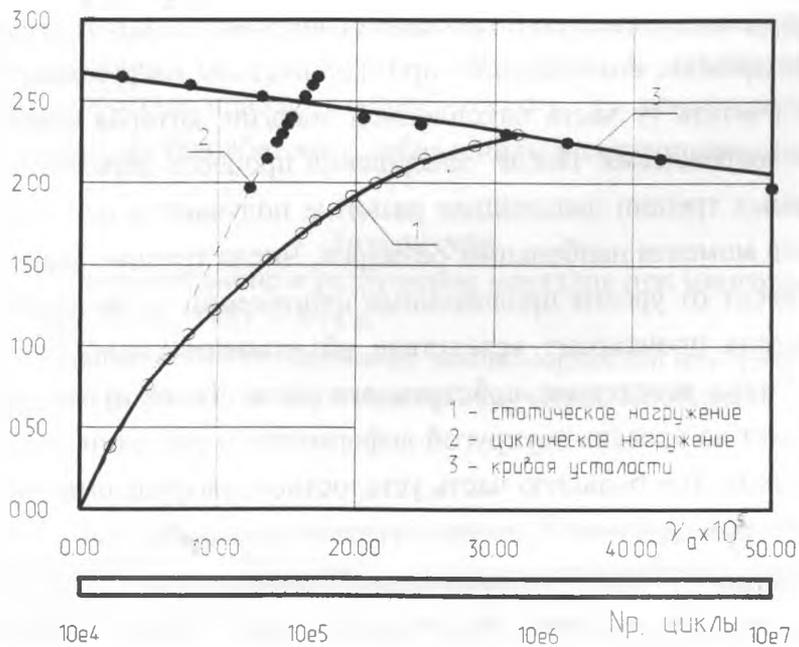


Рис. 5. Диаграммы деформирования для мелкозернистого бетона $R=15\text{MPa}$, $R_{sh}=2.3\text{MPa}$ (1-статическое нагружение, 2-циклическое).

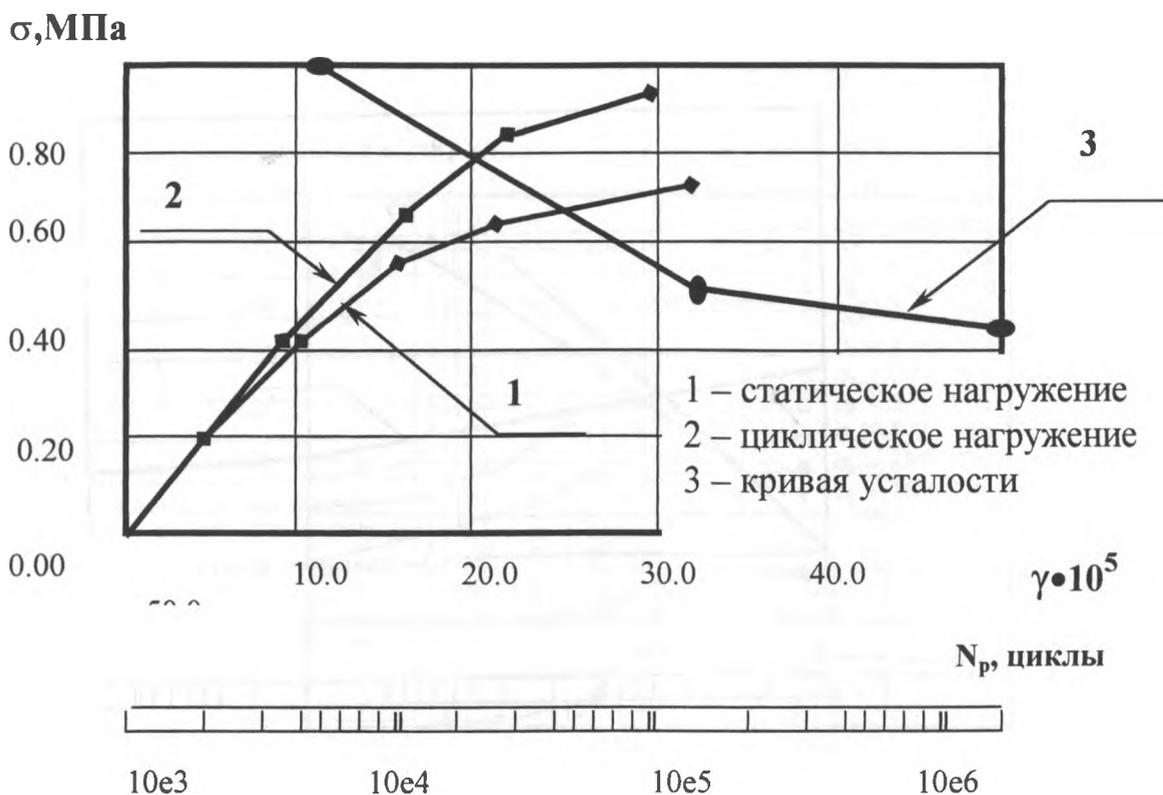


Рис. 6. Диаграммы деформирования для асфальтобетобетона.

стабилизации, а следовательно и рассеянная энергия за цикл определяется размерами и числом микротрещин, возникающих при циклическом нагружении [2]. Поэтому опасной следует считать ту часть накопленной энергии, которая связана с накоплением рассеянного повреждения. После завершения процесса образования микротрещин из многочисленных трещин дальнейшее развитие получают в основном те, которые достигли до этого момента наибольших размеров. Число трещин, получивших дальнейшее развитие, зависит от уровня приложенных напряжений и материала. Причем увеличение их размеров происходит вследствие объединения микротрещин магистральной трещиной, а также вследствие собственного роста. Такое протекание процесса разрушения не влияет на уровень неупругой деформации и рассеянной за цикл энергии. Чем ниже напряжения, тем большую часть усталостного разрушения занимает время развития магистральной трещины. Поэтому суммарную рассеянную в бетоне энергию следует рассматривать как критерий зарождения магистральной трещины. На

стадии развития трещины рассеянная энергия будет определяться только ранее накопленными повреждениями, и суммирование этой энергии теряет физический смысл.

Анализ полученных зависимостей изменения суммарной энергии от числа циклов до разрушения показывает ее постоянство для начальной стадии усталостного раз-

рушения, где происходит накопление рассеянного повреждения и деформирование магистральной трещины. Уровень суммарной энергии для стадии зарождения усталостной трещины для исследованных бетонов составляет 50 МДж/м³.

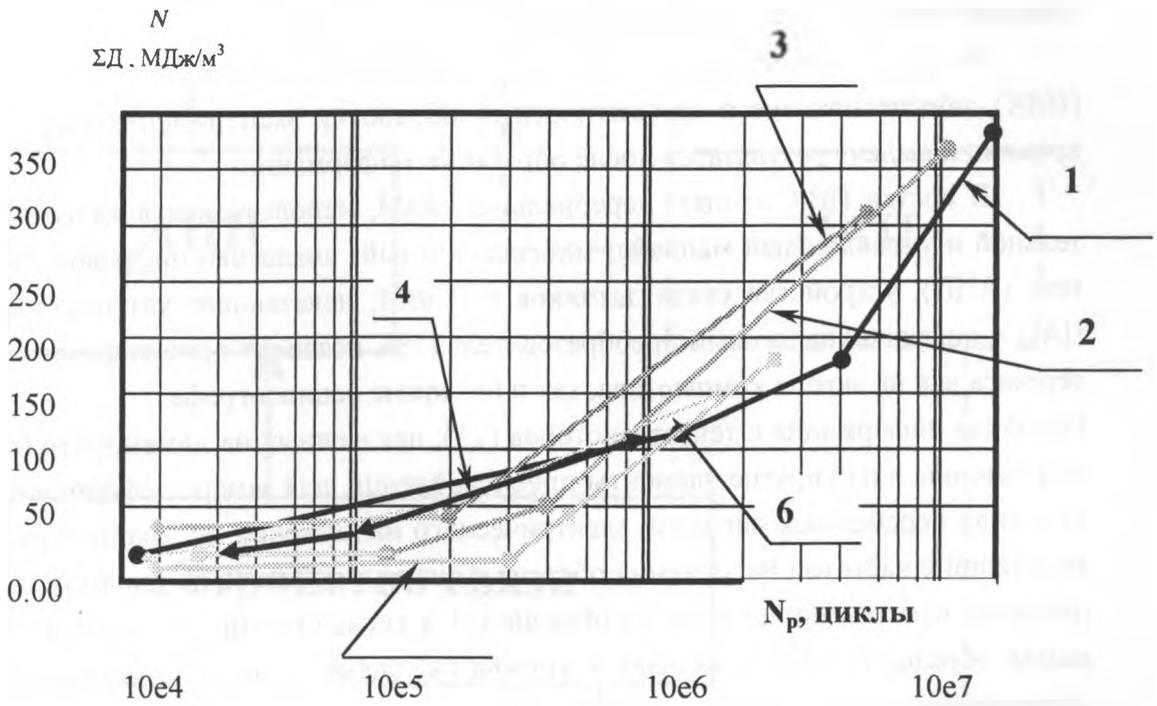


Рис. 7. Изменение суммарной рассеянной энергии в зависимости от числа циклов до разрушения при кручении : 1,2,3 - для бетона с $R=15$ МПа, $R=30$ МПа, $R=38$ МПа; 4 - асфальтобетона; при растяжении – сжатии : 5 - пенополистеролбетона и 6 - пенополистеролбетона с добавлением полипропиленовых волокон.

Литература

1. Трошенко В.Т. Деформирование и разрушение металлов при многоцикловом нагружении. – Киев: Наук. думка, 1981. – 344 с.
2. Трошенко В.Т., Драган В.И. Исследование закономерностей неупругого деформирования и усталостного разрушения металлов при кручении. Проблемы прочности. – 1982. – №5.- с. 3-10.

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ИЗМЕРЕНИЙ И ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ ПРИ ЦИКЛИЧЕСКИХ ИСПЫТАНИЯХ

Драган В.И., Шурин А.Б., Шалобыта Н.Н., Шалобыта Т.П.

В настоящее время ставится вопрос совершенствования методов управления и обработки информации, испытаний с применением современных информационных технологий и ЭВМ. Особое значение эти методы имеют при изучении усталостных де-