

УДК 539.3

**ИССЛЕДОВАНИЕ ПОЛЗУЧЕСТИ СТАЛИ 9Х2
ПРИ СЛОЖНОМ НАГРУЖЕНИИ****Гараников Валерий Владимирович**

доктор технических наук
Тверской государственной технической университет, Тверь

Аннотация. В данной статье приведены результаты экспериментальных исследований, проведенных на автоматизированном расчетно-экспериментальном комплексе. Комплекс состоит из нагружающей установки, реализующей трехпараметрическое воздействие на образец (осевая сила, кручение и внутреннее давление), датчиков усилий и деформаций, управляющей ЭВМ и устройства связи с объектом.

Ключевые слова: ползучесть, эксперимент, сложное, нагружение, осевая сила, кручение, внутреннее давление.

INVESTIGATION OF CREEP STEEL 9X2 UNDER COMPLEX LOADING**Garanikov Valeriy Vladimirovich**

doctor of technical sciences
Tver State Technical University, Tver

Abstract. This article presents the results of experimental studies conducted on an automated computational and experimental complex. Complex consists of the installation of loading realizing three-parameter impact on the sample (the axial force and torsion internal pressure), force sensors and strain control computer and communications devices with the object.

Keywords: creep experiment, complex, loading, axial force, the internal pressure.

Экспериментальные исследования были проведены на автоматизированном расчетно-экспериментальном комплексе [1]. Он состоит из нагружающей установки, реализующей трехпараметрическое воздействие на образец (осевая сила, кручение и внутреннее давление), датчиков усилий и деформаций, управляющей ЭВМ типа IBM PC и устройства связи с объектом.

Механическая часть выполнена на базе испытательной машины ЦДМУ-30 и включает замкнутую силовую раму с размещенными на ней элементами крепления образца и приводами реализуемых усилий. Измерение нагрузок, действующих на образец, осуществляется двухкомпонентным силоизмерителем осевой нагрузки и крутящего момента. Для измерения осевых, окружных и сдвиговых перемещений оболочки применялся экстензометр. Испытания, в которых круговые тонкостенные цилиндрические оболочки подвергали воздействию осевой силы и крутящего момента, проведены на автоматизированном расчетно-экспериментальном комплексе СН-ЭВМ. На комплексе возможно проводить испытания как в пространстве напряжений, так и в пространстве деформаций [2]. Программа испытаний в пространстве напряжений состояла в следующем (рис. 1).

После предварительного растяжения ($S_1 = 300$ Мпа), полной разгрузки и последующего нагружения до уровня $S_1 = 318$ Мпа осуществлялась полная выборка ползучести. После выборки ползучести при условии поддержания $S_1 = \text{const}$ осуществлялось сложное нагружение циклически (с постоянной скоростью) изменяющимся напряжением $-150 < S_3 < 150$ (Мпа) (рис. 1). Отклик на данную программу нагружения представлен в виде траектории деформаций, изображенной на рис. 1. Точки, отмеченные номерами 37,50, отвечают соответственно началу и окончанию процесса выборки ползучести. Точки, обозначенные цифрами в кружках, соответствуют началу циклов сложного нагружения. Как видно из рис. 1, циклическое закручивание оболочки при $S_1 = \text{const}$ приводит к суще-

ственному увеличению компоненты ε_1 вектора деформаций ε , причем наибольший рост характерен для первого цикла сложного нагружения и составляет более 50 % от значения ε_1 в точке начала реализации сложного процесса. После пятого цикла степень прироста модуля вектора деформаций практически стабилизируется.

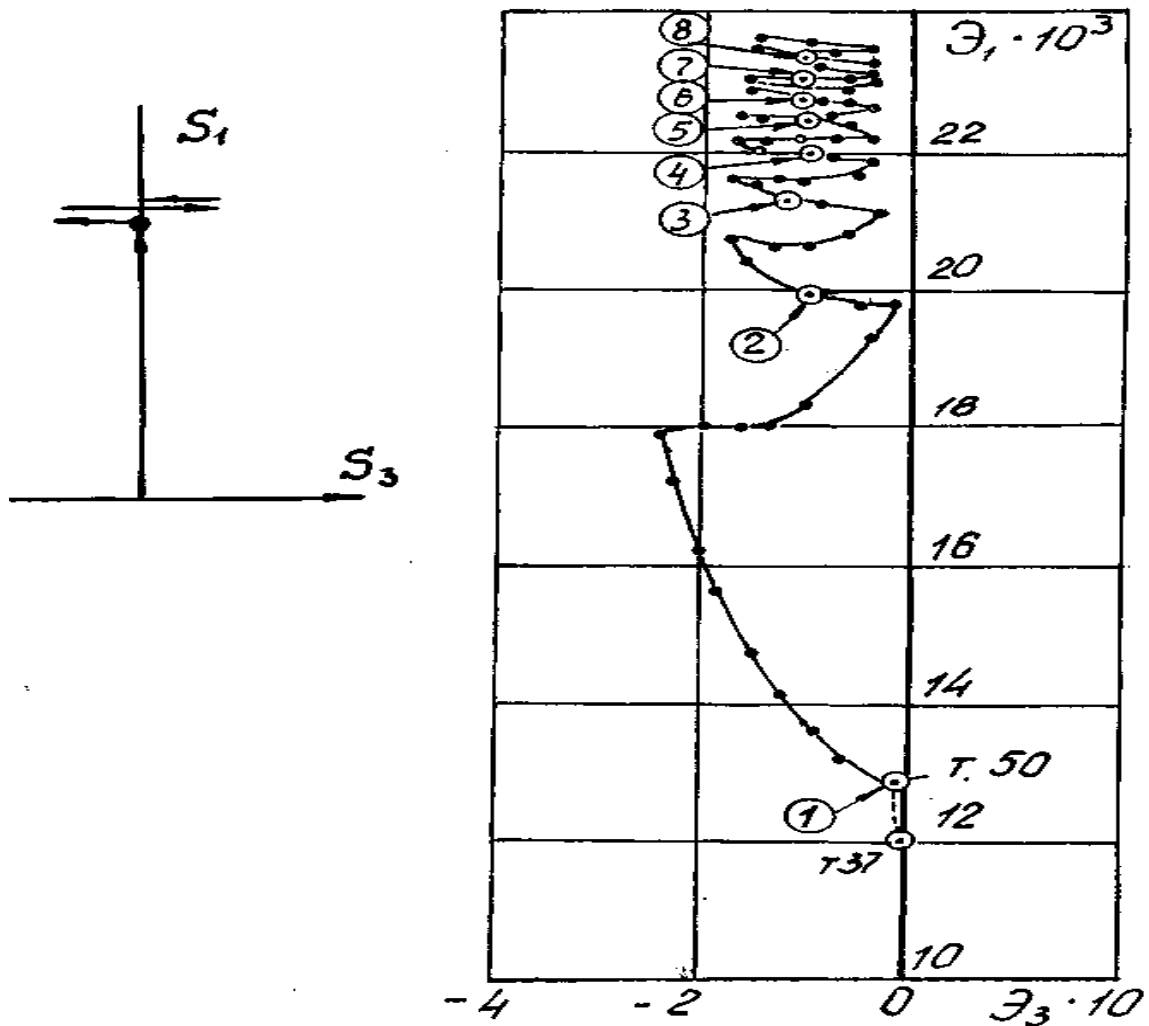


Рис. 1. Программа испытаний и траектория деформаций

Всего было выполнено 10 полных циклов нагружения по S_3 . Диаграмма деформирования представлена на рис. 2. Треугольники отвечают предварительной полной разгрузке, кружки с внешними крестиками соответствуют повторному простому нагружению до $S_1 = 318$ Мпа.

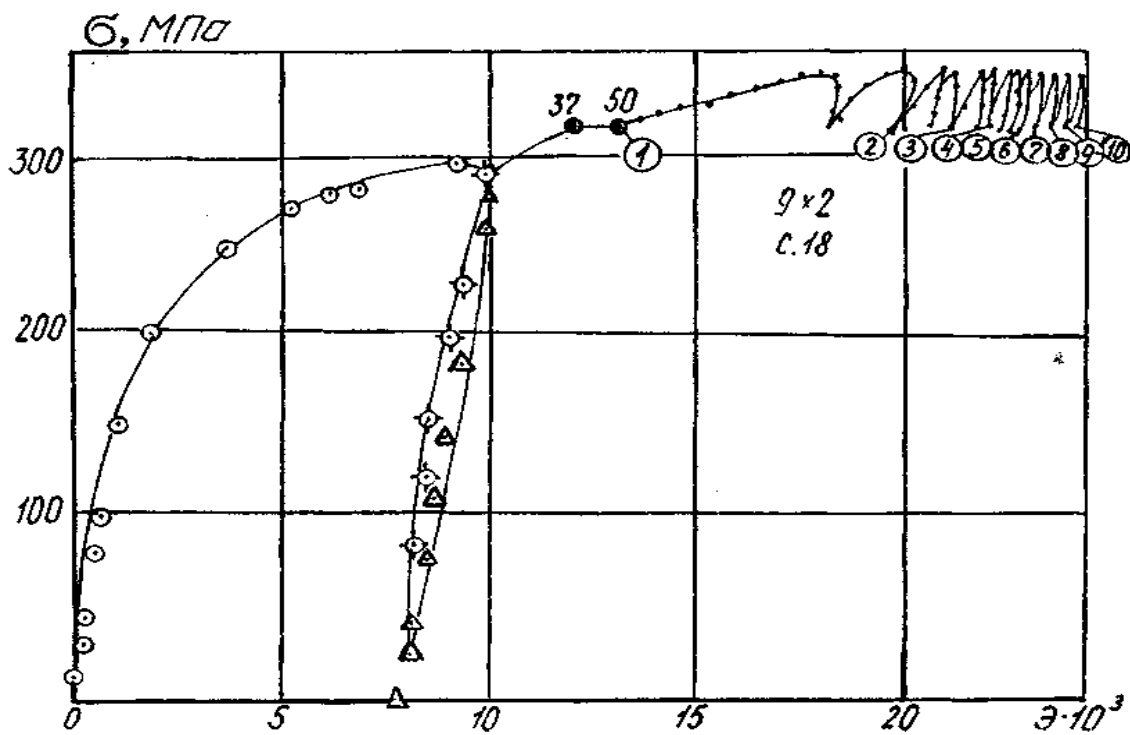


Рис. 2. Диаграмма деформирования

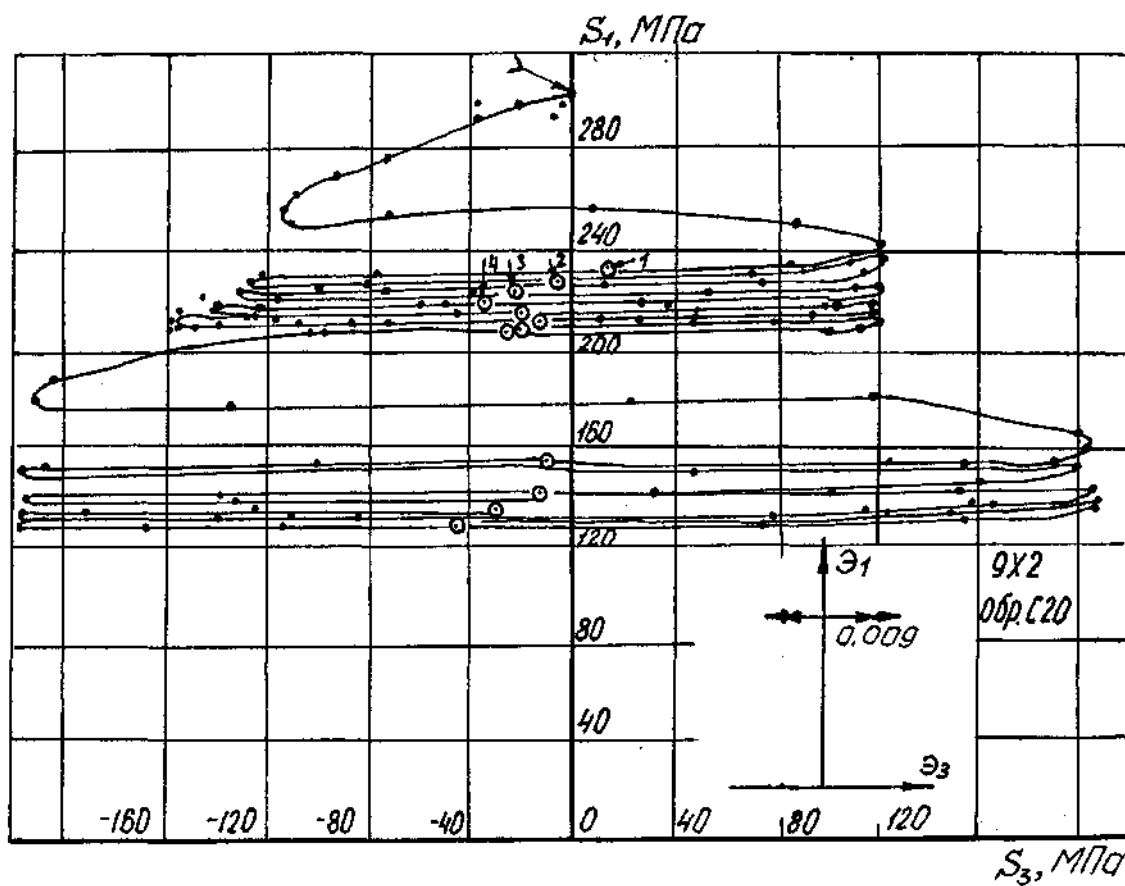


Рис. 3. Программа деформирования и траектория нагружения

Программа испытаний в пространстве деформаций представлена на рис. 3. Предварительное нагружение осуществлено растяжением до уровня деформации $\varepsilon = \varepsilon_1 = 0.9 \%$. После разгрузки ($\sigma = 0$) и повторного нагружения до $\varepsilon = \varepsilon_1 = 0.1 \%$, было реализовано циклическое деформирование кручением $-0.1 \% < \varepsilon_3 < + 0.1 \%$. На рис. 3 представлена траектория нагружения, отвечающая реализованной программе деформирования. Стрелка на данном рисунке указывает начальную точку реализации сложного процесса.

Сложное деформирование приводит к уменьшению модуля вектора напряжений за счет изменения компоненты S_1 . При этом наибольшее падение значения S_1 наблюдается на первом цикле деформирования и составляет 23 % от достигнутого уровня S_1 в точке начала реализации сложного процесса. К 10-му циклу траектория нагружения практически стабилизируется. С целью проверки данного результата в ходе эксперимента была изменена амплитуда компоненты ε_3 до значения $|\varepsilon_3| = 0.2 \%$. Аналогично первому этапу, к 8 циклу траектория нагружения стабилизируется.

Список использованных источников

1. Зубчанинов В.Г. Автоматизированный комплекс для исследования упруговязкопластичных свойств материалов при сложном нагружении. Решение о выдаче свидетельства на полезную модель / В.Г. Зубчанинов, А.В. Акимов, Н.Л. Охлопков. М.: ВНИИГПЭ, 1997. № 97108023/20(008702).
2. Гараников В.В., Зубчанинов В.Г., Охлопков Н.Л. Экспериментальная пластичность. Кн. 2: Процессы сложного нагружения. Тверь: ТГТУ, 2004. 184 с.