

УДК 678.067:620.17:539.4:539.37

К. А. Карапетян**Влияние осевого растягивающего усилия на ползучесть
стеклопластиковых трубчатых образцов, подверженных кручению.**

(Представлено академиком Г. Е. Багдасаряном 23/VII 1999)

В современном машиностроении армированные пластики получают все большее применение, что определяет актуальность исследования их реологических свойств в условиях сложного напряженного состояния.

В работе [1] было показано, что в случае предварительного приложения осевого растягивающего усилия, сохранявшегося в процессе испытания постоянным, имеет место существенное увеличение прочности трубчатых стеклопластиковых образцов, подверженных кручению. При этом максимальный рост прочности наблюдался у образцов, предварительно нагруженных осевым растягивающим усилием, соответствующим $0,6\sigma_B$ (σ_B - прочность при одноосном растяжении), и составлял более чем 30%. В той же работе было показано, что наличие осевого растягивающего усилия приводит к существенному уменьшению угловых деформаций опытных образцов при уровнях касательного напряжения, превышающих $0,6-0,64\tau_B$ (τ_B - предел прочности трубчатых образцов при кручении).

В настоящей работе приводятся результаты экспериментального исследования ползучести стеклопластиковых труб, подверженных кручению при одновременном действии осевого растягивающего усилия различных уровней.

В качестве опытных образцов были использованы трубы с внутренним диаметром 38 мм, толщиной стенки 2,25 мм и длиной 285 мм, которые были изготовлены методом намотки предварительно пропитанной модифицированной эпоксидной смолой стеклоткани на металлическую оправку с последующим горячим прессованием по всей поверхности в специальных формах [2,3]. Была использована стекловолоконная ткань типа Т-10 (ГОСТ 19170-73) толщиной 0,15 мм, выпускаемая Севанским заводом "Электростеклоизоляция" (Республика Армения). Отметим, что направления основы стеклоткани и продольной оси опытных образцов совпадали ($\varphi = 0$).

Предварительно были определены пределы временного сопротивления образцов при одноосном растяжении σ_B и при кручении τ_B . Далее опытные образцы были нагружены определенным уровнем крутящего момента (соответствующим 0,2; 0,4; 0,5; 0,6; 0,7 и $0,8\tau_B$) и велись наблюдения за изменениями деформаций во времени. При вышеуказанных уровнях крутящего момента и при его нулевом значении длительным испытаниям были подвергнуты и образцы-близнецы, предварительно нагруженные осевым растягивающим усилием $0,6\sigma_B$, при котором, как было отмечено выше, наблюдается максимальный рост прочности при кручении [1]. Нагружение опытных образцов крутящим моментом в обоих случаях испытания осуществлялось ступенчатым образом, с шагом, соответствующим $0,13-0,134\tau_B$, а растягивающим усилием - плавным приложением нагрузки.

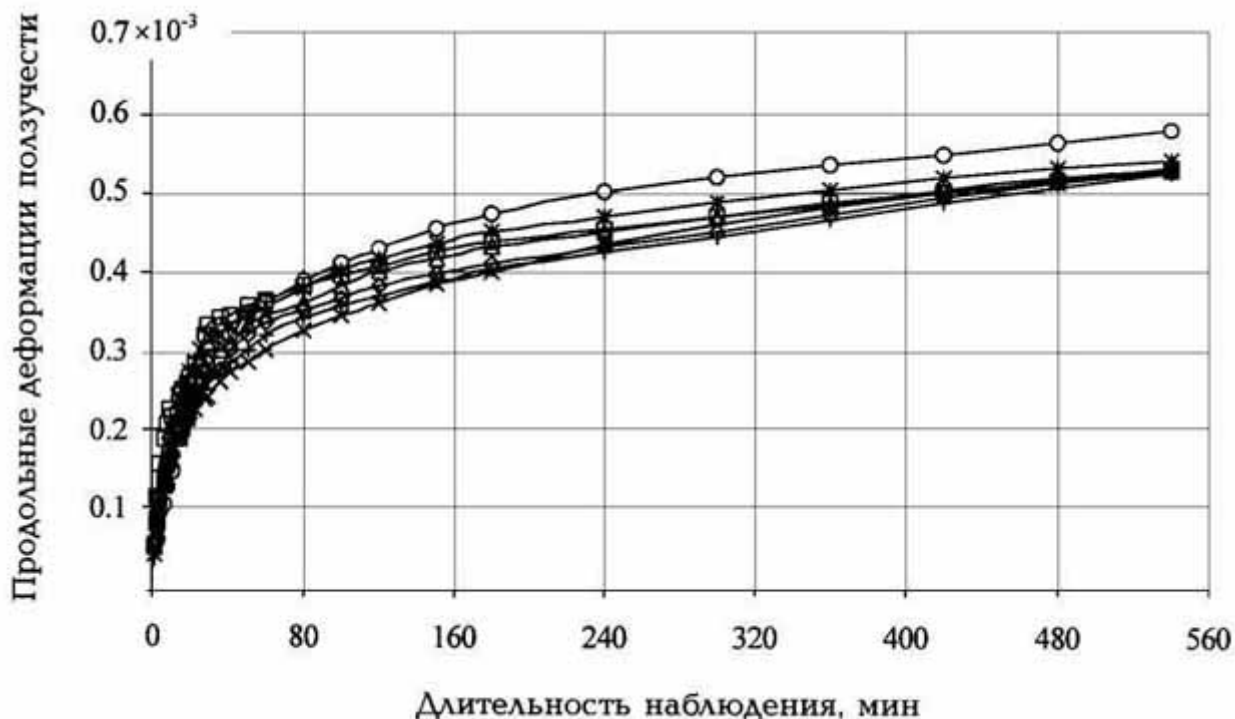


Рис. 1. Кривые продольных деформаций ползучести в условиях действия различных уровней крутящего момента

○— $M_K=0$; □— $M_K=0,2M_p$; △— $M_K=0,4M_p$;

◇— $M_K=0,5M_p$; + — $M_K=0,6M_p$; ×— $M_K=0,7M_p$; *— $M_K=0,8M_p$

В течение проведения опытов велись наблюдения как за угловыми, так и продольными деформациями. Измерения деформаций осуществлялись с помощью механических приборов часового типа с ценой деления 0,01 мм. В каждом случае испытания длительным нагружением были подвергнуты по 3, а в отдельных случаях по 5-6 образцов-близнецов. При этом максимальный разброс показателей деформационных характеристик по отношению к их среднему значению при испытании 3 образцов составил +6,7 и -7,2%, а коэффициент вариации при испытании 5-6 образцов - 0,13.

На рис. 1 показаны усредненные экспериментальные данные ползучести при действии напряжения $0,6\sigma_B$, приложенного в направлении продольной оси опытных образцов в условиях действия различных уровней крутящего момента.

Из рисунка можно заключить, что влияние предварительно приложенного крутящего момента, сохранявшегося постоянным в процессе испытания, на продольные деформации ползучести незначительно и не подчиняется какой-либо закономерности.

На рис. 2 изображены экспериментальные кривые сдвиговых деформаций ползучести трубчатых образцов при различных уровнях крутящего момента в условиях простого кручения и кручения при наличии осевого растягивающего усилия. Как следует из рисунка, при уровне крутящего момента $M_K=0,8M_p$ (M_p - величина разрушающего крутящего момента) в случае простого кручения деформации ползучести развиваются

интенсивно вплоть до разрушения опытных образцов, имевшего место через 22-33 мин после нагружения. Отметим при этом, что явление образования характерной кольцеобразной зоны разрушения на боковой поверхности трубчатых образцов, обнаруженное при их кратковременном испытании [1], имеет место и в данном случае.

При наличии же осевого растягивающего усилия, соответствующего $\sigma = 0,6\sigma_B$, для указанного уровня крутящего момента сдвиговые деформации ползучести развиваются с существенным затуханием, достигая примерно 63×10^{-3} к 540 мин после нагружения.

Анализ данных, приведенных на рис. 2, показывает, что для каждого уровня приложенного крутящего момента, вплоть до $M_k = 0,7M_p$, отношение величины сдвиговых деформаций ползучести при наличии растягивающего усилия ($\gamma_{п 06}$) к величине сдвиговой деформации ползучести при простом кручении ($\gamma_{п 0}$) практически не зависит от длительности нагружения образцов.

На рис. 3 дана кривая отношения $\gamma_{п 06} / \gamma_{п 0}$ в зависимости от уровня крутящего момента M_k . Из нее следует, что увеличение крутящего момента от 0,2 до 0,7 M_p приводит к уменьшению значения отношения $\gamma_{п 06} / \gamma_{п 0}$ от 3,8 до 0,8.

Таким образом, при нагружении трубчатых образцов из однонаправленного стеклопластика крутящим моментом $M_k < 0,6M_p$ наличие осевого растягивающего усилия приводит к увеличению сдвиговых деформаций ползучести по отношению к деформациям, полученным при простом кручении, и тем существеннее, чем меньше величина M_k . При нагружении же образцов крутящим моментом $M_k > 0,6M_p$ имеет место обратное явление. В случае $M_k = 0,6M_p$ величина отношения

$\gamma_{п 06} / \gamma_{п 0}$ практически равняется единице.

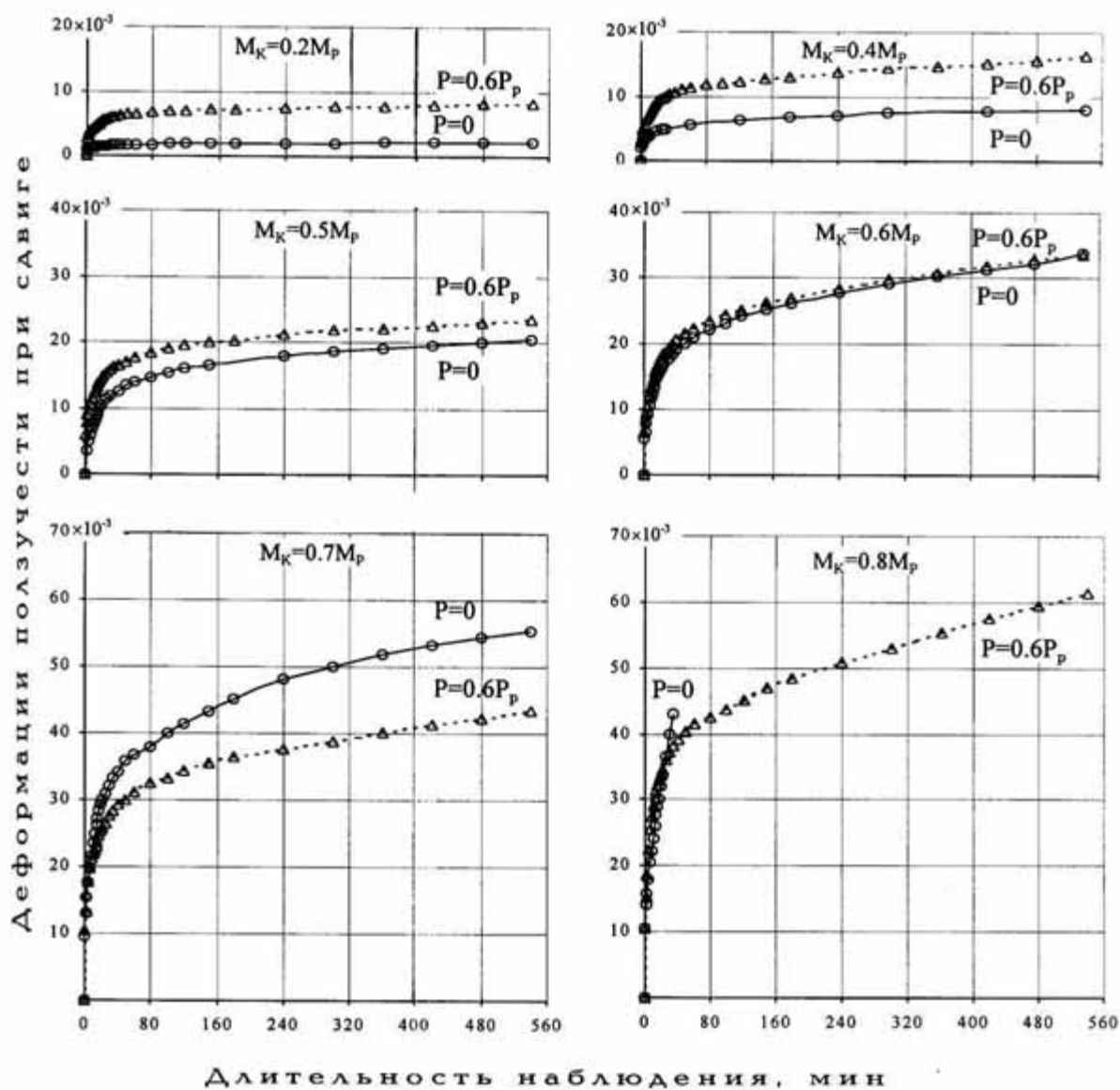


Рис. 2. Экспериментальные кривые сдвиговых деформаций ползучести при простом кручении и кручении при наличии осевого растягивающего усилия.

Представляется целесообразным отметить следующее. Экспериментальному исследованию одноосной ползучести нетканевых стеклопластиков

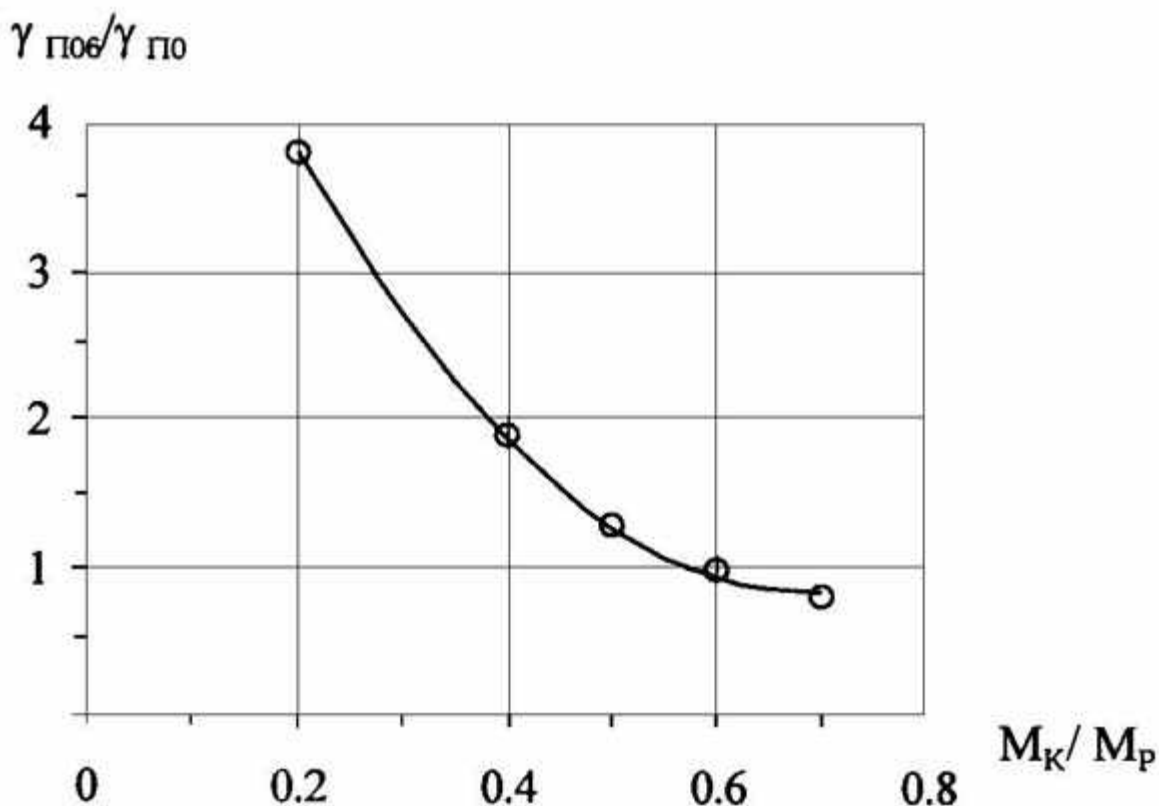


Рис. 3. Кривая зависимости $\gamma_{по6}/\gamma_{по}=f(M_K/M_P)$.

посвящен ряд работ ([4-9] и др.), в которых показано, что деформации ползучести в направлении волокон являются существенно затухающими, а в работе [7] приведены данные о практически полной стабилизации деформаций ползучести в течение 30 мин. Согласно же данным, приведенным на рис. 1 настоящей работы, стабилизация деформаций ползучести трубчатых образцов из слоистого стеклопластика при одноосном растяжении не наблюдается даже через 540 мин после нагружения.

Отмеченная разница в поведении тканевого и нетканевого стеклопластика при ползучести вдоль волокон, вероятно, связана со спецификой укладки армирующих компонентов.

Автор выражает благодарность сотруднику Института механики НАН РА А. А. Манасяну за оказанную помощь при проведении эксперимента.

Институт механики НАН РА

Литература

1. Карапетян К. А., Саркисян Н. Е., Хачикян А. Г.- Изв. НАН Армении и ГИУА. Серия техн. наук. 1998. N2. Т. 51. С. 127-132.
2. Pagano N. J., Whitney J. M.- J. Compos. Mater. 1970. July. P. 360-378.
3. Мартirosян М. М.- Промышленность Армении. 1971. N10. С. 56-57.

4. Керштейн М. М. В сб.: Всесоюзн. съезд по теоретич. и приклад. механике. Аннотации докладов. М. 1968. С. 157.
5. Крищук А. А.- Прикл. механика. 1968. N9. С. 39-42.
6. Малинин Н. И. В сб.: Ползучесть и длительная прочность. Новосибирск: Сиб. отд. АН СССР. 1963. С. 134-139.
7. Мартиросян М. М.- Механика полимеров. 1965. N2. С. 47-54.
8. Мартиросян М. М.- Изв. АН АрмССР. Серия физ.-мат. наук. 1964. N5. С. 51-60.
9. Bott T. R., Borher A. J.- Industr. and Enging. Chem. 1967. V. 59. N. 57 P. 46-51.

Կ. Ա. Կարապետյան

Առանցքային ձգող ճիգի ազդեցությունը ոլորման ենթարկված ապակեպլաստե խողովակաձև փորձանմուշների սողքի վրա

Ուսումնասիրված է ոլորման ենթարկված ապակեպլաստե բարակապատ խողովակների սողքը տարբեր մեծության ձգող ճիգի առկայության պայմաններում:

Որպես փորձանմուշներ օգտագործվել են ապակեթելե գործվածքի հիման վրա պատրաստված ներքին 38 մմ տրամագծով, պատի 2,25 մմ հաստությամբ և 285 մմ երկարությամբ խողովակներ:

Պարզվել է, որ ժամանակավոր դիմադրության 0,6 մասից փոքր մեծությամբ ոլորող մոմենտով բեռնավորված փորձանմուշների մոտ առանցքային ձգող ուժի առկայությունը բերում է սահքի սողքի դեֆորմացիաների էական մեծացմանը^a մաքուր ոլորման դեպքում ստացվող համապատասխան դեֆորմացիաների նկատմամբ: Նշված մեծությունից մեծ ոլորող մոմենտով բեռնավորված փորձանմուշների մոտ նկատվում է հակառակ երևույթը:

Պարզվել է նաև, որ փորձի ընթացքում հաստատուն պահպանվող ոլորող մոմենտի մեծության ազդեցությունը փորձանմուշների ընդերկայնական սողքի դեֆորմացիաների վրա չնչին է և այն չի ենթարկվում որևէ օրինաչափության: