

УДК 678

DOI: 10.17277/voprosy.2016.03.pp.171-175

ДЕФОРМАЦИОННО-ПРОЧНОСТНЫЕ СВОЙСТВА ЛАТЕКСНЫХ ОБОЛОЧЕК

**Н. В. Амелина, П. С. Беляев,
А. С. Клинков, И. В. Шашков**

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический
университет», г. Тамбов, Россия*

Рецензент д-р техн. наук, доцент М. В. Соколов

Ключевые слова: деформационно-прочностные свойства; латексные оболочки; разрывное удлинение; режимы испытаний.

Аннотация: Проведены экспериментальные исследования прочностных свойств латексных оболочек при их раздуве. Выполнено сравнение деформационно-прочностных свойств оболочек, испытываемых в различных режимах наполнения воздухом. Даны методика испытаний на экспериментальной установке и формулы по определению удлинений при раздуве в момент разрыва оболочки. Показано влияние структуры оболочек при их изготовлении на прочностные характеристики.

Цель данной работы заключается в определении зависимости прочности латексных оболочек от условий их растяжения при наполнении воздухом. Требуется провести исследования влияния структуры оболочек при их изготовлении на прочностные характеристики.

Экспериментальные исследования проводились на оболочках из латекса Л-7 [1] с начальными диаметрами 10 и 20 см, а также на саженаполненной оболочке диаметром 20 см, при трех режимах наполнения воздухом [2]. Все оболочки были разбиты на группы от 32 до 52 штук в каждой в зависимости от количественного состава их типоразмеров. Перед испытанием оболочки прогревались в термостате при температуре +70 °С

Амелина Наталья Валерьевна – кандидат технических наук, старший научный сотрудник кафедры «Переработка полимеров и упаковочное производство»; Беляев Павел Серафимович – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Переработка полимеров и упаковочное производство»; Клинков Алексей Степанович – кандидат технических наук, профессор кафедры «Переработка полимеров и упаковочное производство»; Шашков Иван Владимирович – кандидат технических наук, доцент кафедры «Переработка полимеров и упаковочное производство», e-mail: polymers@asp.tstu.ru, ТамбГТУ, г. Тамбов, Россия.

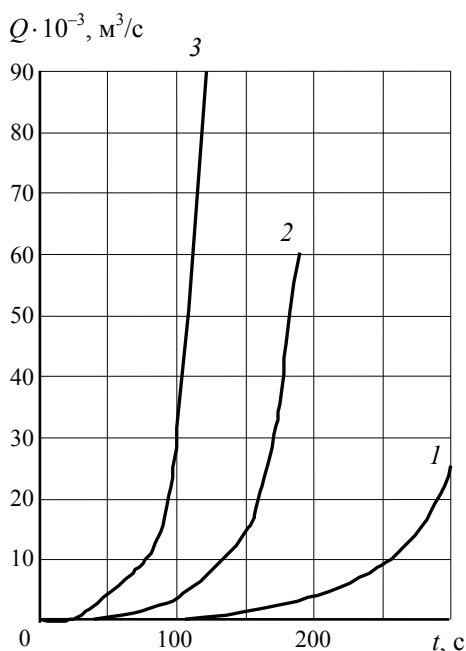


Рис. 1. Теоретические кривые зависимости подачи воздуха в оболочку от времени наполнения:
1, 2, 3 – режимы испытаний

в течение 1 ч до полного расплавления кристаллической фазы, образующейся в процессе хранения материала пленки. После прогрева производился замер толщины пленки в семи-восьми точках в наибольшей диаметральной плоскости, перпендикулярной оси симметрии, выбиралось среднее значение. Наибольший радиус R оболочки определялся из замера окружности гибким метром в наибольшем сечении, перпендикулярном оси симметрии при наполнении воздухом до начала ее растяжения.

Для сравнения деформационно-прочностных свойств оболочки испытывались в различных режимах на разрыв. Чтобы провести эксперимент по наполнению оболочек в выбранных режимах необходимо осуществлять подачу воздуха в оболочку в соответствии с теоретическими кривыми наполнения (рис. 1).

Для практического наполнения оболочек теоретические кривые разбивались на ступенчатые (рис. 2), что позволяло в процессе эксперимента подавать необходимое количество воздуха в оболочку, регулируя подачу затвором, работающим по принципу диафрагмы.

Регистрация давления внутри оболочки в начальный момент растяжения проводилась на пленку осциллографа при скорости движения пленки 50 мм/с. В остальное время опыта замер давления проводился через каж-

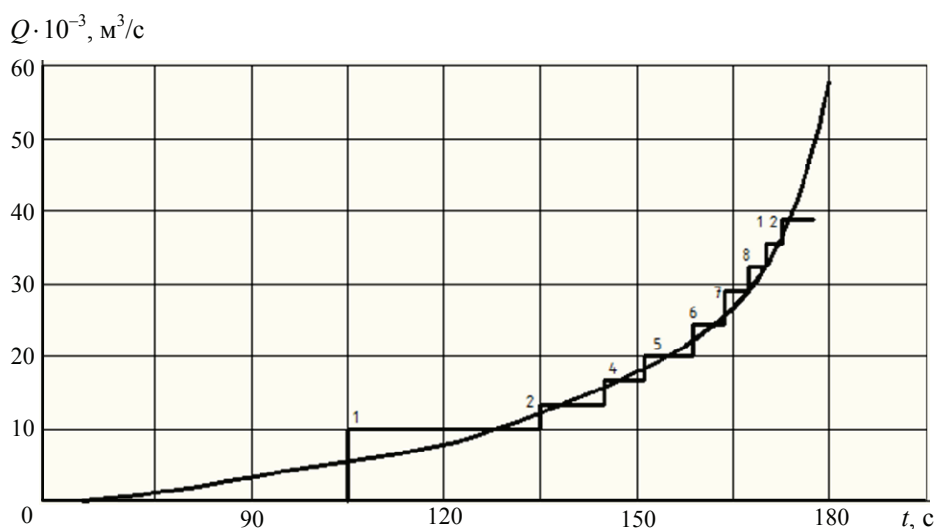


Рис. 2. Экспериментальная кривая наполнения оболочек в режиме 2

дые 5 с по U-образному манометру. Объем оболочки при разрыве определялся по времени наполнения, которое фиксировалось секундомером, и расходу воздуха в нужный момент времени. Размер оболочки R_k в момент разрыва и разрывное удлинение λ_p определялись по формулам:

$$R_k = \sqrt[3]{\frac{3V}{4\pi}}, \quad \lambda_p = \frac{R_k}{R_0},$$

где V – объем наполнения оболочки, m^3 ; R_0 – радиус оболочки в начале эксперимента, м.

Необходимое число опытов определялось на основании таблицы [3] и составляло не менее 30. Всего испытано оболочек: диаметром 10 см в режимах 1, 2, 3 соответственно 52, 46, 43 шт.; диаметром 20 см саженаполненных в режимах 1, 2, 3 соответственно 32, 32, 33 шт.; диаметром 20 см в режимах 1, 2, 3 соответственно 52, 50, 35 шт.

Как показывают результаты экспериментов, прочность оболочек подчиняется статистической теории, так как наблюдается довольно значительный разброс результатов. Используя метод математической статистики [4], построим гистограммы распределения разрывных удлинений λ_p для каждого режима. После аппроксимации данных получаем кривые распределения, приведенные на рис. 3.

Из полученных графиков следует, что для всех режимов испытаний кривые распределения заметно отличаются от нормального распределения (распределения Гаусса). Они имеют несколько вытянутый «хвост», особенно при испытании в режиме 1. Наличие «хвоста» или относительно большого числа низких значений λ_p объясняется тем, что при изготовлении оболочек в их материале имеются структурные неоднородности, возникающие в результате неравномерной вулканизации в микрообъемах резины. В саженаполненной пленке структурные неоднородности также могут возникать в результате наличия частиц наполнителя. Поэтому наличие «хвоста» может указывать на несовершенство технологического процесса изготовления оболочек.

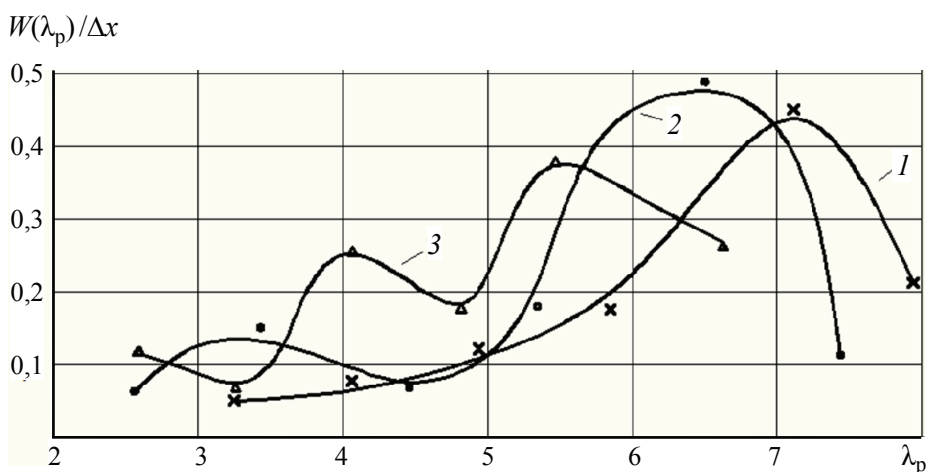


Рис. 3. Кривые распределения разрывных удлинений λ_p оболочек диаметром 20 см: 1, 2, 3 – режимы испытаний

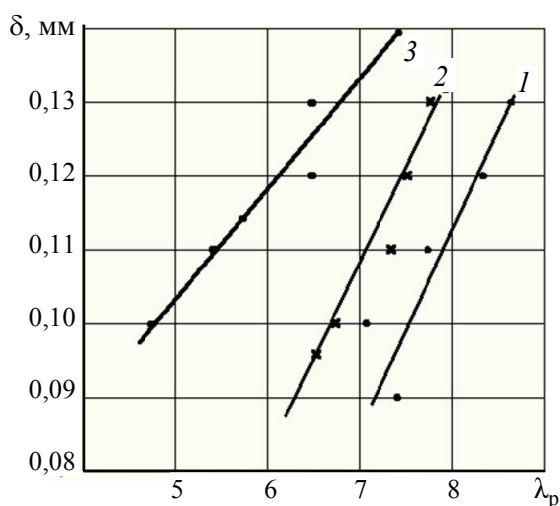


Рис. 4. Зависимость разрывного удлинения оболочек диаметром 20 см от их толщины δ :
1, 2, 3 – режимы испытаний

Кроме того, интенсификация раздува изменяет характер кривых распределения, которые приобретают отчетливый вид бимодального. Основной причиной появления первого пика на кривой распределения (см. рис. 3) следует считать действие динамического напора струи, которое приводит к образованию перенапряженных участков в верхней части оболочки и, следовательно, более быстрому появлению и разрастанию микротрещин и микроразрывов.

На рисунках 4 и 5 представлены зависимости разрывных удлинений λ_p от толщины оболочек для каждого режима наполнения. Увеличение толщины пленки ведет к росту разрывного удлинения, что связано с лучшими условиями конформаций молекулярных цепей.

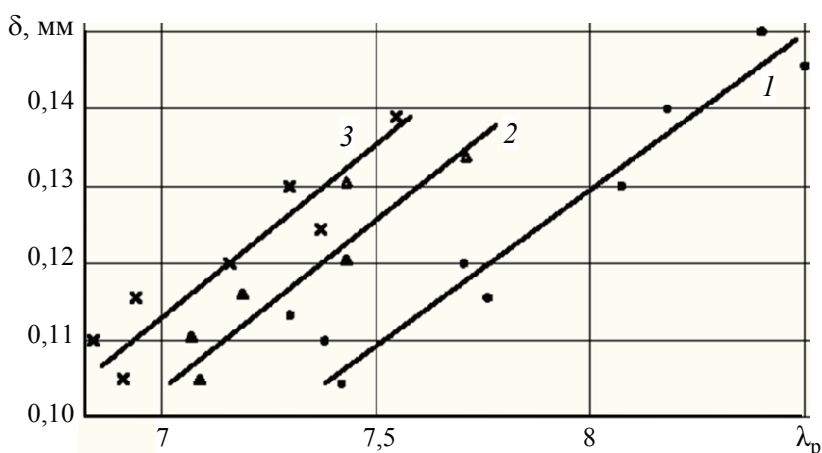


Рис. 5. Зависимость разрывного удлинения саженнаполненных оболочек диаметром 20 см от их толщины δ :
1, 2, 3 – режимы испытаний

В результате проведенных экспериментальных исследований по испытанию латексных оболочек доказано, что их прочность зависит как от условий растяжения при наполнении, так и структуры оболочек. Данный момент необходимо учитывать в производственных условиях.

Список литературы

1. Вережников, В. Н. Синтез латексов : учеб. пособие / В. Н. Вережников, Е. А. Гринфельд. – Воронеж : Изд-во Воронеж. гос. ун-та, 2005. – 47 с.
2. К вопросу синерезиса латексных гелей / Н. В. Амелина [и др.] // Вестн. Тамб. гос. техн. ун-та. – 2003. – Т. 9, № 4. – С. 669 – 673.
3. Шишонок, Н. А. Основы теории надежности / Н. А. Шишонок, В. Ф. Репкин, Л. Л. Барвинский. – М. : Сов. радио, 1964. – 550 с.
4. Смирнов, Н. В. Курс теории вероятностей и математической статистики для технических приложений / Н. В. Смирнов, И. В. Дунин-Барковский. – М. : Наука, 1965. – 511 с.

References

1. Verezhnikov V.N., Grinfel'd E.A. *Sintez lateksov* [Synthesis latex], Voronezh: Izdatel'stvo Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta, 2005, 47 p. (In Russ.)
2. Amelina N.V., Belyaev P.S., Klinkov A.S., Sokolov M.V. [To the Question of Latex Gels Syneresis], *Transaction of the Tambov State Technical University*, 2003, vol. 9, no. 4, pp. 669-673. (In Russ.)
3. Shishonok N.A., Repkin V.F., Barvinskii L.L. *Osnovy teorii nadezhnosti* [Fundamentals of reliability theory], Moscow: Sovetskoe radio, 1964, 550 p. (In Russ.)
4. Smirnov N.V., Dunin-Barkovskii I.V. *Kurs teorii veroyatnoei i matematicheskoi statistiki dlya tekhnicheskikh prilozhenii* [The course of the theory of probability and mathematical statistics for technical applications], Moscow: Nauka, 1965, 511 p. (In Russ.)

Deformation-Strength Properties of Latex Membranes

N. V. Amelina, P. S. Belyaev, A. S. Klinkov, I. V. Shashkov

Tambov State Technical University, Tambov, Russia

Keywords: deformation-strength properties; fracture elongation; latex shell; test modes.

Abstract: The paper describes the results of the experimental study of the strength properties of the latex membranes in the inflation test. The comparison of deformation-strength properties of the membranes tested in different modes of air inflation. We describe the test methodology for a pilot plant and formulas for the determination of inflatable elongation at break of the membrane. We show the influence of the structure of membranes on their strength properties.

© Н. В. Амелина, П. С. Беляев.,
А. С. Клишков, И. В. Шашков, 2016