



ДЕФОРМАЦИОННЫЕ ПАРАМЕТРЫ ВТОРИЧНОГО ПОЛИВИНИЛХЛОРИДА

В данной статье рассмотрены деформационные свойства поливинилхлорида (ПВХ), полученного при вторичном использовании – рециклинге ПВХ-отходов (технологических оборотных). Статья содержит сведения о критериях испытаний деформационных свойств композиционных материалов, при которых скорость деформирования постепенно ступенчато увеличивается. Предложены технологические параметры, учитывающие данные исследований прочности от скорости деформирования и факт линейно-вязкой чувствительности вторичного ПВХ.

Полимеры, поливинилхлорид, рециклинг, скорость деформирования, технологические параметры.

В конструкционных полимерах, широко применяемых в современном строительстве, при нагрузках, приложенных во время их эксплуатации, одновременно развиваются обратимые и необратимые деформации. При этом конформация макромолекул полимера и контакты между ними сопровождаются принудительными изменениями. С большей скоростью, постепенно во времени, развивается обратимая высокоэластическая деформация. Общий подход можно описать известным графиком зависимости нормального напряжения (σ) от деформации (D) (рис.) [1].

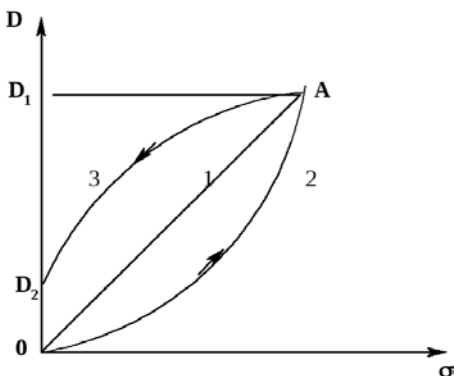


Рис. Развитие обратимой высокоэластической (3) и необратимой (2) деформаций полимера

Для более точного наблюдения за процессами деформирования корректны испытания, при которых скорость деформирования постепенно ступенчато увеличивается. Такие испытания целесообразно использовать для оценки сверхпластичности полимеров, при этом в начальный период испытания при деформации с малыми скоростями структурные изменения обуславливают сильное деформационное упрочнение или разупрочнение.

Известное выражение Гуля (1) [2] – принципиальное описание вязких материалов, дающее зависимость разрушающего напряжения от скорости деформирования, – дает возможность перейти от качественного обсуждения физических аспектов сверхпластичности к количественному описанию процессов сверхпластической деформации. Это способствует не только бо-

лее рациональному использованию эффекта в технологических процессах, но и расширяет общие представления о поведении вязкопластических сред.

При ступенчатом увеличении скорости деформирования необходимо определить механические характеристики полимера, далее по формуле (1) [2] можно найти значение деформационного параметра – скоростную чувствительность n :

$$\sigma_p = av^n, \quad (1)$$

где σ_p – предел прочности, v – скорость деформирования, a – структурный параметр и n – параметр скоростной чувствительности полимера.

В данной работе определяются деформационные свойства поливинилхлорида (ПВХ), полученного при вторичном использовании – рециклинге ПВХ-отходов (технологических оборотных). Состав материала состоит из 70–80 % вторичного ПВХ и 30–20 % композиции, включающей первичный ПВХ, пластификатор, стабилизатор, наполнитель и краситель [3].

Для определения обратимой и необратимой деформации авторами были проведены испытания партии образцов ПВХ на растяжения при скоростях деформирования от 0,08 до 100 мм/мин. Эксперимент был проведен в соответствии с ГОСТ 11262-80 «Пластмассы. Метод испытания на растяжение». Основные характеристики, получаемые с помощью испытания на растяжение при различных скоростях деформирования, – предел прочности при растяжении σ (МПа) и относительную скорость деформации ε (%) – определяли по формулам:

$$\sigma = Fi Li / W,$$

$$\varepsilon = B \cdot vi / Li,$$

где W – объем рабочей части образца, мм³;

vi – скорость деформирования, мм/мин;

Fi – разрушающая нагрузка на образец, Н;

Li – текущая длина образца, мм,

B – время до разрушения образца, мин.

Обобщенные результаты эксперимента [3], предел прочности при растяжении и относительная деформация, а также качественные параметры изучаемого вторичного ПВХ-материала представлены в таблице.

Механические характеристики ПВХ при разных скоростях деформирования

Скорость деформирования, V мм/мин	0,08	0,4	2,0	4,0	10,0	20,0	40,0	50,0	100,0
Предел прочности при растяжении σ_p , МПа	56,1	53,1	57,3	65,0	69,7	62,9	69,3	71,5	65,3
Относительная деформация ϵ_p , %	5,7	5,4	6,0	7,3	9,2	6,5	8,9	8,7	5,9
Структурный параметр, a	1,78	1,73	1,69	1,71	1,75	1,79	1,80	1,75	1,78
Параметр скоростной чувствительности, n	0,028	0,03	0,031	0,027	0,034	0,029	0,032	0,029	0,035

Анализ полученных экспериментальных данных показывает, что параметр скоростной чувствительности напряжения n вторичного ПВХ при большом диапазоне скорости деформирования от 0,08 до 100 мм/мин имеет значения от 0,028 до 0,034, т.е. меняется незначительно. Это дает возможность утверждать что созданный авторами вторичный ПВХ-материал является линейно вязким.

Структурно-чувствительный и термоактивируемый параметр a , который связан со сдвиговой вязкостью материала, также имеет стабильные значения, меняясь в диапазоне от 1,69 до 1,89.

Учитывая данные исследований прочности от скорости деформирования и факт линейно-вязкой чувствительности вторичного ПВХ предложены технологические параметры: режим прессования и режим вальцевания, необходимые при получении различных изделий. Предварительное прессование при

давлении 5 МПа в течение 5–10 мин, окончательное прессование при давлении 20–25 МПа в течении не более 3 минут [3].

Литература

1. Аскадский А. А. Деформация полимеров : учебник / А. А. Аскадский. – Москва : Химия, 1973. – 448 с.
2. Попова, М. Н. Физико-химия и методы исследования полимерных материалов : учебное издание / М. Н. Попова, А. А. Аскадский, В. И. Кондрашенко. – Москва : АСВ, 2015. – 408 с.
3. Попова, М. Н. Производство вторичного поливинилхлорида и исследование его прочностных и деформационных свойств / М. Н. Попова, А. А. Аскадский, Е. В. Соловьева // Сборник научных трудов ИСА. – Москва : МГСУ, 2008. – С. 30–32.

E.V. Solovyeva, A.N. Surikova
Vologda State University

DEFORMATION PARAMETERS OF THE SECONDARY POLYVINYL CHLORIDE

This article discusses the deformation properties of polyvinyl chloride (PVC) obtained during secondary use - recycling of PVC waste (process recycling). The article contains information about the criteria for testing the deformation properties of composite materials, in which the rate of deformation gradually increases. Technological parameters that take into account the data of strength studies on the rate of deformation and the fact of the linear-viscous sensitivity of secondary PVC are proposed.

Polymers, polyvinyl chloride, recycling, deformation rate, technological parameters.