

## Сравнение методов испытания на раздир эластомеров на раздвоенных образцах и пластмасс с определением раздира раздирающим элементом

### Comparison of tearing test methods for elastomers on trouser test pieces and determination of tear strength of plastics using a tearing element

*A.S. ВАСИЛЬЕВА, В.В. КОВРИГА*

*A.S. VASILYEVA, V.V. KOVRIGA*

ООО «Группа ПОЛИМЕРТЕПЛО», Москва, Россия  
POLYMERTEPLO Group, Moscow, Russia

vasileva\_a-s@mail.ru

На четырех видах материалов изучен процесс раздира на раздвоенных образцах по ГОСТ 262-93 для эластомеров и по стандарту Группы ПОЛИПЛАСТИК СТО 73011750-009-2012 [3] для испытания термопластичных материалов. Показано, что при испытании по стандарту Группы ПОЛИПЛАСТИК на материалах группы полиэтилена удаётся реализовать область непрерывного раздира при испытании на раздир с помощью раздирающего элемента. Получены данные по значениям сопротивления раздиру на четырёх материалах: пластифицированный ПВХ, полиэтилен раздувных марок, листовых эластичных материалов на основе полиуретана и силикона.

**Ключевые слова:** раздир на раздвоенном образце, раздир на раздвоенном образце с использованием раздирающего элемента, раздир термопластичных материалов, по методу Патент №2698105 [2]

The process of tearing on trouser test pieces was studied on four types of materials according to GOST 262-93 for elastomers and according to POLYPLASTIC Group standard STO 73011750-009-2012 [3] for testing thermoplastic materials. It has been shown that when tested according to the POLYPLASTIC Group standard on materials of polyethylene group (using a tearing element), it is possible to realize an area of continuous tearing. Data on tear resistance values were obtained on four materials: plasticized PVC, polyethylene of blow molding grades, PU and silicone.

**Keywords:** tear strength of trouser test piece, tearing on a trouser test piece using a tearing element, tearing of thermoplastic materials, according to the method Patent No.2698105 [2]

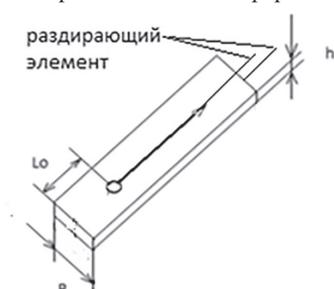
DOI: 10.35164/0554-2901-2023-11-12-47-49

Показатели сопротивления раздиру широко используются для определения оптимальных свойств при сшивании, для оценки сопротивления материалов к разрушению с заранее нанесенным дефектом. Для этих целей используются образцы первых трёх типов по ГОСТ 262-93, которые испытываются при однократном растяжении и являются характерными для испытаний на раздир.

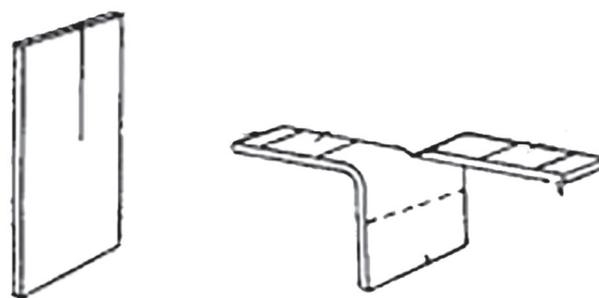
В противоположность однократному раздиру были разработаны методики непрерывного раздира, в которых раздир воспроизводится в течение продолжительного времени. Эти показатели дают возможность определять свойства в ходе непрерывного раздира, в процессе которого можно менять температуру или скорость раздира для определения температурных и скоростных зависимостей.

Показатели, определяемые в процессе непрерывного раздира, определяются на раздвоенных образцах, которые также нормированы ГОСТ 262-93. В последнее время для определения показателей непрерывного раздира в полужестких материалах типа ПЭ были разработаны методы оценки непрерывного раздира с использованием раздирающих элементов, в качестве которых обычно применяется металлическая проволока.

На рис. 1–2 показана форма образцов для испытания на раздир.



**Рис. 1.** Образцы для испытаний на раздир по СТО.



**Рис. 2.** Образцы, деформируемые при раздире «по типу простого растяжения» по ГОСТ 262-93.

При рассмотрении образцов, представленных на рис. 2, видна полная схожесть образцов, однако при этом показатели сопротивления раздиру существенно отличаются (табл. 1).

В связи с многообразием направлений определения сопротивления раздиру была создана методика определения показателей сопротивления раздиру раздирающим элементом не только в продольном направлении, но и в направлении, перпендикулярном поверхности материала. Этот метод был запатентован и является предметом патента №2698105 РФ [2].

На рис. 3 показано расположение раздирающего элемента – проволоки, пропущенной через два параллельных отверстия – позволяющее проводить непрерывный раздир по всей толщине изделия.

Поэтому для определения показателей сопротивления раздиру были выбраны именно эти три метода.

Сравнительная оценка показателей сопротивления раздиру, получаемых при испытании разными методами, была проведена на четырёх типах серийных листовых материалов.

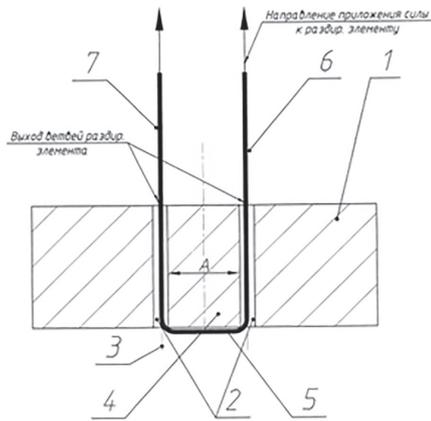


Рис. 3. Образец для проведения непрерывного раздира.

В качестве материалов, на которых проводились испытания, были выбраны:

- пластифицированный поливинилхлорид с наполнителем (линолеум);
- ПЭТФ, полученный раздувом при формовании стенки ёмкости;
- силиконовая листовая прокладочная резина, толщина листа 4 мм;
- лист из блочного ПУ толщиной 4 мм.

При проведении раздира по методу СТО было установлено, что раздир реализуется не только в продольном, но и в поперечном направлении. Эти особенности чётко проявляются на рис. 4.

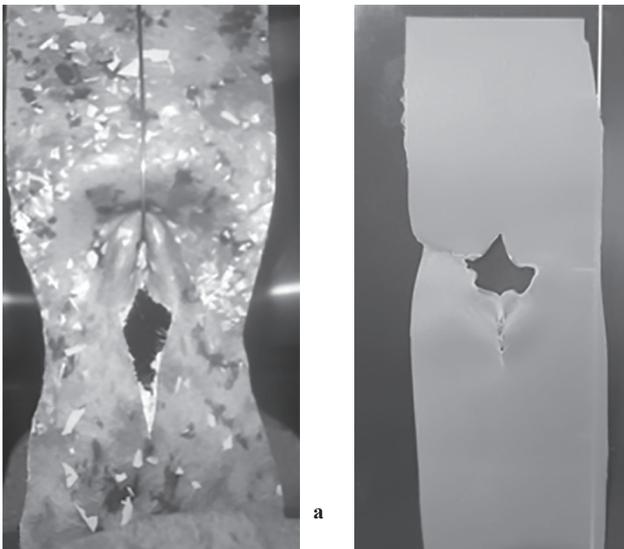


Рис. 4. Картина раздира для пластифицированного ПВХ (а) и ПЭТФ (б).

Как видно из рис. 4а и 4б, для пластифицированного ПВХ и ПЭТФ процесс разрушения при раздире является объемным, происходящим в продольном и поперечном направлении.

Таким образом, не удастся реализовать процесс раздира только в продольном направлении, что, естественно, ведёт к увеличению показателей сопротивления раздиру в 2–3 раза.

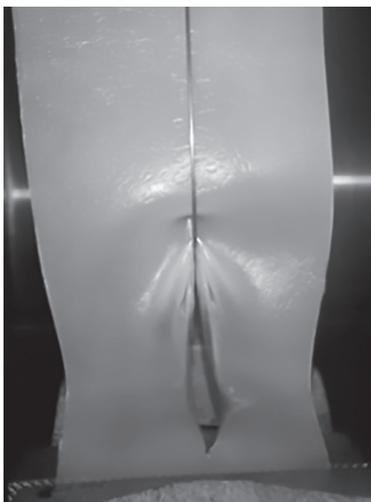


Рис. 5. Фалдообразование при раздире раздирающим элементом.

Вторая особенность раздира – это то, что под раздирающим элементом материал складывается в фалды, что хорошо видно на рис. 5.

На рис. 6 показано наложение на предполагаемую зону раздира металлических пластин и закрепление их струбциной, что позволяет устранить фалдообразование.

В ходе испытаний три из четырех выбранных материалов показали, что при нагружении они не раздираются, а складываются в фалды, которые препятствуют раздиру.



Рис. 6. Образец материала, устранение фалдообразования.

В ходе проведения испытаний были получены кривые раздира.

На рис. 7–10 приведены кривые изменения нагрузки в процессе раздира, которые, как показано пунктирной линией, имеют восходящий участок нагружения (зона А) и горизонтальный участок раздира (зона В).

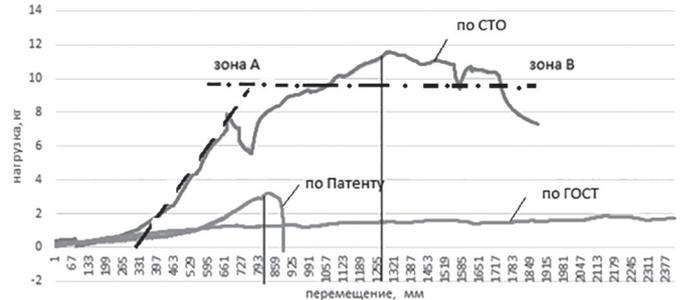


Рис. 7. Кривая раздира пластифицированного ПВХ.

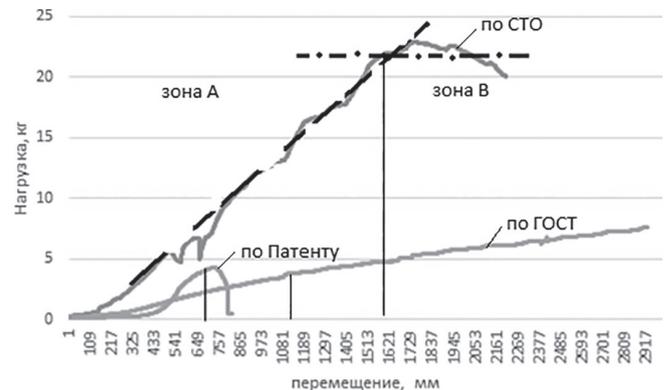


Рис. 8. Кривая раздира ПЭТФ.

Поскольку целью настоящей работы было изучение разницы показателей сопротивления раздиру, получаемых разными методами, на рисунках приведены прямые сопротивления раздиру, определённые по ГОСТу на раздвоенных образцах, по патенту и СТО Группы ПОЛИПЛАСТИК. Как видно, кривые испытания по стандарту Группы ПОЛИПЛАСТИК и патенту имеют сходный вид кривой с максимумом, а кривые при испытании по ГОСТ на раздвоенных образцах отличаются по форме и имеют вид кривой с постоянно возрастающей нагрузкой.

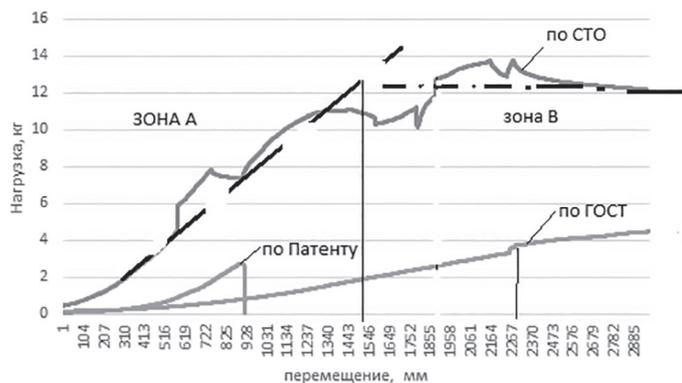


Рис. 9. Кривая раздира силикона.

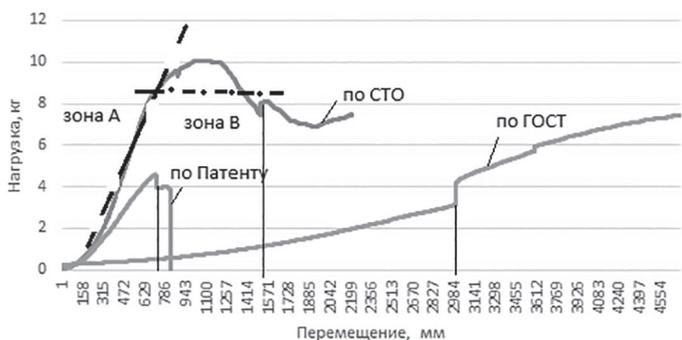


Рис. 10. Кривая раздира ПУ.

В ветвях образца после раздира накапливается упругая энергия, аналогичная упругой энергии, возникающей в образце при простом растяжении.

При испытании по методу простого растяжения на раздвоенных образцах по ГОСТ 262-93 наблюдаются две стадии поведения материала в процессе нагружения. На первой стадии происходит деформация испытуемого материала, сопровождающаяся ростом нагрузки, без возникновения раздира. Затем, при возникновении раздира, происходит незначительный скачок, и в дальнейшем деформирование приводит к непрерывному разрушению при раздире. Поэтому показатель сопротивления раздиру определялся по величине нагрузки в момент скачка нагрузки при растяжении.

На основе полученных кривых были рассчитаны показатели сопротивления раздиру, приведены в таблице 1.

Таблица 1. Показатели сопротивления раздиру.

	Сопротивление раздиру Ts			
	ПВХ	Силикон	ПЭТФ	ПУ
ГОСТ 262-93	8,57	9,5	36	13,25
Патент №2698105	14,9	6,38	46	10,43
СТО 73011750-009-2012	42,4	30,5	146	23,8

Анализ данных, приведенных в таблице, показывает, что испытание на раздир раздирающим элементом даёт несколько более высокие показатели сопротивления раздиру, чем полученные в основном эксперименте по методике ГОСТ 262-93.

#### Выводы

1. Определение сопротивления раздиру по методам ГОСТ 262-93, патент №2698105, СТО 73011750-009-2012 показало, что они не позволяют получить во всех случаях значений сопротивлений раздиру, близких к данным, полученным по ГОСТ 262-93 на раздвоенных образцах.
2. Сравнение данных, полученных по методу патента №2698105 и ГОСТ 262-93, показывает, что эти методы дают близкие по значению данные по сопротивлению раздиру.
3. Соотношение показателей оценки сопротивления раздиру по СТО 73011750-009-2012 и ГОСТ 262-93 на раздвоенных образцах дают принципиально различные значения.
4. Различие значений по СТО 73011750-009-2012 и ГОСТ 262-93 объясняется различным объёмом материала, вовлеченного в процесс раздира.

#### Литература

1. ГОСТ 262-93 (ИСО 34-79) Определение сопротивления раздиру (раздвоенные, угловые и серповидные образцы).
2. Пат. №2698105 РФ, МПК G01N 33/44, G01N 3/24. Способ определения сопротивления раздиру раздирающим элементом изделия из полимера. Патентообладатель(и): Общество с ограниченной ответственностью «Группа ПОЛИМЕРТЕПЛО» (ООО «Группа ПОЛИМЕРТЕПЛО») (RU) заявл. 12.04.2019, опубл. 22.08.2019 Бюл. №24.
3. СТО 73011750-009-2012 Пластмассы. Метод определения сопротивления раздиру армирующим элементом при различных температурах на раздвоенных образцах.
4. Резниковский М.М., Лукомская А.И. Механические испытания каучука и резины. 1964, с. 173.