Определение износа при испытании методом EN 295-3 с использованием стандарта на обработку мультипиковых кривых ИСО 6133

The variations of wear readings study according to EN 295-3 method using the ISO 6133 standard for analysis of multi-peak curves

B.B. КОВРИГА¹, Л.Г. КУРМАНИНА², В.В. СЕВАСТЬЯНОВ², В.Р. ГУМЕН¹

V.V. KOVRIGA¹, L.G. KURMANINA², V.V. SEVASTYANOV², V.R. GUMEN¹

¹ Группа ПОЛИМЕРТЕПЛО

² Чебоксарский трубный завод

¹ POLYMERTEPLO Group

² Cheboksary Pipe Plant

kovriga@polyplastic.ru

Показано, что совокупность данных по потере толщины стенки при определении величины гидроабразивного износа представляет из себя мультипиковую кривую. Предпринята попытка определить величину износа в соответствии с требованиями ИСО 6133 «Обработка мультипиковых кривых». Показано, что такая обработка выявляет большие значения износа, чем полученные по стандарту EN 295-3.

Ключевые слова: гидроабразивный износ, кривые потери толщины, методы обработки мультипиковых кривых

It is shown that the set of data on the loss of wall thickness when determining the magnitude of hydroabrasive wear is a multi-peak curve. An attempt was made to determine the amount of wear in accordance with the requirements of ISO 6133 "Analysis of multi-peak traces". It has been shown that this treatment reveals higher wear values than those applied according to EN 295-3.

Keywords: waterjet wear, thickness loss curves, multi-peak curve processing methods

DOI: 10.35164/0554-2901-2021-5-6-7-9

Испытания труб на износ по методике EN 295-3

Образец в виде половины трубы длиной 1000 ± 10 мм, разрезанной вдоль оси, закрывают по торцам заглушками [2]. Сверху образец закрывается герметичной крышкой. Образец устанавливается на платформу, которая отклоняется от горизонтали на $22,5^\circ$ вверх, а затем вниз. При этом абразив движется вдоль поверхности образца вверх и вниз, истирая его (рис. 1).

В качестве абразивного материала применяется абразив со следующими параметрами, определенными на основании ситового анализа:

- средний размер зерна M_p составляет 6 мм;
- размеры зерен, которые получают соответственно из 50, 80 и 20 массовых процентов материала, не должны превышать следующих величин: для d50 – 6 мм, для d80 – 8,4 мм, для d20 – 4,2 мм.

Образец заполняется абразивным материалом в указанном количестве массовых долей и доливается водой до уровня (38 ± 2) мм.

В таблице 1 представлены данные по количеству используемого в испытаниях абразива для труб диаметром до 500 мм.

Таблица 1. Количество абразива, используемое при испытаниях по EN 295-3 для труб различных диаметров.

Диаметр трубы DN, мм	125	150	200	250	300	400	500
Количество абразива, кг	3,1	3,4	4,0	4,5	5,0	5,8	6,5

Образец в виде половины трубы испытывается на протяжении 100000 циклов. Износ происходит при движении в продольном направлении. Эти колебания должны иметь синусоидальную форму и частоту 20 колебаний в минуту.

Одно колебание состоит из двух наклонов. Наклон производится от 0 до $-22,5^\circ$, затем до $+22,5^\circ$ и обратно до 0, соответственно, движение от 0 до $+22,5^\circ$, затем до $-22,5^\circ$ и обратно.

Износ измеряется на рабочей длине образца 700 мм, участки длиной 150 мм с двух концов остаются неучтенными. Измерения

снимаются не более чем каждые 10 мм, рассчитывается средняя глубина истирания, по которой измеряется износ. Полученное значение обозначает средний износ материала.

EN 295-3:2012 (D)

Рис. 1. Установка для испытания на износ по EN 295-3. 1 – крышка, 2 – заглушка.

Использованные материалы

В работе были использованы трубы из разных видов полиэтилена (таблица 2).

Среди международных стандартов, позволяющих оценивать износ труб, только стандарт EN295-3 позволяет получить данные для расчета ресурса.

Таблица 2. Перечень труб, использованных в испытаниях на износостойкость по EN 295-3.

№ образца	Материал	Геометрия SDR, наружный диаметр трубы	Наименование фирмы	Страна
1	2НТ11-9	SDR21-250×11,9	Казаньоргсинтез	Россия
2	ПЭ Hostalen CRP100RC	SDR17-630×37,4	LyondellBasell	Германия
4	ПЭ100 VESTOLEN A6060R 10000	SDR11-225×16,6	Sabir	Саудовская Аравия
5	Н 1000 PC	SDR17-315×18,7	SCG	Таиланд
6	ДЖИ ПЕКС-АМТ	225 мм	Газтрубпласт	Россия
7	G-PERT-75-АМТ/ДЖИ-ПЕРТ-75-АМТ 31,0 МПа	160 мм	Газтрубпласт	Россия

Полученные результаты

На рисунках показаны профили кривых потери толщины при разных циклах качания от 25000 до 100000. Ниже даны построения EN 295-3 для труб серий SDR 11, 17, 21 наружного диаметра 630–160 мм.

Рис. 2. Результаты испытаний по EN 295-3 на полимерной трубе 2НТ11-9 SDR 21 250×11,9.

Рис. 3. Результаты испытаний по EN 295-3 на полимерной трубе ПЭ100 RC SDR17 630×37,4 мм.

Рис. 4. Результаты испытаний по EN 295-3 на полимерной трубе ПЭ100 VESTOLEN A 6060R 10000 SDR11 225×20,5 мм.

Как видно из рисунков, кривая потери толщины при испытаниях по EN 295-3 является типичной мультипиковой кривой, поэтому для расшифровки данных метода EN 295-3 использовали методы оценки мультипиковых кривых по ИСО 6133 [3] из расчёта малого и высокого пика потерь толщин стенки. Стандарт ИСО 6133 включает 5 методов определения на мультипиковых кривых. Каждый из методов выдвигает свои требования к схеме проведения испытаний и к виду

мультипиковой кривой, поэтому трубы из различных материалов были оценены по различным вариациям:

- методом А были проанализированы трубы из полиэтилена 2 НТ11-9;
- методом В – трубы из материала ДЖИ ПЕКС;
- методом С были оценены трубы ДЖИ ПЕРТ 75;
- остальные трубы были оценены по методу D с определением среднего значения – медианы.

Поскольку все перечисленные методики оказались применимы к анализу мультипиковых кривых износа изученных материалов, метод Е стандарта ИСО 6133 в работе не использовался.

По методам оценки В и D было установлено до трех материалов, они дают одинаковое значение по потере толщины.

На рис. 8 показаны зависимости износа мультипикового и среднего метода. Величины износа по средней величине указаны на рис. 9 для каждого отдельного вида полиэтилена.

Рис. 5. Результаты испытаний по EN 295-3 на полимерной трубе ПЭ100 Н1000 PC SDR17 315×18,7 мм.

Рис. 6. Результаты испытаний по EN 295-3 на полимерной трубе ПЕКС 225 мм.

Рис. 7. Результаты испытаний по EN 295-3 на полимерной трубе ДЖИ ПЕРТ-75 160 мм.

Таблица 3. Определение толщины истирания методом мультипликативной оценки кривых при 100 000 циклах износа.

Материал	Изменения толщины стенки, мм								Медиана
	Величина пика	Порядковый № пика							
		1	2	3	4	5	6	7	
2НТ 11-9	+	0,33	0,36	0,35	0,35	0,33	0,32	0,31	0,32
	—	0,32	0,35	0,34	0,33	0,32	0,31	0,30	
ПЭ 100 RC	+	0,2	0,2	0,21	0,22	0,25	0,23	0,23	0,21
	—	0,19	0,18	0,2	0,21	0,22	0,22	0,22	
ПЭ 100 Vestolen A6060R	+	0,52	0,55	0,58	0,59	0,58	0,56	0,54	0,55
	—	0,51	0,54	0,56	0,57	0,56	0,55	0,52	
Н1000РС	+	0,4	0,39	0,40	0,39	0,38	0,37	0,36	0,37
	—	0,38	0,38	0,38	0,37	0,37	0,36	0,33	
ДЖИ ПЕКС-АМТ	+	0,16	0,2	0,19	0,21	0,21	0,24	0,18	0,18
	—	0,15	0,18	0,18	0,18	0,19	0,21	0,16	
G-PERT-75/ДЖИ-ПЕРТ-75	+	0,33	0,33	0,39	0,41	0,41	0,41	0,40	0,37
	—	0,3	0,32	0,38	0,40	0,39	0,40	0,38	

Таблица 4. Определение толщины истирания методом мультипликативной оценки кривых при 50 000 циклах износа.

Материал	Изменения толщины стенки, мм								Медиана
	Величина пика	Порядковый № пика							
		1	2	3	4	5	6	7	
2НТ 11-9	+	0,24	0,24	0,22	0,20	0,23	0,18	0,17	0,20
	–	0,23	0,23	0,21	0,19	0,19	0,17	0,16	
ПЭ 100 RC	+	0,11	0,12	0,12	0,13	0,13	0,16	0,12	0,11
	–	0,10	0,11	0,11	0,12	0,12	0,12	0,11	
ПЭ 100 Vestolen A6060R	+	0,22	0,28	0,28	0,28	0,28	0,30	0,28	0,26
	–	0,21	0,22	0,27	0,27	0,27	0,29	0,27	
Н1000РС	+	0,12	0,2	0,23	0,19	0,20	0,18	0,18	0,16
	–	0,11	0,11	0,18	0,18	0,12	0,12	0,13	
ДЖИ ПЕКС-АМТ	+	0,08	0,07	0,12	0,17	0,1	0,11	0,07	0,081
	–	0,06	0,03	0,10	0,10	0,05	0,02	0,06	
G-PERT-75/ДЖИ-ПЕРТ-75	+	0,14	0,14	0,18	0,21	0,20	0,18	0,20	0,16
	–	0,12	0,13	0,17	0,19	0,19	0,17	0,17	

Выводы

Проведенные исследования показали, что по методу расчёта ИСО 6133 значение износа возрастает, а ряды износостойкости материала сохраняются.

Литература

1. Коврига В.В., Солдатенко Л.И., Маркова Е.С., Севастьянов В.В., Гумен В.Р., Князькина И.В. Пластические массы, 2020, №5–6, с. 38–40.
2. DIN EN 295-3-2012. Vitrified clay pipe systems for drains and sewers – Part 3: Test methods.
3. ООО «Группа ПОЛИПЛАСТИК» Стандарт организации, СТО 73011750-014-22. Пластмассы, Определение расчётного ресурса износостойкости полимерных труб, Москва, 2002.

Рис. 8. Зависимость потери толщины стенки по мультипликативному анализу и средней величине.

Рис. 9. Зависимость износа по EN 295-3 от числа циклов качания для труб из разных марок полиэтилена.