

DOI - 10.32743/UniTech.2023.117.12.16380

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГОРЮЧЕСТИ ВТОРИЧНОГО ПОЛИЭТИЛЕНА****Назаров Феруз Фарходович**

ст. преподаватель.,  
Каршинский инженерно-экономический институт,  
Республика Узбекистан, г. Карши  
E-mail: [feruz-nazarov-88@mail.ru](mailto:feruz-nazarov-88@mail.ru)

**Лутфуллаев Саъдулла Шукурович**

доцент,  
Каршинский инженерно-экономический институт,  
Республика Узбекистан, г. Карши  
E-mail: [SL\\_1960@mail.ru](mailto:SL_1960@mail.ru)

**Назаров Фарход Собирович**

ст. преподаватель.,  
Каршинский инженерно-экономический институт,  
Республика Узбекистан, г. Карши  
E-mail: [feruz-nazarov-88@mail.ru](mailto:feruz-nazarov-88@mail.ru)

**DETERMINATION OF FLAMMABILITY OF SECONDARY POLYETHYLENE****Feruz Nazarov**

Art. teacher,  
Karshi engineering and economic institute,  
Republic of Uzbekistan, Karshi

**Sa'dulla Lutfullayev**

Associate professor,  
Karshi engineering and economic institute,  
Republic of Uzbekistan, Karshi

**Farhod Nazarov**

Art. teacher,  
Karshi engineering and economic institute,  
Republic of Uzbekistan, Karshi

**АННОТАЦИЯ**

В данной статье описаны одним из основных показателей полимерных материалов, полученных на основе отходов вторичного полиэтилена разных марок ООО «Химический комплекс «Шуртангаз», метод определения их горючести.

**ABSTRACT**

This article describes one of the main indicators of polymer materials obtained from waste of recycled polyethylene of different brands of LLC Chemical Complex Shurtangaz, a method for determining their flammability.

**Ключевые слова:** кислородный индекс, предельного, смесь газов, пламенного горения и тления, светопропускания.

**Keywords:** oxygen index, limiting, mixture of gases, flaming combustion and smoldering, light transmission.

Переработку отходов полимеров (в том числе полиэтилена) можно рассматривать как один из этапов использования полимерных материалов в их вторичном производстве. Современная полимерная промышленность развивается очень высокими темпами. Его характерной чертой является возрастающий

спрос на продукцию для непрерывного расширения процессов производства машин, труб, строительных и упаковочных материалов и т. д.

Полиэтилен является наиболее широко используемым полимером, на его долю приходится 70% всех полимеров. Широкое применение полиэтилена

обусловлено его свойствами - долговечностью, прочностью, легкостью, химической стойкостью, низкой электропроводностью. Высокий спрос на продукцию из полиэтилена создал экологическую проблему – полимер накапливается на свалках. Наиболее оптимальным и экономически выгодным решением проблемы является утилизация вторичной полиэтиленовой продукции – повторное использование. Одним из эффективных способов использования полимера является превращение полимерных отходов в гранулы. Основное сырье значительно дешевле получаемого материала, а процесс переработки

экологически безопасен. Кроме того, переработка создает возможности для экономии ресурсов. Переработка ПЭ регламентирована нормативными документами, в частности ГОСТ Р 54533-2011, ГОСТ 33573-2015. Технология переработки отходов полимерных материалов включает несколько последовательных стадий: сортировку, дробление, разделение смешанных отходов, промывку, сушку. После этого материал переносится на гранулу. Блок-схема технологического процесса подготовки и переработки отходов полиэтилена представлена на рис. 1.



**Рисунок 1. Блок-схема технологического процесса подготовки и переработки отходов полиэтилена**

Сырье, используемое для переработки, должно быть соответствующим образом подготовлено. Переработка полимеров начинается с организации системы их сбора, доставки и сортировки. Правильно организованная сортировка позволяет извлекать и предоставлять полезные компоненты. Значительно снижает количество образующихся отходов, снижает их негативное воздействие. Для сбора отходов необходимо организовать пункты сбора отходов полиэтилена. На этапе предварительной сортировки отходы разделяются по различным признакам: цвету, форме, размеру, типу пластика (по возможности). В этом случае сортировка одновременно совмещается с удалением из отходов посторонних предметов и добавок.

Наряду с решением проблем утилизации отходов вторичного полиэтилена, одной из важных задач является снижение горючести полимерных материалов, полученных на их основе.

Горючесть - это комплексная характеристика материала или конструкции – определяет способность материала загораться, поддерживать и распространять процесс горения [1]. Она характеризуется следующими величинами – температурой воспламенения или самовоспламенения, скоростью выгорания и распространение пламени по поверхности, а также условия, при которых возможен процесс горения (состав атмосферы, кислородный индекс, температурный индекс).

Горючесть обусловлена высоким содержанием углерода и водорода, из которого состоят макромолекулы полимеров. При нагревании макромолекулы легко распадаются на низкомолекулярные насыщенные и не насыщенные углеводороды, которые подвергаются экзотермическим реакциям окисления.

Применяющиеся в настоящее время в промышленности способы снижения горючести не полностью удовлетворяют особенностям современных технологий, а также растущим требованиям к защите окружающей среды. Введение антипиренов и химическая модификация часто приводит к ухудшению физико-механических, технологических и эксплуатационных свойств материала [2]. Поэтому снижение горючести является задачей по оптимизации комплекса характеристик создаваемого материала [4].

Получить трудно воспламеняющиеся полимерные композиционные материалы на основе отходов вторичного полиэтилена в полимер перерабатывающей промышленности, дополнительно улучшить их эксплуатационные свойства, увеличить срок службы, получить материалы с улучшенными защитными и декоративными свойствами спрос растет с каждым днем [5]. С этой целью нами проведен ряд опытно-экспериментальных и исследовательских работ по снижению горючести вторичного полиэтилена, на основе полученных результатов опубликованы научные статьи и тезисы [6].

В данной статье описаны одним из основных показателей материалов, полученных на основе отходов вторичного полиэтилена разных марок ООО «Химический комплекс «Шуртангаз», метод определения их горючести.

#### **Метод кислородного индекса**

Для определения горючести полимерных материалов наиболее распространенным методом является кислородный индекс (КИ) (ГОСТ 12.1.044-89) [7].

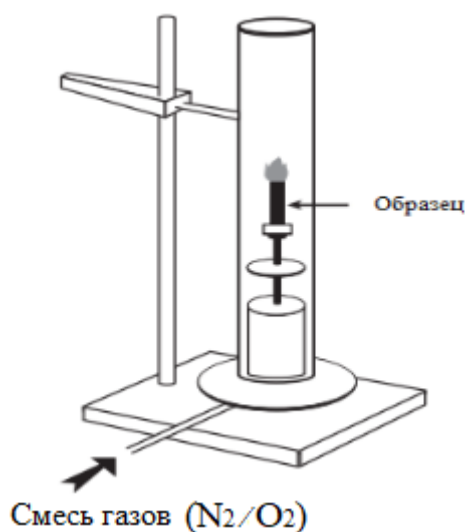
Кислородный индекс материала – определение минимального «предельного» процентного содержания кислорода в кислородно-азотной смеси,

при котором поддерживается горение. Значение КИ выражается по формуле:

$$КИ = 100 \text{ O}_2 / \text{O}_2 + \text{N}_2$$

Следовательно, чем выше значение КИ, тем более огнестойким считается материал [8]. При условии, что воздух содержит 21% кислорода, полимерные материалы со значением КИ ниже 21 относятся к категории горючих, в то время как те, с КИ выше 21 относятся к категории самозатухающим, поскольку их сгорания не поддерживаются при температуре окружающей среды без воздействия внешнего источника энергии [9].

Устройство состоит из стеклянной трубки, в которой образец установлен вертикально (рисунок 1).



**Рисунок 1. Схематическое изображение определения КИ вторичного полиэтилена**

Во время испытания, медленный поток кислородно-азотной смеси подается в нижнюю часть трубки. К верхней горизонтальной поверхности образца подводят пламя горелки, медленно перемещая так, чтобы пламя покрывало ее полностью и не касалось вертикальных поверхностей или граней образца. Длительность воздействия пламени на образец составляет 30 с, с короткими перерывами через каждые 5 с. Образец считают воспламененным, если после отвода горелки через 5 с вся его верхняя часть. Метод определения КИ представляет собой не настоящий сценарий пожара, но по-прежнему остается одним из самых важных инструментов контроля качества, поскольку дает числовое значение пожароопасной материала [10].

### Метод дымообразования

Количественную оценку дымообразования материалов вторичного полиэтилена производят по ГОСТ 24632-81 в двух режимах: пламенного горения и тления.

Сущность метода состоит в измерении интенсивности светового потока, проходящего через задымленное пространство в испытательной камере при термическом разложении образца, и вычислении максимальной оптической плотности дыма. В режиме пламенного горения на образец воздействует тепловое излучение печи и пламя газовой горелки, в режиме тления - только тепловое излучение печи [11].

Образец взвешивают с погрешностью не более 0,1 г и устанавливают в держатель, плотно прижав его к кромкам держателя с помощью прижимной пластины, пружины и штыря. Излучающую печь выводят на рабочий режим, обеспечивающий плотность теплового потока 2,5 Вт/см<sup>2</sup> [12].

Допускается проводить испытания при других плотностях теплового потока, но не более 4,0 Вт/см<sup>2</sup>. Плотность теплового потока устанавливают с помощью радиометра. После установления заданной плотности теплового потока печи радиометр сдвигают в сторону, освобождая место для образца [13].

Включают фотометрическую систему, которая должна быть проверена и отрегулирована. При испытании в режиме пламенного горения горелку поджигают, устанавливают расход газа 3,0 см<sup>3</sup>/с по ротаметру и поворачивают ее в рабочее положение. В режиме тления горелка не работает.

Держатель с образцом устанавливают на расстоянии 45 мм против излучающего отверстия печи и одновременно, нажатием кнопки «начало отсчета времени» на диаграмме самописца отмечают начало испытаний.

Испытания заканчивают, когда дымобразование достигнет максимума, что соответствует минимуму светопропускания. После этого включают вентиляцию, открывают дверь камеры и вентилируют камеру до очищения от дыма. Затем вынимают держатель с образцом, освобождают остатки образца и помещают их на 3 ч в эксикатор, после чего взвешивают с погрешностью не более 0,1 г. Плотность теплового потока печи контролируют радиометром непосредственно перед началом каждого испытания.

Максимальную удельную оптическую плотность дыма  $D_{\max}$  вычисляют по формуле:

$$D_{(\max, t-2 \text{ t-4})} = 132 \cdot \lg I_0 / I_{\min, t-2 \text{ t-4}}$$

где,  $I_{\min}$  - величина, соответствующая минимальной интенсивности светового потока в течение испытания.

Показателями, характеризующими горючесть полимерных материалов, являются, в зависимости от метода определения горючести, температура воспламенения, скорость горения, теплота сгорания, температура поверхности горящего материала и другие. Благодаря высокой воспроизводимости результатов наибольшего внимания заслуживает метод калориметрии и метод кислородного индекса.

**Список литературы:**

1. Nazarov F. F, Beknazarov E.M, Chuliev J.R, Nazarov F.S, Lutfullayev S.S. Research of fire resistance and physical-mechanical properties of secondary polyethylene. E3S Web of Conferences 392, 02042.
2. Ф.Ф. Назаров, Ф.С. Назаров, С.Ш. Лутфуллаев. “Иккиламчи полиэтилен асосида олинган материалларни ёнғинга чидамлилигини ошириш”. “Фан ва технологиялар тараққиёти”. Бухоро. 4/2023 й.
3. Ф.Ф. Назаров, Ф.С. Назаров, С.Ш. Лутфуллаев. “Полимер ва полимер композицион материаллар учун антипиренлар”. “Фан ва технологиялар тараққиёти”. Бухоро. 5/2023 й.
4. С.Ш. Лутфуллаев, Ф.Ф. Назаров, Ф.С. Назаров. “Ёнувчанлиги камайтирилган иккиламчи ПЭ маҳсулотлари олиш”. «Назарий ва экспериментал кимё ҳамда кимёвий технологиянинг замонавий муаммолари» Халқаро илмий-амалий анжумани. ҚарДУ, 20 октябрь, 2023 йил, 535 бет.
5. М.К. Каменский, А.А. Крючков, В.А. Байков. Оценка долговечности пожаробезопасных кабелей// Кабели и провода. –2007. –№4. – С.16.
6. А.А. Аскадский, Т.А. Мацевич, М.Н. Попова. Вторичные полимерные материалы. Механические и барьерные свойства, пластификация, смеси и нанокompозиты. М.: Изд-во АСВ, 2017, 490 с.
7. Самадов С.Ж. Назаров Ф.С. Бекназаров Э.М. Назаров Ф.Ф. Биологическая активность синтезированных соединений производных N, N- полиметилена бис [(но-ароматило-циклоалканолоило) карбаматов]. Universum: технические науки. "Технические науки" 2021 3(84).
8. Самадов С.Ж. Назаров Ф.С. Бекназаров Э.М. Назаров Ф.Ф. Математическое описание технологических процессов и аппаратов. Universum: технические науки. "Технические науки" 2021 5(86).
9. Назаров Ф.Ф. Назаров Ф.С. Шабарова У.Н. Файзуллаев Н.И. Пар-карбонатная конверсия метана. Universum: технические науки. "Технические науки" 2021 6(87)
10. Nazarov F.F, Nazarov F.S. DISPLACED LIGAND COPPER(II) OMPLEXES WITH QUINAZOLONE-4 AND ITS DERIVATIVES. Oriental Renaissance: Innovative, educational, natural and social sciences.
11. Nazarov F.F, Nazarov F.S. COORDINATION COMPOUNDS OF COPPER(II) AND ZINC With 2-AMINOQUINAZOLONE-4. Oriental Renaissance: Innovative, educational, natural and social sciences 4 Volume.
12. Azizkulov R.U, Lutfullayev S.S, Nazarov F.F. Complex use of secondary polymer waste. Oriental renaissance: Innovative, educational, natural and social sciences 2 Volume.
13. Nazarov F.F, Lutfullayev S.S. YONUVCCHANLIGI KAMAYTIRILGAN IKKILAMCHI PE MAHSULOTLARI OLISH. Theoretical and experimental chemistry and modern problems of chemical technology.