

радиационно-ориентированный риск для женщины после 40 лет составит 14%, тогда как риск для мужчины после 60 лет будет чуть больше 5%.

Выводы. Современная радиационная защита персонала построена на соблюдении непревышения предельно допустимой величины дозы. Однако полученные одинаковые дозы не означают равновероятностную радиационную безопасность для разных работников. Использование международных моделей оценки радиационного риска дает возможность оценивать индивидуальный радиационно-обусловленный риск при работе с источником. Индивидуальные оценки риска позволят ранжировать работников по величине потенциальной опасности.

Литература

1. Иванов В. К., Цыб А. Ф., Агапов А. М. и др. // Бюллетень по атомной энергии. – 2004. – № 11. – С. 28–35.
2. Effects and Risk of Ionizing Radiation: report to the General Assembly / United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation. – New York: UN, 1994. № ISBN 92-1-142211-6.
3. IAEA TECDOC. Methods for estimating the probability of cancer from occupational radiation exposure: TECDOC-870. – Vienna: IAEA, 1996.
4. Annals of the ICRP. Recommendations of the International Commission on Radiological Protection: Publication 60. – Oxford: Elsevier, 1991.

Yu. E. KRUK

INDIVIDUAL RADIATION RISK ASSESSMENT IN OCCUPATIONAL EXPOSURE

Summary

The possibility of application of modern international approaches to the radiation risk assessment in occupational exposure was studied. Based on UNSCEAR model the basis for attributive (radiation-induced) risk estimation was obtained. The received mathematical tool was used for individual risk estimations of workers and, as result, the necessity of including individual risk assessments in occupational radiation protection was justified.

УДК 678.042

Л. А. ЛЕНАРТОВИЧ

ИССЛЕДОВАНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ К ТЕПЛОВОМУ СТАРЕНИЮ НАПОЛНЕННЫХ КОМПОЗИЦИЙ НА ОСНОВЕ ПОЛИЭТИЛЕНА

Белорусский государственный технологический университет, Минск

Значительную часть мирового производства полимерных композиционных материалов составляют наполненные пластмассы, содержащие мелкодисперсные или коротковолокнистые наполнители. Важным достоинством таких материалов, несмотря на сложность их состава, является возможность переработки высокопроизводительными методами с минимальными трудовыми и энергетическими затратами [1].

Наполненные полимерные материалы, как и обычные полимеры, подвержены отрицательному воздействию различных внешних факторов: температуры, солнечного света, радиации, кислорода воздуха. Поэтому возникает необходимость в стабилизации таких полимеров [2]. Вопросы стабилизации наполненных композиций термопластов в литературе освещены недостаточно. Поэтому целью данной работы явилось изучение совместного действия наполнителя и стабилизатора, их влияния на деформационно-прочностные свойства композиций, на устойчивость к воздействию температуры в присутствии кислорода воздуха.

Объектом исследования являлись композиционные материалы на основе полиэтилена высокого давления (ПЭВД) марки 15803-020 и мрамора марки Omyacarb 2-UR, а также композиции, содержащие стабилизатор Irganox 1010 фирмы Ciba [3]. Все компоненты вводились в ПЭ методом вальцевания при температуре 120–140 °С в течение 1–2 мин. Технологические параметры вальцевания были постоянны для всех композиций и обеспечивали получение гомогенизированной

массы. Из полученного материала прессовались пленки толщиной 120 мкм, из которых вырезались стандартные образцы для испытаний на разрывной машине РМИ-60. В соответствии с ГОСТ 11262–80 определялись прочность при растяжении и относительное удлинение при разрыве до и после старения. Тепловое старение образцов осуществлялось в термошкафу при температуре 90 °С в течение 24, 48, 72 и 96 ч в соответствии с СТ СЭВ 4623–84.

В качестве полимерной матрицы использовался чистый ПЭ без наполнителя и стабилизатора. Для изучения процесса старения композиций ПЭ, наполненных мрамором, были использованы стандартные образцы, содержащие 10, 20 и 30 мас.% наполнителя [4]. Для изучения эффективности стабилизации наполненных композитов использовались композиции на основе ПЭ, мрамора и промышленного стабилизатора. Полученные результаты по определению относительного удлинения при разрыве для исследуемых композиций представлены в табл. 1.

Т а б л и ц а 1. Значения относительного удлинения при разрыве для наполненных композиций на основе ПЭ (%)

Содержание наполнителя, мас.%	Время экспозиции, ч				
	0	24	48	72	96
Без наполнителя	490	360	0	0	0
10	460	400	240	220	120
20	370	250	130	30	0
30	190	80	50	0	0
<i>Стабилизатор Irganox 1010, 0,3 мас.%</i>					
10	490	480	470	410	370
20	420	300	250	200	165
30	190	70	0	0	0
<i>Стабилизатор Irganox 1010, 0,5 мас.%</i>					
10	450	400	390	370	350
20	380	340	320	180	160
30	90	0	0	0	0

Из полученных результатов видно, что в ПЭ интенсивно протекают процессы термоокислительного старения, которые приводят к деструкции материала, что сказывается на его деформационно-прочностных характеристиках. Уже после 48 ч экспозиции образцов в термошкафу значения относительного удлинения при разрыве приближаются к нулю.

Известно, что чем больше содержание наполнителя в композиции, тем меньше значения относительного удлинения при разрыве. Под воздействием температуры в присутствии кислорода воздуха при увеличении времени старения до 96 ч происходит постепенное снижение значений относительного удлинения. Для образцов, содержащих наибольшее количество наполнителя (30 мас.%), процесс старения происходит более интенсивно, относительное удлинение принимает значения, близкие к нулю, уже после 72 ч.

Полимер, содержащий наполнитель, представляет собой гетерогенную систему с высокоразвитой поверхностью раздела фаз. Огромную роль в формировании взаимодействия полимер–наполнитель играет адсорбция полимеров на поверхности дисперсной фазы наполнителя [5]. Структура формирующегося при адсорбции поверхностного слоя полимера определяет важнейшие физико-химические и механические свойства композиционных материалов. Наполнитель характеризуется абсолютно иными свойствами, чем полимер. Под воздействием внешней нагрузки, наполнитель ведет себя как твердое тело и подчиняется закону Гука. Полимер способен к высокоэластичной деформации, которая осуществляется за счет изменения конформации макромолекулы полимера и придания ей вытянутой формы. В наполненном полимере частицы мрамора выступают в роли препятствий на пути развития высокоэластичной деформации. В условиях воздействия агрессивных факторов внешней среды (температуры и кислорода воздуха) в полимере активно протекают процессы деструкции как в самой цепи полимера, так и в местах наиболее слабых связей полимер–наполнитель. Вследствие этого деформационные свойства полимера, не содержащего наполнителя, оказываются несколько выше, чем у наполненного полимера, и зависят от содержания наполнителя.

Из полученных результатов видно, что введение стабилизатора замедляет процессы деструкции в полимере, что подтверждается сохранением деформационных свойств по сравнению с нестабилизированными наполненными композициями. Однако такое явление наблюдается при содержании наполнителя в количестве 10 и 20 мас.%. При увеличении степени наполнения до 30 мас.% стабилизирующего эффекта не наблюдается, происходит интенсивное падение деформационных свойств. Возможно, это связано с необходимостью вводить большее количество стабилизатора при увеличении степени наполнения композита. Защитное действие стабилизатора объясняется образованием неактивных радикалов, тормозящих процессы деструкции. Стабилизатор распределяется во всем объеме полимера и, возможно, концентрируется в граничном слое полимер-наполнитель, наиболее уязвимом для действия агрессивных факторов. Таким образом, возможно стабилизатор препятствует термоокислительной деструкции адсорбционного слоя полимера на поверхности наполнителя.

Введение стабилизатора в количестве 0,5 % приводит к сохранению деформационных свойств на достаточно высоком уровне даже после 96 ч старения для композиций с содержанием мрамора 10 и 20 мас.%. При содержании мрамора 30 мас. % стабилизатор не оказывает какого-либо видимого воздействия на сохранение деформационных свойств полимера.

Значения прочности при растяжении для исследуемых композиций представлены в табл. 2. Из полученных данных видно, что старение наполненных композиций, не содержащих стабилизатор, происходит быстрее, чем старение ненаполненных образцов. При введении стабилизатора наблюдается сохранение прочностных характеристик даже после старения в течение 96 ч. Стабилизирующее действие осуществляется уже в процессе изготовления образцов, так как при этом полимер подвергается воздействию температуры и кислорода, и поэтому свойства наполненных образцов, не подвергшихся старению, содержащих стабилизатор и без него, значительно отличаются.

Таблица 2. Значения прочности при растяжении для исследуемых наполненных композиций на основе ПЭ (МПа)

Содержание наполнителя, мас.%	Время экспозиции, ч				
	0	24	48	72	96
Без наполнителя	11,2	11,4	11,5	11,3	11,1
10	10,7	10,1	10,5	10,1	9,7
20	11,0	10,8	10,7	10,3	9,7
30	12,3	10,1	9,7	9,5	9,4
<i>Стабилизатор Irganox 1010, 0,3 мас.%</i>					
10	11,8	11,3	10,5	10,2	9,8
20	11,9	11,7	11,5	11,3	10,9
30	12,0	12,1	11,5	11,0	10,6
<i>Стабилизатор Irganox 1010, 0,5 мас.%</i>					
10	11,8	11,4	11,3	11,2	9,5
20	12,6	12,3	12,0	11,5	11,2
30	12,5	12,2	11,4	11,3	10,5

Для изучения поведения материала в вязкотекучем состоянии определялся показатель текучести расплава (ПТР) в соответствии с ГОСТ 11645-73 по известной методике. Для этих целей были исследованы композиции, содержащие наполнитель в количестве 20 мас.%; наполнитель и стабилизатор (0,3 %) и ненаполненный ПЭ. Полученные результаты испытаний представлены в табл. 3.

Таблица 3. Значения показателя текучести расплава исследуемых композиций (г/10 мин)

Композиция	Время экспозиции, ч				
	0	24	48	72	96
ПЭ чистый	2,49	2,04	2,01	2,06	2,33
ПЭ+ 20 мас.% мрамора	1,65	1,76	1,84	1,87	1,95
ПЭ+ 20 мас.% мрамора, 0,3% Irganox 1010	1,50	1,50	1,48	1,42	1,41

С увеличением времени старения для ПЭ значения ПТР сначала уменьшаются, что свидетельствует о протекании процессов сшивки макромолекул, а затем, наоборот, увеличиваются. После старения в течение 96 ч ПТР достигает значения 2,33 г/10 мин, что говорит о протекании процессов деструкции в полимере и их преобладании над процессами частичного сшивания полимера. Для полиэтилена, содержащего 20 мас.% мрамора, с увеличением времени старения композиций наблюдается постепенное возрастание значений ПТР. Это может быть связано с интенсивным протеканием процессов деструкции в полимере. Под воздействием температуры и кислорода воздуха происходит разрыв макромолекул полимера, при этом наблюдается уменьшение их длины, снижение вязкости расплава, что свидетельствует о необходимости стабилизации полимера. При определении ПТР наполненных стабилизированных композиций было выявлено постепенное снижение вязкости расплава с увеличением времени термостарения, что говорит о возможности частичного сшивания. Стабилизатор препятствует деструкции макромолекул полимера даже после 96 ч старения. Из полученных данных видно, что тепловое старение наполненного композита происходит быстрее, чем чистого полимера.

Таким образом, на основании проведенных исследований термостойкости композиций полиэтилена выявлены особенности теплового старения наполненных и ненаполненных композитов, требующие дальнейшего изучения и позволяющие дать ряд практических рекомендаций.

Литература

1. Кербер М. Л. Полимерные композиционные материалы: структура, свойства, технология. СПб., 2008.
2. Плещачевский Ю. М., Сивый Б. П., Песецкий С. С. // Наука и инновации. 2004. Т. 12. № 22. С. 46–59.
3. Маслова И. П. Химические добавки к полимерам. М., 1981.
4. Батишвили М. С., Ломтадзе Т. Т., Георхелидзе Н. Н. // Пластические массы. 1990. № 7. С. 42–44.
5. Калугина Е. В., Иванов А. Н., Точин В. А. // Пластические массы. 2006. № 10. С. 30–32.

L. A. LENARTOVICH

INVESTIGATION OF THERMAL STABILITY OF THE COMPOSITIONS BASED ON POLYETHYLENE

Summary

The work presents the results of study thermal stability of composites based on polyethylene, chalk and stabilizer Irganox 1010. The influence of the introduced additive on ability to save deformative and strength properties of composition after thermo oxidative ageing has been shown.

УДК 691.57

И. К. ЛЕЩИНСКАЯ, А. Л. ШУТОВА

ВЛИЯНИЕ СОСТАВА ПЛЕНКООБРАЗУЮЩЕЙ СИСТЕМЫ НА СВОЙСТВА МЕЛАМИНОАЛКИДНЫХ АВТОЭМАЛЕЙ И ПОКРЫТИЙ

Белорусский государственный технологический университет, Минск

Введение. Меламиноалкидные эмали относятся к лакокрасочным материалам (ЛКМ) горячей сушки. Температура сушки (отверждения) зависит от состава материала и требований производства, и, как правило, находится в интервале 80–140 °С, а продолжительность составляет 10–60 мин. Этими материалами окрашивают преимущественно изделия, изготавливаемые из термостойких материалов, преимущественно металлов. В частности, Минский тракторный завод использует для окраски тракторов меламиноалкидные эмали, предъявляя к производителям следующие требования по времени и температуре формирования покрытий: 20 мин при 120 °С (основная окраска), 60 мин при 80 °С (ремонтная окраска). При этом получаемое покрытие должно обладать строго определенными показателями по блеску (угол 45° – 37–49%), ударной проч-