

2) адсорбцией нефти на минеральной поверхности частиц, и как следствие – своеобразной «смазкой» частиц грунта нефтью.

Всё вышесказанное позволяет сделать следующие выводы:

1. Отложения олигоцена широко распространены в южной части Беларуси. Литологически представлены песками, алевритами, глинами и мергелями.

2. Влияние нефтепродуктов и соли на физические свойства супесей – незначительны. Плотность и коэффициент пористости изменились минимально, в сторону понижения.

3. При насыщении грунта раствором NaCl, а также нефтью, происходит уменьшение удельного сцепления  $c$ .

### Литература

1 Геология Беларуси / А. С. Махнач [и др.]; НАН Беларуси, Ин-т геол.наук. – Минск, 2001. – 815 с.

2 Бракоренко, Н. Н. Влияние нефтепродуктов на петрографический состав и физико-механические свойства песчано-глинистых грунтов (на примере г. Томска) / Н. Н. Бракоренко, Т. Я. Емельянова // Вестник Томского государственного университета. – 2011. – № 342. – С. 197–203.

УДК 547.551.2:678.027.9:678.07

*А. И. Жуковец*

### ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ И СТРУКТУРНЫХ ПРЕВРАЩЕНИЙ АНТИОКСИДАНТА ДИФЕНИЛАМИНА В ПРОЦЕССЕ ФОРМИРОВАНИЯ И ТЕРМООКИСЛЕНИЯ ПОЛИЭТИЛЕНОВЫХ ПЛЕНОК

*В статье приведены результаты экспериментальных исследований полиэтиленовых пленок, содержащих аминный антиоксидант дифениламин. Образцы стабилизированных полимерных пленок получали путем термического прессования, затем их подвергали воздействию давления и температуры, что соответствует физическим воздействиям на материал во время его формирования, дальнейшее термоокисление образцов моделировало процесс старения полимера во время эксплуатации. Наблюдения за структурными и физико-химическими изменениями полимера и добавки проводили с использованием метода ИК-Фурье-спектроскопии.*

Процессы окисления полиолефинов можно предотвратить или замедлить путем введения в полимер антиоксидантов (далее АО). Роль АО сводится к предотвращению образования свободных радикалов, либо к взаимодействию с растущими радикалами и переводу их в неактивную форму. Действие АО аминного типа основано на взаимодействии его молекул со свободными радикалами на стадии их образования. Эффективность действия АО достаточно высока, хотя их содержание в полимерах обычно составляет 0,5–3%. При этом индукционный период окисления, характеризующий медленное развитие процесса, возрастает во много десятков раз [1, 2]. Целью работы являлось исследование особенностей физико-химических и структурных изменений антиоксиданта дифениламина в процессе окисления полиэтилена методом ИК-спектроскопии.

Основным объектом исследования является порошкообразный нестабилизированный полиэтилен низкого давления ПЭНД (ГОСТ 16338-85, базовая марка 20308-005), в который вводили антиоксидант дифениламин  $(C_6H_5)_2NH$ . Для получения пленок требуемой толщины (100 мкм) приготавливали смеси полимера и антиоксиданта. Для этого

порошок полиэтилена смачивали раствором антиоксиданта в ацетоне и образовавшуюся жидкую смесь высушивали на воздухе до полного улетучивания растворителя. Далее полученную сухую смесь подвергали окончательному перемешиванию, а затем методом термического прессования готовили образцы для исследований. Смесь прессовали между плитками нагретого до 150° С пресса под давлением 70–80 кгс/см<sup>2</sup>. Продолжительность прессования образцов составляла 30–90 секунд (минимально необходимое время для получения пленки). В ходе проведения эксперимента процесс окисления образца прерывали, снимали ИК-спектры при комнатной температуре, а затем образцы вновь помещали в термошкафы для продолжения окисления.

Полученные пленки использовали в ИК-спектроскопических исследованиях. Спектры снимали при комнатной температуре на ИК-Фурье-спектрометре Vertex-70 (фирма Brüker, Германия). Интенсивность полос поглощения определяли как площадь пиков, определение площади (в усл.ед.) проводили, используя пакет программы OPUS 7.0.

Для анализа ИК-спектров пленок ингибированного полиэтилена использовали площади полос: 3375 см<sup>-1</sup>, 1720 см<sup>-1</sup>, 1897 см<sup>-1</sup>. Как известно [5], полоса поглощения в области 3375 см<sup>-1</sup> соответствует поглощению колебаний аминогруппы, а следовательно относится к антиоксиданту, но в этой области спектра кроме аминной группы могут поглощать гидроксогруппы, образующиеся при окислении макромолекул полимера. Полоса поглощения 1600 см<sup>-1</sup> является характеристической для ароматических структур, поэтому также относится к антиоксиданту. Полоса поглощения 1720 см<sup>-1</sup> относится к карбонильным группам окисляющегося полимера, а полоса поглощения 1897 см<sup>-1</sup> указывает на степень кристалличности исследуемых пленок полиэтилена [5].

На рисунке 1 представлены экспериментальные данные, которые показывают особенности изменения структуры образцов полиэтиленовых пленок, содержащих 0,1% мас. дифениламина, при выдерживании их в прессе в течение 30 минут.

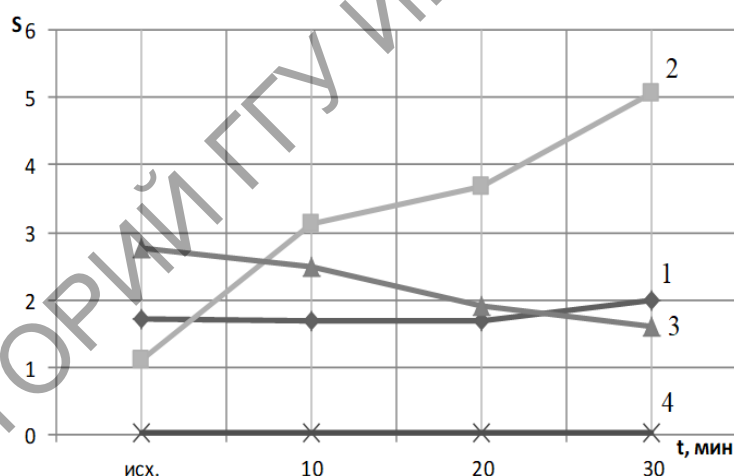


Рисунок 1 – Изменения в ИК-спектрах полиэтиленовых пленок, содержащих 0,1% дифениламина при увеличении времени прессования:

- кривая 1 – изменение площади пика полосы поглощения 3375 см<sup>-1</sup>
- кривая 2 – изменение площади пика полосы поглощения 1720 см<sup>-1</sup>
- кривая 3 – изменение площади пика полосы поглощения 1600 см<sup>-1</sup>
- кривая 4 – изменение площади пика полосы поглощения 1897 см<sup>-1</sup>

Как видно из представленных данных, с течением времени выдержки в прессе уменьшается интенсивность полосы 3375 см<sup>-1</sup> (рисунок 1, кривая 2), что указывает на расход аминных групп АО. В тоже время при испытаниях отмечается рост интенсивности полосы поглощения 1720 см<sup>-1</sup> (рисунок 1, кривая 1), значит, в композите накапливаются карбонильные группы, т.е. начинается процесс окисления полимера. В течение

всего отрезка времени выдержки в прессе не изменяется интенсивность полосы  $1897\text{ см}^{-1}$  (рисунок 1, кривая 4), значит, кристалличность полиэтилена при этом существенно не изменяется. Аналогичные изменения интенсивности полос поглощения отмечены и для образцов полиэтилена, ингибированных 0,5% дифениламина (рисунок 2, кривые 1, 2, 4). Отдельно рассмотрим изменение интенсивности полосы  $1600\text{ см}^{-1}$  в ИК-спектрах образцов. Только в образцах с концентрацией 0,5% масс. (рисунок 2, кривая 3) наблюдается уменьшение интенсивности этой полосы, что указывает на процессы расхода аминного АО. Расход АО может быть результатом его химического превращения в реакциях окисления, а также и результатом процессов его выпотевания и испарения, что показано в работе [3].

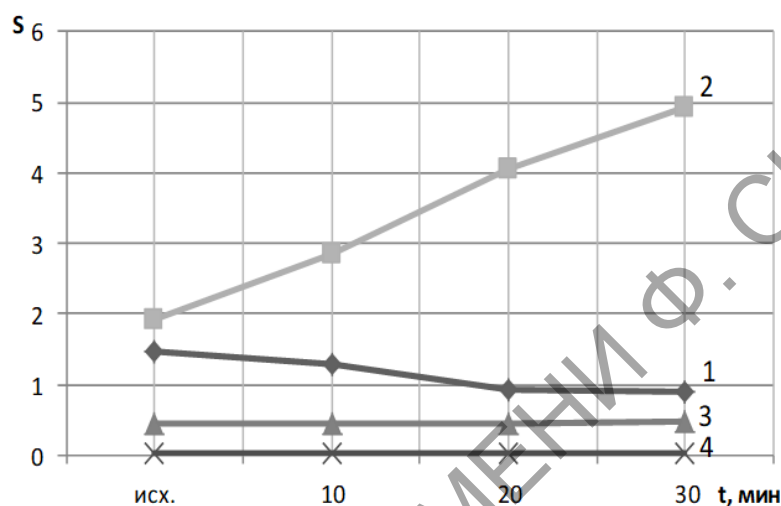


Рисунок 2 – Изменения в ИК-спектрах полиэтиленовых пленок, содержащих 0,5% дифениламина при увеличении времени прессования: кривая 1 – изменение площади пика полосы поглощения  $3375\text{ см}^{-1}$ ; кривая 2 – изменение площади пика полосы поглощения  $1720\text{ см}^{-1}$ ; кривая 3 – изменение площади пика полосы поглощения  $1600\text{ см}^{-1}$ ; кривая 4 – изменение площади пика полосы поглощения  $1897\text{ см}^{-1}$ .

На рисунках 3, 4 представлены данные, которые показывают особенности изменения структуры образцов полиэтиленовых пленок, содержащих 0,1% и 0,5% масс. дифениламина при окислении на пластинах КВг в течение 4 часов. Из представленных данных видно, что с течением времени термоиспытаний интенсивность поглощения полос  $3375\text{ см}^{-1}$  и  $1720\text{ см}^{-1}$  увеличивается (рисунки 3, 4, кривые 1, 2). Такие структурные изменения указывают на развитие процесса окисления, который сопровождается накоплением кислородсодержащих групп. Как мы видим, в пленках с низкой концентрацией дифениламина не фиксируется изменение площади полосы  $1600\text{ см}^{-1}$  (рисунок 3, кривая 3), т. к. концентрация АО слишком мала и находится на уровне чувствительности метода, но в образцах с большей концентрацией дифениламина (0,5%) мы видим снижение интенсивности полосы (рисунок 4, кривая 3), что является прямым доказательством снижения концентрации АО в полимере. Необходимо отметить, что и при большей концентрации антиоксиданта пленка оказалась более устойчивой к действию факторов температуры, давления и времени: процесс накопления кислородсодержащих групп развивается значительно медленнее, чем у аналогичных образцов с содержанием АО 0,1% масс.

В работе показано, что с течением времени прессования и времени термоокисления ингибированных полиэтиленовых пленок аминный антиоксидант претерпевает физико-химические и структурные превращения.

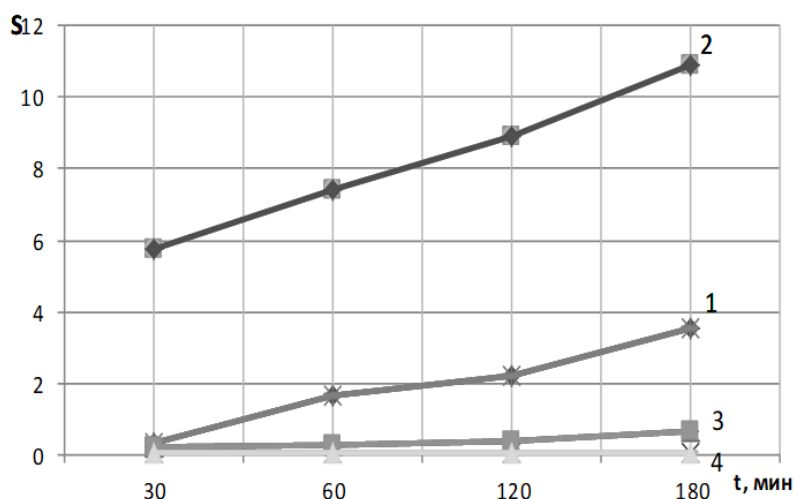


Рисунок 3 – Зависимость оптической плотности полос поглощения в ИК-спектрах полиэтиленовых пленок, содержащих 0,1% дифениламина, от времени окисления пленок при температуре 150° С на пластинах из КВг:  
 кривая 1 – изменение площади пика полосы поглощения 3375 см<sup>-1</sup>  
 кривая 2– изменение площади пика полосы поглощения 1720 см<sup>-1</sup>  
 кривая 3 – изменение площади пика полосы поглощения 1600 см<sup>-1</sup>  
 кривая 4 – изменение площади пика полосы поглощения 1897 см<sup>-1</sup>

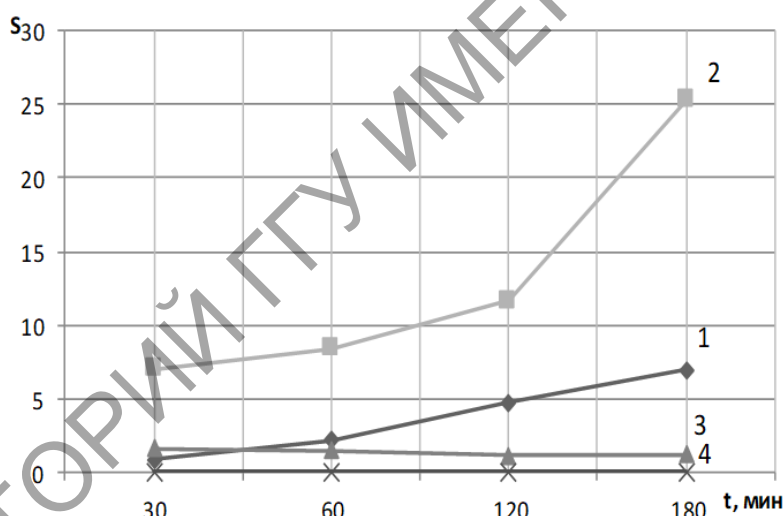


Рисунок 4 – Зависимость оптической плотности полос поглощения в ИК-спектрах полиэтиленовых пленок, содержащих 0,5% дифениламина, от времени окисления пленок при температуре 150° С на пластинах из КВг:  
 кривая 1 – изменение площади пика полосы поглощения 3375 см<sup>-1</sup>  
 кривая 2– изменение площади пика полосы поглощения 1720 см<sup>-1</sup>  
 кривая 3 – изменение площади пика полосы поглощения 1600 см<sup>-1</sup>  
 кривая 4 – изменение площади пика полосы поглощения 1897 см<sup>-1</sup>

В частности, в ИК-спектрах образцов полимерных пленок фиксируется снижение концентрации аминных групп и ароматических структур антиоксиданта, что связано с рядом физико-химических процессов: с термическим разрушением антиокислительной добавки, её улетучиванием, а также с расходом антиоксиданта в реакциях с гидропероксидными радикалами.

## Литература

- 1 Черезова, Е. Н. Старение и стабилизация полимеров / Е. Н. Черезова, Н. А. Мукменева, В. П. Архиреев. – Казань: КНИТУ, 2012. – 150 с.
- 2 Шляпников, Ю. А. Антиокислительная стабилизация полимеров / Ю. А. Шляпников, С. Г. Кирюшкин, А. П. Марьин. – М.: Химия, 1986. – 256 с.
- 3 Лин, Д. Г. Эффективность ингибирования полиэтилена при введении в него металлоксидных наполнителей / Д. Г. Лин, Е. В. Воробьева, В. М. Шаповалов // *Материалы, технологии, инструменты*. – 2015. – Т. 20, № 1. – С. 70–77.
- 4 Лин, Д. Г. Изменение эффективности ингибирования полиэтилена при диффузионном насыщении расплава полимера антиоксидантом / Д. Г. Лин, Е. В. Воробьева // *ЖПХ*. – 2017. – Т. 3, № 2. – С. 42–48.
- 5 Дехант, И. ИК-спектроскопия полимеров / И. Дехант. – М.: Химия, 1976. – 472 с.

УДК 502.211:592/.599:911.375

*Я. И. Званцов*

### ЖИВОТНЫЙ МИР ГОРОДОВ

*В данной статье анализируется животный мир городов, влияние животных на человека, отличие видового разнообразия животных городов. Представлена динамика заболеваемости животных бешенством и заболеваемости людей различными формами гельминтоза по Гомельской области и Республике Беларусь за 2014–2016 гг., а также показаны центры максимального распространения бешенства.*

Тема отношения людей и животных является одной из самых актуальных, острых и важных. На протяжении многих лет, животный мир, как и растительный, всегда окружал человека и способствовал его существованию. В результате градостроительства и увеличения роста городов, многие популяции животных и их сообщества оказались разрушенными. Части видов осваивались на новых землях или приспосабливались к городским условиям.

Если сравнивать фауну и животный мир городов, то между ними будут наблюдаться значительные отличия: бедность по видовому составу, разница в преобладающих видах. Основу животных, проживающих в городах, составляют крысы, мыши, собаки, кошки, голуби, вороны, насекомые и рыбы.

Грызуны на протяжении многих лет живут рядом с человеком. Местообитанием мышей и крыс служат нижние этажи зданий, подвалы, чердаки, места с пищевыми отходами. Они являются переносчиками опасных инфекций (бешенство, чума, трихинеллез и др.), разрушают и повреждают электрокоммуникацию. Существует колоссальный перечень методов борьбы с ними, однако даже после процедур, нацеленных на ликвидацию крыс, образуются другие экологические проблемы. После уничтожения крыс остаются клещи, которые поэтапно переселяются на людей и иных животных, ухудшая, тем самым, здоровье. Экологическая ниша крыс стремительно заполняется другими грызунами – мышами. Чтобы этого избежать, ученые разработали препараты, которые не уничтожают грызунов, а смиряют и затормаживают их способность к размножению.

Кроме этого, во всех уголках мира, в различных городах есть бездомные животные. Это – явный показатель человеческой жестокости и безразличия. Ведь чаще всего, на произвол судьбы оставляют кошек и собак. Несмотря на то, что они являются домашними животными, они несут угрозу для человека: переносят заболевания (бешенство, гельминтозы и др.) и нападают на людей. Иногда бездомные собаки создают стаи,