

- використання інноваційних методів лісозаготівлі та транспортування.
- відновлення лісових екосистем:
- проведення програм інтенсивного лісовідновлення та збільшення площ лісових екосистем.
- впровадження інвентаризаційних робіт та моніторингу стану лісових екосистем.
- розвиток альтернативних джерел доходів:
- розроблення програм розвитку екологічно чистих видів лісового бізнесу, таких як екотуризм, вирощування лікарських рослин, мед та інше.
- ефективний контроль та моніторинг:
- забезпечення систематичного моніторингу використання лісових ресурсів та побічного лісокористування з метою виявлення недоліків та недопущення незаконностей.
- посилення контролю за дотриманням встановлених нормативів та стандартів.
- розвиток ринку лісових продуктів:
- сприяння створенню конкурентного ринку лісових продуктів через підтримку лісопереробних підприємств та підвищення якості продукції.

Ці заходи можуть бути реалізовані через співпрацю урядових органів, місцевих органів самоврядування, громадських організацій та приватного сектору. Важливо також пам'ятати про необхідність балансу між використанням лісових ресурсів та їхньою охороною для забезпечення сталого розвитку цієї галузі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Лицур І.М. Еколого-економічні проблеми просторової організації лісового комплексу України: монографія / за заг. ред. Б.М. Данилишина. Київ: РВПС України НАН України, 2010. 317 с.
2. Степаненко М.А. Лісовий комплекс України у форматі сталого розвитку економіки. Проблеми модернізації лісоресурсної сфери у контексті просторового розвитку. Київ: РВПС України НАН України, 2007. С. 151–161.
3. Ткач В.П., Торосов А.С. Концептуальні підходи щодо розробки національної лісової політики України в сучасних умовах. Наукові праці: наук. збірник Лісівничої академії наук України. 2005. Вип. 4. С. 14–21.
4. Ярова І.С., Мішеніна Н.В., Пізняк Т.І. Просторовий аналіз відтворення лісоресурсного потенціалу: еколого-економічний аспект. Маркетинг і менеджмент інновацій. 2018. № 1. С. 406–418.
- 5 Коваль, Я. В., Антоненко, І. Я. Економічна (грошова) оцінка природних ресурсів лісового фонду України: теорія, методологія, методика. Київ : РВПС України НАН України, 2004. 163 с.
6. Торосов, А. С., Харченко, Ю. В. Методичні принципи застосування рентної концепції під час економічного оцінювання лісових ресурсів. Лісівництво та агролісомеліорація. 2013. Вип. 123. С. 195–200.

УДК 678.742.2:549.514/.521.61

ГАЮК Н.В., д-р філософії, **МИХАЙЛЕНКО О.В.**, кан. хім. наук, **СЕЛЕЗНЕВА О.О.**, канд. біол. наук

Білоцерківський національний аграрний університет

gayukn_14@ukr.net, alexselena@ukr.net, alexmyhkailenko@gmail.com

ДЕСТРУКЦІЯ ПОЛІЕТИЛЕНОВИХ ПЛІВОК, КОМПОЗИТНИМИ МАТЕРІАЛАМИ НА ОСНОВІ ОКСИДІВ МАНГАНУ ТА ТИТАНУ

Нагальною проблемою сьогодення є екологічна безпека, відходів полімерів різноманітного походження. Дана проблема розв'язується використанням фото(фотоелектро)каталізаторів, в тому числі на основі діоксиду титану та діоксиду мангану. Одним із перспективних шляхів утилізації поліетилену є його фотокаталітична деградація.

Ключові слова: титан діоксид, композит, поліетилен, манган діоксид, деструкція, Уф- лампа.

HAUK N.V., doctor of philosophy, **MYKHAIENKO O.V.**, candidate of chemical science, **SELEZNEVA O.O.**, candidate of biological science.

Bila Tserkva National Agrarian University

DESTRUCTION OF POLYETHYLENE FILMS, COMPOSITE MATERIALS BASED ON MANGANESE TITANIUM OXIDES

Environmental safety of polymer waste of various origins is an urgent problem today. This problem is solved by the use of photo(photoelectric) catalysts, including those based on titanium dioxide and manganese dioxide. One of the promising ways of recycling polyethylene is its photocatalytic degradation.

Key words: titanium dioxide, composite, polyethylene, manganese dioxide, destruction, UV lamp.

Структура і властивості поліетилену. Поліетилен являє собою карболанцюговий полімер ненасиченого вуглеводню олефінового ряду – етилену. Макромолекули поліетилену мають лінійну будову з невеликою кількістю розгалужень: $[-\text{CH}_2-\text{CH}_2-]_n$ і мають конформацію плоского зигзагу з періодом ідентичності 0,254 нм. Сусідні молекули знаходяться на відстані 0,43 нм один від одного [1].

Різноманітні методи дослідження показують, що поліетилен має кристалічну структуру, аналогічну структурі нормальних парафінів. Молекули поліетилену являють собою довгий ланцюг метиленових груп, які складають деяку кількість бічних груп. Чим більше бічних груп в ланцюзі полімеру і чим вони довші, тим нижче ступінь кристалічності.

Ступінь кристалічності поліетилену не досягає 100 %, поряд з кристалічною фазою завжди міститься аморфна. Співвідношення цих фаз залежить від методу отримання полімеру та умов його кристалізації [2].

У промисловості відомі три методи одержання поліетилену [3]:

1. Полімеризація етилену при високому тиску (100-350 МПа). Процес протікає при 200-300°C у розплаві в присутності ініціаторів (кисню, органічних пероксидів) за радикальним механізмом. Отриманий цим методом поліетилен має молекулярну масу 30000-500000 і ступінь кристалічності 50-60%. Макромолекули такого поліетилену мають розгалужену будову, цим пояснюється його невисока густина – 916–930 кг/м³ (менш щільне пакування макромолекул). Такий поліетилен називається поліетиленом високого тиску (ПЕВТ) або низької густини (ПЕНГ).

Поліетилен – це термопластичний матеріал, який має добрі діелектричні властивості і невелику поглинальну здатність до вологи. Він фізіологічно нейтральний, ударостійкий, не ламається і не має запаху. Володіє низькою газопроникністю і паропроникністю. Поліетилен не реагує з усіма лугами, розчинами яких би то не було солей, концентрованою фторидною і хлоридною кислот. Руйнівну дію на поліетилен проявляють 50% нітратна кислота, а також рідкі та газоподібні галогени фтор і хлор.

Поліетилен не розчиняється у органічних розчинниках при кімнатній температурі і обмежено набухає в них, але при температурі вище 70 °C набухає і розчиняється в ароматичних вуглеводнях і галогенопохідних вуглеводнів. Кращими розчинниками є ксилол, декалін, тетралін.

В атмосфері інертного газу і при нагріванні у вакуумі поліетилен дуже стійкий, але на повітрі при нагріванні він може деструктувати вже при температурі 80°C. До низьких температур (до -70°C) стійкий. Сонячна радіація та ультрафіолетові промені піддають поліетилен фотодеструкції. Поліетилен практично нешкідливий, тому що небезпечні для здоров'я людей речовини у навколишнє середовище не виділяються [4].

Отже, метою роботи було виготовлення та введення композитних матеріалів в поліетиленову плівку для деструкції. Нами використано методики одержання поліетиленової плівки, введення композитних матеріалів для фотокаталітичної деградації плівки поліетилену високого тиску (ПЕВТ) [6], яку надалі модифікували. Гранули ПЕВТ (марка 15803-020) у кількості 0,5 г розчиняли в пара-ксилолі при температурі 110 °C протягом 40 -45 хв. Після повного розчинення поліетилену готували серію зразків з добавками оксидних матеріалів. Додавали 1мас. % TiO₂ або MnO₂, а також використовували механічну суміш 50 : 50 TiO₂/MnO₂. Одержані зразки диспергували протягом 1 години в ультразвуковій ванні марки ВК – 90502 при потужності 50W. Після ультразвукової обробки розчин вносили в чашку Петрі і ставили до сушильної шафи при температурі 110 °C до повної готовності плівки, яка легко відставала від скляної підкладки. Для контролю готували чисті плівки ПЕ,

які не містять композитних матеріалів (Рис.1а). Готові ПЕ плівки зважували на аналітичних терезах. Фотокаталітичну деградацію одержаних ПЕ плівок вивчали експрес методом при опроміненні ультрафіолетовою (кварцова) лампою ОУФК в діапазоні 280 Нм, на відстані до 10 см. Для порівняння фотокаталітичної дії частину одержаних зразків утримували протягом певного часу без світла у темряві, а частину піддавали сонячному опроміненню.

У ході дослідження була оптимізована тривалість інтервалів УФ–опромінювання плівок. Від опромінення з різною тривалістю здійснено перехід до однакових проміжків часу. Це було обумовлено важко контрольованим впливом термічної деградації, що має відмінні кінетичні особливості. Після певного проміжку часу спостерігали фізичне погіршення плівок (розриви плівки з центру) та вимірювання припиняли (Рис.1б). Важливу роль відіграє колір самої ПЕ плівки (Рис. 1в). Кольори плівок залежать від наповнення плівки титаном чи манганом. Надалі при УФ-опроміненні, що супроводжується розсіюванням енергії у вигляді теплової, ефективно проходить фотокаталіз і термічне розігрівання. При підвищенні температури деструкція збільшується. [5]



Рис.1. Плівки ПЕВТ до (а) та після (б, в) УФ –опромінення.

З Рис. 1. можна зробити висновки, що при УФ-опромінуванні (однакові умови), механічна суміш TiO_2+MnO_2 , проявляє суттєво більш активну дію як фотокаталізатор, ніж MnO_2 і TiO_2 окремо.

Зростаючі темпи виробництва полімерних матеріалів сприяють дослідженням в області створення нових композиційних матеріалів, що містять наночастинки напівпровідників. Таким чином, проведення фотокаталітичної деструкції поліетиленових плівок у присутності добавок оксидних та композитних матеріалів є перспективним у вирішенні проблем деградації поліетиленових плівок високого тиску та забруднення навколишнього середовища. У ході досліджень виявлений суттєвий вплив каталізаторів з урахуванням УФ світла.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Кравцов В.С., Кравцов О.В., Бурмістр М.В. Хімія і фізика високомолекулярних сполук. Дніпропетровськ: УДХТУ, 2002. 560. 2 с.
2. Гетьманчук Ю.П., Братичак М.М. Хімія та технологія полімерів. Львів: Видавництво «Бескид Біт», 2006. 495 с.
3. Технология пластических масс / под ред. В.В. Коршака. М.: Химия, 1985. 559 с.
4. Стрєпихєєв А.А., Дерєвицкая В.А. Основныхимивысокомолекулярныхсоединений. Изд. 3-е. М.: Химия, 1976. 437 с.
5. Гаюк Н.В., Дмітрієва Є., Ковінчук І.В., Сокольський Г.В. Твердофазнафотокаталітична деструкція поліетиленових плівок оксидними матеріалами мангану та титану. Актуальні проблеми хімії, матеріалознавства та екології : матеріали I міжнародної конференції 12-14 травня 2021 р., Луцьк . 2021. С. 119–122.
6. Liu G., Liao S., Zhu D., Cui J. Solid-phase photocatalytic degradation of polyethylene film with manganese oxide OMS-2. Solid State Sciences. 2011. Vol. 33. No 13 (1). P. 88–94.