ИССЛЕДОВАНИЕ ИК-СПЕКТРЫ ПРИ ПЕРЕРАБОТКЕ ВТОРИЧНЫХ ПОЛИМЕРОВ

Бекназаров Элёр Муродович

ассистент,

Каршинский инженерно-экономический институт,

Республика Узбекистан, г. Карши

E-mail: beknazarov.elyor@mail.ru**Лутфуллаев Саъдулла Шукурович**

доцент,

Каршинский инженерно-экономический институт,

Республика Узбекистан, г. Карши

E-mail: SL_1960@mail.ru**Сайдалов Фахриддин Мурадуллаевич**

ст. преподаватель,

Каршинский инженерно-экономический институт,

Республика Узбекистан, г. Карши

STUDY OF IR SPECTRA WHEN PROCESSING SECONDARY POLYMERS

Elyor Beknazarov

Assistant,

Karshi Institute of Engineering and Economics

Republic of Uzbekistan, Karshi

Sa'dulla Lutfullayev

Associate professor,

Karshi Institute of Engineering and Economics

Republic of Uzbekistan, Karshi

Faxriddin Saydalov

Senior lecturer,

Karshi Institute of Engineering and Economics

Republic of Uzbekistan, Karshi

АННОТАЦИЯ

В статье приведены результаты опытно-испытательных работ по переработке вторичных полимеров для получения пластифицированных полимерных материалов путём их модификации. ИК-спектры полученных образцов были определены современными методами контроля и сделаны важные выводы.

ABSTRACT

The article presents the results of experimental and test work for the processing of secondary polymers to obtain plasticized polymer materials by modification. The IR spectra of the obtained samples were determined by modern control methods and important conclusions were drawn.

Ключевые слова: пластификатор, соапсток, диоктилфталат (ДОФ), ИК-спектры, природа колебаний, частота, интенсивность.

Keywords: plasticizer, stabilizer, viscous-flow indicators (MFR), thermal stability, plasticization time, soap stock, dioctyl phthalate (DOP), IR spectra, nature of vibrations, frequency, intensity.

Технология производства пластифицированных вторичных полимерных композиционных материалов путем модификации вторичных отходов полиэтилена (ПЭ), полипропилена (ПП) и поливинилхлорида

(ПВХ) в различных количественных соотношениях, а также физико-химических закономерностях, физико-механических, эксплуатационных свойств материалов при их переработке исследованы такими

учеными, как: Минскер К.С., Марьин А.П., Фатхуллаев Э., Джалилов А.Т., La Mantia F.P., Кирш И.А., Чалых Т.И., Алиев А.Д., Помогова Д.А., В.Н. Кулезнев, Кербер М.Л., Виноградов В.М., Головкин Г.С., Быстров Г.А., Буряк В.П., В.В.Ананьев, Крыжановский В.К., Куперман А.М., Ханс Цвайфель, Рольф До Маер, Михаэль Шиллер.

Однако механизмы влияния на физико-химические, технологические и эксплуатационные свойства полимерных композиционных материалов при переработке полимерных смесей с целью производства пластифицированных вторичных материалов путем смешения полимерных отходов с разным химическим составом и природой изучены недостаточно.

Известно, что физико-механические свойства материалов, получаемых на основе вторичных отходов ПЭ, ПП и ПВХ, существенно зависят от природы используемых пластификаторов. По сравнению с непластифицированным полимерным материалом процесс пластификации в достаточной степени смягчает материал и увеличивает его абсолютную остаточную деформацию. При сравнении непластифицированных и фталатных пластификаторов с пластифицированным полимерным материалом их водонепроницаемость, прочность и относительное удлинение при разрыве резко различаются. Таким образом, фталатные пластификаторы, включая диоктилфталат (ДОФ) и соапсток, демонстрируют отличные

физико-механические и технологические показатели для вторичных материалов на основе ПВХ и смешанных вторичных материалов.

Результаты наших исследований показывают, что ДОФ и соапсток являются наиболее эффективными пластификаторами при переработке вторичных полимерных материалов, и их содержание (массовая доля) является самым эффективным показателем по сравнению с другими пластификаторами при добавлении в диапазоне до 10-12%.

В работе в качестве пластификатора для полимеров, в том числе ПВХ, использовался соапсток из хлопка и ДОФ. Учитывая, что в настоящее время ПВХ-сырье производится на производственном предприятии «Навоиазот» (с 28 декабря 2019 г.), вопрос пластификации первичного и вторичного сырья на основе ПВХ является очень актуальным.

Ниже приведены результаты исследований ИК-спектров вторичных отходов ПЭ, ПП и ПВХ.

Исследование ИК-спектров вторичных отходов ПЭ, ПП и ПВХ. В данном исследовании в качестве пластификатора для пластификации вторичных полимерных отходов, использовалась смеси соапсток (отход местных масло-жировой промышленности) и диоктилфталат [1].

1. Первоначально для исследования изучали ИК-спектр образца вторичного ПВХ на спектрофотометре Specord-75UR на длине волны 500–4000 см⁻¹ и результаты представлены ниже в таблице-1:

Рисунок 1. ИК-спектр вторичного ПВХ

Таблица 1.

Характерные частоты вторичного ПВХ, принадлежащих к важным группам в ИК-спектре

Природа колебаний	Частота, см ⁻¹	Интенсивность
$\nu_{\text{CH}_2}^{\text{as}}$	2914,44	сильный
$\nu_{\text{CH}_2}^{\text{s}}$	2846,93	сильный
$\delta_{\text{CH}_2}^{\text{s}}$	1462,04	В среднем
δ_{CH}	1435,04	В среднем
$\gamma_{\text{C-C}}$	873,75	В среднем
$\gamma_{\text{C-Cl}}$	719,45	В среднем

Прежде всего, для исследования и сравнения был получен ИК-спектр вторичного ПВХ. В таблице-1 показаны значения асимметричных и симметричных

валентных колебаний, характерных для групп CH₂, CH, C-C, C-Cl во вторичном ПВХ.

2. Затем был получен ИК-спектр образца соапстока на рисунке -2 ниже:

Рисунок 2. ИК-спектр саопстока

Таблица 2.

Характерные частоты саопстока, принадлежащих к важным группам в ИК-спектре

Природа колебаний	Частота, см ⁻¹	Интенсивность
ν_{OH} (связанный)	3371,57	сильный, в среднем
$\nu_{\text{CH}_2}^{\text{as}}$	2922,16	сильный
$\nu_{\text{CH}_2}^{\text{s}}$	2852,72	сильный, в среднем
$\nu_{\text{C}=\text{C}}$	1645,28	в среднем, слабый
$\nu_{\text{C}=\text{C}}$ (двойной связь в ароматическом кольце)	1548,84	в среднем, слабый
δ_{CH} (ароматический)	1463,97	в среднем, слабый
δ_{OH}	1406,11	в среднем
$\nu_{\text{CO}}^{\text{as}}$ (-C-O-H)	1085,99	в среднем, слабый
$\nu_{\text{CO}}^{\text{s}}$ (-C-O-H)	1053,13	в среднем, слабый
δ_{CH} (алкен)	993,34	слабый

В эксперименте-2 получали ИК-спектр саопстока. В таблице-2 показаны значения асимметричных и симметричных валентных колебаний, характерных для групп CH_2 , CH (ароматический), CH (алкен), $\text{C}=\text{C}$, CO , $\text{C}=\text{C}$ (двойной связь в ароматическом

кольце), OH (связанный) и другие группы в саопстоке.

3. ИК-спектр образца саопстока 1:0,3 м.ч. с вторичным ПВХ был получен на рисунке-3 ниже:

Рисунок 3. ИК-спектр ПВХ+саопсток (0,3 м.ч.)

Таблица 3.

Характерные частоты вторичного ПВХ+саопстока (0,3 м.ч.), принадлежащих к важным группам в ИК-спектре

Природа колебаний	Частота, см ⁻¹	Интенсивность
ПВХ $\nu_{\text{CH}_2}^{\text{as}}$	2918,30	сильный
ПВХ $\nu_{\text{CH}_2}^{\text{s}}$	2848,86	сильный
Саопсток $\nu_{\text{C}=\text{C}}$	1741,72	сильный
Саопсток $\nu_{\text{C}=\text{C}}$ (двойной связь в ароматическом кольце)	1558,48	сильный
ПВХ $\delta_{\text{CH}_2}^{\text{s}}$	1462,04	в среднем
ПВХ δ_{CH}	1444,68	в среднем

Соапсток δ_{OH}	1423,47	в среднем
Для групп $\nu_{\text{CO}}^{\text{as}}$ (-с-о-н) соапстока	1109,07	слабый
Для групп $\nu_{\text{CO}}^{\text{s}}$ (-с-о-н) соапстока	1053,13	слабый
Соапсток δ_{CH} (алкен)	923,90	слабый
ПВХ $\gamma_{\text{C-C}}$	873,75	слабый
ПВХ $\gamma_{\text{C-Cl}}$	719,45	в среднем, слабый
Соапсток $\delta_{\text{=CH}}$	698,23	в среднем, слабый

При смешивании вторичным ПВХ со соапстоком в соотношении 1:0,3 м.ч. значения асимметричных и симметричных валентных колебаний ($\nu_{\text{CH}_2}^{\text{as}}$), характерных для группы CH_2 в ПВХ, находятся в диапазоне от 2914,44 cm^{-1} до 2918,30 cm^{-1} , а симметричные колебания ($\nu_{\text{CH}_2}^{\text{s}}$) от 1846,93 cm^{-1} до 2848,86 cm^{-1} видно, что в соответствующем области батахром сдвигался.

Точно так же валентное колебание ($\nu_{\text{C=C}}$) двойной связи $\text{C}=\text{C}$ в соапстоке составляет от 1645,28 cm^{-1} до 1741,72 cm^{-1} , а колебание валентности ароматического кольца-специфичной двойной связи составляет $\nu_{\text{C=C}}$ (двойная связь в ароматическом кольце) от 1548,84 cm^{-1} батахром сдвигается до 1558,48 cm^{-1} [2].

4. Теперь для сравнения был получен ИК-спектр образца вторичного ПЭ на рис.-4 ниже:

Рисунок 4. ИК-спектр вторичного ПЭ

Таблица 4.

Характерные частоты вторичного ПЭ, принадлежащих к важным группам в ИК-спектре

Природа колебаний	Частота, cm^{-1}	Интенсивность
ПЭ $\nu_{\text{CH}_2}^{\text{as}}$	2920,30	сильный
ПЭ $\nu_{\text{CH}_2}^{\text{s}}$	2846,93	сильный
$\delta_{\text{CH}_2}^{\text{s}}$	1471,69	в среднем
ПЭ $\gamma_{\text{C-C}}$	729,09	слабый

5. Получена ИК-спектр образца вторичного ПЭ

+ соапсток в соотношение 1:0,3 м.ч. на рис.-5 ниже:

Рисунок 5. ИК-спектр вторичного ПЭ + соапсток (0,3 м.ч.)

Таблица 5.

**Характерные частоты вторичного ПЭ+соапстока (0,3 м.ч.),
принадлежащих к важным группам в ИК-спектре**

Природа колебаний	Частота, см ⁻¹	Интенсивность
ПЭ $\nu_{\text{CH}_2}^{\text{as}}$	2918,30	сильный
ПЭ $\nu_{\text{CH}_2}^{\text{s}}$	2848,86	сильный
Соапсток $\nu_{\text{C}=\text{C}}$	1634,01	слабый
Соапсток $\nu_{\text{C}=\text{C}}$ (двойной связи в ароматическом кольце)	1551,2	слабый
ПЭ $\delta_{\text{CH}_2}^{\text{s}}$	1444,68	в среднем
Соапсток δ_{OH}	1423,47	в среднем
Для групп $\nu_{\text{CO}}^{\text{as}}$ (-с-о-н) соапстока	1103,28	слабый
Для групп $\nu_{\text{CO}}^{\text{s}}$ (-с-о-н) соапстока	1053,13	слабый
Соапсток δ_{CH} (алкен)	923,90	слабый
ПЭ $\gamma_{\text{C}-\text{C}}$	823,60	слабый
Соапсток $\delta_{=\text{CH}}$	698,23	в среднем, слабый

В эксперименте-5 был получен ИК-спектр вторичного ПЭ + соапсток 0,3 м.ч. При смешивании вторичный ПЭ со соапстоком в соотношении 1:0,3 значения асимметричных и симметричных валентных колебаний ($\nu_{\text{CH}_2}^{\text{as}}$), характерных для группы CH_2 в ПЭ, находятся в диапазоне от 2920,30 см⁻¹ до 2848,86 см⁻¹, а значения симметричных колебаний ($\nu_{\text{CH}_2}^{\text{s}}$) от 2846,93 см⁻¹ до 2848,86 см⁻¹ видно, что в соответствующем области батхром сдвигался.

Точно так же валентное колебание ($\nu_{\text{C}=\text{C}}$) двойной связи $\text{C}=\text{C}$ в соапстоке составляет от 1645,28 см⁻¹ до 1634,01 см⁻¹, а колебание валентности ароматического кольца специфического двойной связи составляет $\nu_{\text{C}=\text{C}}$ (двойное в ароматическом кольце) составляет от 1548,84 см⁻¹ батхром сдвигается до 1551,2 см⁻¹.

6. Получена ИК-спектр образца вторичного ПП на рис.-6 ниже:

Рисунок 6. ИК-спектр вторичного ПП

Таблица 6.

Характерные частоты вторичного ПП, принадлежащих к важным группам в ИК-спектре

Природа колебаний	Частота, см ⁻¹	Интенсивность
ПП $\nu_{\text{CH}}^{\text{as}}$	2949,16	сильный
ПП $\nu_{\text{CH}}^{\text{s}}$	2939,15	сильный
ПП $\nu_{\text{CH}_2}^{\text{as}}$	2866,22	в среднем
ПП $\nu_{\text{CH}_2}^{\text{s}}$	2837,29	в среднем
ПП $\nu_{\text{CH}_3}^{\text{as}}$	1456,26	в среднем
ПП $\nu_{\text{CH}_3}^{\text{s}}$	1456,26	в среднем
ПП $\delta_{\text{CH}_3}^{\text{as}}$	1375,25	сильный
ПП $\delta_{\text{CH}_3}^{\text{s}}$	1359,82	слабый
ПП $\nu_{\text{CH}}^{(\text{CH}_3)}$	1263,37	слабый
ПП $\nu_{\text{CH}}^{(\text{CH}_2)}$	1166,93	слабый
ПП $\nu_{\text{CH}}^{(\text{CH})}$	1101,35	слабый
ПП $\delta_{\text{CH}}^{(\text{CH}_3)}$	1024,20	слабый
ПП $\delta_{\text{CH}}^{(\text{CH}_2)}$	997,20	слабый
ПП $\delta_{\text{CH}}^{(\text{CH})}$	972,12	слабый
ПП $\nu_{\text{CH}_2-\text{CH}}$	840,96	слабый
ПП $\nu_{\text{CH}_3-\text{CH}}$	808,17	слабый

7. Инфракрасный спектр эксперимента вторичного ПП с соапстоком в соотношении 1: 0,3 м.ч. был получен на рис.-7 ниже:

Рисунок 7. ИК-спектр ПП + соапсток (0,3 м.ч.)

Таблица 7.

Характерные частоты вторичного ПП+соапстока (0,3 м.ч.), принадлежащих к важным группам в ИК-спектре

Природа колебаний	Частота, см ⁻¹	Интенсивность
ν_{OH} (связанный)	3381,67	слабый
ПП ν_{CH}^{as}	2949,16	сильный
ПП ν_{CH}^s	2939,15	сильный
ПП +соапсток $\nu_{CH_2}^{as}$	2866,22	в среднем
ПП +соапсток $\nu_{CH_2}^s$	2839,22	в среднем
ПП +соапсток $\nu_{C=C}$	2360,87	в среднем, слабый
ПП +соапсток $\nu_{C=C}$ (Ar)	2341,58	в среднем, слабый
ПП $\nu_{CH_3}^{as}$	1456,26	в среднем
ПП $\delta_{CH_3}^{as}$	1375,25	сильный
ПП $\nu_{CH}^{(CH_2)}$	1166,93	слабый
ПП $\delta_{CH}^{(CH_2)}$	997,20	слабый
ПП $\delta_{CH}^{(CH)}$	972,12	слабый
ПП +соапсток δ_{CH} (алкен)	898,83	слабый
ПП ν_{CH_2-CH}	840,96	слабый
ПП ν_{CH_3-CH}	808,17	слабый

В эксперименте -7 был получен ИК-спектр вторичный ПП + соапсток 0,3 м.б. Когда соапсток смешивается со вторичным ПП в соотношении 1:0,3 м.ч. можно видеть, что значения симметричных валентных колебаний ($\nu_{CH_2}^{as}$), характерных для группы CH_2 , в ПП сдвигаются батрахром с 2837,29 см⁻¹ до 2839,22 см⁻¹. Следовательно, специфические для группы OH валентные колебания (ν_{OH}) в соапстоке проявлялись с сильным широким сигналом в диапазоне 3381,67 см⁻¹, указывающим на наличие широкой водородной связи с водородными связями сдвигом батрахрома в сигнале 3371,57 см⁻¹. Видно, что эти изменения в макромолекуле увеличивают связи взаимодействия (диполь-дипольные, электростатические и водородные связи) между молекулами полипропилена, полиэтилена, ПВХ и соапстока.

По результатам проведенного эксперимента можно сделать вывод, что основной причиной улучшения физико-механических свойств молекул полимера при переработке пластифицированных (1: 0,3 м.ч.) смесей вторичного полиэтилена, полипропилена и ПВХ является полное смешение соапстока и молекул ДОФ с молекулами полимера, а также образование диполь-дипольных, электростатических, водородных связей и физических эффектов можно увидеть из изменений, которые происходят на пиках в приведенных выше спектрах.

Смеси вторичного полиэтилена, полипропилена и ПВХ со соапстоком и ДОФ в соотношение 1: 0,3 м.ч. является оптимальным рецептом, по которому можно производить разные пластифицированные полимерные изделия и использовать их в технических целях.

Список литературы:

1. С.Ш. Лутфуллаев. Разработка и исследование свойств термостабилизаторов для поливинилхлорида на основе вторичных модифицированных продуктов // т.ф.н. дисс... Тошкент. 2010.-120 б.
2. Т.К. Юнусов, У.Н. Зайнутдинов, К.У. Утениязов, Ш.И. Салихов. Кимёда физикавий усуллар. Тошкент, "Университет", 2007.
3. АХ Нарзуллаев, ХС Бекназаров, АТ Джаилилов, ЭН Нуркулов Применение новых азот и фосфорсодержащих ингибиторов коррозии на основе вторичного сырья Минск, 9-11 января 2019 г. – Минск : БГТУ, 2019. - С. 364-366.