

Розраховано оптичні спектри кристала Na_2SO_4 з використанням матричних елементів дипольних переходів. Отримано спектр дійсної та уявної частин діелектричної функції $\epsilon_1(\omega)$ та $\epsilon_2(\omega)$. Показано, що в області малих енергій діелектрична функція плавно зростає. Зі спектрів діелектричної функції отримано спектр відбивання $R(\omega)$, показник заломлення $n(\omega)$ та коефіцієнт поглинання $\alpha(\omega)$.

За допомогою спектрофотометра СФ-46 проведено дослідження спектрів пропускання кристала Na_2SO_4 . У якості джерела світла використано лампу ДДС-30. З використанням спектроскопічних методів проведено дослідження двопроменезаломлюючих властивостей кристала Na_2SO_4 в оптичній ділянці спектру за кімнатної температури.

Подяки: Результати, представлені в цій роботі, отримані за підтримки Міністерства освіти і науки України в рамках проєкту молодих вчених 0123U100599 «Нові моно-, полі-, нанокристалічні матеріали подвійного призначення для акумуляторів, накопичувачів водню, сенсорної техніки та електроніки».

1. S. Zhu, Y. Sun, K. Li, Y. Dang, X. Guan, Journal of Power Sources, 597, 234150 (2024).
2. W. Huang, G. Zhou Journal of Molecular Liquids, 397, 124157 (2024).
3. F. Omer, Y. Abdulla, A. Noh, Brazilian Journal of Radiation Sciences, 12, 1, e2322, (2024).
4. M. Ya. Rudysh, Materials Science in Semiconductor Processing, 148, 106814 (2022).
5. M. Ya. Rudysh, I. A. Pryshko, P. A. Shchepansky, V. Yo. Stadnyk, R. S. Brezvin, Z. O. Kogut, Optik. 269, 169875 (2022).
6. M. Ya Rudysh, M.G. Brik, V. Yo. Stadnyk, R.S. Brezvin, P.A. Shchepanskyi, A. Fedorchuk, O.Y. Khyzhun, I.V. Kityk, M. Piasecki, Physica B: Physics of Condensed Matter. 528, 37–46 (2018).

УДК 678.549

ВПЛИВ ПОПЕРЕДНЬОЇ ТЕРМІЧНОЇ ОБРОБКИ КОМПОЗИЦІЇ НА СТРУКТУРУВАННЯ БІОКОМПОЗИТІВ О.Л. Садова, В.П. Кашицький, М.І. Вишинський

*Луцький національний технічний університет, м. Луцьк, вул. Львівська, 75,
o.sadova@lntu.edu.ua*

Для розробки біокомпозитних матеріалів найбільш широко використовуваними біополімерами є полі(молочна кислота) (PLA), ефіри целюлози, полігідроксикапролати (PHA) крохмаль [1]. Значний інтерес викликають біокомпозити на основі крохмального в'язучого та целюлозних волокон як екологічно чисті матеріали та біорозкладні відновлювані ресурси для сталого розвитку [2]. Целюлоза широко використовується в біокомпозитах завдяки доступності сировини, біосумісності та екологічності. Структура целюлози є високоорганізованою, із складеними ланцюгами, які забезпечують стабільність і міцність композитного матеріалу [3]. Основними проблемами широкого впровадження композитів на основі крохмального в'язучого є короткотривала стабільність, низька водостійкість, погіршення механічних властивостей через поглинання вологи та відносно швидкий біорозклад [4]. Використання вторинних сільськогосподарських продуктів, зокрема соломи, може підвищити конструкційну міцність біокомпозитів на основі природних матриць і одночасно зменшити негативний вплив на навколишнє середовище [5].

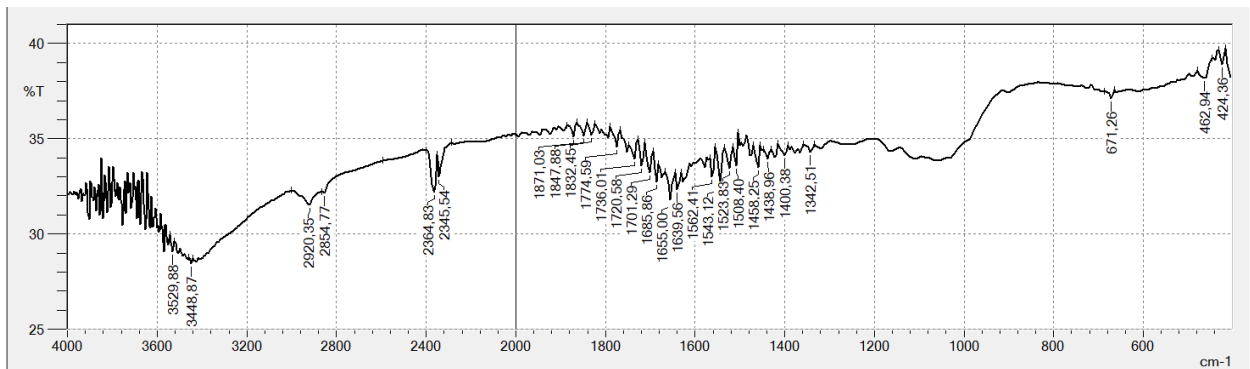
В якості наповнювача для формування біокомпозитів використано подрібнені стебла соломи фракцією 0,7 мм. Вміст наповнювача становив 150 мас. ч. В якості матриці використано водний розчин кісткового клею. До попередньо підсушеного наповнювача додавали водний розчин кісткового клею і змішували. Окремо дозували 11 г композиції [6] і поміщали в сушильну шафу за температури 50 °С з метою видалення надлишкової вологи, яка потрапляє в матеріал. Біокомпозитні зразки отримували методом пресування. Термічну

обробку біокомпозитів проводили у формі, яка полягала у витримці протягом 2 год за температури 150 °С. Охолодження зразків проводили у формі на спокійному повітрі.

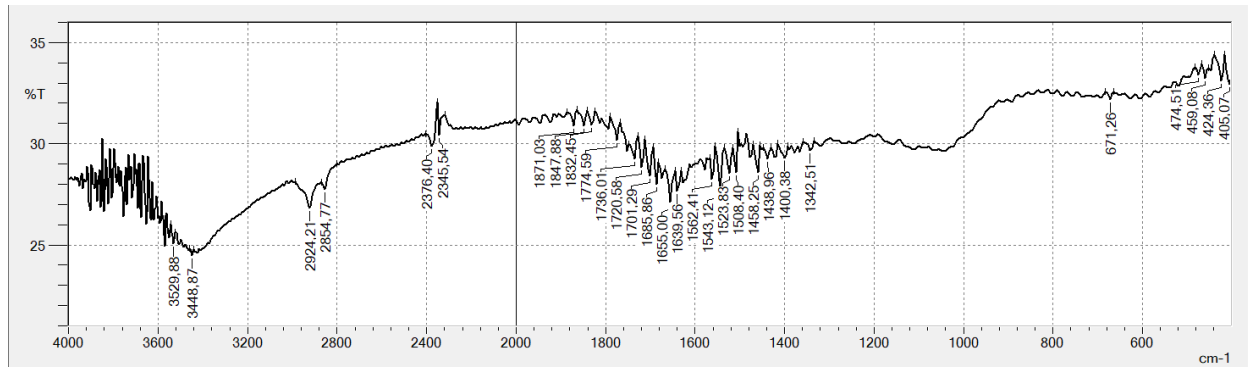
На ІЧ-спектрограмах біокомпозитів (рис. 1) виявлено складні спектри смуг поглинання в області частот 1300-2000 cm^{-1} , що вказує на високий ступінь зшивання полімерної матриці з наповнювачем. В даній області для біокомпозиту без підсушування композиції зафіксовані наступні смуги поглинання (рис. 1, а): за частот 1458,25 cm^{-1} (оптична густина $D=0,475$), 1543,12 cm^{-1} (оптична густина $D=0,486$), 1655,00 cm^{-1} (оптична густина $D=0,498$), 1701,29 cm^{-1} (оптична густина $D=0,479$), 1774,59 cm^{-1} (оптична густина $D=0,461$).

Для біокомпозитів із підсушування композиції найбільш виражені смуги поглинання на ІЧ-спектрограмах (рис. 1, б) за аналогічних частот: 1458,25 cm^{-1} (оптична густина $D=0,544$), 1543,12 cm^{-1} (оптична густина $D=0,558$), 1655,00 cm^{-1} (оптична густина $D=0,567$, півширина $b=11,58 \text{ cm}^{-1}$), 1701,29 cm^{-1} (оптична густина $D=0,547$), 1774,59 cm^{-1} (оптична густина $D=0,520$). Біокомпозитні матеріали без підсушування композиції характеризуються меншими оптичними густинами та більшими площами піків. Це вказує на більш повне зшивання біополімерної матриці з наповнювачем для біокомпозитів з попереднім підсушуванням композиції порівняно з біокомпозитами без підсушування композиції, що підтверджується отриманими вищими результатами міцності на стискання для даних матеріалів. Отримані смуги поглинання свідчать про присутність деформаційних коливань О-Н-, С-Н, N-Н-груп та валентних коливань подвійних зв'язків -C=C-, -C=O-, -N=O та -C=N, кількість яких зростає під час термічної обробки.

В області вищих частот зафіксовані смуги поглинання для біокомпозитів без підсушування композиції за частот 2345,54 cm^{-1} (оптична густина $D=0,481$), 2364,83 cm^{-1} (оптична густина $D=0,492$), 2920,35 cm^{-1} (оптична густина $D=0,501$). Для біокомпозитів з підсушуванням композиції виявлено зміщення смуг поглинання в даній області: за частот 2376,40 cm^{-1} і 2924,21 cm^{-1} , які характеризується вищими оптичними густинами $D=0,524$ і $D=0,571$ та меншими площами піків. Виявлені смуги коливань за даних частот вказують на наявність валентних коливань -C≡C- та -C≡N-, а також метиленової групи CH_2 . Це вказує на активізацію процесів зшивання між полімерним в'язучим та наповнювачем, а також наявність непрореагованих функціональних груп у біокомпозиті з підсушуванням композиції внаслідок недостатнього змочування біополімерним в'язучим поверхонь волокнистого наповнювача.



а



б

Рис. 1. ІЧ-спектрограми біокомпозитів без підсушування (а) та з підсушуванням (б) композиції до втрати вологи 25% за масою

Біокомпозитні матеріали без підсушування композиції характеризуються меншими оптичними густинами та півшириною піків, що вказує на більш повне зшивання біополімерної матриці з наповнювачем для біокомпозитів з попереднім підсушуванням композиції порівняно з біокомпозитами без підсушування композиції.

1. Akter M., Uddin Md.H., Tania I.Sh. Biocomposites based on natural fibers and polymers: A review on properties and potential applications. 41(17-18). DOI: [10.1177/07316844211070](https://doi.org/10.1177/07316844211070)

2. Boudjema H.L., Bendaikha H. Composite materials derived from biodegradable starch polymer and Atriplex halimus fibers. e-Polymers. 15(6). 2015. DOI: [10.1515/epoly-2015-0118](https://doi.org/10.1515/epoly-2015-0118)

3. Gurunathan T., Mohanty S., Nayak S.K. A review of the recent developments in biocomposites based on natural fibres and their application perspectives. Composites Part A Applied Science and Manufacturing. 77. 2015. 1–25. DOI: [10.1016/j.compositesa.2015.06.007](https://doi.org/10.1016/j.compositesa.2015.06.007)

4. Satyanarayana K.G., Arizaga G.C., Wypych F. Biodegradable composites based on lignocellulosic fibers – An overview, Prog. Polym. Sci., 367(1). 2009. pp. 204-210.

5. Jerman M., Dušek J., Böhm M., Černý R. Composite material based on rape straw and environmentally friendly adhesive. AIP Conference Proceedings 2343(1), 2021. DOI: [10.1063/5.0047731](https://doi.org/10.1063/5.0047731)

6. Кашицький В.П., Садова О.Л., Вишинський М.І., Мисковець С.В. Формування глютинових біокомпозитних матеріалів, наповнених подрібненими стеблами зернових культур / Вісник Вінницького політехнічного інституту. 1(166). Вінниця. 2023. С. 65-71.

RELEVANCE OF MODIFICATION OF MATERIALS FOR MODERN ELECTRONICS BY PROTON BEAMS

Ya.A. Saidimov¹, R.F. Rumi², F.B. Umarov³

¹Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Senior Researcher, Head of Laboratory,

²Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Senior Researcher, Head of Laboratory, ³Basic Doctoral Candidate.

^{1,2,3}Research Institute of Semiconductor Physics and Microelectronics at the National University of Uzbekistan named after M. Ulugbek (Tashkent), Uzbekistan.

"Research conducted in recent years indicates the potential of irradiating silicon with light ions (hydrogen, helium) to form special properties of the material that are unattainable by traditional methods [1]. Such silicon processing is promising for the development of a number of semiconductor technologies, in particular, in the manufacture of PIN photodiodes with improved characteristics [2].