

ЛЕГОВАНІ СІРКОЮ НАНОСТРУКТУРОВАНІ ПЛІВКИ ЙОДИДУ МІДІ У ЯКОСТІ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ ХЕМІРЕЗИСТИВНИХ ДАТЧИКІВ АМІАКУ

Федоненко Д.Ю.¹, Ключко Н.П.¹, Петрушенко С.І.^{2,3},
Дукаров С.В.², Сухов В.М.²

¹ *Національний технічний університет*

«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

² *Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна, м. Харків*

³ *Технічний університет у Ліберці, м. Ліберець, Чеська Республіка*

Нами розроблено експериментальні зразки тонкоплівкових хемірезистивних датчиків, що працюють при кімнатній температурі і є придатними для вибіркового виявлення в режимі реального часу аміаку у подиху людини з метою діагностики та моніторингу захворювань. Наноструктуровані плівки йодиду міді товщиною ~ 1 мкм, що містили ~ 2 ат. % або ~ 8 ат.% сірки, відповідно, плівки CuI і CuI:S, осаджували рідиннофазним автоматичним методом SILAR на тверді скляні підкладки та на гнучкі поліетиленові стрічки. Перевагами легованого сіркою йодиду міді є його біосумісність і той факт, що він виготовляється з широкодоступних матеріалів. Коли розчини під час осадження мали температуру 20°C , отримували масиви нанопластівців CuI:S з низькою електропровідністю $0,05 \text{ См}\cdot\text{см}^{-1}$ і порівняно малою реакцією на невеликі концентрації аміаку. При незначному нагріванні розчинів до 30°C вдалося отримати (111)-текстуровану тонку плівку йодиду міді на скляній підкладці, нанокристалічні зерна якої мали трикутну форму з довільною орієнтацією в площині, містили ~ 8 ат.% S і мали електропровідність 22 См см^{-1} . Ця наноструктурована плівка CuI:S продемонструвала найкращу селективну чутливість до низьких концентрацій аміаку у виді відносного збільшення електричного опору ~ 50 під впливом $3 \text{ млн}^{-1} \text{ NH}_3$. Електропровідності нанесених на поліетиленові підкладки плівок з трикутними зернами становили $0,02 \text{ См см}^{-1}$ для плівки CuI з 2-3 ат.% S і зростали до $0,3 \text{ См см}^{-1}$ зі збільшенням кількості сірки до ~ 7 ат.% в CuI:S за рахунок наявності додаткових мілких акцепторів S_1 . За даними енергодисперсійного рентгенівського аналізу, існують значні відмінності між поверхневим і середнім складом плівок. Плівки CuI:S і CuI є незначно збагаченими Cu, але їхні поверхні мають високий вміст йоду. Вплив водяної пари, ацетону та етанолу на відгук датчиків аміаку є незначним через специфічну хімічну взаємодію йодиду міді з аміаком. Висока провідність плівок дозволяє датчикам видавати інтенсивні сигнали, що перевищують рівень виявлення, обмежений шумом, навіть при концентраціях NH_3 нижче 1 млн^{-1} . Межа виявлення аміаку розробленими датчиками $\approx 0,15 \text{ млн}^{-1} \text{ NH}_3$ вдвічі нижча за типовий рівень аміаку у подиху здорової людини. Їх чутливість до аміаку та час відгуку/відновлення є одними з найкращих для хемірезистивних датчиків, що працюють при кімнатній температурі. Використання низької напруги зміщення 1 В для роботи при кімнатній температурі дозволяє інтегрувати розроблені нами датчики аміаку зі смартфонами, надаючи їм автономність.