

Рисунок 2 – Зависимости величины перепада давления от времени на фильтрах: нижняя сплошная линия – «Грифтекс» до стекломата, верхняя – после.

Литература

1. ТУ 6-11-541-83 с изм. 1-4. Маты из супертонкого стеклянного штапельного волокна марки МБ-СТВ. – Новгород: НЗСВ, 1983. – 9 с.
2. ТУ 6-05-1884-80. Лаки фторопластовые и фторопласто-эпоксидные холодного и горячего отверждения. – Москва: ЦНИИТС, 1980. – 16 с.
3. Гарбарук, В. Ю. Методика определения эффективности фильтрующих элементов для очистки газов от масляного тумана / В. Ю. Гарбарук. – Новые функциональные материалы, современные технологии и методы исследования, VI Республиканская научно-техническая конференция молодых ученых, посвящённая памяти члена-корреспондента НАН Беларуси С. С. Песецкого, 2020. – С. 88-89.
4. ТУ 2568-411-05795731-2008. Материал фильтрующий ФПП 15-1,5. – Пермь: АО «Сорбент», 2008. – 12 с.

Д. Ч. Гвоздовский, М. С. Баранова
(БГУИР, Минск)

Науч. рук. **В. Р. Стемпичий**, канд. техн. наук, доцент

ПОВЕРХНОСТНЫЕ ПЛАЗМОН-ПОЛЯРИТОННЫЕ ВОЛНЫ НА ГРАНИЦЕ РАЗДЕЛА «ГРАФЕН / ДИЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ПОДЛОЖКА»

Основной идеей наноплазмоники является использование поверхностных плазмонных волн (ППВ), которые индуцируются возбуж-

денными зарядами посредством оптического излучения. ППВ существуют на границе раздела диэлектрика и проводника. Данное физическое явление может применяться в качестве различных приложений: химические сенсоры, рамановская спектроскопия с поверхностным усилением (способной обнаруживать одиночную молекулу), оптимизация ячейки солнечного элемента для повышения КПД. Одна из наиболее привлекательных особенностей ППВ заключается в том, что они концентрируют и направляют электромагнитное излучение на субволновых масштабах.

Поверхностные плазмоны (ПП) представляют собой связанные колебания электромагнитного поля и электронов проводимости, распространяющиеся вдоль поверхности проводника. Их можно интерпретировать как электромагнитные волны, захваченные поверхностью металла вследствие взаимодействия со свободными электронами. В ходе этого взаимодействия электроны проводимости коллективно реагируют на электромагнитное воздействие, осциллируя в резонансе со световой волной.

Наиболее распространенными механизмами возбуждения плазмонных волн являются: ослабленное полное отражение, рассеяние на топологическом дефекте на поверхности проводника и брэгговское рассеяние с использованием дифракционных решеток или периодической гофрировки. В графене длина волны ППВ может быть примерно в 40 раз короче, чем длина волны падающего излучения в свободном пространстве. Также графен обладает сильным плазмонным откликом в ТГц диапазоне частот при комнатной температуре.

В [1-3] экспериментально и теоретически изучено распространение поверхностных плазмон-поляритонных волн (ПППВ) на границе раздела двух сред: графена и диэлектрической подложки. ПППВ проявляют сильную волновую локализацию, умеренную потерю энергии, а их частота может изменяться посредством внешнего электромагнитного поля или химического легирования. В отличие от металлических сред, на границе которых распространение волн ППП происходит в диапазоне инфракрасного и оптического спектра, графен обеспечивает распространение волн в терагерцовом диапазоне. В [4] предложена конструкция плазмонной графеновой наноантенны. Показано, что габаритные размеры таких устройств могут измеряться в нанометрах, но при этом иметь диапазон резонансных частот в терагерцовом диапазоне. Таким образом, гетероструктура, которая состоит из графена и диэлектрической подложки может быть функциональной частью наноантенны, которая базируется на ПППВ, что поз-

воляет при нанометровых геометрических размерах иметь терагерцовый диапазон рабочих частот.

Условием существования ПП на плоской границе двух сред является отрицательное значение диэлектрической или магнитной проницаемости [5]. Исследование возможности реализации в планарной периодической структуре на основе графеновых монослоев и диэлектрической подложки поверхностных волн сводится к поиску частотных областей, где действительная часть эффективной диэлектрической проницаемости принимает значения меньше нуля.

На рисунке 1 представлены результаты моделирования оптических свойств, в частности диэлектрической проницаемости, слоистой структуры на основе графена и диэлектрической подложки SiO₂. Поскольку предметом исследований является ПППВ, то интерес представляют компоненты действительной части по xx- и yy-направлениям.

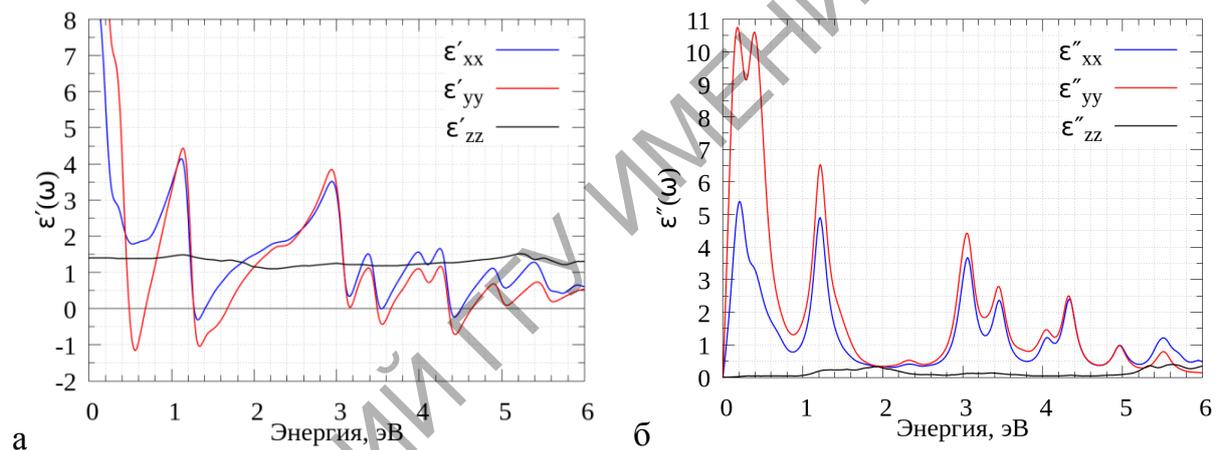


Рисунок 1 – Действительная (а) и мнимая (б) части комплексной диэлектрической проницаемости графена на подложке SiO₂

Результаты расчетов квантово-механического моделирования электронных и оптических свойств системы «графен/ α -SiO₂» позволил сделать выводы, что перспективной гетероструктурой для изучения ПППВ является графен, который расположен на поверхности кварцевой подложки с оборванными связями кислорода O^{unsat}. При этом механизм абсорбции является физическим, что способствует сохранению графеном его электронных свойств. В частности, энергетический спектр графена вблизи уровня Ферми и в интервале энергий от -1,3 до 0,7 эВ остается линейным. Расчёты оптических свойств выбранной гетероструктуры позволили установить по спектральной зависимости действительной части диэлектрической проницаемости, что система

обладает тремя участками в частотном спектре, где возможно формирование поверхностных плазмонных волн: 0,4-0,5 эВ (I), 1,25-1,5 эВ (II), 4,5-5,5 эВ (III). При этом, наиболее перспективным является частотный участок от 4,5 до 5,5 эВ, поскольку в этом случае графен обладает наибольшей проводимостью. Оценка зарядовой плотности позволила установить, что в структуре происходит перераспределение заряда и возможно формирование двумерного электронного газа. При этом основной заряд со стороны подложки локализован на атомах кислорода. Наблюдаемые особенности можно считать механизмом формирования поверхностных плазмонных волн.

Литература

1. Dubinov A. A., Terahertz surface plasmons in optically pumped graphene structures / A. A. Dubinov, V. Y. Aleshkin, V. Mitin // J. Physics: Condensed Matter. – 2011. – V. 23 (14). – P. 145302.
2. Koppens F. H. L., Graphene plasmonics: A platform for strong light matter interactions / F. H. L. Koppens, D. E. Chang, F. J. Garcia de Abajo // Nano Lett. – 2011. – V. 11 (8). – Pp. 3370-3377.
3. Bludov Yu. V., Mechanism for graphene-based optoelectronic switches by tuning surface plasmon-polaritons in monolayer graphene / Yu. V. Bludov, M. I. Vasilevskiy, N. M. R. Peres // Europhysics Letters Association. – 2011. – V. 92 (6). – P. 152.
4. Jornet J. M., Graphene-based nano-antennas for electromagnetic nanocommunications in the terahertz band / J. M. Jornet, I. F. Akyildiz // Proc. 4th European Conf. Antennas Propag. (EUCAP). – 2010.
5. И. Л. Шейнман // Журнал технической физики : журнал. – 2001. – № 71(5). – С. 28-34.

А. С. Гончаров

(ГрГУ имени Я.Купалы, Гродно)

Науч. рук. **С. Д. Лещик**, канд. техн. наук, доцент

ИССЛЕДОВАНИЕ КОРРОЗИОННОЙ СТОЙКОСТИ СТАЛИ С НАНОКОМПОЗИЦИОННЫМ ПОКРЫТИЕМ НА ОСНОВЕ ХРОМА

Введение. Одним из направлений повышения износостойкости поверхностных слоев деталей машин является хромирование. Так как