

**ОТКРЫТЫЕ ИСТОЧНИКИ УФ
ИЗЛУЧЕНИЯ ДЛЯ ПОДДЕРЖАНИЯ
ФОТОКАТАЛИТИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ
ОЧИСТКИ ВОДЫ И ВОЗДУХА**

Аванесов А.В., Рахимов А.Т., Саенко В.Б.

Научно-исследовательский институт

им. Д.В. Скобельцына,

МГУ имени М.В. Ломоносова

Москва, Россия

В настоящее время существует научно-техническая проблема очистки воды и воздуха.

Хорошо известно, что чистые вода и воздух являются источником жизни и здоровья. В то же время вода и воздух, не меняя внешне своих параметров, могут содержать недопустимо большое количество токсичных веществ и болезнетворных микроорганизмов, вызывая медленное отравление или вспышки заболеваний. В настоящее время во многих странах объявлены национальные программы и ведутся интенсивные исследования по очистке воды и воздуха. К наиболее эффективным способам очистки и дезинфекции воды и воздуха можно отнести использование УФ излучения, озона и их комбинации [1]. Однако эти способы являются достаточно энергоемкими процессами, что тормозит их широкое внедрение.

В последнее время получили развитие устройства для очистки воды и воздуха [2], использующие фотокатализатор, что приводит к резкому ускорению химической реакции, при этом сам материал фотокатализатора не расходуется. В фотокатализаторе химическая реакция происходит на границе вода (воздух) - поверхность фотокатализатора и стимулируется поглощенным УФ излучением, благодаря чему скорость реакции увеличивается на много порядков. В настоящее время разработан ряд эффективных фотокатализаторов в УФ диапазоне. Установлено, что на поверхности диоксида титана TiO_2 протекает фотодеструкция токсичных примесей, содержащихся в воде и воздухе. Для поддержания фотокаталитических процессов требования к источнику УФ излучения существенно мягче, и устройства в целом менее энергоемки. Как правило, в качестве источников УФ излучения используются стандартные парортутные лампы низкого давления с излучением на длине волны $\lambda = 254$ нм [3].

Благодаря высокому коэффициенту полезного действия парортутная лампа низкого давления остается вне конкуренции как источник бактерицидного излучения и инициатор фотокаталитических процессов. Однако достаточно низкая интенсивность УФ излучения из-за самопоглощения в парах ртути, токсичность ртути и вопросы утилизации ламп приводят к поиску новых источников УФ излучения и разработке более эффективных очистителей. Для этих целей более предпочтительными могут стать открытые источники УФ излучения на основе различных га-

зоразрядных схем [4,5]. Эти источники используются для разработки фотокаталитических реакторов очистки воздуха [6] и воды [7].

Фотокаталитические устройства очистки воды и воздуха работают следующим образом [2]. Фотокатализатором служит мелкодисперсный диоксид титана TiO_2 толщиной порядка 0,1 мм. Поверхность фотокатализатора однородно облучается источником УФ излучения с длиной волны $\lambda = 180 - 390$ нм ($E_{\phi} \approx 6,9 - 3,2$ эВ). При оптической накачке зерен фотокатализатора происходит генерация в объеме полупроводника, которым является TiO_2 , электрон-дырочных пар, с последующей диффузией этих химически активных частиц на поверхность зерен, контактирующих с водой или воздухом. При выходе на поверхность электрон-дырочные пары взаимодействуют с молекулами кислорода и воды, рождая последовательность реакций окисления, что обеспечивает интенсивный процесс очистки воды или воздуха.

Работа поддержана грантом НШ-133.2008.2.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Дамбраускас С.Г., Рахимов А.Т., Саенко В.Б. и др. Физические особенности использования источников УФ излучения и озона в системах водоподготовки. В кн.: Физические проблемы экологии: Сборник научных трудов./ Под ред. В.И. Трухина, Ю.А. Пирогова, К.В. Показеева. – Москва. МАКС Пресс, 2005. - № 13, с. 167 - 175.
2. Савин Е.Н. Фотокаталитические методы очистки воды и воздуха. Соросовский образовательный журнал. Москва, 2000. - том 6, № 11, стр.52-56.
3. Рабек Я. Экспериментальные методы в фотохимии и фотофизике. Москва. “Мир”, 1985.
4. Рахимов А.Т., Саенко В.Б. Газоразрядный источник ультрафиолетового излучения или озона. Патент РФ № 2285311 от 10.10.2006.
5. Саенко В.Б. Импульсно-периодический широкоапертурный источник ультрафиолетового излучения на основе матрицы микрошнуров плазмы. Патент РФ № 2326463 от 10.06.2008.
6. Аванесов А.В., Рахимов А.Т., Саенко В.Б. Фотокаталитический реактор. Заявка на изобретение № 2008113853/15(015087) от 11.04.2008.
7. Рахимов А.Т., Саенко В.Б. Устройство очистки воды. Заявка на изобретение № 2008133059 от 13.08.2008.

СПИРАЛЬНЫЕ ВОЛНЫ В ДИЭЛЕКТРИКЕ

Арсеньев А.Н., Глушенко А.Г.

*Поволжский государственный университет
телекоммуникаций и информатики
Самара, Россия*

Существуют способы генерации в лазерах регулярных винтовых полей, обладающих высо-

кой интенсивностью, вдали от порога самовозбуждения [1]. Вихревой пучок обладает свойствами, которые делают весьма эффективным использование вихревых лазерных пучков в системах оптической связи, а также в разнообразных метрологических устройствах. В [2] представлен вариант решения волнового уравнения для электромагнитного поля в виде спиральной волны,

имеющей только радиальную компоненту вектора напряженности электрического поля и вектора поляризации. Нами установлено, что для существования спиральной волны необходимо, чтобы электрическое поле и поляризация среды имели и радиальную компоненту, и полярную компоненту. Решение волнового уравнения для электрического поля с учетом поляризации среды

$$\left(\nabla^2 - \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2}{\partial t^2}\right) \vec{E} = - \left[\nabla(\nabla \vec{P}) - \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 \vec{P}}{\partial t^2} \right].$$

ищем в виде спиральной волны

$$\vec{E} = (E_r \vec{n}_r + E_\varphi \vec{n}_\varphi) \exp i[\theta(r) + l\varphi + k_z z - \omega t],$$

где: \vec{n}_r и \vec{n}_φ единичные радиальный и полярный вектора. Для поперечных волн условия $P_\varphi = 0$, $P_r \neq 0$ или $P_r = 0$, $P_\varphi \neq 0$ дают решения $\theta = i(\ln r + \alpha)$, не являющиеся спиральными волнами. Т.о. для формирования спиральной волны необходимо, чтобы ($P_r \neq 0$, $P_\varphi \neq 0$,

$E_r \neq 0$, $E_\varphi \neq 0$). В настоящей работе получено частное решение волнового уравнения в виде двухкомпонентной электромагнитной спиральной волны в однородном диэлектрике при $E_\varphi = \pm i E_r$ в виде функций ($\chi^2 = \varepsilon k^2 - k_z^2$):

$$E_{0r} = [c_1 H_v^{(1)}(\chi r) + c_2 H_v^{(2)}(\chi r)] \exp i(l\varphi + k_z z),$$

Решения при больших значениях $\chi r \rightarrow \infty$ имеют вид спирали Архимеда:

$$E_{0r} = c_1 \sqrt{\frac{2}{\pi \chi r}} \exp i \left(\chi r + l\varphi + k_z z - \frac{v\pi}{2} - \frac{\pi}{4} \right),$$

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Гринь Л.Е., Короленко П.В., Федотов Н.Н. О генерации лазерных пучков с винтовой структурой волнового фронта // Оптика и спектроскопия. 1992. Т. 73. № 5. С. 1007-1010.
2. Дзедолик И.В., Дзедолик А.И. Спиральные волны в оптическом волокне // Письма в ЖТФ. 2002. Т. 28. Вып. 11. С. 44-50.

ВОЗМОЖНОСТИ ИНТЕНСИВНОГО ПРОНИКНОВЕНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ВОЛН В ЗАПРЕДЕЛЬНЫЕ ОБЛАСТИ

Глушченко А.Г., Захарченко Е.П.
Поволжский государственный университет
телекоммуникаций и информатики
Самара, Россия

Распространение электромагнитных волн в изотропной ионизированной среде хорошо описываются уравнениями Максвелла. Особенности частотной характеристики комплексной диэлектрической проницаемости среды $\varepsilon = \varepsilon' - i\varepsilon''$ определяемой соотношениями:

$$\varepsilon' = 1 - \frac{\omega_p^2}{\omega^2 + \nu^2}, \quad \varepsilon'' = \frac{\omega_p^2}{\omega^2 + \nu^2} \frac{\nu}{\omega},$$