

УДК 5353.05

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ВОДОЕМОВ НА ОПТИЧЕСКОЙ УСТАНОВКЕ

^{1,2)} Купчишин А.И., ¹⁾ Ниязов М.Н., ¹⁾ Таипова Б.Г., ¹⁾ Ходарина Н.Н.

¹⁾ *Казахский национальный педагогический университет им. Абая, Алматы, Казахстан*

²⁾ *Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Алматы, Казахстан*

Разработана установка для изучения свойств донных отложений водных объектов оптическим методом. Из полученных кривых зависимости плотности (I) от времени (t) выявлены закономерности, имеющие одинаковую природу для различных источников излучения. Приведенные интенсивности красных и зеленых лучей в зависимости от времени практически одинаковы, следовательно, и воздействие этих излучений на донные отложения подобное. Кривые зависимости интенсивности (I) от времени (t) удовлетворительно описаны в рамках предложенной авторами экспоненциальной (каскадно-вероятностной) модели. Материал, облученный в 2016 году менее активный, чем материал, облученный в 2018 году. Причиной такого поведения является частичное вымирание микроорганизмов в течение двух лет в контейнерах. Поток гамма-излучения в свою очередь повышает активность биоматериала сразу же после его облучения.

ВВЕДЕНИЕ

Одной из важных экологических проблем является защита окружающей среды и сохранение устойчивого развития промышленности. В последнее время всё больше и больше внимания уделяется изучению условий осадконакопления в озёрах, как фактора, объективно зависящего от состояния водоёма и отражающего происходящие в нём процессы [1]. Расширение областей использования природных ресурсов, внедрение новых и модернизации имеющихся технологий, увеличение производства в энергетике, промышленности, сельском хозяйстве, строительстве, на транспорте привели к глобальной экологической проблеме чистоты вод, донных отложений (ДО) и использованию прибрежных материалов в народном хозяйстве [2, 3]. Процесс накопления тяжелых металлов в донных отложениях внутренних водоемов, рек и каналов обусловлен достаточно высоким содержанием в них фосфат-ионов, которые, связывая тяжелые металлы, труднорастворимые соединения, приводят к их переходу в ДО [4, 5]. На локальных очистных сооружениях для извлечения тяжелых металлов из сточных вод используют различные методы: осаждение щелочными реагентами, адсорбцию, ионный обмен, иногда биологическую очистку. В очищенных сточных водах содержание тяжелых металлов не достигает нуля при использовании широко распространенных методов очистки. Неочищенные воды попадают в канализацию, на городские очистные сооружения. Некоторая их часть принимает в природные водоемы, куда также поступают и загрязненные ливневые стоки, что и приводит к загрязнению ДО природных водоемов [6, 7]. Степень очистки донных отложений и биоматериалов во многом определяется скоростью их осаждаемости и объясняется иловым индексом, так как микроорганизмы участвуют в есте-

ственной очистке водоемов. Хорошо осаждающиеся материалы имеют индекс около 60 мл/г, менее плотный 80–90 мл/г, а индекс выше 300 мл/г свидетельствует о нарушении работы очистного сооружения [8–10]. При этом, чем меньше времени нужно образцам на оседание, тем лучше их показатель очистки водоема. Настоящая работа посвящена разработке установки для исследования свойств донных отложений и других биоматериалов водоемов оптическим методом.

МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТА

Схема установки для исследования свойств ДО оптическим методом показана на рисунке 1. Установка состоит из лазерного источника, в который входят лазер красного цвета; детектора излучения, в качестве которого используется фотодиодный датчик с диапазоном измерения от 0 до 15000 Люкс; электронного блока корейской фирмы *Science cube* (это измерительная цифровая лаборатория нового поколения); стоек и различных держателей.

Донные отложения озера-накопителя Сорбулак, помещенные в колбу с водой объемом 25 мл, тщательно взбалтывались и устанавливались между лазером и детектором. Было установлено, что свойства донных отложений зависят от концентрации, поэтому определение илового индекса проводят при постоянной дозе, равной 30 г/л. Если анализируемая смесь имеет дозу меньше 3 г/л, то необходимо его сгущение, а если доза больше указанной, то происходит его разбавление. Соответственно масса донных отложений в колбе составляла 0,75 г. Снималась зависимость интенсивности (освещенности) света (зеленые и красные линии лазера) от времени. Время проведения эксперимента равно 150 секундам. При этом мощность красного излучения для данного лазера в 2,4 раза больше, чем для зеленого.



Рисунок 1. Схема эксперимента по прохождению излучений через биоматериал

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Проведены экспериментальные исследования свойств донных отложений оптическим методом. Получено, что полное оседание происходит в течение около 80–100 секунд. На рисунке 2 показаны временные зависимости интенсивности красного и зеленого лазерных излучений, приведенные к одной мощности.

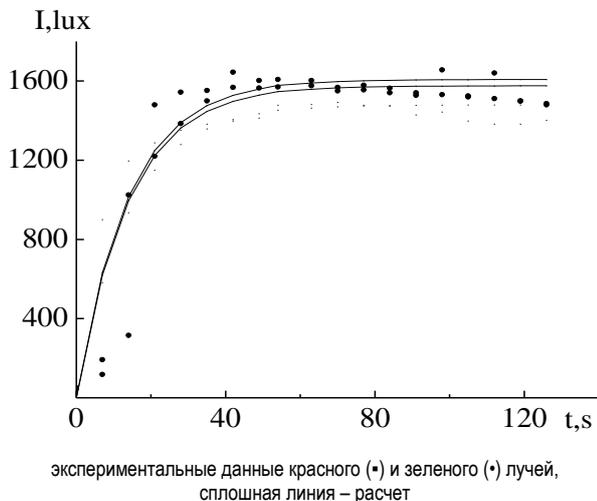


Рисунок 2. Сравнение временных зависимостей приведенных интенсивностей красного и зеленого лазерного излучений при их прохождении через донные отложения

Как следует из этих рисунков, величина интенсивности растет со временем, сначала в интервале времени 0–20 секунд – резко возрастает, а затем постепенно выходит на насыщение. При сравнении параметров интенсивности красного и зеленого лазерных излучений было установлено, что первичные (с разной мощностью) кривые зависимости I от t отличаются, в связи с разной мощностью излучения, в 2,4 раза. Для того чтобы убедиться в малой погрешности проведенных опытов, а также проверить, одинаково

ли воздействие двух излучений на образцы материала, было проведено сравнение интенсивностей при одинаковых условиях (приведенных мощностях) облучения. Из рисунка 2 видно, что интенсивность красных и зеленых лучей в зависимости от времени практически одинаковы, следовательно, в первом приближении, и воздействие этих излучений на донные отложения подобное. После проведения ряда опытов и расчетов было установлено, что погрешность экспериментов составляет ~3 %.

Экспериментальные данные объяснены в рамках предложенной авторами экспоненциальной (каскадно-вероятностной) модели [11]:

$$I = I_0 (1 - \exp(-t/t_0)) ,$$

где I_0 – интенсивность при полном оседании донных отложений, а t_0 – время, в течение которого величина $I / I_0 - 1$ материала уменьшается в e раз. Для данного исследования $t_0 = 12$ секунд. Как следует из рисунка, расчетные зависимости удовлетворительно описывают полученные экспериментальные кривые.

Проведено сравнение экспериментальных данных экспериментов облученных донных отложений в 2016 и 2018 годах образцов между собой. Можно сказать, что изменение поведения микроорганизмов после облучения потоком высокоэнергетических электронов в разные годы произошло незначительно. Это объясняется их истреблением после облучения электронами большой дозой в течение длительного времени (500 кГр, 77 минут). Поток гамма-излучения в свою очередь повышает активность биоматериала сразу после его облучения (по данным опытов, проведенных в 2018 году). Материал, облученный в 2016 году, менее активен. Причиной такого поведения может быть частичное вымирание микроорганизмов в течении двух лет в контейнерах.

Выводы

1. Из кривых зависимости плотности (I) от времени (t) получены закономерности, для разных источников излучения. В интервале времен 0–20 секунд интенсивность резко возрастает, а при $t > 20$ с. постепенно выходит на насыщение. Причем погрешность составляет ~3 %.

2. Приведенные интенсивности красных и зеленых лучей в зависимости от времени практически одинаковы, следовательно, и воздействие этих излучений на донные отложения подобное.

3. Кривые зависимости интенсивности (I) от времени (t) удовлетворительно описываются в рамках предложенной авторами экспоненциальной (каскадно-вероятностной) модели.

4. Материал, облученный в 2016 году, менее активен, чем материал, облученный в 2018 году. Причиной такого поведения может быть частичное вымирание микроорганизмов в течение двух лет в контейнерах. Поток гамма-излучения в свою очередь повышает активность биоматериала сразу после его облучения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Хотинский Н. А. Голоцен Северной Евразии. М.: Наука, 1977. 200 с.; Пульсирующее озеро Чаны. – Л.: Наука, 1982. – 304 с.; История озер Севера Азии (Серия: История озер). – СПб.: Наука, 1995.
2. Захтеева Н.В., А.С. Шеломков Активный ил как управляемая экологическая система. – М.: Экспо-медиа-пресс., 2013. – 650 с.
3. Бенина Н.Н. Экология инфузорий активного ила // Экология морских и пресноводных свободноживущих простейших/ Сб. науч. трудов. – Л.: Наука, 1990. – С. 143–153.
4. Чекренев, С.А. Извлечение тяжелых металлов из активного ила / С.А. Чекренев, В.П. Панов, Ю.Шрам II Всероссийская научно-техническая конференция студентов и аспирантов "Проблемы экономики и прогрессивные технологии в текстильной, легкой и полиграфической отраслях промышленности". – СПб. СПГУТД, 2004. – С. 90–91.
5. Чекренев, С.А. К проблеме утилизации донных отложений городских рек, каналов и других водоемов/ С.А. Чекренев, В.П. Панов II Научно-производственный журнал «Вестник ДИТУД». – 2006. – №4 (30). – С. 39–41.
6. Отмахов. В.И. Методика оценки экологической безопасности водного бассейна по загрязнению донных отложений // Известия Томского политехнического университета. – 2003. – Т. 306, № 6. – С. 39–41.
7. Нестеров Е.М., Морозов Д.А. Политехнические обстановки развития окружающей среды о. Валаам по данным геохимии озерных отложений // Известия Российского государственного педагогического университета им. А. И. Герцена. – 2012. – № 153. – С. 93–104.
8. Иванов Д.В., Зиганшин И.И., Осмелкин Е.В. Региональные фоновые концентрации металлов в донных отложениях озер Республики Татарстан // Ученые записки Казанского Государственного университета. Естественные науки. – 2010. – Том 152, кн. 1. – С. 185–191.
9. Ibragimova N.A., Esyrev O.V., Zhantuarova Z.R., and Biyasheva Z.M. Comprehensive Assessment of Waste Water Pollution Rate in Almaty City, Kazakhstan. International Journal of Environmental Science and Development. – 2016. – Vol. 7, No. 6.– С. 420–424.
10. Esyrev O.V., Kupchishin A.A., Kupchishin A.I., Voronova N.A. Optical research of biomaterials of sorbulak// IOP Conf. Series: Material Science and Engineering 110 012036. – 2016. – P. 1–5.
11. Kupchishin A.I, Niyazov M.N., Voronova N.A., Kirdiashkin V.I., Abdukhairova A.T. The effect of temperature, static load and electron beam irradiation on the deformation of linear polymers// IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 168 012016. – 2017. – P. 1–4.

ОПТИКАЛЫҚ ҚОНДЫРҒЫДА СУ ҚОЙМАЛАРЫНЫҢ ТҮПТІК ШӨГІНДІЛЕРІНІҢ ҚАСИЕТТЕРІН ЗЕРТТЕУ

^{1,2)} А.И. Купчишин, ¹⁾ М.Н. Ниязов, ¹⁾ Б.Г. Таипова, ¹⁾ Н.Н. Ходарина

¹⁾ *Абай атындағы Қазақ Ұлттық Педагогикалық Университеті, Алматы, Қазақстан*

²⁾ *Әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық Университеті, Алматы, Қазақстан*

Су объектілерінің су түбі шөгінділерінің қасиеттерін оптикалық әдіспен зерттеу үшін қондырғы әзірленді. Алынған қисық түзудің тығыздықтың (I) уақыттан тәуелділігі (t) әртүрлі сәулелену көздері үшін бірдей табиғаты бар заңдылықтар анықталды. Келтірілген қызыл және жасыл сәулелердің қарқындылығы уақытқа байланысты іс жүзінде бірдей, демек, осы сәулелердің түптік шөгінділерге әсері ұқсас. (I) қарқындылықтың (t) уақытқа тәуелділік қисықтары авторлардың ұсынған экспоненциалды (каскадты-ықтималдық) моделі шеңберінде қанағаттанарлық сипатталған. 2016 жылы сәулеленген материал 2018 жылы сәулеленген материалға қарағанда белсенді емес. Мұндай мінез-құлықтың себебі контейнерлерде екі жыл бойы микроорганизмдерді ішінара жуу болып табылады. Гамма-сәулелену ағыны өз кезегінде биоматериалдың белсенділігін сәулеленгеннен кейін бірден арттырады.

**THE STUDY OF THE PROPERTIES OF BOTTOM SEDIMENTS
ON THE OPTICAL INSTALLATION**

^{1,2)} A.I. Kupchyshyn, ¹⁾ M.N. Niyazov, ¹⁾ B.G. Taipova, ¹⁾ N.N. Hodarina

¹⁾ *Kazakh National Pedagogical University by Abaya, Almaty, Kazakhstan*

²⁾ *Kazakh National University by al-Farabi, Almaty, Kazakhstan*

A facility for studying the properties of bottom sediments of water bodies by optical method has been developed. From the obtained curves of dependence of density (I) on time (t) the regularities having the same nature for different radiation sources are revealed. Given the intensity of red and green rays, depending on the time, are almost the same, therefore, the effect of these radiations on the bottom sediments is similar. The curves of intensity (I) versus time (t) are satisfactorily described in the framework of the exponential (cascade-probabilistic) model proposed by the authors. Material irradiated in 2016 is less active than material irradiated in 2018. The reason for this behavior is the partial extinction of microorganisms within two years in containers. The flux of gamma radiation in turn increases the activity of the biomaterial immediately after its irradiation.