



«ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИИ
ВОЛЖСКОГО БАССЕЙНА»
(«ВОЛГА 2018»)

Труды 3-й всероссийской научной конференции
Выпуск 1, 2018 г.



ISBN 978-5-901722-61-9

УДК 556.024

О.А. Даниличева, старший лаборант-исследователь отдела радиофизических методов в гидрофизике ИПФ РАН

Г.В. Лещев, техник отдела радиофизических методов в гидрофизике ИПФ РАН

А.А. Молюков, научный сотрудник отдела радиофизических методов в гидрофизике ИПФ РАН, старший научный сотрудник ФГБОУ ВО «ВГУВТ»

С.А. Ермаков, д.ф.-м.н., зав. отделом радиофизических методов в гидрофизике ИПФ РАН, зав.кафедрой ГТКиЭБС ФГБОУ ВО «ВГУВТ»

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный исследовательский центр Институт прикладной физики Российской академии наук» (ИПФ РАН), 603950, г. Нижний Новгород. БОКС - 120, ул. Ульянова, 46.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Волжский государственный университет водного транспорта» (ФГБОУ ВО «ВГУВТ»), 603951, г. Нижний Новгород, ул. Нестерова, 5.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (проект № 17-05-00448), а также Русского географического общества в рамках гранта «Экспедиция Плавающий университет Волжского бассейна» (договор № 06/2018-Р).

ОБ ОСОБЕННОСТЯХ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ В ВОДОЕМАХ В УСЛОВИЯХ ИНТЕНСИВНОГО ОБРУШАЮЩЕГОСЯ ВЕТРОВОГО ВОЛНЕНИЯ

Ключевые слова: морская поверхность, поверхностно-активные вещества, ветровые волны, обрушения волн

Исследованы особенности распространения разливов поверхностно-активных веществ на поверхности водоемов и предложен сценарий разрушения пятен в условиях сильных обрушений ветровых волн.

Исследование влияния интенсивного ветрового волнения на динамику поверхностно-активных веществ на поверхности воды, в том числе нефтяных разливов, важно для прогнозирования распространения загрязнений в водоёмах. Как известно, на начальных стадиях в отсутствие ветра растекание разлива носит симметричный характер и неплохо описывается законом [1,2] предсказывающим степенной характер радиуса от времени с показателем $3/4$. Однако в присутствии ветровых волн имеет место асимметрия формы пятна разлива, а именно его вытягивание вдоль ветра. В [3] был предложен физический механизм вытягивания разливов, в основе которого лежит эффект воздействия индуцированных ветровыми волнами напряжений, величина которых определяется интенсивностью волн. При распространении ветровых волн в область

разлива индуцированные напряжения возрастают как результат дополнительного затухания ветровых волн в пленке. Предложенная в [3] модель асимметрии разлива показала неплохое согласие с наблюдениями. Известно, однако, что с ростом скорости ветра и интенсификацией ветровых волн разливы ПАВ могут достаточно быстро разрушаться. Разрушение пятен пленки особенно сильно проявляется при скоростях ветра порядка и более 6-7 м/с, когда наблюдаются сильные обрушения ветровых волн с образованием пенных "барашков". С целью изучения особенностей распространения и разрушения пятен пленки в условиях ветрового волнения при наличии обрушений в 2018 г. был выполнен ряд натурных экспериментов на Горьковском водохранилище. Пятна пленок создавались при "мгновенном" выливании фиксированного количества ПАВ на поверхность воды (в экспериментах использовалась олеиновая кислота). Так как подобные плёночные пятна хорошо наблюдаются на поверхности воды из-за сильного гашения коротких ветровых волн, их пространственно-временная эволюция регистрировалась с помощью GPS приёмника, установленного на моторной лодке, который записывал трек при оконтуривании разлива (движения лодки вдоль границы слика). На рис. 1 приведены результаты последовательных оконтуриваний пятна ПАВ при небольшой скорости ветра (порядка 2-3 м/с).

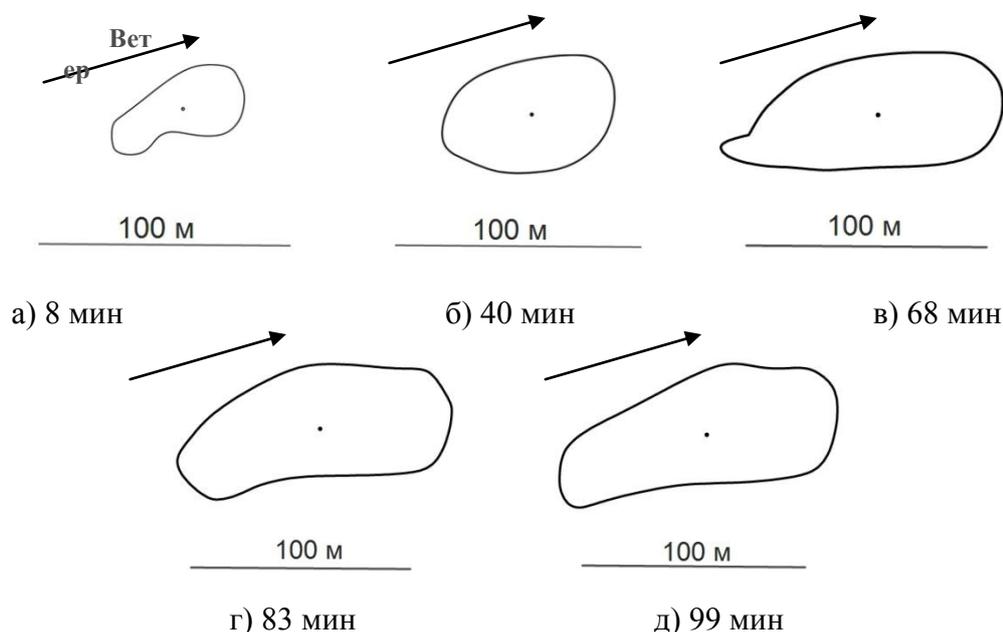


Рис.1. Контурные OLE слика в разные моменты времени от момента разлива в условиях слабого ветрового волнения.

Рис.1 подтверждает выводы ранее выполненных наблюдений о том, что пятно вытягивается вдоль ветра, сохраняя примерно эллиптическую форму, при этом отношение большой и малой осей "эллипса" растет со временем.

Поведение пятен при достаточно сильном ветре оказывается существенно иным. На рис.2 приведен пример изменения формы плёночного разлива в условиях интенсивного обрушающегося ветрового волнения при скорости ветра около 7 м/с.

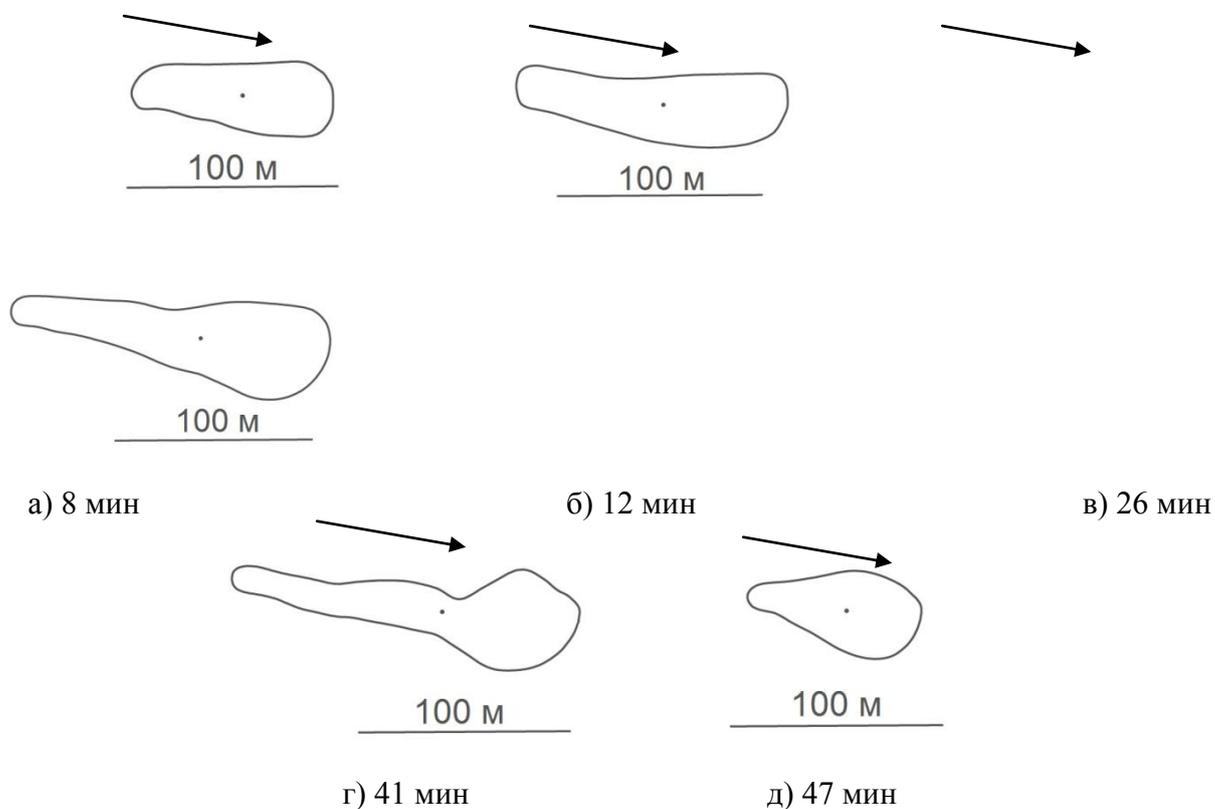


Рис.2. Контурсы OLE слика в разные моменты времени от момента разлива в условиях интенсивного обрушающегося ветрового волнения.

Из полученных контурсов OLE слика (рис. 2) видно, что с течением времени происходит сложная деформация пятна, которое приобретает каплеобразную форму с формированием “хвоста” с наветренной стороны разлива вдоль оси, ориентированной по направлению ветра (рис. 2в, г). На больших временах происходит отрыв “хвоста” пятна от его основной области (рис. 2д), что не наблюдается при ветровом волнении в отсутствие обрушений (рис. 1). Можно полагать, что сильные обрушения волн, входящих в хвостовую часть пятна приводят к перемешиванию ПАВ и разрыву данной части пятна. При этом, поскольку вынос ПАВ на поверхность занимает определенное время, возникает отрыв хвостовой части. Оставшаяся головная часть затем снова начинает вытягиваться под действием волнения, как следует из рис. 2д, и можно ожидать, что процесс повторится, что, в конечном счете, приведет к дроблению разлива на мелкие пятна.

Предложенный сценарий дробления пятен ПАВ будет более детально исследоваться в серии будущих экспериментов.

Список литературы:

- [1] Fay, J.A. “The spread of oil slicks on a calm sea,” in: Oil on the Sea. Hoult, D.P. (ed.). Plenum New York pp.53–63, (1969).
- [2] Phillips, W.R.C., ” On the Spreading Radius of Surface Tension Driven Oil on Deep Water,” Applied Scientific Research V. 57: pp. 67–80, (1997).
- [3] Ermakov, S., Kapustin, I., Sergievskaya, I., Da Silva, J., “Spreading of oil films on the sea surface: Radar/optical observations and physical mechanisms”, Proceedings of SPIE - The International Society for Optical Engineering, Vol. 9638, art. no. 963807 DOI: 10.1117/12.2195004 (2015)

ON PECULIARITIES OF SPREADING OF SURFACE-ACTIVE SUBSTANCES ON WATER UNDER CONDITION OF STRONG WIND WAVE BREAKING

Olga A. Danilicheva, George V. Leshev, Aleksander A. Molkov, Stanislav A. Ermakov

Keywords: sea surface, surface-active substances, wind waves, wave breaking

Peculiarities of spreading of surface-active substances spills on the water surface were investigated and a scenario of the destruction of oil films under conditions of strong wind wave breaking is proposed.