

ЛАБОРАТОРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ФИЗИЧЕСКОГО МЕХАНИЗМА ВОЛНЕНИЯ НА ГРАНИЦУ ПЛЁНОЧНЫХ СЛИКОВ НА ВОДНОЙ ПОВЕРХНОСТИ

Даниличева О.А.(1), Лазарева Т.Н.(1), Ермаков С.А.(1, 2)

(1) Институт прикладной физики РАН, Нижний Новгород, Россия;

(2) Волжская государственная академия водного транспорта, Нижний Новгород, Россия

Одним из главных источников загрязнения поверхности океана является нефть. Нефтяные разливы хорошо наблюдаются из космоса, и с помощью оптических и радиолокационных устройств можно детально наблюдать и регистрировать их форму. Форма нефтяных slickов несёт информацию о характеристиках разливов и определяется условиями окружающей среды: скоростью ветра, структурой волнового волнения и т. д. Физические механизмы таких структур в настоящее время еще не изучены. Исследования физических механизмов воздействия интенсивного ветрового волнения на геометрию пленочных slickов, в том числе нефтяных разливов, на морской поверхности важно для прогнозирования распространения загрязнений с применением средств дистанционного зондирования океана.

ЦЕЛЬ РАБОТЫ :

Исследование влияния поверхностных гравитационных волн на структуру границы плёнки на морской поверхности.

АНАЛИЗ СПУТНИКОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ:

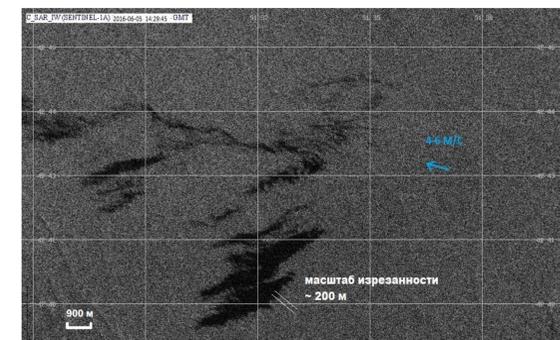


Рис. 1. Проявление slickовых структур в Каспийском море на радиолокационном изображении Sentinel-1A, 5 июня 2016 г.

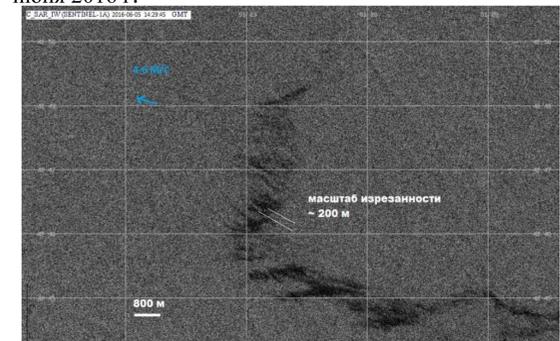


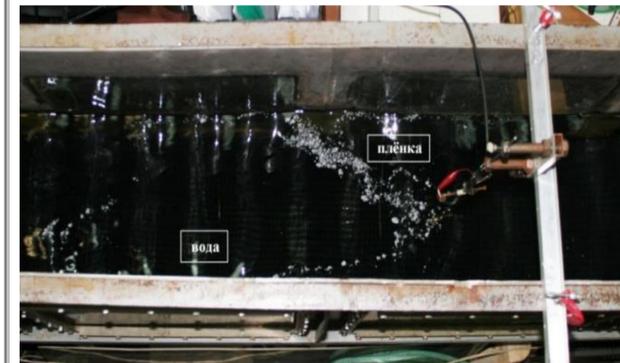
Рис. 2. Проявление slickовых структур в Каспийском море на радиолокационном изображении Sentinel-1A, 5 июня 2016 г.

Из этих изображений видно, что при наличии плёнок волны сильно затухают, т. е. с подветренной стороны граница практически не деформирована, а с наветренной стороны хорошо видна изрезанность границы. Кроме того, видно неоднородность амплитуды волнового движения по границе slickов с наветренной стороны. (На плёнке сильное влияние оказывает дрейф Стокса, а это функция второго порядка по амплитуде волнений, следовательно, там, где амплитуда больше и дрейф будет больше.) Характерный масштаб изрезанности порядка 100 м, что предположительно определяется угловым распределением ветровых волн.

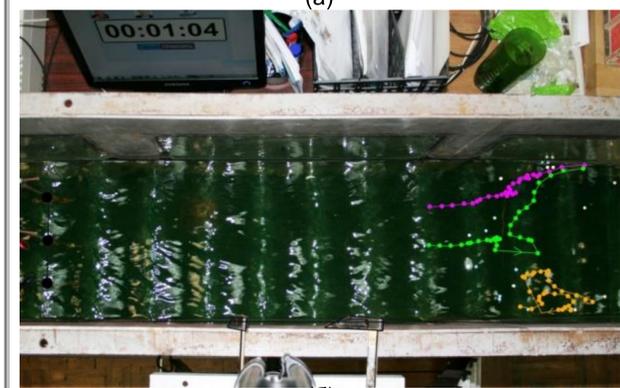
ЛАБОРАТОРНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ



Исследования проводились в бассейне с размерами 240×29×29 см заполненном водой, на поверхность которой наносилось определённое количество плёнки OLE (олеиновая кислота). Далее возбуждали волны разной амплитуды с помощью волнопродуктора (1). Также мерилась амплитуда и частота волн с помощью волнографов (2).



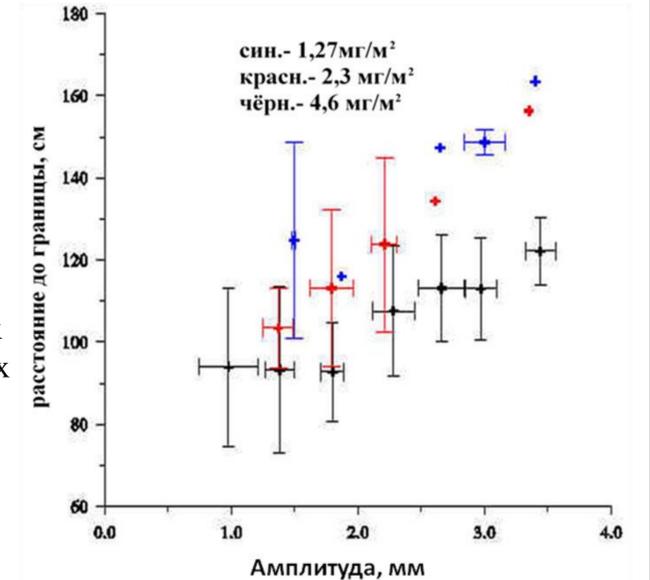
(а)



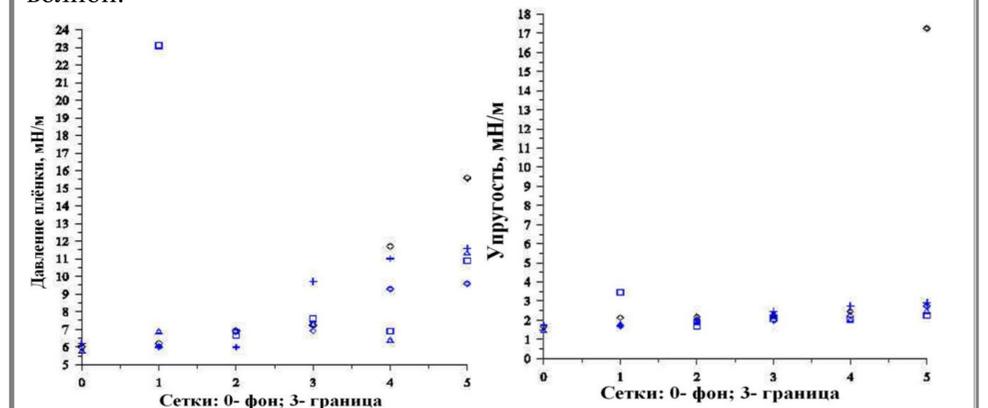
(б)

Для визуализации границы плёнки использовали тальк (а), и бумажные маркеры (б).

Были получены следующие зависимости средних значений расстояния до границы плёнки от средних значений амплитуды для всех трёх поверхностных концентраций с учётом погрешностей.



Определялись давление плёнки и ее упругость. Для изучения этих характеристик брались пробы на разных расстояниях от границы плёнки как в области “чистой” воды, так и в зоне плёнки сжатой поверхностной волной.



ВЫВОДЫ:

- Из анализа спутниковых изображений можно сделать вывод, что с наветренной стороны граница плёнки действительно будет изрезана и характерный масштаб изрезанности может достигать 100 м, что предположительно определяется угловым распределением ветровых волн.
- Из исследования характеристик плёнок видно, что давление (и соответственно, коэффициент поверхностного натяжения) меняется в окрестности границы плёнки, соответствующий градиент давления плёнки в стационарном случае уравнивается поверхностным напряжением, индуцированным волной, распространяющейся в область плёнки.

- В лабораторных исследованиях показано, что граница плёнки не является плоской, на ней присутствуют искажения, что связано с неоднородным распределением амплитуд волны по фронту, а также с наличием горизонтальных вихревых движений вблизи границы плёнки.
- Данный механизм может объяснить изрезанность границы плёнки в реальных условиях за счёт неоднородности амплитуд волнений.