

- [4] Fay J.A., The spread of oil slicks on a calm sea. In: Hoult, D.P. (ed.), Oil on the Sea. Plenum New York (1969) pp. 53–63
- [5] Unni Hajime, Inone Ichiro. Initial behavior of oil slick. Journal Chem. Eng. Jap., 1978, vol. 11, N1, p. 13–18.
- [6] Коротаев Г.К., Кровотынцев В.А. Интегральная модель динамики нефтяного разлива.
- [7] Ермаков С.А., Капустин И.А. Экспериментальное исследование расширения турбулентного следа надводного судна. // Изв. РАН. Физика атмосферы и океана. 2010. Т. 46. № 4. с. 565–570.
- [8] Журбас В.М. Основные особенности распространения нефти в море. // Итоги науки и техники. Механика жидкости и газа, М.: ВИНТИ. 1978. т. 12. с. 144–159.
- [9] Phillips W.R.C. On the Spreading Radius of Surface Tension Driven Oil on Deep Water. // Applied Scientific Research 57: 67–80, 1997. Kluwer Academic Publishers. Printed in the Netherlands.
- [10] Wu Jiankang a, T.S. Lee b,* , C. Shu Numerical study of wave interaction generated by two ships moving parallelly in shallow water b Comput. Methods Appl. Mech. Engrg. 190 (2001) 2099±2110.
- [11] Ермакова О.С., Ермаков С.А., Мальков Ю.А., Сергеев Д.А., Троицкая Ю.И. Исследование нелинейных течений, возбуждаемых стоячими поверхностными волнами в жидкости: лабораторный эксперимент. Изв. РАН ФАО. 2009.Т 45. №6. С. 846–853.
- [12] Numerical study of the hydrodynamic interaction between ships in viscous and inviscid flow José Miguel Ahumada Fonfach (PhD thesis).
- [13] Использование программного комплекса «FlowVision» для разработки методики оценки эффективности нефтесборного бонового ограждения // «САПР и графика», – Москва: Изд. «КомпьютерПресс», 2007. – С. 92–96.
- [14] Численное моделирование обтекания нефтесборного бонового ограждения с применением программного комплекса «FlowVision». // Вестник ВГАВТ: Надежность и ресурс в машиностроении. – Н.Новгород: Изд. ФГОУ ВПО ВГАВТ, 2005. – С. 130–139.
- [15] Chang-Fa An. Case study: CFD analysis helps develop up to 4X faster oil containment boom, Journal articles by Fluent software users, JA127, DaimlerChrysler Technology Center, Auburn Hills, MI, 2001.
- [16] Чебан Е.Ю., Смирнова М.Л. Особенности использования различных модулей программного комплекса FlowVision при моделировании обтекания технических средств локализации и ликвидации разливов нефти // Труды Всероссийской научно-практической конференции «Инженерные системы 2009», серия «Прикладные исследования в механике» Т1, – М.: Изд. МФТИ, 2009. – С. 81.

В.Л. Этин, Е.А. Лукина, С.Г. Митрошин, Е.М. Сироткин
ФБОУ ВПО «ВГАВТ»

РЕЗУЛЬТАТЫ СРАВНЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ КОРАБЕЛЬНЫХ ВОЛН ОТ СУДОВ РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ С ПОМОЩЬЮ МОДЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ

При перевозке высокотарифицированных грузов на внутренних водных путях такие как контейнеры и автопоезда необходимо обеспечить более высокие скорости движения судна до 30 км/ч. В настоящее время практически все самоходные грузовые речные суда и суда смешанного плавания имеют скорость около 20 км/ч.

Движение судов с высокими скоростями сопровождается значительным волнообразованием, что, в свою очередь, приводит к увеличению сопротивления движению судна, а также к негативному энергетическому воздействию судна на внутренние водные пути. В связи с этим может быть поставлена задача обеспечения высокой скорости большегрузных накатных судов при допустимом волнообразовании. В качестве критерия допустимой скорости большегрузных накатных судов на настоящем этапе целесообразно выбрать ту практически достижимую и экономически обоснованную скорость, при которой их волнообразование не будет превышать волнообразование от эксплуатирующихся в настоящее время судов.

Известно, что суда катамаранного типа характеризуются более низким волнообразованием по сравнению с однокорпусными судами близкой грузоподъёмности из-за большой относительной длины L/V и меньшей полноты.

При рассмотрении судов с близким водоизмещением один корпус катамарана будет более «тонким телом» по сравнению с корпусом однокорпусного судна. И, соответственно, при равной скорости движения будет генерировать меньшие волны. Поэтому, катамараны имеют, так называемый, экологический резерв. Он заключается в том, что при проектировании судов с одинаковым (допустимым) волнообразованием катамараны могут иметь большую скорость по сравнению с однокорпусными судами близкой грузоподъёмности (или большую грузоподъёмность).

Для сравнительной оценки волнообразования при движении грузовых судов были проведены буксировочные испытания их моделей и замеры высот волн, возникающих при движении судов с различными скоростями.

В таблице 1 приведены характеристики испытываемых судов.

Таблица 1

Проекты и характеристики испытываемых судов

№	Проект, тип судна	Длина по расчётную ВЛ-ю L , м	Ширина по расчётную ВЛ-ю (одного корпуса) B , м	Осадка по расчётную ВЛ-ю T , м	Коэффициент полноты водоизмещения δ	Водоизмещение судна D , т
1	пр. 33750	103,5	15,4	3,6	0,831	4770
2	пр. 507	103,75	16,5	3,5	0,845	5060
3	пр. 558	135	16,5	3,52	0,845	6460
4	пр. 1743	105	14,8	2,5	0,831	3230
5	Катамаран типа «Транзит»	150	28,0 (10)	2,8	0,630	5300

Объектами испытаний являются параметрические буксируемые модели, выполненные в масштабе 1:50 для однокорпусных судов и 1:75 для двухкорпусного. Модели выполнены из пенопласта и дерева с последующей шпаклёвкой и окраской.

После сборки каждая модель взвешивалась, определялся вес груза, необходимый для обеспечения проектных водоизмещений моделей. При спуске моделей на воду производилась дифферентовка модели на ровный киль.

Основные характеристики испытываемых моделей приведены в таблице 2.

Таблица 2

Основные характеристики испытываемых моделей

№	Модель проекта судна	Водоизмещение модели D_m , кг	Длина модели L_m , м	Ширина модели (одного корпуса) B_m , м	Осадка модели T_m , м	Масштаб λ	
1	Однокорпусное судно	пр. 33750	38,16	2,070	0,308	0,072	1:50
2		пр. 507	40,48	2,075	0,330	0,070	1:50
3		пр. 558	51,68	2,70	0,330	0,071	1:50
4		пр. 1743	25,84	2,10	0,296	0,05	1:50
5	Двухкорпусное судно типа «Транзит»	12,56	2,00	0,373 (0,13)	0,037	1:75	

Все модели буксировались при условии прохождения их ДП на расстоянии 1,87 м от стенки бассейна.

Во время испытаний замерялись: буксировочное сопротивление модели, высота волны, вызванной движением модели и скорость.

Высоты волн измерялись поплавковым волнографом резисторного типа. Сигнал преобразовывался аналого-цифровым преобразователем АЦП и обрабатываясь программой PowerGraf, передавался на экран ноутбука в виде записи в реальном времени высот волн, измеряемых в точке установки поплавка волнографа.

Поплавок волнографа располагался на расстоянии 0,83 м от стенки бассейна. Данное расстояние было выбрано из условия замеров высот волн на границе волнового сектора без учёта волны, отражённой от стенки бассейна.

Результаты замеров высот волн производились в диапазоне скоростей натуральных однокорпусных судов 17–31 км/ч и диапазоне скоростей 23–36 км/ч двухкорпусного судна.

Для скорости каждой модели, соответствующей скорости около 30 км/ч скорости натурального судна, высота волны замерялась ещё в двух точках. Одна точка – на расстоянии 140 см от стенки бассейна, т.е. примерно на 25% расстояния от борта судна до стенки бассейна. Другая точка – 46 см от стенки бассейна, что соответствует 75% расстояния от борта судна до стенки бассейна.

Результаты эксперимента пересчитаны на натуру. Пересчёт высот волн произведён исходя из геометрического масштаба моделей. Методика пересчёта скоростей базируется на гипотезе Фруда о равенстве коэффициентов остаточного сопротивления модели и натурального судна при равных числах Фруда по длине.

На рисунке 1 представлены результаты по замерам высот волн в зависимости от скорости судов. Кривые зависимости высот корабельных волн от скорости судов приведены в пересчёте на натуру. Данные соответствуют результатам, полученным при расположении датчика волны на расстоянии 0,83 м от стенки бассейна.

Из графиков видно, что высота волны от катамарана на скорости 30 км/ч в 1,7 – 3,1 раза меньше, чем от однокорпусных судов. При этом следует отметить, что однокорпусные речные грузовые суда не эксплуатируются с указанной скоростью из-за отсутствия технической возможности или экономической неэффективности. С максимальной высотой волны катамарана сопоставимы высоты волн от однокорпусных судов, движущихся при значительно меньших скоростях. Результаты эксперимента подтвердили предположение об экологическом резерве использования катамаранных судов по сравнению с типовыми однокорпусными грузовыми судами, эксплуатирующимися в настоящее время на речных водных путях.

При эксперименте использовалась модель катамарана с характеристиками, близкими к характеристикам проектируемого катамарана «Транзит» имеющаяся в опытовом бассейне ВГАВТ. Модель имеет обводы, отличающиеся от обводов эскизного проекта судна «Транзит». При рассмотрении максимального значения кривой высот корабельных волн катамарана, приходящегося на скорость именно в 30 км/ч, можно предположить, что оно может быть снижено отработкой обводов погруженной части корпусов катамарана и максимум кривой также может быть сдвинут. Для этой цели необходимо проведение специальных буксировочных испытаний модели проектируемого катамарана.

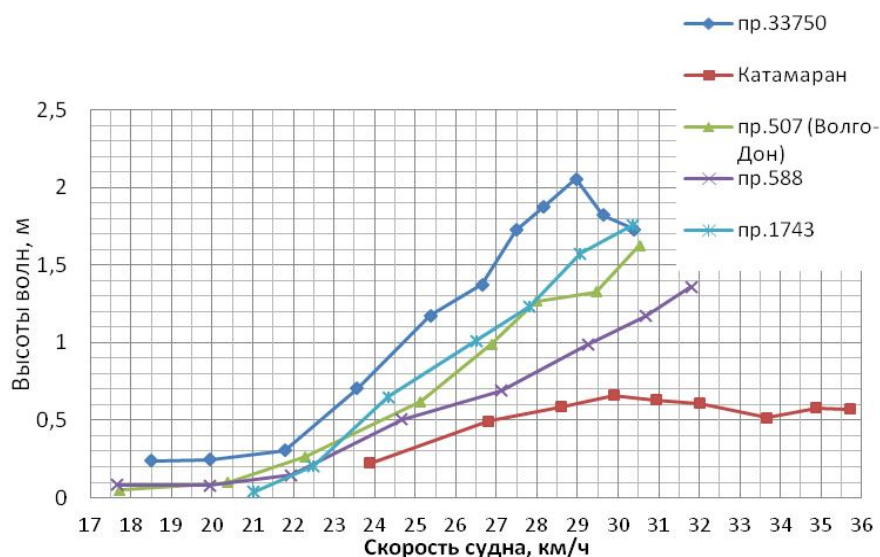


Рис. 1. Графики зависимости высот корабельных волн от скорости судов

Список литературы:

[1] Этин В.Л., Лукина Е.А., Милавин С.А. «Проектирование речных скоростных грузовых накатных судов катамаранного типа»./ 12-й междунар. научно-промышленный форум «Великие реки–2010»:Труды конгресса. Т.2. Н. Новгород, Нижегород. госуд. архит.-строит. ун-т – Н. Новгород: НГАСУ, 2011. – С. 37–44.

[2] Лукина Е.А., Митрошин С.Г., Битков Д.А. «Обоснование применения накатного судна для паромно-транспортных грузовых перевозок в Волжско-Камском бассейне» / Вестник ВГАВТ. Вып. 28. – Н.Новгород: Изд-во ФГОУ ВПО ВГАВТ, 2009. – С. 56–62.