

В ППУС следует описать процесс разработки Плана утилизации судна. План утилизации судна (ПУС), должен быть разработан Предприятием по утилизации до работ по утилизации судна. Эксплуатационные процессы, которые обозначены в ППУС, могут использоваться, для подготовки ПУС. Конвенция требует, чтобы ПУС был одобрен до выпуска Международного Свидетельства готовности к утилизации.

Так же в ППУС необходимо всесторонне описать методологии переработки Предприятия по утилизации, покрывая весь процесс рециркуляции судна, включая управление Опасными Материалами и отходами и описанием методологии и процедур для идентификации и разделения материалов. ППУС должен также включать детальное описание того, как перерабатываемые материалы, повторно используемые предметы и отходы обработаны и/или утилизированы безопасным и экологически чистым способом.

В разделе «Охрана труда и здоровья» Предприятие по утилизации должно указать планы Предприятия и процедуры для защиты здоровья рабочего и безопасности и требования действующего законодательства.

Таким образом, Резолюция МЕРС.210(63) включает общие рекомендации по содержанию Плана предприятия по утилизации судна. Если Конвенция будет ратифицирована Российской Федерацией, то будет необходимо разработать соответствующий национальный документ, так как в настоящее время подобных национальных регламентирующих документов не существует.

*Е.А. Лукина*  
ФБОУ ВПО «ВГАВТ»

## **АНАЛИЗ ЛИТЕРАТУРЫ ПО ИССЛЕДОВАНИЮ МИНИМАЛЬНОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ БОЛЬШЕГРУЗНЫХ КАТАМАРАНОВ ВНУТРЕННЕГО ПЛАВАНИЯ**

В настоящее время рассматривается вопрос создания и использования большегрузных скоростных катамаранов на ВВП в логистической системе мультимодальных перевозок. Экономические расчёты, выполненные при разработке во ВГАВТ этого инновационного проекта, показали, что для системы таких перевозок требуются накатные суда длиной 140–170 метров, движущиеся со скоростью около 30 км/ч [1].

В предыдущих работах [2, 3] было показано, что наилучшими значениями требуемых характеристик обладают суда-катамараны. Среди показателей важным является волнообразование при движении корпуса судна. При движении судов с большими скоростями всегда наблюдается возрастание волновой составляющей в общем сопротивлении корпуса судна. В работах [2, 3] было показано, что суда катамаранного типа характеризуются более низким волнообразованием по сравнению с однокорпусными судами близкой грузоподъёмности. Но этим обусловлен не только выбор двигателя и оценка пропульсивных качеств судна. Этот вопрос возник в связи с необходимостью обеспечить экологическую безопасность современных, проектируемых в настоящее время судов с точки зрения энергетического воздействия на ложе и берега водных путей, касающегося обеспечения нормальных условий жизни человека в границах водоохраной зоны.

В связи с этим была поставлена задача [4] обеспечения заданной скорости большегрузных судов при допустимом волнообразовании. Значение допустимой высоты волны может быть определено с использованием различных подходов. В работе [6] было предложено высоту корабельной волны проектирующихся судов ограничить на основании расчета высот корабельных волн существующих судов.

На волнообразование судов в большей степени влияют форма корпуса и скорость движения. Необходимо провести дальнейшее исследование по выбору оптимальных характеристик катамаранных судов, которые позволяли бы эксплуатировать их в Волжско-Камском бассейне с максимально высокими и экономически обоснованными скоростями при волнообразовании ниже допустимого.

Использование катамаранных судов получило наибольшее развитие в 60–80 годах XX века. За десятилетие до 1970 года было построено 150 катамаранов в 28 странах [6]. Преимущественно это были пассажирские и научно-исследовательские суда, паромы. Построенные катамараны имеют длину до 122 м и скорость до 28 узлов. Однако большинство судов имеет длину около 40 м и скорость до 12 узлов. В качестве транспортных было построено всего 4 судна, которые применялись для перевозки колёсной техники и как суда-площадки. Очень небольшое количество грузовых катамаранов было обусловлено тем, что доля грузов с очень большой удельной погрузочной кубатурой в общем грузопотоке на то время была мала [6]. В настоящее время возросла доля высокотарифицированных грузов, чем и обусловлена эффективность использования катамаранов.

В России вопросом исследования мореходности катамаранов занимались учёные Костюков А.А., Ляховицкий А.Г., Дубровский В.Г. [6], Мадорский Г.С., Алферьев М.Я.. При этом созданием катамаранов для речных условий плавания занимался профессор М.Я. Алферьев на базе ГИИВТа [7]. С учётом результатов его исследований были построены грузовые суда проектов 829, P19 и пассажирские пр. 939, P80 (известные как пассажирские т/х для массовых перевозок на местных линиях Отдых и Отдых-1). Длина этих судов составляет от 40 до 95 м. Скорость хода 20–27 км/ч. С 1963 г. в ГИИВТе велись изыскания типа пассажирского катамарана со скоростью > 40 км/ч. По результатам этих исследований был спроектирован и построен пассажирский катамаран длиной около 48 м известный как пр. P104.

За рубежом катамараны нашли широкое применение в скоростных паромных перевозках. С середины прошлого века начались и постоянно росли по объёму исследования характеристик многокорпусных судов, в основном – катамаранов. Эти исследования реализуются в последние 30–40 лет в постоянно расширяющемся применении скоростных катамаранов в качестве пассажирских и автомобильно-пассажирских паромов, относящихся по большей части к высокоскоростным судам (ВСС).

Правила ИМО и рекомендации, изложенные в Международном кодексе безопасности высокоскоростных судов, 2008 г. определяют судно как высокоскоростное, если его максимальная скорость (м/с) равна или выше значения, определённого по формуле:

$$V = 3,7 \cdot V^{0,1667}$$

где  $V$  – объёмное водоизмещение судна, куб. м.

Согласно этой классификации водоизмещающие катамараны внутреннего плавания, разработанные Алферьевым, не относятся к ВСС, что проиллюстрировано на рис. 1. То же относится и к проектируемым большегрузным катамаранам для ВВП.

Из найденных литературных источников были выбраны, переведены и рассмотрены 16 статей зарубежных авторов, издания 2004–2011 г. Большинство из них посвящены проверке расчётных моделей обтекания двухкорпусных судов, реализуемых методами вычислительной гидродинамики. По выработанной технологии отладки таких моделей проверка проводится путём сравнения результатов расчётов на ЭВМ с результатами расчётов по существующим теориям и с результатами экспериментов по буксировке моделей в опытовых бассейнах. Это свидетельствует об отсутствии кардинальных изменений в известных ранее теориях расчётов сопротивления катамаранов.

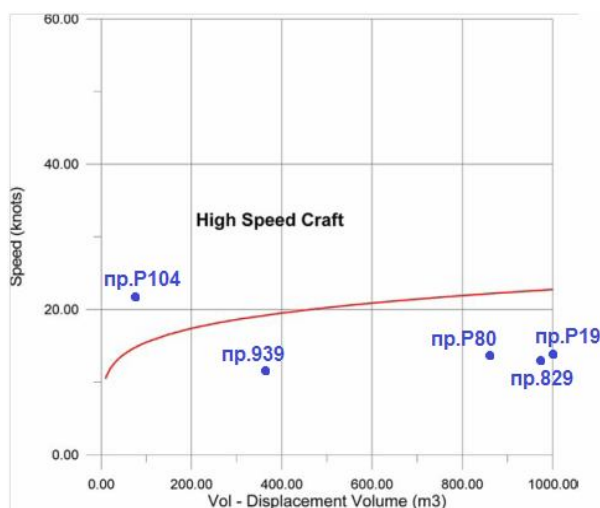


Рис. 1. Отношение катамаранов внутреннего плавания к высокоскоростным судам по классификации ИМО

Поэтому из российских литературных источников были рассмотрены книги вышеперечисленных авторов, отображающие результаты их исследований в 70-е годы.

Как в российских, так и зарубежных литературных источниках приводится, что сопротивление воды движению катамаранов рассматривалось с учётом условий их эксплуатации. В частности приведены экспериментальные и теоретические зависимости остаточного (волнового) сопротивления катамаранов в зависимости

- от чисел Фруда по длине судна  $Fr = \frac{V}{\sqrt{g \cdot L}}$ ;

- от расстояния между корпусами (горизонтальный клиренс, отнесённый к длине корпуса –  $S/L$ );

- от относительной глубины под корпусом судна  $H_f/T$ .

Можно установить качественное и количественное подобие в характере изменения значений коэффициента остаточного сопротивления в зависимости от числа Фруда.

Результаты, полученные с помощью программ вычислительной гидродинамики, вычислений по теории «тонкого тела» и экспериментов в опытовых бассейнах показывают, что при любом относительном клиренсе в очень узком диапазоне малых чисел Фруда до 0,3 можно получить отличающиеся значения коэффициента остаточного сопротивления в два раза. Однако эти колебания значений далеки от максимальных значений сопротивления при  $Fr=0.45 \dots 0.50$  и меньше их в 3–6 раз.

При  $Fr < 0,5$  кривые при разных относительных клиренсах имеют беспорядочный характер, а при  $Fr > 0.5$  имеют вид стройного ансамбля кривых. Поэтому целесообразно говорить о различных методах определения остаточного сопротивления катамаранов при различных скоростях. Это подтверждает как теория, так и практика. Так как исследователей интересовало движение катамаранов с высокими числами Фруда, то и основные исследования лежат в области  $Fr > 0.35 \dots 0.40$ .

По результатам исследований можно отметить общую тенденцию понижения горба остаточного сопротивления с увеличением значения относительной глубины воды под корпусом судна. Максимальные значения кривой статочного сопротивления имеют тенденцию к увеличению с уменьшением относительной глубины. При этом расстояние между корпусами практически не имеет значения.

Из приведённых в литературе результатов следует, что наиболее предпочтительными с точки зрения выбранных критериев следующие:

- числа Фруда, соответствующие благоприятной интерференции  $Fr = (0,20...0,22); (0,26...0,28); (0,33...0,37); (> 0,65)$
- горизонтальный клиренс, отнесённый к длине корпуса  $S/L < 0,2$
- при относительной глубине  $H_f/T=3$  благоприятное значение чисел Фруда  $Fr = 0,16...0,24; > 0,29$
- при относительной глубине  $H_f/T=4$  благоприятное значение чисел Фруда  $Fr = 0,16...0,27; > 0,34$
- при относительной глубине  $H_f/T=6$  благоприятное значение чисел Фруда  $Fr = 0,16...0,32; > 0,42$ .

Проектируемый катамаран, имеющий длину 140-170 м, ширину одного корпуса 10 м, расстояние между внутренними бортами корпусов 8 м, осадку 2,8 м, скорость 30 км/ч (8,05 м/с) будет эксплуатироваться с числами Фруда 0,20...0,22. Его относительные характеристики  $L/B=14...17$ ,  $B/T=3,57$ ,  $S/L=2Cп/L=0,10...0,13$ . Глубины на Волжско-Камских линиях составляют 8–10 м [3]. Поэтому  $H/T=3,2...4,0$ .

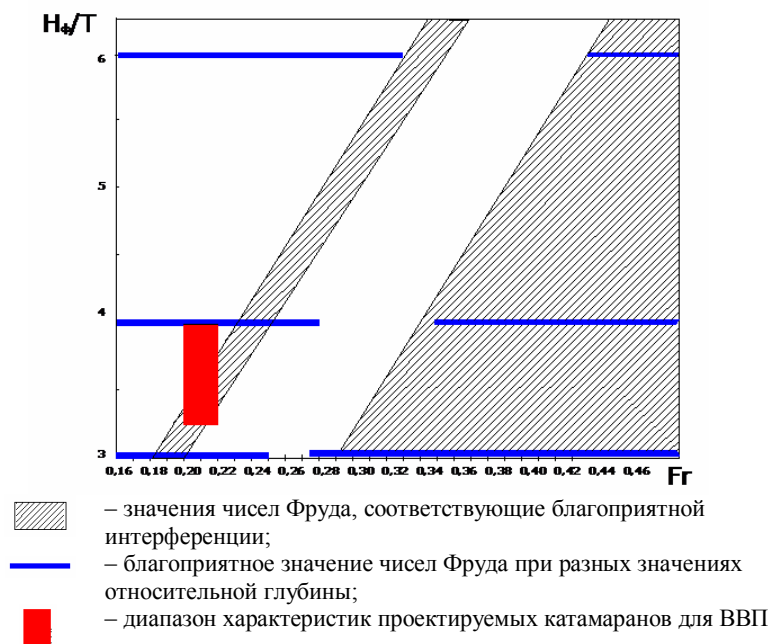


Рис. 2. Соответствие параметров волнового сопротивления проектируемых катамаранов диапазонам предпочтительных значений

**Список литературы:**

[1] Ефремов Н.А., Костров А.А., Этин В.Л., Митрошин С.Г. «Развитие речного транспорта в XXI веке – новые технологии.» Вестник транспорта Поволжья, №4(16) октябрь-декабрь, 2008 г., с. 56-62. – СамГУПС, 2008.

[2] Этин В.Л., Лукина Е.А., Милавин С.А. «Проектирование речных скоростных грузовых накатных судов катамаранного типа»./ 12-ый 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.

[3] 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.

- [4] Этин В.Л., Лукина Е.А., Битков Д.А. «Постановка задачи оценки допустимой скорости большегрузных накатных судов катамаранного типа»./ 12-ый междунар. научно-промышленный форум «Великие реки-2010»:Труды конгресса. Т.2. Н. Новгород, Нижегород. госуд. архит.-строит. ун-т - Н. Новгород: НГАСУ, 2011. – С. 276-278.
- [5] Лукина Е.А., Битков Д.А. Оценка допустимой высоты волны от большегрузных накатных судов катамаранного типа при эксплуатации в Волжско-Камском бассейне
- [6] Многокорпусные суда / А.Н. Алексеев [и др.]; под ред. В.А. Дубровского. – Л.: Судостроение, 1978. – 304 с.
- [7] Алферьев М.Я. Транспортные катамараны внутреннего плавания / М.Я. Алферьев, Г.С. Мадорский. – М.: Транспорт, 1976. – 336 с.
- [8] Волновое сопротивление для высокоскоростных катамаранов : пер. с англ. / Г. Морас, Д. Васконселлос, Л. Латорре. [электронный ресурс]. / Государственный университет Рио-де-Жанейро, Бразилия; Нью-Орлеанский университет, США, 2004. – Режим доступа : <http://www/sciencedirect.com>, свободный.
- [9] Численное моделирование эффектов взаимодействия для высокоскоростного катамарана: пер. с англ. / Риккардо Броглиа, Стефано Цаги, Андреа Ди Машо. [электронный ресурс]. / Национальный военно-морской исследовательский кораблестроительный институт, Рим, Италия, 2011. – Режим доступа : <http://www/sciencedirect.com>, свободный.

**В.С. Наумов, А.Е. Пластинин, А.Н. Каленков**  
ФБОУ ВПО «ВГАВТ»

## ОЦЕНКА НЕФТЯНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОТ ПОДВОДНЫХ ИСТОЧНИКОВ В ЛЕДОВЫХ УСЛОВИЯХ

К подводным источникам нефтяного загрязнения (ПИНЗ) на море и внутренних водных путях (ВВП) относятся: 1) затопленные в результате транспортных происшествий суда, либо плавсредства, получившие значительные повреждения ниже ватерлинии в районе грузовых танков или топливных цистерн, но остающиеся на плаву (в т.ч. челночные танкеры, суда обеспечения, а также танкеры для хранения и отгрузки нефти); 2) магистральные нефтепроводы; 3) морская техника для освоения углеводородных ресурсов на континентальном шельфе (буровые суда, установки и платформы) [1].

Активное освоение континентального шельфа, где добывается по разным оценкам около 35% от общемирового объема добычи жидких углеводородов и более 21% добычи газообразных углеводородов сопровождается опасным повышением частоты разливов нефти от ПИНЗ [2]. С увеличением объёмов добычи нефти растёт количество судов танкерного флота, протяженность магистральных нефтепроводов, специализированных грузовых комплексов и нефтяных терминалов.

Новизна работы заключается в разработке оригинальной регрессионной модели прогноза подводного движения разлива нефти, которая позволяет выполнять оценку параметров области всплытия нефти (ОВН) в ледовых условиях с одновременным учетом процессов растекания и перемещения под действием глубинных течений.

Существует несколько методов исследования процессов распространения нефти в водной среде:

1. Натурный эксперимент.
2. Модельные эксперименты в опытовых бассейнах.
3. Эксперименты на виртуальных стендах. (использование компьютерных программ Fluent [3], STAR-CD, FlowVision [4] и др.).

Каждый из методов имеет свои достоинства и недостатки. В работе моделирование проводится в среде программы «FlowVision» российской фирмы «Тесис», которая позволяет решать задачи трехмерного течения двухфазной жидкости. Основой про-