

СОСТОЯНИЕ И ОСОБЕННОСТИ ЭКРАННОЙ СРЕДЫ ПРИ ДВИЖЕНИИ ВЫСОКОСКОРОСТНОЙ АМФИБИИ

В статье впервые выдвигается и обосновывается гипотеза о характеристиках экранной среды, знание которых позволяет более осознанно проектировать высокоскоростные амфибии (ВСА) и на этой основе оптимизировать конструктивные особенности экраноплана.

Ключевые слова: высокоскоростные амфибии, экранная среда, подстилающая поверхность, конденсированная среда

DOI: 10.53883/20749325_2021_03_77



Д.Г. Евсеев



А.В. Коробкин

Существующие традиционные виды транспортных средств и, как следствие, традиционные виды транспорта (наземный, воздушный, водный) в настоящее время достигли практического предела своего технического развития и становятся в определенной степени тормозом развития экономики.

Они не отвечают современным требованиям, предъявляемым к ним для решения основной государственной задачи – обеспечения транспортной доступности населения и хозяйствующих субъектов РФ, особенно в регионах с малой плотностью населения и суровыми климатическими условиями.

В настоящее время фактически разработан новый вид транспорта на основе высокоскоростных амфибийных средств – высокоскоростной амфибийный транспорт (далее ВСА транспорт).

Высокоскоростные амфибии (ВСА) – многорежимные транспортные средства, способные осу-

ществлять движение в двух или более средах на эксплуатационных скоростях более 22 узлов (40 км/ч), использующие экранный эффект.

К ВСА в настоящее время относятся суда на воздушной подушке, транспортно-амфибийные платформы, экранопланы, непосредственно ВСА и другие транспортные средства, отвечающие определению. При этом наиболее универсальные ВСА на данное время способны реализовать пять режимов движения:

1. Наземный (режим аэросаней).
2. Плавание.
3. Глиссирования.
4. Движения на экране.
5. Движения вне экрана (самолетный).

Эксплуатационные режимы движения основаны на использовании аэродинамических сил и экранного эффекта. Экранный режим движения – основной экс-

Евсеев Дмитрий Геннадьевич, доктор технических наук, профессор кафедры «Технология транспортного машиностроения и ремонта подвижного состава» Института транспортной техники и систем управления Российского университета транспорта (ИТТСУ РУТ (МИИТ)), Заслуженный деятель науки РФ. Область научных интересов: транспортное машиностроение, технология производства и ремонта подвижного состава. Автор более 250 научных работ, в том числе трех учебников, пяти монографий. Имеет более 40 патентов и авторских свидетельств на изобретения.

Коробкин Александр Васильевич, директор научно-образовательного центра «Высокоскоростной амфибийный транспорт», летчик-испытатель экранопланов. Область научных интересов: теория и практика высокоскоростного амфибийного транспорта, проектирование и испытание экранопланов. Автор пяти научных работ.

плутационный режим для ВСА — является наиболее экономичным, он создается образованием экранной среды, т.е. среды, возникающей между нижними поверхностями ВСА и подстилающей поверхностью, на этой среде ВСА и движется.

Природа экранной среды до настоящего времени исследована весьма поверхностно, хотя именно от характеристик экранной среды зависит возможность более осознанного проектирования ВСА, создания наиболее эффективных систем управления экранной средой и на этой основе оптимизации конструктивных особенностей экраноплана.

До настоящего времени понимание физики экранной среды, расчетов устойчивости и управляемости аппарата, движущегося на экране, основано на классических работах Н.Е. Жуковского [1] по теоретической и практической аэро- и гидродинамике. Однако выяснилось, что на практике эти расчеты в значительной мере не соответствовали реальности из-за принятых им допущений, которые не дают возможности понять физику возникновения подъемной силы и не позволяют реально прогнозировать движение ВСА и проведение необходимых расчетов при проектировании и постройке ВСА. На это в своих работах и практических исследованиях указал Г.И. Карачевский [2;3], отметив, что эти допущения не могут соответствовать реальным аэродинамическим процессам именно из-за существенных особенностей структуры и физических свойств воздуха.

В этой связи нами предпринята попытка пересмотреть отношение к применению теории Н.Е. Жуковского [1] по теоретической и практической аэродинамике и гидродинамике применительно к изделиям, выполняющим движение на экране. Большой опыт А.В. Коробкина по многочисленным испытаниям экранопланов разных видов и модификаций, а также теоретические работы и практические исследования

ученых, имеющих отношение к данной тематике, позволил выработать гипотезу о сущности экранной среды и ее возникновении. Предполагается, что экранная среда — это воздушная среда в агрегатном (конденсированном) состоянии, отличном от состояния обычного воздуха.

Эта среда заключена в определенной зоне. Под зоной экранной среды понимается геометрическое объемное пространство, ограниченное высотой движения всей нижней поверхности аппарата в плане и подстилающей поверхностью (рис. 1,2).

Среда представляет собой совокупность множества присоединенных вихрей, состоящих из молекул воздуха, взаимодействующих между собой.

При этом среда уплотняется за счет вихревого движения молекул и взаимодействия их друг с другом при достижении расстояния между молекулами менее 3–6 диаметров, выделяется фонon энергии, который еще с большей скоростью закручивает вихри, уплотняя среду, в результате этого среда фазовым скачком переходит в другое агрегатное (конденсированное) состояние. При этом распространение экранной среды ограничено исключительно зоной экранной среды. В любой точке зоны экранной среды значения основных параметров (температура, плотность, скорость прохождения и потеря мощности звуковых волн и т.д.) одинакова.

Здесь мы должны отметить коренные отличия в подходах к возникновению экрана нашей гипотезы от теории Н.Е. Жуковского по теоретической и практической аэродинамике и гидродинамике.

В нашем случае совершенно необходимо учитывать межмолекулярное взаимодействие молекул воздуха. При движении на экране за счет набегания на воздушные массы нижней поверхностью ВСА, в замкнутом пространстве между нижней и верхними поверхностями экранов оказывается значительное количество

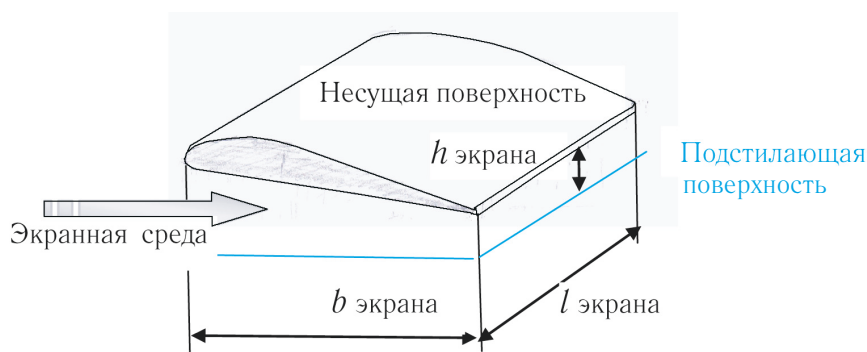


Рис. 1. Геометрическая схема экранной среды

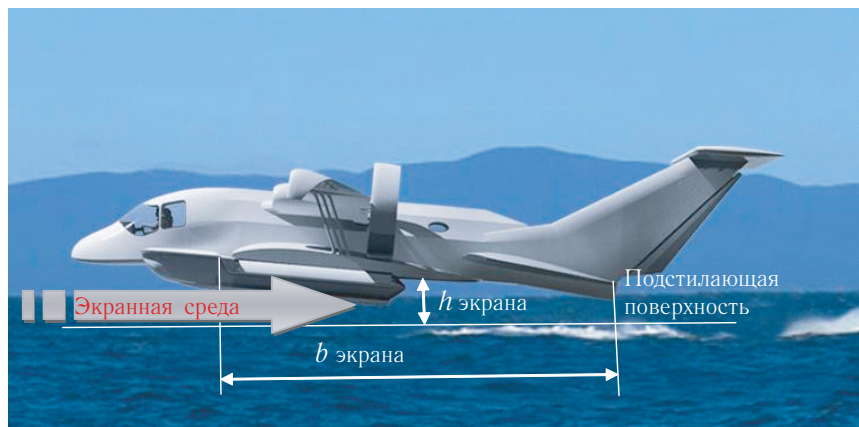


Рис. 2. Художественная схема экранной среды

молекул воздуха, которому дополнительно придается вращательное движение за счет энергии передаваемой нижней поверхностью ВСА. При достижении определенного значения количества молекул в зоне экранной среды и придании им направленного движения они взаимодействуют друг с другом с разными по энергии силами — это силы Ван-дер-Ваальса, водородная связь, химическая связь и др. Такое взаимодействие определяет конденсированное состояние вещества.

Конденсированное состояние вещества характеризуется структурой непрерывных зон энергии конденсированной фазы, а также уровнями энергии примесей и структурных дефектов.

В конденсированном состоянии вещества каждая молекула испытывает постоянное воздействие со стороны других молекул.

Наши выводы подтверждаются рядом открытий в области конденсированных сред, за которые Нобелевская премия по физике за 2016 г. присуждена Майклу Костерлицу, Дэвиду Таулессу и Данкану Холдейну с формулировкой «за теоретические открытия топологических фазовых переходов и топологических фаз материи».

Основной задачей теории конденсированного состояния вещества является описание качественного своеобразия различных форм и видов этого состояния, а также их количественного анализа посредством как экспериментальных, так и теоретических средств исследования. Объекты, обычно изучаемые в теории конденсированного состояния, представляют собой макроскопические тела, состоящие из очень большого числа взаимодействующих друг с другом микрочастиц $N \sim N_A = 6 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$ (N_A — число Авогадро) с концентрациями $n \sim N_L = 2,68 \cdot 10^{25} \text{ м}^{-3}$ (N_L — число

Лосмидта). Микрочастицы — это нейтральные атомы или молекулы, заряженные электроны или ионы и т.п.; обладают квантовой природой.

Сложность исследования конденсированного состояния вещества обусловлена тем, что в конденсированном состоянии среднее расстояние между частицами мало. Это приводит к необходимости учитывать взаимодействие между частицами — как прямое, или динамическое, так и косвенное, или обменное — не как малую поправку, а как основной фактор, определяющий существенные физические свойства конденсированного тела.

В ряде случаев необходимо также учитывать наличие у каждой из частиц — атомов, молекул, ионов — достаточно сложной внутренней структуры, обусловленной наличием электронной и ядерной подсистем.

Вышесказанное подтверждается работами Н.Б. Брандта, В.А. Кульбачинского [4].

В настоящей работе показана ограниченность современной классической теории газов. Данные ограничения присущи не только теории идеальных газов, но в не меньшей степени относятся и к так называемой теории реальных газов. Недостатки современных теорий газов сосредоточены в двух пунктах. Во-первых, что касается сил молекулярного взаимодействия — если в молекулярно-кинетической теории они полностью отрицаются, то в теории Ван-дер-Ваальса их наличие признается, но считается, что действуют они исключительно на малых расстояниях. Показано, что силы межмолекулярного взаимодействия в газах действуют вплоть до состояния вакуума и должны учитываться. Второй момент касается взаимодействия молекул с тепловыми фотонами, которые излучают атомы при любых температурах выше абсолютного нуля. В современных теориях газов вза-

имодействие фотонов и молекул никак не отражается. Показано, что фотоны играют существенную роль. На основании предъявленных доказательств предложена новая теория строения газов, суть которой в том, что строение газов аналогично строению жидкостей. И в газах действуют законы, аналогичные законам гидростатики.

Нами теоретически доказана возможность практического проведения замеров значений состояния экранной среды акустическим методом и ведется работа по открытию соответствующей НИОКР для проведения практических замеров с использованием имеющихся систем (приборов), а также создания принципиально новых приборов замера величины непосредственного энергетического состояния среды. В настоящее время мы с трудом понимаем, что будет представлять из себя эта величина, в чем она будет измеряться и каким образом она станет скалярным показателем объяснения физики состояния экранной среды.

Но сейчас становится четко понятно, что без введения нового понятия величины определения энергетического состояния экранной среды дальнейшее понимание ее физики крайне затруднено.

Из вышесказанного можно сделать выводы:

1. Понятие конденсированного состояния в современном смысле объединяет практически все виды

упорядочения в физических объектах, которые становятся возможными при достаточном сближении микрочастиц макроскопического объекта друг с другом: именно при этом условии могут проявиться как прямые динамические взаимодействия, так и косвенные обменные, обусловленные квантовой природой микрочастиц и их свойств.

2. Экранная среда может являться разновидностью конденсированных сред.

3. Можем предположить, что экранная среда по своим характеристикам и свойствам аналогична строению жидкостей, но находится в агрегатном состоянии, внешне похожим на воздушную среду. Подходы к конструированию, производству расчетов устойчивости и управляемости, предполагается, должны быть аналогичными подходам к законам гидростатики.

4. Замеры характеристик состояния экранной среды могут быть осуществлены практически теми же средствами акустических замеров, как и замеров в жидкой среде.

5. Получение исходных данных состояния экранной среды позволит создать транспортные средства на совершенно новых принципах организации движения и даст толчок развитию науки, техники и технологий в этой области. 

Литература

1. Жуковский, Н.Е., Полное собрание сочинений/ Н.Е. Жуковский; под редакцией профессора А.П. Котельникова. Т. V. Вихри. Теория крыла. Авиация. — Москва-Ленинград: ОНТИ НКТП СССР; Главная редакция авиационной литературы. — 1937. — 490 с. — Текст: непосредственный.
2. Карачевский, Г.И. Аэродинамика за порогом «классики»/ Г.И. Карачевский// Авиация и космонавтика. — 1992. — №9, — С. 6—7. — Текст: непосредственный.
3. Карачевский, Г.И. Аэродинамика. Физические основы подъемной силы и аэродинамического сопротивления материальных тел: монография /Г.И. Карачевский. — Москва, 2010. — 158 с. — ISBN 978-5-901-675-97-7. — Текст: непосредственный.
4. Брандт, Н.Б. Квазичастицы в физике конденсированного состояния/ Н.Б. Брандт, В.А. Кульбачинский. — 3-е изд., испр. и доп. — Москва: Физматиздат, 2016. — 631 с. — ISBN 978-5-9221-1209-3. — Текст: непосредственный.