

# СУПЕРКАВИТАЦИЯ:

## *путешествие в подводном пузыре*

Олег Овечкин

Технология суперкавитации, разработанная еще в разгар Холодной войны, покоилась на обочине научно-технического прогресса в течение многих десятилетий. Однако период забвения, наконец, окончен – китайские ученые заявили о прорыве, который может привести к полноценной транспортной революции.

Какие только перспективы нашему времени не сулили писатели-фантасты! Если забыть о межзвездных путешествиях и спуститься на Землю, то можно вспомнить о поездах, самолетах и даже суборбитальных пассажирских ракетах, которые должны были бы перемещать человека из одной точки земного шара в противоположную за считанные минуты.

Последний крупный прорыв в развитии земного транспорта произошел, пожалуй, при первом полете пассажирского сверхзвукового самолета – в середине 1970-х годов. И то эта технология не оправдала ожиданий: как советский Ту-144, так и англо-французский «Конкорд» были вскоре сняты с эксплуатации и производства.

С тех пор мы летаем почти на тех же самых боингах, ездим почти на тех же поездах, плаваем почти на тех же кораблях. Ситуация во «внеземном» транспорте, стоит заметить, ничем не лучше – достигший поверхности

Луны еще в 1969 году «Аполлон» до сих пор является пределом возможностей человека в космосе.

И только в последние годы появился ряд новых, действительно инновационных трендов: проекты аэромобилей, беспрецедентный концепт вакуумного трубного транспорта *Hyperloop*. Частные космические компании соревнуются за то, кто первым предоставит миру наиболее эффективный суборбитальный пассажирский самолет.

Но новая транспортная революция, возможно, будет связана с неожиданной перспективой – с морским транспортом: не летающие машины и даже не капсулы, перемещающие человека по вакуумной трубе, могут навсегда изменить лицо общественного транспорта, а старая добрая подводная лодка.

## ЭХО ВОЙНЫ

**В** 1977 году после 17 лет разработок и испытаний на вооружение советского ВМФ поступила новая скоростная противолодочная торпеда «Шквал». От любой другой торпеды – что тогда, что с редчайшими исключениями сейчас – ее отличает уникальная конструкция, позволяющая развивать скорость до 500 км/ч (в зависимости от плотности воды). Подобный фантастический результат был достигнут за счет использования торпедой так называемого эффекта суперкавитации.

С кавитацией, на самом деле, знаком каждый. Она проявляется при возникновении разности в давлении внутри жидкости, в частности, когда давление воды становится ниже давления насыщенного пара. В этот момент растворенные в воде газы вытесняются ее вонне, что приводит к возникновению пузырьков газа.

Явление кавитации обладает как вредным, так и полезным для технологий потенциалом. Из минусов можно выделить, главным образом, то, что неизбежное схлопывание пузырьков газа при возвращении в зону более высокого давления приводит к миниатюрной ударной волне, которая может повредить лопасти винта водного транспорта – ведь именно лопасти при быстром вращении и создают

необходимую для возникновения кавитации разность в давлении. Неприятным является и то, что растворенный в воде кислород обычно более насыщенный, чем в воздухе, поэтому газ внутри возникающих при кавитации пузырьков химически более активен.

Суперкавитация или режим суперкавитации, наоборот, несет в себе большие технологические перспективы. Суперкавитация возникает в случае, когда область пониженного давления в воде становится относительно большой, и вместо маленьких пузырьков газа появляется крупная кавитационная полость, заполненная паром – по сути, объединение тысяч более мелких пузырьков.

Торпеда «Шквал» именно потому достигала недоступных для обычных торпед скоростей, что двигалась под водой внутри кавитационной полости, создаваемой плоским носом ракеты и поддерживаемой в определенных границах газом из реактивного двигателя. Находясь почти полностью в подводном газовом пузыре (кроме носа), «Шквал» таким образом снижал трение о воду, что значительно увеличивало скорость подводной ракеты.

Разработка была абсолютно инновационной для того времени, и вплоть до 2000-х годов никто и близко не смог приблизиться к рекордам, установленным «Шквалом» (примерно 375 км/ч).



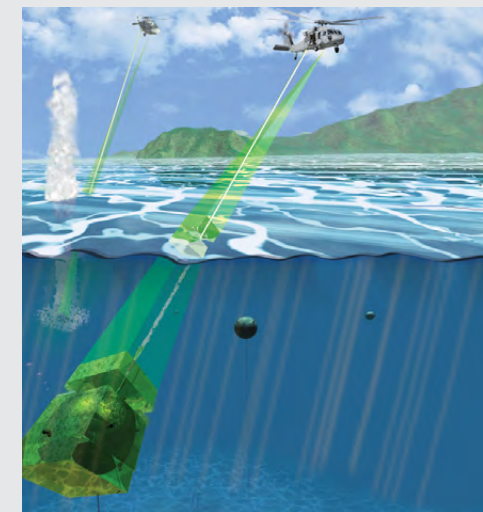
Скоростная подводная ракета «Шквал» изначально несла ядерный боезаряд мощностью до 150 килотонн – из-за неуправляемости и низкой точности торпеды вероятность промаха была большой, и область поражения решили сделать максимальной. Впоследствии, однако, ядерную боеголовку сменили на обычный боезаряд.

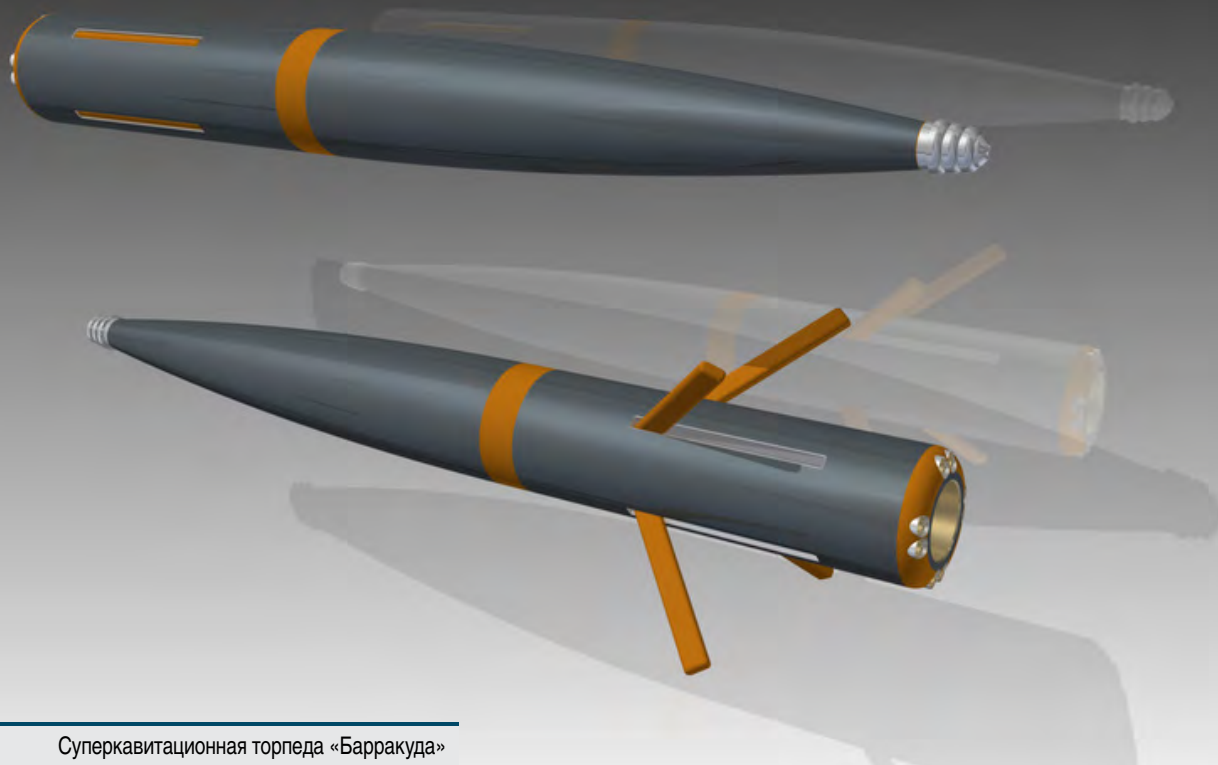
## Новое начало

**В**прочем, несмотря на беспрецедентную скорость, суперкавитационным ракетам так и не суждено было заменить обычные торпеды. Дело в том, что передвижение в кавитационной полости обладает серьезным ограничением – выпустив такую ракету, ее уже невозможно эффективно повернуть. Любая попытка сменить курс подобной торпеды связана с резким снижением скорости, и тут в дело вступает второе главное ограничение – для поддержания необходимых объемов суперкавитационного пузыря нужно иметь определенную скорость, а именно – не ниже 75 км/ч. Помимо этого, суперкавитационная торпеда вызывает много шума, что демаскирует как саму торпеду, так и подлодку, ее выпустившую, а также имеет малый (от 7 до 13 км) радиус.

В общем, технология торпеды на основе кавитационного пузыря была заброшена как в СССР, так и в США. Уже после распада Союза, Россия в 1992 году выпустила экспортную версию торпеды с незамысловатым названием «Шквал-Э», и на этом доступная общественности история суперкавитационных разработок в России пока закончилась.

**И** хотя американцы забросили проект суперкавитационных торпед, в 1994 году руководство ВМФ США дало добро на разработку особых суперкавитационных пуль в рамках системы, RAMICS (*Rapid Airborne Mine Clearance System*), назначением которой являлось обезвреживание морских мин. Суперкавитационные пули помещались в обоймы пулеметов, установленных на боевых вертолетах. Конструкция пуль позволяла им эффективно обезвреживать мины путем провоцирования детонации на глубине до 45 метров.





Суперкавитационная торпеда «Барракуда»

В новом качестве развитие она получила на Западе. В 2001 году появляется статья студентки Калифорнийского технологического института Виктории Стурджен (*Victoria Sturgeon*) о суперкавитации, в которой содержатся смелые предположения о создании не ракеты, а полноценной суперкавитационной субмарины, которая перемещалась бы под водой на сверхзвуковых скоростях и была бы способна совершить трансатлантический вояж меньше чем за час. Также в статье содержится гипотеза о военных подлодках будущего, которые поменяют «скрытность» на скорость, приобретенную за счет кавитационного пузыря.

В 2005 году своя суперкавитационная торпеда «Барракуда» появляется в Германии. Разработанная немецкой компанией *Diehl BGT Defence*, она способна развивать скорость более чем 400 км/ч, что побило, наконец-то, рекорд советско-российского «Шквала».

В 2006 году американское агентство по перспективным оборонным исследованиям DARPA запустило проект по созданию «Подводного экспресса» (*Underwater Express*) – небольшой подлодки на основе суперкавита-

ционного пузыря, которая могла бы быстро вывезти нужных людей из горячей точки.

В 2009 году представители DARPA заявили, что уже готовы к испытаниям инновационной субмарины, однако с тех пор проект абсолютно ничего не слышно – возможно, что-то не получилось, а возможно, проект даже засекретили.

В мае этого года об обладании суперкавитационными торпедами заявил Иран. Распространились слухи о том, что это произошло благодаря передаче Ирану ракет «Шквал» со стороны России, впрочем, глава российского МИДа Сергей Лавров это отрицает.

**i** Помимо суперкавитационной подлодки, команда Ли Фэнчэна также предложила создать особый плавательный костюм на основе суперкавитации. «Если костюм сможет создать и удерживать множество крошечных пузырьков газа, то это значительно снизит сопротивление воды, и плавание для человека станет таким же легким, как свободный полет», – заявил Фэнчэн.

## Китайский прорыв

**В**скоре суперкавитация вновь оказалась на слуху у всех – причем вовсе не из-за DARPA или Ирана. 24 августа 2014 года в газете *South China Morning Post* появилась статья под названием «Из Шанхая в Сан-Франциско за 100 минут на китайской сверхзвуковой субмарине».

Нашумевшая статья содержала заявление китайских ученых из Харбинского технологического института о том, что им удалось решить две основные проблемы суперкавитационного транспорта – проблему управления и скорости.

В частности, группа инженеров под руководством Ли Фэнчэна (*Li Fengchen*) объявила о том, что разработала особую жидкую мембрану. Нос субмарины должен обливаться этой мембраной всю поверхность подлодки, что снижает трение о воду и увеличивает скорость.

Ученые отмечают, что в совмещении с суперкавитацией это позволит им создать первый управляемый транспорт, перемещающийся под водой при помощи кавитационного пузыря. Управление будет осуществляться с помощью искусственно создаваемой асимметрии в распределении мембраны.

Упомянули инженеры и проблемы, связанные с реализацией своей технологии – например ту, что подходящего двигателя для суперкавитационного варианта их субмарины пока нет.

По поводу открытия команды Ли Фэнчэна тут же развернулась дискуссия. Автор издания *The Wired* Джордан Голсон (*Jordan Golsen*) отнесся к идее со скепсисом. Признавая теоретическую возможность и реализуемость суперкавитационных путешествий, он говорит о том, что существующие проблемы суперкавитации слишком серьезны, чтобы их можно было решить «мембраной». Так, по его словам, для развития необходимой скорости – 75 км/ч – необходима разработка специального двигателя. Уже это может остановить ученых в их смелых начинаниях.

Голсон цитирует Роджера Арндта (*Roger Arndt*) из Университета Миннесоты, который работает в отделе исследования суперкавитации: «Это просто огромный скачок – создание сверхзвуковой субмарины. То, что они (китайские ученые – NS) демонстрируют, не дает никакого понятия о том, какой технологией они реально обладают».

Впрочем, и китайские инженеры, и американские ученые сходятся в одном: проекты по суперкавитации ведет множество стран, и четко проследить за прогрессом каждого из них довольно сложно – ведь данные по ним часто попросту засекречены. Причем не только в России, но и в Китае, и в США, что уже многое говорит о важности и перспективности этих разработок.

Так что путешествие в суперкавитационном пузыре из Владивостока в Лос-Анджелес ровно за полтора часа может действительно стать реальностью – вопрос в том, когда это произойдет. ▲

