

Реактивные двигатели Реактивным двигателем (движителем) называют двигатель, создающий необходимую для движения аппарата силу тяги путём преобразования исходной (потенциальной) энергии первичного источника в кинетическую энергию реактивной струи рабочего тела. В результате истечения из сопла реактивного двигателя струи появляется реактивная сила в виде реакции (отдачи) струи, толкающая двигатель с аппаратом в противоположную выбрасываемой из сопла струе сторону. Известны следующие классы реактивных двигателей: – ракетный двигатель, в котором все компоненты рабочего тела находятся на борту аппарата, что даёт возможность двигаться такому аппарату в космическом, воздушном, надводном или подводном пространствах; – воздушно-реактивный двигатель, в котором источниками первичной энергии являются топливо и забортный воздух, а рабочим телом – продукты сгорания воздушно-топливной смеси.; – гидро-реактивный двигатель (водомер), в котором в качестве источника первичной энергии и рабочего тела используется забортная вода; – электрический реактивный двигатель. На рис.1 изображен космический аппарат с ракетным двигателем [1], в котором в качестве окислителя используется жидкий кислород, а в качестве рабочего тела – жидкий водород. Рис. 1 - Космический аппарат с ракетным двигателем: 1 – камера с жидким топливом – водородом; 2 – камера с жидким окислителем – кислородом; 3 – камера смешения и сгорания компонентов рабочего тела; 4 – сопло; 5 – кабина астронавтов В камере смешения (химическом реакторе) происходит освобождение химической энергии топлива и её преобразование в тепловую энергию газов. В реактивном сопле тепловая энергия продуктов сгорания смеси топливо-окислитель переходит в их кинетическую энергию, когда продукты сгорания выбрасываются из сопла с большой скоростью наружу, создавая реактивную тягу. К недостаткам ракетного двигателя следует отнести высокую пожаро-взрывоопасность, низкую надежность, большую металлоёмкость, сложность конструкции и высокую стоимость изготовления космического аппарата в целом. Воздушно-реактивный двигатель является тепловым двигателем, использующим энергию окисления горючего топлива кислородом воздуха, забираемого из атмосферы. Рабочее тело двигателя представляет собой смесь продуктов горения с остальными компонентами забранного воздуха. На рис.2 схематически изображен воздушно-реактивный двигатель [2]. Рис. 2 - Воздушно-реактивный двигатель: 1 – корпус, 2 – вентилятор; 3 – компрессоры низкого и высокого давления; 4 – камера сгорания; 5 – турбина; 6 – смеситель; 7 – сопло; 8 – опора; 9 – кожух Вентилятор 2 осуществляет первичный забор воздуха и охлаждение всего двигателя путем прокачивания этого воздуха между корпусом 1 и кожухом 9, в котором размещены сборочные узлы двигателя. За вентилятором находятся компрессоры 3, которые нагнетают воздух под большим давлением в камеру сгорания 4. Камера сгорания выполняет роль карбюратора, в котором топливо смешивается

с воздухом, и образующаяся смесь поджигается и возгорает. Из камеры сгорания сгорающая топливно-воздушная смесь поступает в турбину, вращающую вал вместе с вентилятором и компрессорами. За турбиной с помощью смесителя б происходит интенсивное смешение потоков холодного воздуха с продуктами сгорания топливно-воздушной смеси. Рабочее тело в виде струи выбрасывается из сопла двигателя наружу, создавая реактивную тягу. К недостаткам воздушно-реактивного двигателя следует отнести высокую пожароопасность, загрязнение атмосферы продуктами сгорания топливно-воздушной смеси, большую вероятность поломки двигателя из-за попадания в него птиц и высокую стоимость изготовления компрессорно-турбинного блока. Воздушно-реактивный двигатель используется на реактивных самолетах, на морских судах с подводными крыльями и на воздушных подушках, а также на автомашинах, очищающих взлетно-посадочные полосы аэродромов от льда и снега. Гидро-реактивный двигатель от ракетных и воздушно-реактивных двигателей отличается тем, что в качестве первичных источников энергии и рабочего тела используется забортная вода. На рис.3 схематично изображено морское судно с гидро-реактивным двигателем [3]. Рис. 3 - Морское судно с гидро-реактивным двигателем: 1 - судно; 2 - кожух двигателя; 3 - вентилятор; 4 - электродвигатель; 5 - аккумуляторная батарея; 6 - сопло Гидро-реактивный двигатель устанавливается под морским судном и находится постоянно под водой. Водозаборная часть кожуха 2 двигателя обращена в сторону движения судна. Питание электродвигателя 4 осуществляется переменным током от аккумуляторной батареи 44. Электродвигатель вращает лопасти вентилятора 3 благодаря чему происходит интенсивный забор воды извне и выброс её через сопло 6 двигателя наружу. Недостатки гидро-реактивного двигателя – это необходимость надёжной герметизации находящегося под водой электрооборудования и большие энергозатраты. Гидро-реактивный двигатель может устанавливаться также на подводных лодках и на ракето-торпедах. Из гидро-реактивных двигателей наибольший интерес заслуживают двигатели, принцип работы которых подобен действиям кальмара во время его передвижения под водой [4]. Кальмара относят к головоногим моллюскам. Он использует реактивный принцип движения. В результате периодических сокращений брюшных мышц мантийная полость у кальмара сжимается. В полость мантии вода поступает через её открытую горловину или воротник. Затем воротник смыкается, мышцы мантии резко сокращаются, и вода продавливается за мантию. Находящаяся за мантией вода с большой силой выбрасывается через мантийный сифон наружу, образуя мощную струю воды, направленную в сторону, противоположную движения кальмара. Авторы статьи полагают, что для реализации аналога водомётного двигателя, основанного на «эффекте кальмара», можно предложить использование поршневого акустического нагнетателя. Принцип работы и устройство такого нагнетателя

описаны в [5-8]. Рис. 4 - Поршневой акустический нагнетатель газа: 1 – рабочая камера; 2 – конусный переходник; 3 – труба; поршень В рабочей камере 1 поршень 4 совершает колебательное движение. В период всасывания, чему соответствует ход поршня от трубы 3, газ извне нагнетателя устремляется в трубу. В период нагнетания, чему соответствует ход поршня к трубе, газ выбрасывается из трубы. В резонансном режиме работы нагнетателя, соответствующего совпадению вынужденной частоты колебаний поршня с собственной частотой колебаний столба газа в нагнетателе, выбрасываемая струя газа обладает большой кинетической энергией. Особенностью работы поршневого акустического нагнетателя газа является то, что газовая струя выбрасывается из трубы сплошным потоком и без каких-либо заметных пульсаций, обладая большой ударной способностью. Втекание же газа в трубу при почти непрерывном вытекании его из трубы слабо ощутимо. Результаты теоретических и экспериментальных исследований поршневого акустического нагнетателя газа дают основание полагать, что такой нагнетатель вполне можно использовать, как гидрореактивный двигатель. Его работа под водой подобно действию кальмара во время его подводного полёта.