

Борисевич Владимир Борисович,
д.т.н., профессор МАДИ(ГТУ),
г. Москва, РФ
E-mail: vbborisevich51@mail.ru
Филатов Владимир Викторович,
аспирант МАДИ(ГТУ),
г. Москва, РФ
E-mail: 2vfilatov@gmail.com

ТЕХНИЧЕСКИЙ ОБЛИК ГИДРОКВАДРОЦИКЛА

Аннотация

В статье приводится описание проектируемой скоростной амфибии легкого класса «Гидроквадроцикл». Раскрываются принципиальные конструктивные решения.

Ключевые слова

Амфибия, гидроквадроцикл, водомет, гибридная трансмиссия.

Обладая малой массой, способностью двигаться по воде и по суше с высокой скоростью, проект «Гидроквадроцикл» позволит эффективно производить дозор и разведку местности. После разработки универсальной платформы машины на нее можно будет установить различные функциональные модули (Боевой, разведывательный и др.). Сухопутный движитель - колесный, также предусматриваются быстросъемные гусеничные обводы с приводом от колесного движителя. Колеса позволят достичь высокой скорости при движении по твердым грунтам, гусеницы - высокой проходимости при движении по снежной целине, рыхлым почвам и прочей пересеченной местности [1, 395]. Водородный движитель - водомет, режим движения - глиссирование, что позволит достичь высокой скорости на воде. Колесный движитель с помощью гидросистемы втягивается в корпус, образуя гладкое днище, что уменьшает сопротивление движению по воде.

Аналог в мире существует только один - это скоростные амфибии гражданского назначения американской фирмы Gibbs Technologies (рис.1). В конструкции подвески проекта «Гидроквадроцикл» используется ряд решений, отличный от машин конкурента Gibbs. В конце 2013 года фирма Gibbs заключила контракт на создание перспективной серии военных скоростных амфибий различного класса с использованием данных технологий с компанией-производителем вооружений ВПК США Lockheed Martin. Поэтому задача проектирования подобного транспортного средства для нужд Вооруженных сил Российской Федерации обладает повышенной актуальностью.



Рисунок 1 – Гидроквадроцикл Gibbs Quadski

Lockheed Martin и Gibbs Technologies договорились о совместной разработке семейства новых высокоскоростных амфибий. Военизированные высокоскоростные амфибии (High Speed Amphibian-HSA) основаны на технологиях, используемых Gibbs Technologies при разработках парка прототипов амфибий для гражданского сектора, в том числе Gibbs Quadski - амфибии вездехода, Gibbs Humdinga - полноприводного вездехода и Gibbs Aquada - трехместного спортивного автомобиля. Lockheed Martin и Gibbs Technologies разрабатывают три новых концепции амфибий: боевую амфибийную машину экспедиционных сил (ACC-E), боевую речную машину (ACC-R) и акваквадрацикл Terraquad.

Гидроквадроцикл - мотовездеход с колесной формулой 4x4 с постоянным задним и подключаемым передним приводом (рис.2).

Водовод водомета является частью корпуса несущего модуля, изготовленного из стекловолокна. Платформа состоит из несущей системы, подвески передней и задней осей, силовой установки, систем управления и трансмиссии. Корпус является несущим, комбинированным. Двигатель 1-но цилиндровый, жидкостного охлаждения установлен в средней части транспортного средства хвостовиком к носовой части. Диапазон регулирования скоростей обеспечивает вариатор типа CVT. Вариатор связан с раздаточной коробкой, которая распределяет крутящий момент между задним и передним мостами, а так же на импеллер водомета, который расположен в задней части гидроквадроцикла.

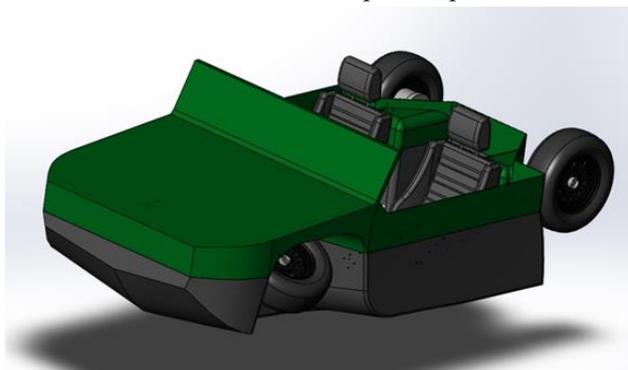


Рисунок 2 – Твёрдотельная модель для исследования гидродинамики гидроквадроцикла

Подключение водоходного движителя осуществляется через раздаточную коробку, установленную перед редуктором импеллера. Водовод водомета расположен в задней части корпуса, вода забирается из-под днища гидроквадроцикла. Подключение переднего моста осуществляется через вискомуфту, установленную между раздаточной коробкой и дифференциалом переднего моста. Амфибия движется по воде в режиме глиссирования. При движении на воде образуется дифферент на корму, что способствует выходу на данный режим.

Построение кривой буксировочного сопротивления осуществляется с помощью моделирования взаимодействия 3-D модели корпуса гидроквадроцикла и воды в программе Star CCM+ 9.02.005 (рис.3).

STAR-CCM+ - это CFD-решатель, инженерный процесс, предназначенный для решения задач, связанных с расчётом потоков (жидкостей или твёрдых веществ), теплопереноса и прочности.

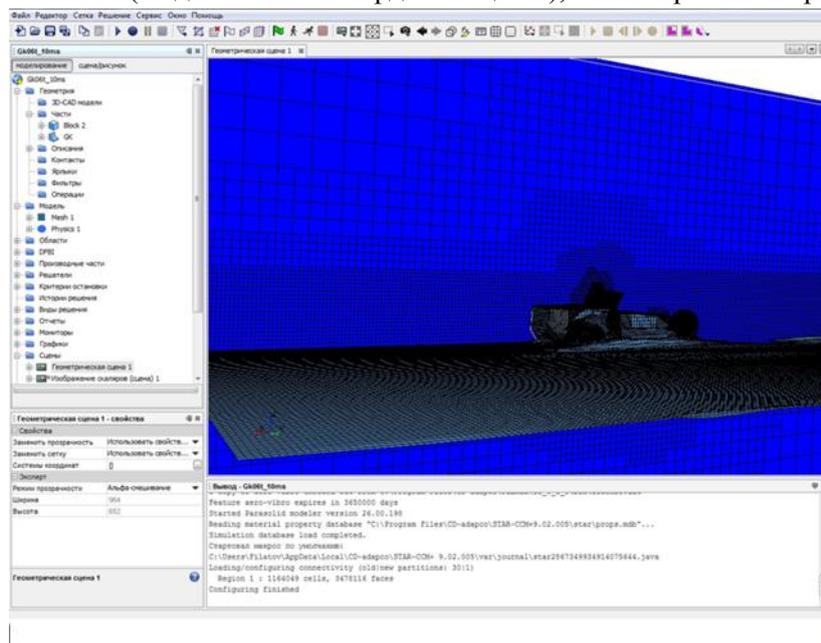


Рисунок 3 – Интерфейс моделирования Star CCM+

Модель для численного моделирования представляет собой твердое тело, пересечение с удалением параллелепипеда и упрощенной модели гидроквадроцикла (рис. 4.2.2). Модель проектируется средствами САПР SolidWorks V13 и сохраняется в универсальном формате x_t как единое твердое тело. Параллелепипед является расчетной областью, в которой формируются поверхностная и объемная сетки расчета. Параллелепипед является расчетной областью, в которой формируются поверхностная и объемная сетки расчета. "Отпечаток" гидроквадроцикла располагается по углом 4 градуса к горизонтальной плоскости, чтобы смоделировать движение при постоянном дифференте.

Далее производится импорт модели в среду программы в качестве поверхностной сетки, задается плотность разбиения сетки (мелкая). Затем геометрия разбивается на части поверхности, им присваивается граница области. В качестве расчетной модели выбирается пункт "Волны VOF".

О завершении расчета можно судить по графику определяемых значений в зависимости от числа итераций. Если с увеличением числа итераций значения изменяются незначительно, значит, можно получить приближенное решение.

Водометный движитель действует следующим образом: вода всасывается спереди, лопасти насоса, подобно лопастям винта, придают ей ускорение, после чего вода выталкивается за корму [2, 4-10]. Движитель состоит из насоса (винта) с валом, водометной трубы (водовода), спрямляющего аппарата (контрпропеллера) и реверсивно-рулевого устройства (рис.5). При вращении насоса засасывающей стороне его лопастей, как и гребного винта, возникает разрежение, благодаря которому вода по приемной трубе поднимается к колесу насоса. Здесь, получив некоторое ускорение, вода выбрасывается через сопло, выходное сечение которого несколько меньше, чем диаметр трубы насоса. В силу неразрывности потока для прохода той же массы воды через меньшее сечение за одинаковое время скорость потока увеличивается, чем и создается упор движителя. Рабочее колесо водометного движителя одновременно с полезной работой по перемещению массы воды закручивает поток в направлении своего вращения. На это бесполезно тратится часть мощности двигателя. Кроме того, если через сопло выбрасывается закрученный поток, то это ведет к разбросу струи, что отрицательно сказывается на эффективности движителя.

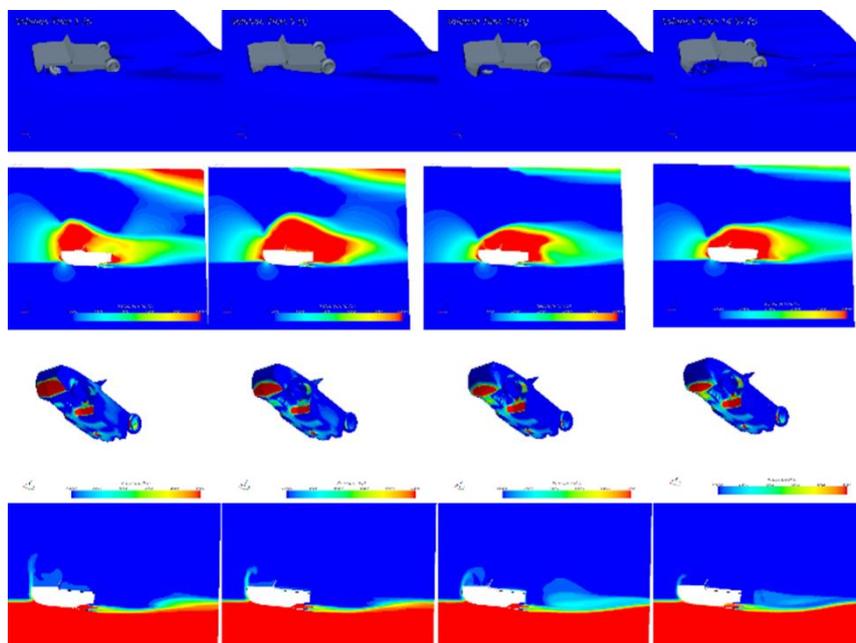


Рисунок 4 – Гидродинамическое взаимодействие корпуса гидроквадроцикла с водой на скорости 10 м/с

Спрямление потока для повышения КПД водометного движителя производится в спрямляющем аппарате, состоящем из ступицы и четырех радиально расположенных лопастей [2, 20-21].

Носовой обтекатель служит для улучшения обтекания ступицы насосного колеса. Кормовой обтекатель служит для внутреннего поджатия струи водомета.

Подшипник насосного колеса воспринимает радиальные усилия. Вкладыши подшипника гребного винта выполняют в виде резинометаллической втулки. Подшипник смазывается водой, поступающей в зазоры между носовым обтекателем и ступицей спрямляющего аппарата. Водометная труба служит для забора воды и подвода ее к рабочему колесу. Решетка водовода устанавливается для защиты от попадания в водометную трубу посторонних предметов. Решетка исполняется как единое целое с днищевым экраном.

Днищевой экран служит для увеличения поверхности глассирования и изоляции компонентов водомета от набегающего потока воды. Экран крепится болтовым соединением к несущей системе, а также приклеивается к днищу эпоксидным клеем. Зазоры герметизируются.

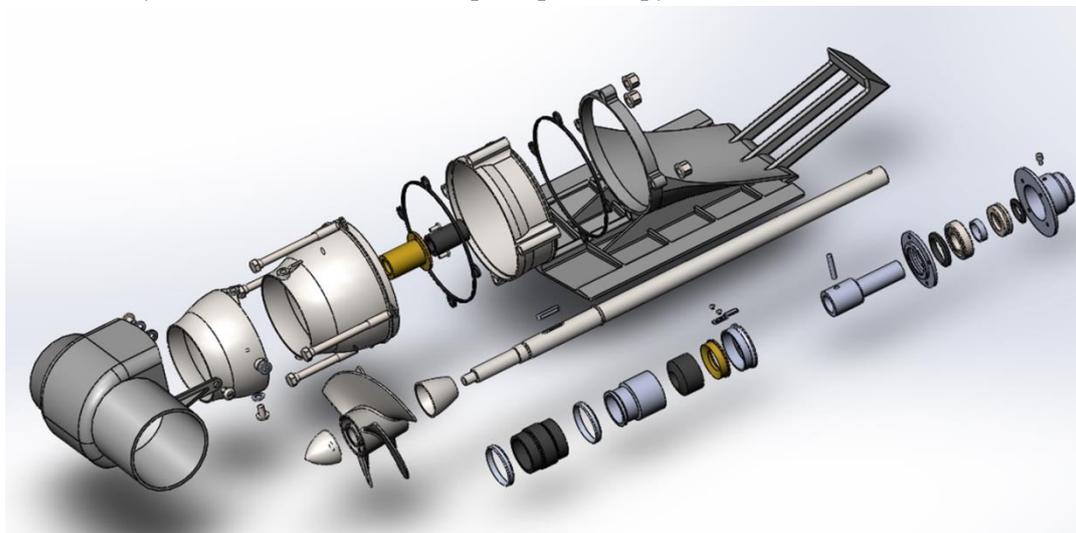


Рисунок 5 – Водометный движитель

Реверсивно-рулевое устройство водометного движителя обеспечивает управляемость гидроквадроцикла путем соответствующего отклонения выбрасываемой струи воды. Оно состоит из поворотного сопла и реверсивного дефлектора. Управление компонентами осуществляется в двух плоскостях тягами шаговых электродвигателей. Изменяя направление выброса струи на обратное (при сохранении неизменным направления вращения рабочего колеса водомета), амфибии дают задний ход. Величина упора на заднем ходу обычно составляет 0,3-0,4 упора на переднем ходу в швартовом режиме.

Валопровод в сборе и дейдвуд состоят из: корпуса подшипника, крышки сальника, подшипника радиального, подшипника упорного, вала водометного движителя, шпонки, втулки, предохранительного штифта, стопорной планки, сальниковой набивки, патрубка дейдвудного, 2 хомутов, дюритового шланга, корпуса сальника, гайкинакидной, грунд-буксы, промежуточного валика и распорной втулки.

Для предохранения от перегрузок служит соединяющий вал насосного колеса и промежуточный вал редуктора переламывающийся штифт.

Радиальное усилие воспринимается радиальным шариковым подшипником, расположенным в редукторе. Упор, создаваемый водометом, воспринимается упорным подшипником, расположенным в корпусе редуктора водомета, закрепленного на несущей системе гидроквадроцикла. Смазка подшипников осуществляется пресс-масленкой, ввернутой в отверстие в корпусе редуктора. Водометный движитель в сборе крепится 4 болтами к дуге несущей системы машины, огибающей водовод.

Список использованной литературы:

1. Теория движения многоцелевых гусеничных и колесных машин: Учеб. Для вузов/ В.В. Павлов, В.В. Кувшинов. - Чебоксары. Издание: ООО "Чебоксарская типография №1", 2011.-424 с.: ил.
2. Хорхордин Е.Г. Стационарные водометы. Справочник. – М.: «Издательский Дом Рученькиных», 2004. – 160 с.