

УДК 623.6

К ВОПРОСУ О СОЗДАНИИ ПЕРСПЕКТИВНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ПРЕОДОЛЕНИЯ ВОДНЫХ ПРЕГРАД

Р. Д. ЕНИКЕЕВ¹, А. В. МЕСРОПЯН², Е. А. ПЛАТОНОВ³, Р. Р. РАХМАТУЛЛИН⁴

¹rust_en@mail.ru, ²avm_74@mail.ru, ³elacom@mail.ru, ⁴radmir.molodets.93@mail.ru

ФГБОУ ВО «Уфимский государственный авиационный технический университет» (УГАТУ)

Поступила в редакцию 19.11.2019

Аннотация. Выполнен анализ конструктивно-компоновочных схем транспортных средств преодоления водных преград. Приведена развернутая классификация машин-амфибий. Определены конструктивно-компоновочные схемы перспективной техники для преодоления водных преград. Проведен анализ и обобщение информации с целью определения целесообразной конструктивно-компоновочной схемы перспективного образца паромной техники с обеспечением согласованности режимов работы системообразующих элементов «корпус парома – энергетическая установка – водоходный движитель».

Ключевые слова: классификация; аналитический обзор; машина-амфибия; инженерные войска; паромная переправа; гидродинамические расчеты.

ВВЕДЕНИЕ

Современный этап развития технических средств (ТС) для преодоления водных преград характеризуется сравнительно большим разнообразием схемных и конструктивно-компоновочных решений, которые определяются назначением и областью применения техники, массой и габаритами транспортируемого груза, специальными требованиями, предъявляемыми к машинам-амфибиям. Совершенствование техники для преодоления водных преград с учетом специфики перевозимых грузов безусловно связано с необходимостью решения целого ряда мероприятий конструкторско-технологического сопровождения, оптимизации рабочих процессов и схемных решений.

АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР

Обзор научной периодики, патентов и научно-технической литературы показывает, что ТС для преодоления водных преград

различают по способу обеспечения плавучести, по способу транспортировки груза, по способу преодоления водной преграды, по типу понтона, по назначению, по типу движителя на суше и на воде, по месту размещения водоходного движителя, по месту размещения грузового отделения в корпусе, по типу трансмиссии, по количеству корпусов и по типу корпуса. Результаты обзора объединены в классификацию, представленную на рис. 1.

По способу обеспечения плавучести ТС разделяют на водоизмещающие, глиссирующие, на подводных крыльях и на воздушной подушке.

В настоящее время наибольшее распространение получили водоизмещающие амфибии (рис. 2). Данный способ обеспечения плавучести позволяет изготовить более простую форму корпуса, но при этом не позволяет технике развивать большие скорости движения по воде из-за большого гидравлического сопротивления корпуса.



Рис. 1. Классификация технических средств преодоления водных преград

Глиссирующие модели выпускаются в ограниченном количестве, так как не пошли в серию из-за сложной конструктивной схемы, которая позволяет втягивать сухопутный двигатель в корпус и закрывать его обтекаемыми щитками для уменьшения сопротивления.

ТС с подводными крыльями обладают высокими скоростями хода благодаря высокому гидродинамическому качеству крыльев и малой осадке. Недосток данных ТС – им противопоказано сильное волнение. Для амфибийных машин по ряду причин предпочтительны две крыльевые системы: V-образные, пересекающие поверхность воды, и глубокопогруженные автоматически управляемые [1].

Амфибии на воздушной подушке разрабатывались только в качестве экспериментальных. Воздушная подушка обеспечивает высокую проходимость по любым типам грунта и по воде, позволяет достичь высоких скоростей и топливной эффективности. Интересным является факт, что использование воздушной подушки защищало технику от срабатывания большинства мин. Однако из-за таких недостатков, как шумность воздушных винтов, высокая стоимость эксплуатации и сложность конструкции, подобную технику оставили в разряде экспериментальных.

По способу транспортировки груза ТС делят на технику, перевозящую груз либо в трюме, либо на палубе (рис. 3). Это обусловлено тем, в каких именно условиях будет перевозиться груз – под огнем против-

ника или же непосредственно в некотором удалении от фронта. Поэтому техника, перевозящая груз в трюме, будет несколько тяжелее из-за наличия бронированных элементов корпуса.

По способу преодоления водной преграды плавающая техника делится на форсирующую преграду и организующую переправу. При форсировании водной преграды техника подвергается огню со стороны противника и действует в одном строю с наступающими войсками. Самоходные паромы, организующие переправу, перевозят сухопутные войска с их штатной бронетехникой на некотором удалении от фронта [2].



Рис. 2. Плавающая машина ПММ-1 с водоизмещающим способом обеспечения плавучести

По типу понтона различают три вида плавающей техники: у которых корпус непосредственно является понтоном; к которым для обеспечения плавучести крепят навесные понтоны; где паромная машина является отдельным от транспортера модулем.

Техника, у которой корпус является понтоном – это специально спроектированные машины, обеспечивающие требуемые

параметры при движении по воде и по суше. Данный тип машин получил наибольшее распространение из-за простоты конструкции и минимального времени подготовки техники к движению по воде.

Переправочно-десантный паром ПДП (рис. 4) является отдельным от транспортного модулем. В данном случае у самоходного паромы уменьшается гидравлическое сопротивление из-за отсутствия гусеничного движителя, вследствие чего увеличивается скорость хода на воде [3, 4]. При этом паром теряет возможность самостоятельно передвигаться по суше.



Рис. 3. Транспортировка техники на самоходном пароме ПММ-2М

Навесные понтоны крепят к сухопутной технике, которая при помощи них может держаться на плаву и преодолевать водные преграды. Навесные понтоны позволяют обеспечить плавучесть почти любой сухопутной технике, однако установка оборудования требует временных затрат.



Рис. 4. Переправочно-десантный паром ПДП

По назначению технические средства для преодоления преград делятся на транспортеры и на паромные машины.

Преимуществом транспортеров является их возможность преодоления водной пре-

грады сходу, в одном порядке с боевыми амфибиями, для чего в целях защиты над кабиной установлен пулемет. Их недостаток – ограниченная грузоподъемность и ограничения по габаритам транспортируемого груза. Паромные машины, совместно с паромными парками, могут организовывать переправу (рис. 5), по которой сухопутные войска могут преодолеть водную преграду [5], что является несомненным преимуществом. Недостатком можно считать отсутствие какой-либо брони, хотя паромный мост организуется только в том случае, когда противоположный берег уже захвачен наступающими войсками [6].



Рис. 5. Паромный мост, организованный колесной паромно-мостовой машиной ПММ-1

Паромные машины различают по грузоподъемности и по способу раскладывания понтона.

Большая грузоподъемность самоходных паромов обеспечивается за счет оснащения машины дополнительными емкостями (понтами). Сами понтоны могут быть жесткими или эластичными (надувными), а для погрузки техники на дополнительные понтоны навешиваются аппарели [7]. Грузоподъемность одного паромы определяется массой перевозимой техники, как находящейся на вооружении сухопутных войск, так и перспективных образцов.

Грузоподъемность понтонного моста зависит от количества самоходных паромов в ней, при этом в конструкцию моста могут интегрироваться другие элементы понтонных парков. Объединение самоходных паромов в единый понтон позволяет значительно увеличить грузоподъемность наплавного моста и сократить время транспортировки сухопутной техники на противоположный берег.

По способу раскладывания понтона различают самоходные паромы, раскладывающие понтоны в поперечном направлении относительно движения машины, раскладывающие понтоны по ходу движения машины и разворачивающие грузовую платформу на 90° относительно корпуса машины.

Раскладывание понтона в поперечном направлении относительно движения паромной машины (рис. 6, а) позволяет упростить конструкцию парома и обеспечить размещение на палубе габаритных грузов, уменьшить количество пневмо- и гидроприводов, раскладывающих понтоны. Однако при данной схеме уменьшается отношение длины машины-амфибии к ее ширине (L/B), что ведет к увеличению сопротивления корпуса при движении на воде [8].

Преимуществом схемы раскладывания понтона по ходу движения парома (рис. 6, б) является более высокая скорость амфибии на плаву и возможность сокращения количества машин при наведении плавучего моста. Недостаток – усложнение конструкции самоходного парома и ухудшение его параметров устойчивости, в след-

ствие чего приходится применять надувные емкости по бокам машины [9].

Применение в конструкции самоходного парома поворотной платформы (рис. 6, в, г) позволяет создать одну базовую универсальную машину, на которой в зависимости от ситуации имеется возможность менять поворотный модуль (береговой или линейный). В то же время поворотная платформа значительно усложняет конструкцию машины.

По месту расположения водоходного движителя различают амфибии с кормовым, носовым и бортовым расположением водоходного движителя.

При кормовом и бортовом расположении водоходного движителя на его работу влияет корпус и ходовая часть плавающей машины. Трудно обтекаемые формы машины-амфибии вызывают возмущение потока воды на входе в движитель, из-за чего параметры движителя меньше от расчетных значений. В то же время данное схемное решение позволяет при выходе амфибии на берег одновременно использовать два движителя, сухопутный и водоходный.



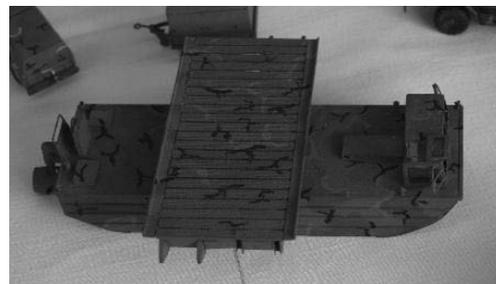
а



б



в



г

Рис. 6. Примеры классификации самоходных паромов по способу раскладывания понтонов:
 а – раскладывание понтонов ПММ-2М в поперечном направлении относительно движения парома;
 б – раскладывание понтонов МАФ (Materiel Amphibiede Franchissement) по ходу движения;
 в – модель амфибии парка МФАВ-Ф с поворотной платформой в транспортном положении;
 г – модель амфибии парка МФАВ-Ф с поворотной платформой в рабочем положении

На водоходный движитель, размещенный в носовой части плавающей машины, не влияет поток, возмущенный корпусом и ходовой частью амфибии, из-за чего эффективность движителя выше, чем при кормовом расположении. Однако движитель становится незащищенным от попадания в него посторонних предметов, что может привести к его быстрому выходу из строя.

По количеству корпусов различают амфибии однокорпусные и многокорпусные. Многокорпусные плавающие машины хоть и сложны по конструкции относительно однокорпусных машин, однако обладают рядом преимуществ, такими как высокая проходимость по мягким грунтам и большой внутренний объем для перевозки груза.

Многокорпусные машины-амфибии классифицируют по количеству звеньев, по связи между корпусами и по типу распределения тяговых усилий между корпусами.

По количеству звеньев выделяют двух- и трехзвенные сочлененные машины. В настоящее время распространение получили двухзвенные амфибии (рис. 7), так как трехзвенные машины сложны по конструкции и имеют большие габаритные длиновые размеры, которые ухудшают его маневренность.



Рис. 7. Двухзвенная сочлененная гусеничная машина амфибия ДТ-30П

Связь между звеньями сочлененных машин-амфибий бывает в горизонтальной плоскости и одновременно в горизонтальной и вертикальной плоскостях. Связь между корпусами только в горизонтальной плоскости позволяет обеспечить машине хорошую маневренность, но при добавлении возможности управления в вертикальной плоскости обеспечивается приспособ-

ливаемость амфибии к различному рельефу местности. Помимо этого регулирование угла соединения между звеньями при движении машины на воде позволяет добиться высокой эффективности гидродинамического взаимодействия звеньев [10].

По типу распределения тяговых усилий между корпусами различают амфибии с активными и пассивными прицепными звеньями. Применение активного прицепного звена позволяет улучшить проходимость амфибии. Мощность от ведущего звена к прицепным звеньям может передаваться механической, электрической или гидравлической передачами. Применение пассивных прицепных звеньев позволяет увеличить грузоподъемность машины, однако колеса звена не являются ведущими.

По месту размещения грузового отделения в корпусе выделяют амфибии с размещением грузового отсека в передней части, в кормовой части, в средней части и по всей длине корпуса.

От места размещения груза на плавающей машине зависит остойчивость амфибии. При размещении грузового отсека с кормовой части возникает дифферент на корму, который улучшает условия работы водоходного движителя, уменьшает «рыскливость» машины и позволяет повысить скорость движения по воде. Оптимальные значения дифферента на корму – 2–3° [11].

Размещение груза в носовой части создает дифферент на нос, который приводит к заливаемости передней части амфибии и уменьшению скорости движения на воде. Для устранения этого недостатка применяют балластные отсеки, которые для выравнивания дифферента заполняются забортной водой.

Расположение грузового отсека в средней части или по всей длине позволяет избавиться от дифферента, так как груз располагается в центре масс машины. Это также способствует уменьшению момента инерции машины относительно вертикальной оси, что благоприятно для улучшения поворотливости машины на плаву.

Корпуса амфибии различают по типу несущей системы и по форме поперечного сечения корпуса.

По типу несущей системы выделяют корпус с несущей рамой и несущим корпусом.

В амфибиях с несущим корпусом усилия, возникающие при движении по суше или воде, воспринимаются корпусом. Несущие корпуса в основном имеют бронированные плавающие машины, так как это позволяет освободить внутреннее пространство техники для вооружения и десанта. Однако использование несущего корпуса усложняет конструкцию машины.

В плавающей машине с несущей рамой нагрузки воспринимаются тонкостенной обшивкой и передаются на каркас. Набор каркаса может быть продольный, поперечный и смешанный. Несущая рама более технологична в производстве, поэтому ее в основном имеют транспортные машины-амфибии, к которым не предъявляются жесткие требования по защите экипажа.

По форме поперечного сечения амфибии бывают прямостенные (рис. 8, *а*) и с наклоном бортов (рис. 8, *б, в*). Прямостенные борта обеспечивают больший внутренний объем и технологичны при производстве, однако обладают худшей защитой по сравнению с наклонными бортами, имея меньшую приведенную броню. При одинаковом уровне защиты амфибии с наклонными бортами имеют меньшую массу, что хорошо сказывается на их водоходных качествах.

По типу трансмиссии различают механические, гидромеханические и электромеханические трансмиссии.

В механической трансмиссии изменение крутящего момента на ведущих колесах в необходимых пределах обеспечивает ко-

робка передач, а постоянное увеличение крутящего момента – бортовые передачи. Механические трансмиссии распространены, чему способствовали такие преимущества, как высокий КПД, компактность, дешевизна производства и простота обслуживания. Однако они обладают и недостатками: ступенчатое изменение передаточных чисел коробки передач и большое требуемое время на переключение передач снижает среднюю скорость движения техники; неблагоприятные условия работы двигателя, нагрузка на который непрерывно изменяется; трудность управления при простых механических приводах. Для устранения недостатков применяют планетарные коробки передач для повышения скоростей движения, сервоприводы, упрощающие труд механика-водителя и облегчающие управление техникой.

В гидромеханических трансмиссиях, в отличие от механических, имеется гидродинамическая передача, полностью заменяющая фрикцион и выполняющая роль коробки передач. Преимуществами гидромеханической трансмиссии являются повышенная скорость техники за счет непрерывного изменения скорости движения и тяговых усилий, облегченное управление техникой, улучшенные условия работы двигателя и облегчение создания автоматической системы переключения передач. Недостатки – более низкий КПД по сравнению с механической трансмиссией, малый диапазон автоматического изменения крутящего момента при приемлемых значениях КПД гидроредуктора и сложность ее реверсирования.

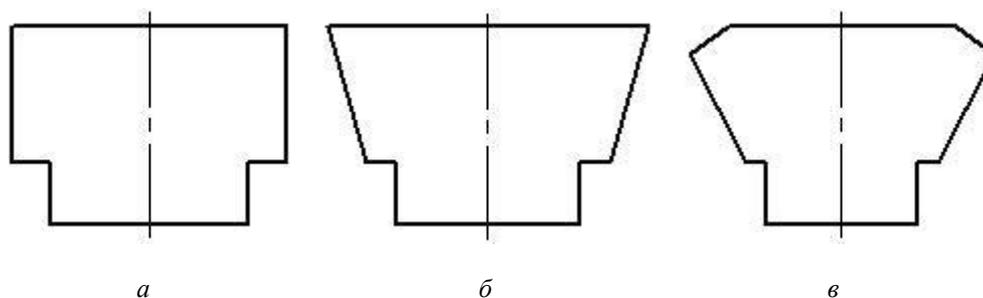


Рис. 8. Формы поперечных сечений корпусов плавающих машин: *а* – прямостенные борта (вертикальные); *б, в* – наклонные борта

В последнее время повышается интерес к гидрообъемным трансмиссиям [12], так как они позволяют в широком диапазоне непрерывно изменять передаточные числа при удовлетворительном КПД, компактны при работе на больших давлениях 20–30 МПа, облегчают управление техникой и упрощают компоновку моторно-трансмиссионного отделения. Главные недостатки – низкие значения КПД и быстрый износ при передаче больших мощностей.

Электромеханические трансмиссии обладают всеми преимуществами гидромеханических трансмиссий и улучшают маневренность техники, но большие габариты и большой вес электрических машин препятствуют их распространению.

По типу движителя на суше машины-амфибии выделяют с гусеничным движителем, с колесным движителем, с комбинированным движителем и с нетрадиционным типом движителя.

Наибольшее распространение в настоящее время получили машины с гусеничным движителем (рис. 9, а).

Преимуществом гусеничного движителя является большая проходимость по мягким грунтам. Недостаток данного движителя – низкий ресурс и высокий уровень шума, производимый при движении техники. Для увеличения ресурса применяют различные конструкции и технологии изготовления деталей [13]. Для снижения уровня шума используют обрезиненные гусеницы и катки.

Техника с колесным движителем (рис. 9, б) применяется в основном в длительных мобильных операциях, так как не требует профилактических проверок движителя каждые 300 км [14].

По сравнению с гусеницами колесный движитель имеет более высокий ресурс, дешев в производстве, позволяет развить высокую скорость на хорошей дороге, но при этом обладает гораздо худшей проходимостью [15].

Для объединения преимуществ колесного и гусеничного движителей были попытки создать комбинированный движитель – колесно-гусеничный (рис. 9, в) и гусенично-колесный (рис. 9, г).



а



б



в



г

Рис. 9. Примеры плавающей техники с разными типами движителя по суше:

а – БМП-3 с гусеничным движителем; б – БМП на базе платформы ВПК-7829 «Бумеранг» с колесным движителем; в – «Объект 19» с колесно-гусеничным движителем; г – «Объект 911» с гусенично-колесным движителем

Конструкция колесно-гусеничного движителя представляет собой колесное шасси с вспомогательным гусеничным движителем, который обычно находится между осями передних и задних колес. Гусеничный движитель при этом обычно используется только для кратковременного увеличения проходимости, поэтому он имеет механизм опускания гусеницы.

Гусенично-колесный движитель представляет собой гусеничное шасси с вспомогательными колесами, которые используются только для движения по дорогам с хорошим покрытием.

Данные схемные решения позволили немного улучшить проходимость машин с колесным движителем, но из-за сложной конструкции техника так и осталась опытной [16].

По типу движителя на воде выделяют амфибии с гребными винтами, с водометным движителем, с гусеничным гидравлическим и с колесным гидравлическим движителями.

Наибольшее распространение в качестве водоходного движителя среди плавающих машин получили гребные винты и водометные движители, позволяя обеспечить приемлемые скорости движения по воде [17]. Гусеничные и колесные гидравлические движители хоть и просты в конструкции, не получили широкого применения ввиду низких значений КПД движителя [7].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Аналитический обзор плавающей военной техники показывает большое разнообразие их схемных и конструктивных исполнений, направленных на достижение поставленных при эксплуатации задач. Проведенный анализ позволяет обобщить информацию и определить целесообразную конструктивно-компоновочную схему перспективной техники для преодоления водных преград со следующими особенностями:

- обеспечение плавучести – водоизмещением корпуса;
- транспортировка груза – на палубе;
- тип движителя на суше – гусеничный;
- тип движителя на воде – гребной винт;

- расположение водоходного движителя – кормовое;

- способ раскладывания паромы – в поперечном направлении относительно движения машины;

- грузоподъемность одной машины – 60 т;

- обеспечение возможности выхода амфибии на берег.

По конструкции амфибии во многом аналогичны сухопутной бронетехнике. И те и другие имеют силовую установку, трансмиссию, ходовую часть и т.д. Отличия проявляются в конструкции несущей системы корпуса и наличии специального водоходного движителя. Выбор типа движителя зависит от особенностей эксплуатации, массы машины и обводов корпуса, от мощности силовой установки и схемы общей компоновки машины-амфибии.

В заключение необходимо отметить, что при проектировании амфибийной машины для обеспечения высоких ходовых качеств движения на воде требуется обеспечить согласованность режимов работы системообразующих элементов «корпус – энергетическая установка – водоходный движитель». Это реализуется корректным моделированием рабочих процессов, сопровождающих функционирование амфибийной машины, которое позволит провести расчеты и многопараметрическую оптимизацию системообразующих элементов для достижения максимально возможного гидродинамического качества и скоростных характеристик амфибии.

Сложность и актуальность поставленной задачи определяется тем, что существующие компоновочные схемные решения реализованы практически на пределе допустимых габаритов техники (с точки зрения перевозки ее железнодорожным и иными видами транспорта) и дальнейшее повышение грузоподъемности безусловно потребует разработки новых схемных и конструктивно-компоновочных решений паромных машин и решения целого спектра порой противоречивых задач, направленных на обеспечение эффективности рабочих процессов в системе «труднообтекаемый корпус – энергетическая установка – водоходный движитель».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Степанов А. П.** Амфибийные машины Соединенных Штатов Америки // Техника и вооружение: вчера, сегодня, завтра..., Москва. 2001. № 9. С. 39–44. [A. P. Stepanov, "Amphibious machines of the United States of America", (in Russian), in *Tehnika i vooruzhenie: vchera, segodnya, zavtra...*, Moscow, no. 9, pp. 39-44, 2001.]

2. **Фещук М.** Нагоняя «Волну» на берег врага [Электронный ресурс]. URL: <https://topwar.ru/114853-nagonyaya-volnu-na-bereg-vraga-chast-pervaya.html>, (дата обращения 12.07.2019). [M. Feschuk, (2019, Jul. 12), Catching "Wave" on the shore of the enemy [Online], (in Russian). Available: <https://topwar.ru/114853-nagonyaya-volnu-na-bereg-vraga-chast-pervaya.html>]

3. **Десантный танковый паром** / Д. В. Агеев и др. // Патент РФ № 2296080. Опубл. 27.03.2007. Бюл. № 9. [D. V. Ageev, et. al., "Tank-borne party ferry", Patent Of Russia 2296080, 2007.]

4. **RANS simulation of viscous flow around hull of multi-purpose amphibious vehicle** / M. Nakisa, et. al. // International Journal of Mechanical and Mechatronics Engineering. 2014. Vol. 8, No. 2. Pp. 298-302.

5. **Зайцев С. В.** Спецоборудование амфибийных транспортных средств специального назначения. Наплавные мосты и паромы: учеб. пособие / С. В. Зайцев, М. Ю. Тимофеев. М.: МАДИ, 2015. 100 с. [S. V. Zaytsev, *Special equipment for amphibious special vehicles. Floating bridges and ferries: textbook. allowance*, (in Russian). Moscow: MADI, 2015.]

6. **Справочник офицера инженерных войск** / Е. С. Колибернов, В. И. Корнев, А. А. Сосков. Под общ. ред. С. Х. Аганова. М.: «Воениздат», 1989. 432 с. [E. S. Kolibernov, V. I. Kornev, A. A. Soskov, *Engineer Officer Handbook*, (in Russian). Moscow: Voenizdat, 1989.]

7. **Машины инженерного вооружения. Часть 2: Машины для преодоления препятствий и водных преград** / Н. Г. Бородин и др. Под общ. ред. Н. Г. Бородина. М.: «Воениздат», 1986. 471 с. [N. G. Borodin, et al., *Machines of engineering weapons. Part 2: Cars for overcoming obstacles and water obstacles*, (in Russian). Moscow: Voenizdat, 1986.]

8. **Степанов А. П.** Проектирование амфибийных машин / А. П. Степанов. М.: Мегалион, 2007. 420 с.: ил. [A. P. Stepanov, *Amphibious Machine Design*, (in Russian). Moscow: Megalion, 2007.]

9. **Степанов А. П.** Амфибийные машины Франции // Техника и вооружение: вчера, сегодня, завтра... 2005. № 12. С. 15–17. [A. P. Stepanov, "Amphibious cars of France", (in Russian), in *Tehnika i vooruzhenie: vchera, segodnya, zavtra...*, no. 12, pp. 15-17, 2005.]

10. **Abdulov S., Trusevich I., Volkov A.** Ensuring the amphibious capabilities of the amphibious vehicle based on the hydrodynamic buoyancy principle // MATEC Web Conferences. 2018. Vol. 224.

11. **Редькин М. Г.** Плавающие колесные и гусеничные машины / М. Г. Редькин. М.: «Воениздат», 1966. 198 с. [M. G. Red'kin, *Floating wheeled and tracked vehicles*, (in Russian). Moscow: Voenizdat, 1966.]

12. **Стрелков А. Г.** Конструкция быстроходных гусеничных машин: учеб. пособие / А. Г. Стрелков. М.: МГТУ «МАМИ», 2005. 616 с. [A. G. Strelkov, *The design of high-speed tracked vehicles: textbook*, (in Russian). Moscow: MGTU "MAMI", 2005.]

13. **Научные основы обеспечения надежности и долговечности ходовых систем гусеничных машин: монография** / С. В. Мельник и др. Омск: СибАДИ, 2009. 91 с. [S. V. Mel'nik, et. al., *Scientific basis for ensuring the reliability and durability of track systems of tracked vehicles: monograph*, (in Russian). Omsk: SibADI, 2009.]

14. **Гусеницы против колес: дилемма на все времена** [Электронный ресурс]. URL: <https://topwar.ru/137518-gusenicy-protiv-koles-dilemma-na-vse-vremena.html>, (дата обращения 20.07.2019). [Caterpillars versus wheels: a dilemma for all time [Online], (in Russian). Available: <https://topwar.ru/137518-gusenicy-protiv-koles-dilemma-na-vse-vremena.html>]

15. **Полунгян А. А.** Проектирование полноприводных колесных машин: Учебник для вузов: П79 в 3т. Т. 1 / Б. А. Афанасьев и др. Под ред. А. А. Полунгяна. М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2008. 496 с.: ил. [A. A. Polungyan, *Designing Four-Wheel Drive Wheels: A Textbook for High Schools*, (in Russian). Moscow: Izd-vo MGTU im. N. E. Bauman, 2008.]

16. **Степанов А. П.** Плавающая бронетехника России: Иллюстрированный справочник / А. П. Степанов. М.: ООО «Издательство Астрель»: ООО «Издательство АСТ», 2002. 128 с. [A. P. Stepanov, *Russian Amphibious Armored Vehicles: An Illustrated Guide*, (in Russian). Moscow: ООО "Izdatel'stvo Astrel": ООО "Izdatel'stvo AST", 2002.]

17. **Хренов И. О.** Метод расчета силы сопротивления движению на воде амфибийных колесных и гусеничных машин с использованием программного комплекса ANSYS CFX // Журнал автомобильных инженеров. 2018. № 1. С. 31–33. [I. O. Hrenov, "Method for calculating the resistance to water movement of amphibious wheeled and tracked vehicles using the ANSYS CFX software package", (in Russians), in *ZHurnal avtomobil'nyh inzhenerov*, no. 1, pp. 31-33, 2018.]

ОБ АВТОРАХ

ЕНИКЕЕВ Рустэм Далилович, зав. каф. ДВС. Иссл. в обл. моделирования рабочих процессов и проектирования энергетических машин.

МЕСРОПЯН Арсен Владимирович, проф. каф. ПГМ. Иссл. в обл. моделирования рабочих процессов и проектирования систем гидравлических и пневматических приводов.

ПЛАТОНОВ Евгений Александрович, оператор ЭВиВМ каф. ПГМ. Иссл. в обл. проектирования гребных винтов.

РАХМАТУЛЛИН Радмир Рифович, асп. каф. ПГМ. Дипл. инж. (УГАТУ, 2017). Готовит дис. о моделировании гидродинамических процессов, сопровождающих функционирование паромной техники.

METADATA

Title: To the question of creating perspective technical means for overcoming water obstacles.

Authors: R. D. Enikeev¹, A. V. Mesropyan², E. A. Platonov³, R. R. Rahmatullin⁴

Affiliation:

Ufa State Aviation Technical University (UGATU), Russia.

Email: ¹rust_en@mail.ru, ²avm_74@mail.ru, ³elacom@mail.ru, ⁴radmir.molodets.93@mail.ru

Language: Russian.

Source: Vestnik UGATU (scientific journal of Ufa State Aviation Technical University), vol. 23, no. 4 (86), pp. 74-83, 2019. ISSN 2225-2789 (Online), ISSN 1992-6502 (Print).

Abstract: The analysis of the structural and layout schemes of vehicles to overcome water barriers. A detailed classification of amphibian machines is given. The structural and layout scheme of promising equipment for overcoming water barriers is determined.

Key words: classification; analytical review; amphibious vehicle; engineering troops; ferry; hydrodynamic calculations.

About authors:

ENIKEEV, Rustem Dalilovich, Head of the Department of Internal Combustion Engines. Dipl. mechanical engineer Ufa Aviation Technical institute, 1981). Dr. of Tech. Sci. (UGATU, 2009).

MESROPYAN, Arsen Vladimirovich, Prof., Dept. of Applied Hydromechanics. Dipl. mechanical engineer (Ufa State Aviation Technical University., 1996). Dr. of Tech. Sci. (UGATU, 2010).

PLATONOV, Evgenij Aleksandrovich, computer's operator Dept. of Applied Hydromechanics. Design and calculation of ship propellers

RAHMATULLIN, Radmir Rifovich, Postgrad. (PhD) Student, Dept. of Applied Hydromechanics. Engineer (UGATU, 2010).