

КОНЦЕПЦИЯ ОТРАСЛЕВЫХ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ The concept of sectoral transport-technological complexes

Н. С. Шестаков, аспирант

Уральского федерального университета им. первого Президента РФ Б. Н. Ельцина,
(Екатеринбург, ул. Мира, 19)

Аннотация

В данной статье рассмотрен один из подходов к выбору компоновки специальных транспортных средств (транспортно-технологических комплексов) на примере пожарной техники, а также преимущества применения двигателя внутреннего сгорания постоянной мощности.

Ключевые слова: транспортно-технологический комплекс, аварийно-спасательная техника, двигатель постоянной мощности, компоновка, тяговая характеристика.

Summary

This article discusses one of the approaches to the choice of layout for special vehicles (transport-technological complexes) on the example of fire engineering, as well as the advantages of using an internal combustion engine of constant power.

Keywords: transport and technological complex, emergency rescue vehicles, motor of constant power, arranging, traction characteristic.

В настоящее время как в зарубежной практике, так и в России создание транспортно-технологических комплексов отраслевого назначения, как правило, производится путем размещения технологического оборудования на серийно выпускаемых моделях автомобильного подвижного состава. При этом не всегда эксплуатационные качества серийных автотранспортных средств отвечают всем требованиям, предъявляемым к транспортно-технологическим комплексам в целом [1]. В большинстве случаев по умолчанию принимается, что при объединении отвечающих современным требованиям транспортного и технологического модулей в мобильный комплекс соответствие его современным требованиям конкретной отрасли будет обеспечено естественным образом.

При таком подходе, как правило, снижается себестоимость комплекса, однако монтаж технологического модуля конкретного отраслевого направления на транспортном модуле, подобранном по критериям его совершенства лишь как транспортной единицы, не позволяет обеспечить целевое использование полученного комплекса, в полной мере учитывающее конкретные отраслевые эксплуатационно-производственные особенности.

В зависимости от специфики отрасли такими особенностями в различных сочетаниях могут быть:

- несоответствие регламентов технического обслуживания транспортного и технологического модулей,
- несоответствие (или несовместимость) разработанных для каждого модуля технологических процессов сервисно-ремонтных воздействий,
- потребность в разном типаже технологического оборудования для производства сервисных и ремонтных работ,

- повышенная агрессивность окружающей среды и тяжелые природно-климатические условия,
- отсутствие дилерских центров и технической документации для осуществления сервисных работ и пр.

Под воздействием указанных факторов снижаются надежность, экономичность, коэффициент использования и другие определяющие показатели транспортно-технологических комплексов.

С учетом изложенного такой комплекс целесообразно рассматривать как изделие целевого назначения, конструкцией которого обеспечивается возможность его эффективной эксплуатации в условиях конкретной отрасли.

В данной статье рассмотрена пожарная и аварийно-спасательная техника. Совершенствование пожаротушения неразрывно связано с эффективностью использования пожарной техники и внедрением новых технических средств пожаротушения и проведения аварийно-спасательных работ.

По результатам проведенного анализа можно обозначить следующие основные проблемы:

1. Низкие базовые параметры и ресурс существующей пожарной техники. Используются пожарные автомобили на базе ЗиЛ, УралАЗ, КамАЗ, ГАЗ, при этом устанавливаемые двигатели и шасси по динамическим, мощностным и ходовым показателям не в полной мере подходят для использования на пожарных и аварийно-спасательных автомобилях.

2. Необходимость привлечения гусеничной техники для транспортировки автомобиля к месту назначения при его застревании в условиях бездорожья.

3. Модернизация используемой пожарной техники для проведения аварийно-спасательных работ. С расширением функций пожарной охраны как многофункциональной службы спасения и пожаротушения возникла необходимость увеличения функциональных возможностей пожарной техники. В свою очередь, функциональные возможности пожарных автомобилей и автоцистерн в частности (наиболее часто используемых пожарных автомобилей) во многом определяются комплектацией автомобиля необходимыми средствами для проведения аварийно-спасательных работ. Однако дополнительное размещение стационарного и съемного спасательного оборудования и инструмента вскрыло определенные недостатки нормативных требований к компоновке и нагрузочным параметрам техники.

4. Создание новой пожарной техники под конкретные условия эксплуатации (работа в условиях заражения химическими и радиоактивными веществами, в условиях воздействия агрессивных и взрывчатых веществ) или оперативного применения (в рамках реализации концепции быстрого реагирования на начальной стадии происшествия или события).

5. Необходимость приближения отечественных стандартов к международным нормам, в частности по экологическим характеристикам, вызванная вступлением России в ВТО.

Для решения всех этих проблем необходимо:

- улучшать мощностные, динамические и ходовые показатели машин, увеличивать грузоподъемность;
- оснащать все автомобили лебедками, предусматривать преодоление водных преград глубиной до 1,5 м, применять предпусковые подогреватели системы охлаждения, переводить весь парк ПА на дизельные двигатели;
- расширять модельный ряд машин на гусеничном шасси с пожарной надстройкой;
- разрабатывать специальные шасси с бескапотной суперплотной модульной компоновкой, соответствующие международным стандартам, предъявляемым к пожарной и аварийно-спасательной технике;

– снижать трудоемкость технического обслуживания и ремонта автомобилей, повышать периодичность обслуживания, надежность и долговечность агрегатов и всего автомобиля в целом при одновременном снижении собственной массы, увеличивать нормативный пробег до капитального ремонта;

– улучшать экологические характеристики выпускаемых автомобилей, удовлетворяющие нормам Евро-4, Евро-5, переходить на электронное управление двигателем и автомобилем в целом.

Одним из основных условий повышения надежности техники является разработка конструктивных решений, обеспечивающих сокращение количества узлов и агрегатов.

Рассмотрим в качестве прототипа автомобиль КамАЗ-6350 «Мустанг». Данный автомобиль имеет грузоподъемность 14 т и полную массу 26,75 т. Отличительной особенностью пожарной и аварийно-спасательной техники является то, что она практически всегда полностью загружена (эксплуатируется с максимально возможной массой) [4]. Попробуем значительно упростить трансмиссию данного автомобиля-прототипа при одновременном усложнении конструкции двигателя.

Автомобиль-прототип оснащен 16-ступенчатой коробкой передач, 2-ступенчатой раздаточной коробкой. Тяговая характеристика автомобиля-прототипа представлена на рис. 1. Из нее видно, что для движения со скоростью, допустим, 5 м/с могут быть использованы 8 передач. Идеальной тяговой характеристикой может являться одна кривая (рис. 2), огибающая все кривые, изображенные на рис. 1.

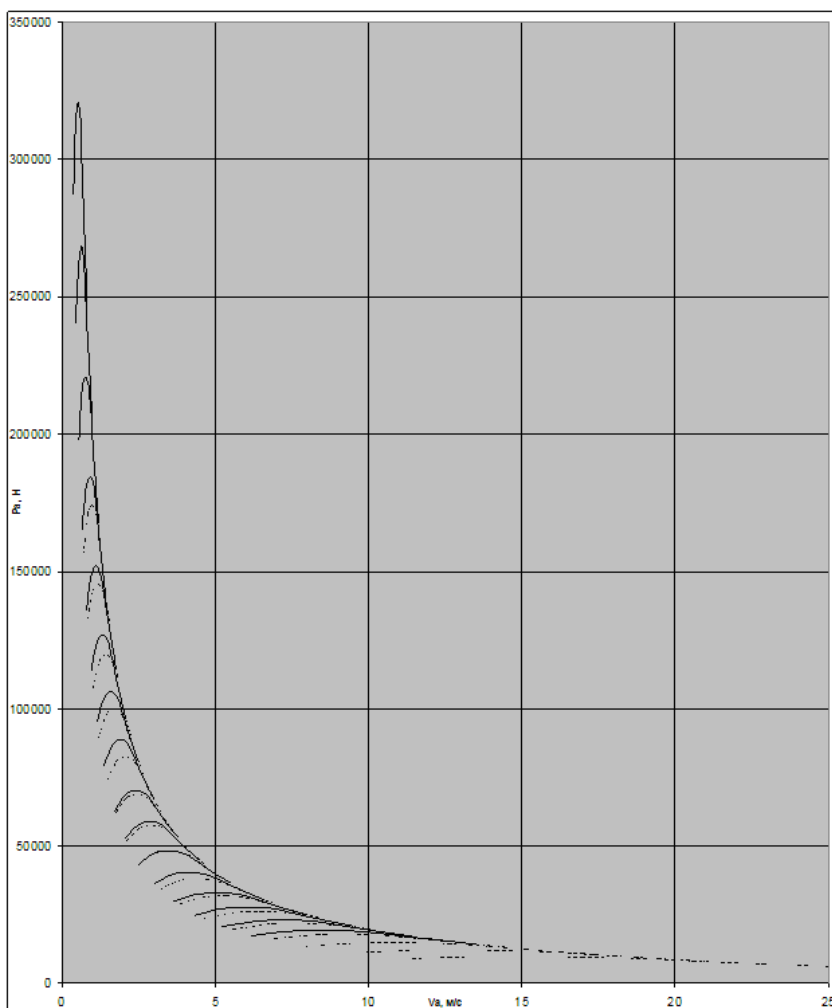


Рис. 1. Тяговая характеристика автомобиля КамАЗ-6350

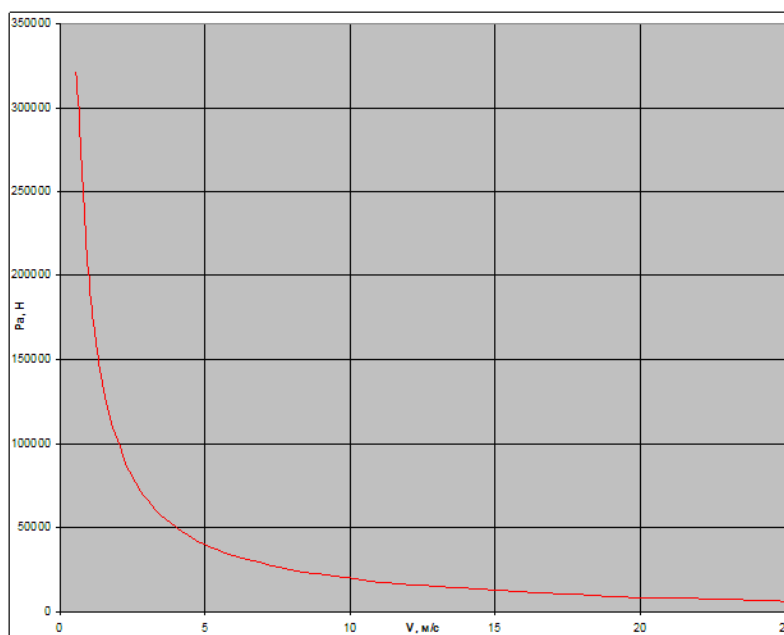


Рис. 2. Идеальная тяговая характеристика

Зная радиус колес (для колес 425/85 R21 примем $r_d = 0,61$ м) и скорости движения (из идеальной тяговой характеристики скорость изменяется от 0,5 до 25 м/с), можем определить частоты вращения ведущих колес (от 6 до 390 об/мин). Для силовой установки примем в качестве рабочих оборотов интервал от 1 000 до 3 200 об/мин (такие обороты могут реализовываться в перспективных двигателях) [2]. Так как частота вращения ведущих колес изменяется в 65 раз, а обороты двигателя – лишь в 3,2 раза, наличие нескольких передач в трансмиссии остается. Далее посчитаем передаточные числа, исходя из частот вращения колес и коленчатого вала двигателя и скорости движения на каждой передаче. Результаты расчета приведены в табл. 1.

Таблица 1

Передаточные числа и скорости движения разрабатываемого автомобиля

Передаточное число		Скорость движения на передаче, м/с			
		$i_1 = 120,4$	$i_2 = 39,7$	$i_3 = 12,6$	$i_4 = 4$
Об. ДВС, об/мин	$n_{min} = 1000$	0,53	1,6	5	15,9
	$n_{max} = 3200$	1,69	5,1	16,1	50,8

Данные результаты позволяют сделать следующие выводы:

- первая передача должна использоваться только для движения по грунтам со слабой несущей способностью со скоростью, не превышающей 6 км/ч;
- четвертая передача будет использоваться только при скоростях движения выше 60 км/ч;
- основными рабочими передачами будут являться вторая и третья, обеспечивающие скорости движения от 6 до 60 км/ч.

Зная скорости движения на каждой передаче и значения свободной силы тяги P_a на колесах автомобиля, построим график зависимости крутящего момента двигателя от оборотов (рис. 3).

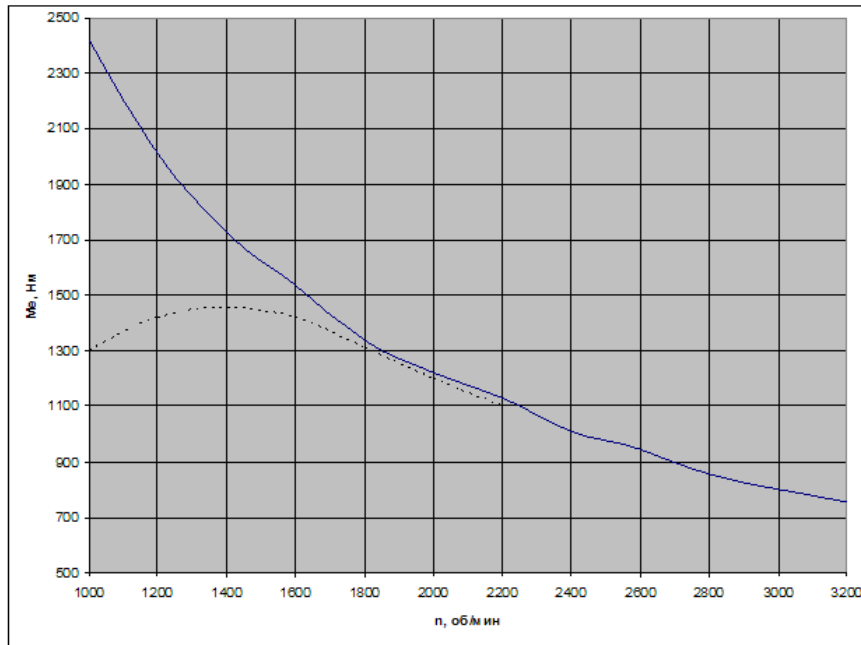


Рис. 3. График зависимости крутящего момента двигателя от оборотов коленчатого вала

Исходя из существующей зависимости между эффективной мощностью N_e и крутящим моментом двигателя M_e , найдем мощность. Эффективная мощность во всем интервале оборотов двигателя будет равна примерно 257 кВт, то есть для разрабатываемого автомобиля требуется двигатель постоянной мощности (ДПМ).

На основе полученной внешней скоростной характеристики двигателя и известных передаточных чисел трансмиссии построим тяговую характеристику автомобиля (рис. 4).

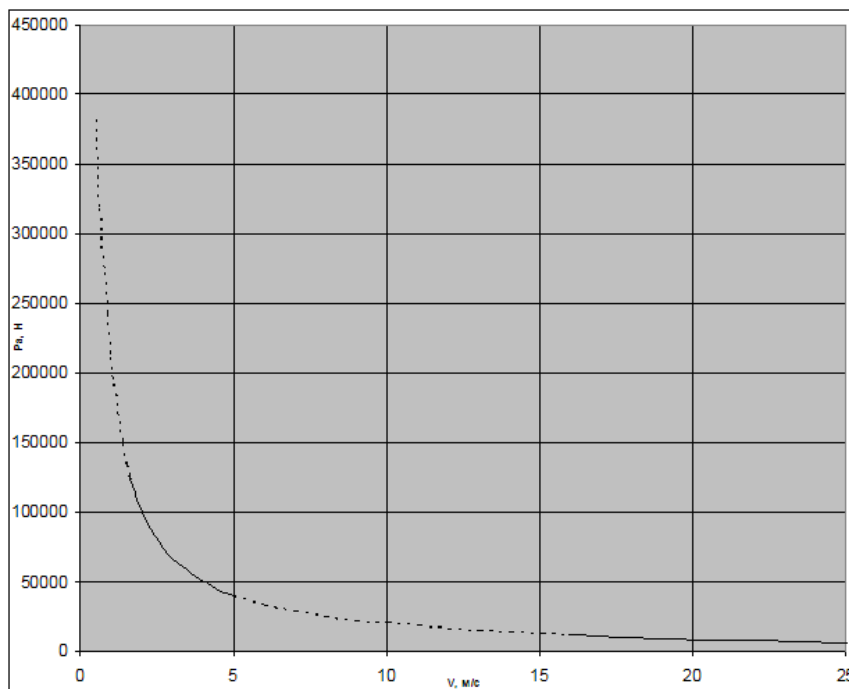


Рис. 4. Тяговая характеристика разрабатываемого автомобиля

Следует отметить, что в приведенной методике не учтены изменения таких параметров, как КПД, снаряженная и полная массы и пр.

На компоновку проектируемого автомобиля оказывает влияние положение центра тяжести и, как следствие, распределение нагрузок между осями. При расположении силовой установки (рационально применение оппозитного или горизонтального ДВС) в средней части автомобиля можно получить практически ровную поверхность над шасси, и, следовательно, расположить отделение управления, отделение для размещения личного состава и технологический отсек так, чтобы центр тяжести находился около геометрического центра автомобиля (на виде сверху). При таком расположении силовой установки желательно организовать отбор мощности с двух сторон коленчатого вала. Это исключит использование большого числа карданных передач и применение раздаточной коробки с межосевым дифференциалом и, как следствие, увеличит общий КПД трансмиссии [3]. Роль межосевого дифференциала могут выполнять фрикционные муфты, установленные с двух сторон коленчатого вала.

Относительно произвольное положение отделения управления будет возможно при применении электронного управления двигателем и трансмиссией. Ограничения на расположение будет вносить лишь рулевое управление, так как имеется жесткая связь между шасси и управляющими органами.

При движении по пересеченной местности желательно применение независимых подвесок всех колес. Это дает возможность объединить силовую установку, фрикционные муфты, коробки передач и главные передачи в узел, на котором будет крепиться все оборудование. В этом случае данный узел будет играть роль несущей системы автомобиля.

Пример компоновки автомобиля приведен на рис. 5.

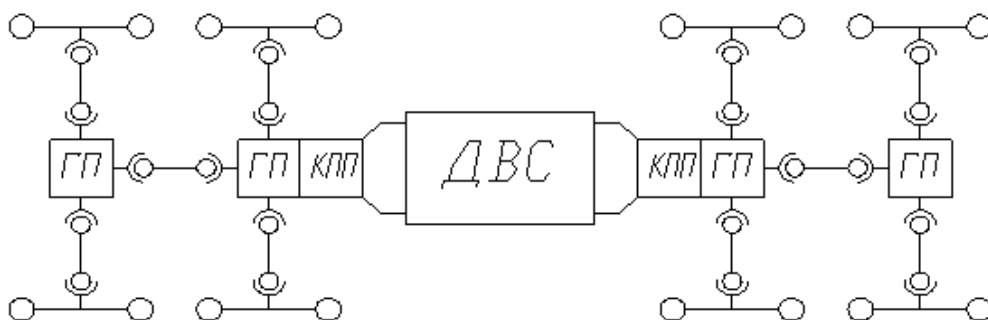


Рис. 5. Вариант компоновки разрабатываемого автомобиля

Таким образом, при желаемой характеристике двигателя достаточно иметь четыре передачи. Но необязательно реализовывать их только в коробках передач, так как существуют конструкции двухступенчатых главных передач. С предложенной компоновочной схемой (рис. 5) могут быть использованы следующие варианты:

- четырехступенчатые коробки передач, одноступенчатые главные передачи, без колесных редукторов;
- четырехступенчатые коробки передач, одноступенчатые главные передачи, колесные редукторы;
- двухступенчатые коробки передач, двухступенчатые главные передачи, без колесных редукторов;
- двухступенчатые коробки передач, двухступенчатые главные передачи, колесные редукторы.

В случае движения по дорогам с низким коэффициентом сопротивления качению следует предусматривать муфты (расположенные в ступицах колес), разъединяющие колеса и трансмиссию, что при размыкании соответствующей фрикционной муфты перед коробкой передач ведет к увеличению КПД трансмиссии.

Так как пожарная и аварийно-спасательная техника эксплуатируется не только в черте города, но и за ним, на пересеченной местности, немаловажным является вопрос проходимости. Поэтому, как уже отмечалось выше, для движения по пересеченной местности желательны наличие независимых подвесок колес, а также лебедок или других средств самовытаскивания. Равномерное распределение веса по осям автомобиля обеспечивает минимальное давление на грунт, что вместе с системой централизованного регулирования давления воздуха в шинах значительно улучшает проходимость машинами грунтов со слабой несущей способностью.

В заключение следует отметить, что данная концепция применима не только к пожарной и аварийно-спасательной технике, но и к любому транспортно-технологическому комплексу. В ней представлены способы повышения эффективности и экономичности техники.

Библиографический список

1. *Вахламов В. К.* Техника автомобильного транспорта. Подвижной состав и эксплуатационные свойства : учебное пособие. 2-е изд., стер. М. : Академия, 2005. 528 с.
2. Машины и механизмы. 2009. № 3.
3. *Полунгян А. А.* Проектирование полноприводных колесных машин : учебник для вузов. М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2000. 473 с.
4. *Теребнев В. В.* Пожарная техника : учебное пособие. М., 2007.