

УДК 629.114

АВТОМОБИЛЬ ПОВЫШЕННОЙ ПРОХОДИМОСТИ ДЛЯ СОРЕВНОВАНИЙ ПО "ТРОФИ - РЕЙДАМ" В КЛАССЕ ТРЗ

Многогрешнов Р. А., Данилов И. А.

научный руководитель – канд. техн. наук Зеер В. А.

Сибирский Федеральный университет

В настоящее время автоспорт приобретает все большую популярность во всем мире и наша страна не исключение. Ежегодно проводятся различные международные соревнования, в которых наша страна принимает активное участие, например, ралли-марафон «Дакар».

Особый интерес представляет новый вид автоспорта – «трофи-рейд», смысл которого в преодолении бездорожья, обычно на полноприводных автомобилях (внедорожниках), специальных внедорожных мотоциклах, квадроциклах. Как правило, в трофи-рейдах, в отличие от автогонок, скорость прохождения маршрута не так важна – необходимо просто уложиться в зачетное время. Важнее успешно пройти все спецучастки и выполнить задания всех соревновательных этапов.

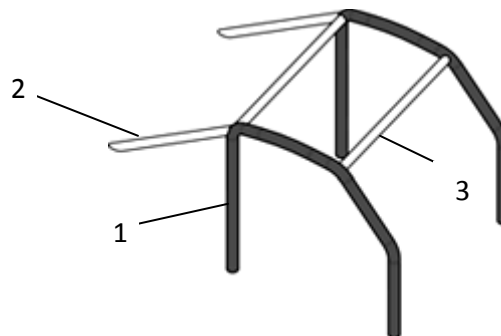
В Сибирском федеральном университете был организован центр автоспорта, основной целью которого, является интеграция научно-технической деятельности студентов и преподавателей СФУ в научных исследованиях, экспериментальных установках, а также развитии автоспорта. В рамках одного из направлений деятельности Центра реализуется проект, целью которого является разработка автомобиля повышенной проходимости в соответствии с требованиями Российской автомобильной федерации (РАФ) для участия в соревнованиях.

Рассмотрим основные модели спортивных транспортных средств, участвующих в трофи-рейдах (категория ТРЗ) различных производителей (табл. 1).

Таблица 1 - Краткая техническая характеристика автомобилей.

Параметр	Марка		
	ТР-3 постройки HONDURAS MOTORSPORT	ТР-3 постройки А. Голубева	LAND ROVER DEFENDER 90
Изображение			
Рама	Простанственная, 30ХГСА	Простанственная, 30ХГСА	каркас безопасности и защита - труба 30хгса
Двигатель	дизельный TOYOTA 1KZ	дизельный LAND ROVER 300di	дизельный 300di
Резина	37x13R15	38,5x15R16	38,5x15R16
Мосты	VOLVO C303, редукторы скоростные 11x32	VOLVO C303, редукторы скоростные 11x32	VOLVO C303, редукторы скоростные 9x3
Амортизаторы	OHLINS	OHLINS	RANCHO
Цена, руб.	2500000	1800000	980000

Согласно требованиям РАФ, автомобиль должен быть оборудован каркасом безопасности. Каркас безопасности должен обеспечивать защиту членов экипажа при возникновении аварийных ситуаций (переворот автомобиля, столкновение с другими автомобилями). Состоит каркас из главных боковых дуг 1, 2-х задних подпорок, 2-х поперечных элементов (рис. 1). Каждый элемент каркаса выполняется из единого непрерывного отрезка трубы. Трубы для каркаса применяются холоднокатаные бесшовные из углеродистых сталей с максимальным содержанием углерода 0,22 %. Диаметры и толщина стенки составляют: дуги – 50/2 мм. Между собой отдельные элементы каркаса соединяются с помощью сварки. Опоры каркаса прикрепляются болтами (минимум 3 болта на одну опору) к стальной усилительной пластине (толщина пластины не менее 3 мм, площадь не менее 120 см²), которая приварена к кузову автомобиля.



1- боковые дуги; 2 - задние подпорки; 3 - поперечные элементы
Рисунок 1 – Схема каркаса безопасности проектируемого автомобиля

Для улучшения показателей проходимости и пассивной безопасности проектируемой машины, а также соответствия требованиям РАФ, коллективом Центра автотоспорта СФУ была разработана пространственная рама, состоящая из труб разного профиля, основным достоинством которой является высокое отношение крутильной жёсткости к массе. К тому же в проектируемом автомобиле в отличие от проанализированных выше конструкций АТС применяется центральное расположение двигателя внутреннего сгорания (ДВС) и гидрообъемная трансмиссия.

Общий вид проектируемого автомобиля представлен на рисунке 2.

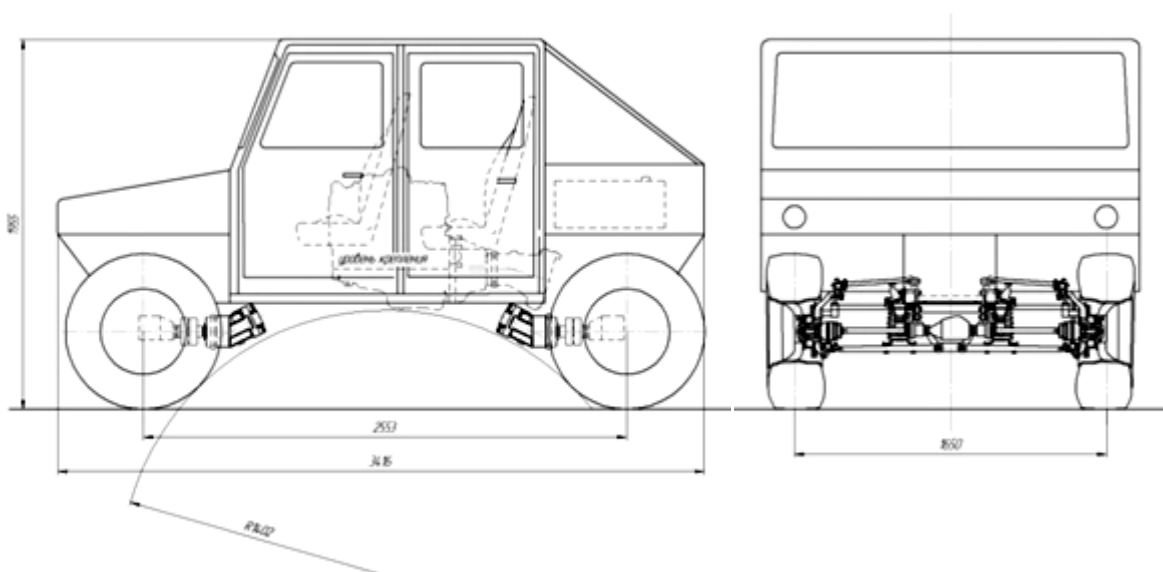


Рисунок 2 – Общий вид проектируемого автомобиля МОД 3111

Центральное расположение ДВС позволяет уменьшить габаритные размеры автомобиля, добиться оптимальной развесовки по осям тем самым улучшить устойчивость и повысить его проходимость.

Результаты расчета показали, что распределение массы по осям полностью загруженного АТС составляет 47% на 53%. При скорости 60 км/ч и радиусе поворота 200 м критический угол по заносу составляет 25 град, по опрокидыванию - 46 град.

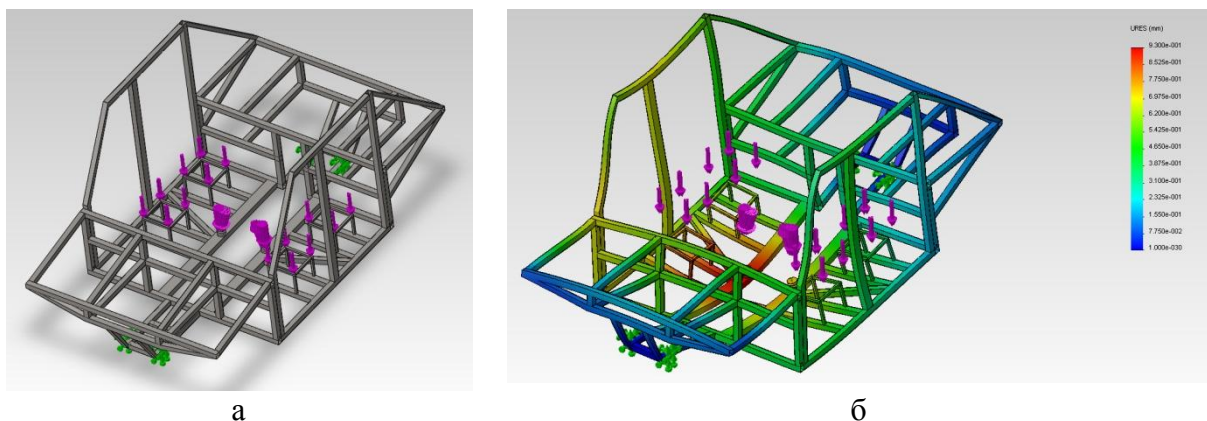
Расчет рамы АТС проводился в графическо-расчетном пакете SolidWorks. В связи с малыми аппаратными ресурсами системы был принят ряд допущений:

- динамическое приложение силы, заменено, статическим;
- преграда не упругая, не подвергается деформации.

Рассмотрены основные случаи нагружения:

- нагрузка при торможении на переднюю часть рамы;
- нагрузка при заносе на левую и правую части рамы спереди, сзади;
- нагрузка при наезде на единичное препятствие;
- вес пассажиров и крутящий момент от двигателя.

По результатам расчета максимальные напряжение в элементах рамы составило 175,33 МПа, перемещение - 0,903 мм, минимальный коэффициент запаса прочности - 2,2. Фрагмент расчета рамы проектируемого автомобиля представлен на рисунке 3.



а – нагружение рамы, б – результат расчета рамы в программе Solid Works
Рисунок 3 – Фрагмент расчета рамы проектируемого автомобиля

Применение гидрообъемной трансмиссии позволяет изменять передаточное число трансмиссии и передаваемый крутящий момент бесступенчато автоматически, что обеспечивает плавное трогание автомобиля с места, облегчает и упрощает управление им, снижает утомляемость водителя и, следовательно, повышает безопасность движения. Также гидрообъемная трансмиссия позволяет повысить проходимость автомобиля в результате непрерывного потока мощности и плавного изменения крутящего момента, что в условиях соревнований играет немаловажную роль.

Основными недостатками гидрообъемной трансмиссии являются: низкий КПД (около 0,6), высокая стоимость гидрооборудования, и меньшая долговечность, по сравнению с механической трансмиссией, а также необходимость высококвалифицированных специалистов при ремонте и обслуживании.

Схема трансмиссии проектируемого автомобиля представлена на рисунке 4.

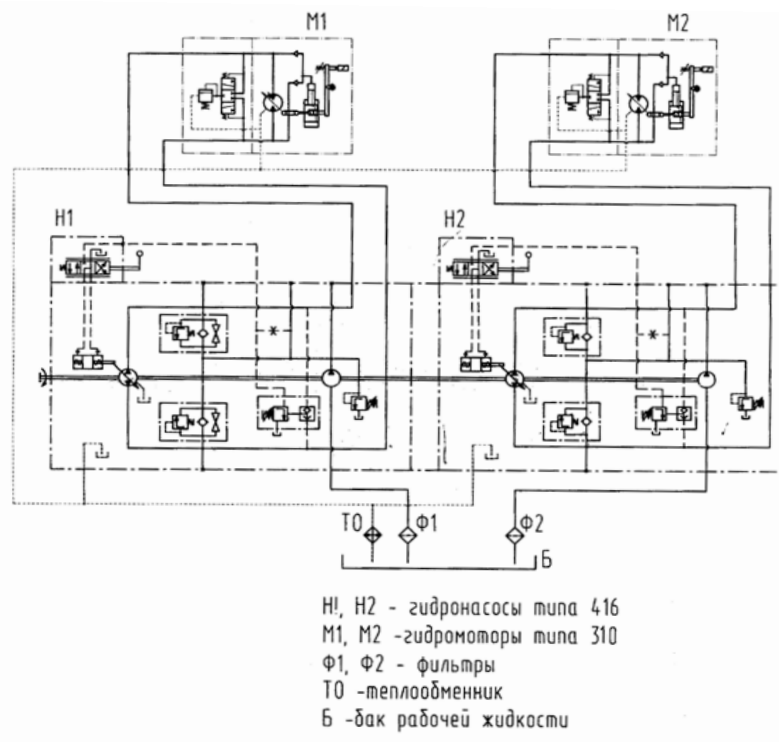
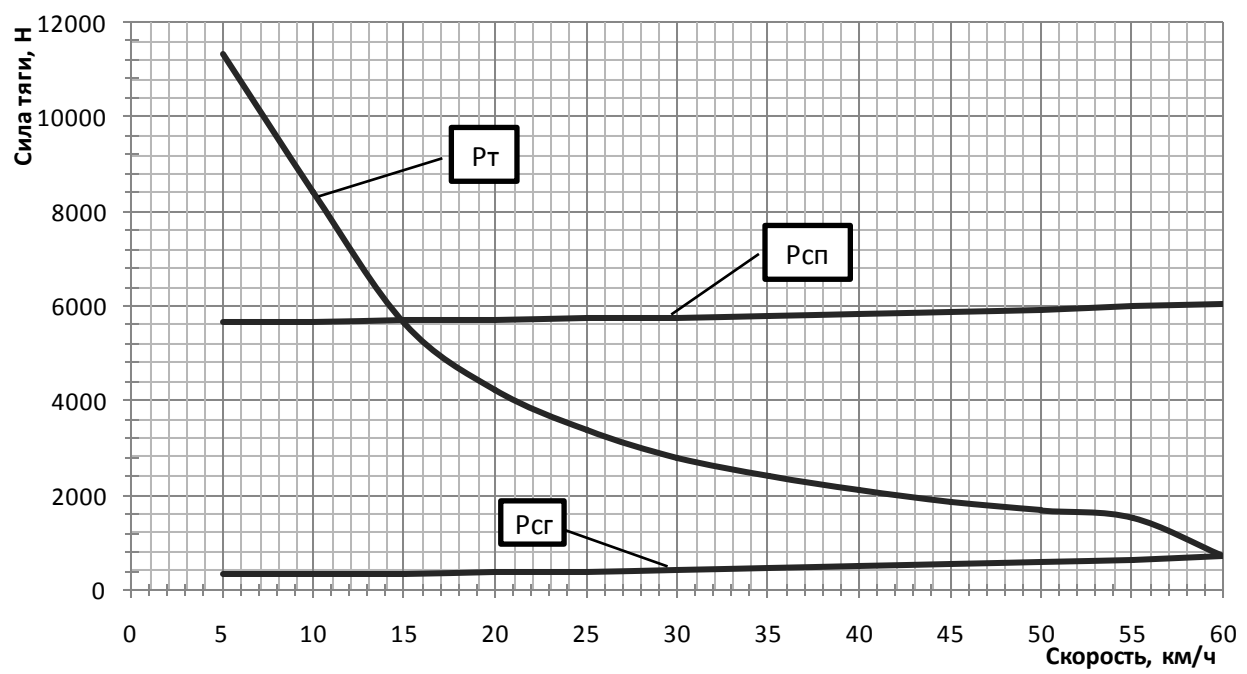


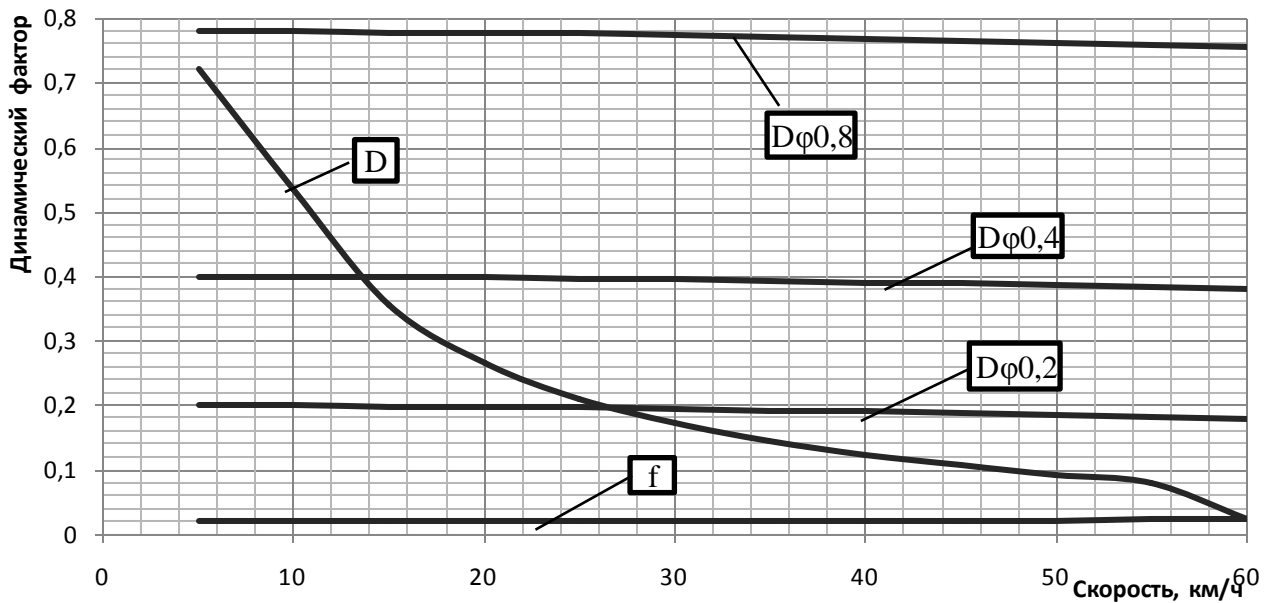
Рисунок 4 – Схема гидрообъемной трансмиссии

В качестве силовой установки был выбран двигатель внутреннего сгорания ЗМЗ-402. Тяговая и динамическая характеристики проектируемого автомобиля представлены на рисунках 5 и 6 соответственно.



P_t – сила тяги на ведущих колесах автомобиля; $P_{сп}$ – сила сопротивления движению на подъеме ($i=0,36$, $f_0=0,02$); $P_{сг}$ – сила сопротивления движению на горизонтальном участке подъема ($i=0$, $f_0=0,02$).

Рисунок 5 – Тяговая характеристика проектируемого автомобиля



D – динамический фактор по крутящему моменту; $D\varphi_{0,2}$, $D\varphi_{0,4}$, $D\varphi_{0,8}$ – динамический фактор по сцеплению для коэффициентов сцепления равных 0,2, 0,4, 0,8 соответственно; f – коэффициент сопротивления качению ($f_0=0,02$)

Рисунок 6 – Динамическая характеристика проектируемого автомобиля

Из тяговой характеристики следует, что в заданных дорожных условиях автомобиль может эксплуатироваться во всем диапазоне силы тяги, при этом максимальная скорость на горизонтальном участке дороги равна 60 км/ч. Максимальная свободная сила тяги на горизонте равна 11006 Н.

В заданных дорожных условиях диапазон силы сопротивления движению P_c составляет 317-11323 Н. Сила сопротивления воздуха P_e увеличивает значение силы сопротивления P_{ce} при максимально возможной скорости АТС на горизонтальном участке дороги в 1,87 раза, а при заданном значении уклона практически не оказывает влияния и ей можно пренебречь.

Из динамической характеристики следует, что при коэффициенте сцепления φ равном 0,4 значение максимального угла подъема равно $20,81^\circ$, а при φ равном 0,2 падает до $10,20^\circ$, а максимально возможный преодолеваемый подъем составляет 45° .

В целом проектируемый автомобиль соответствует требованиям безопасности РАФ, по функциональным свойствам превосходит основных конкурентов-участников соревнований по трофи-рейдам в классе ТРЗ.