
EXPLORING DIFFERENT CAR SUSPENSION SOLUTIONS FOR THE SHELL ECO-MARATHON COMPETITION³

Assoc. Prof. Rosen Hristov, PhD

Department of Transport Engineering and Technologies,
Technical University of Varna
Phone: 052-383 321
E-mail: rosen.hristov@tu-varna.bg

Assoc. Prof. Plamen Petrov, PhD

Department of Materials Science and Technology
Technical University of Varna
Phone: 052-383 443
E-mail: plpet@tu-varna.bg

Abstract: This report examines various options for implementing a car suspension for a Shell Eco-marathon competition. Most important is the lightness and non-deformability of the frame, which is directly dependent on the type of suspension mounting. Strength studies of various materials used in the manufacture of front control arm have been made. The advantage of elements composed of carbon composites is confirmed. The characteristics of two carbon composite pipes made using different manufacturing technology are presented. The weights of a particular carrier made of different materials are compared.

Keywords: Car, Carbon fiber, Efficiency, Suspension

ВЪВЕДЕНИЕ

Shell Eco-marathon се провежда на три континента - Европа, Азия и Америка, изключително мащабна кампания като това в Европа е най-голямото и с най-силна конкуренция. Целта на състезателите е да изминат максимално разстояние с един литър гориво/единица енергия. Има два класа на състезателните автомобили – прототипи и градски тип, като последните максимално се доближават до стандартните автомобили.

Автомобилите за това състезание трябва да имат минимално тегло, устойчива на деформации конструкция и минимално съпротивление на ходовата част и задвижването. Едни от важните елементи на окачването са носачите. Най-лесно те биха могли да се изработят от стоманени тръбни профили, като същевременно и тяхното тегло би било голямо. Долният носач е натоварен повече и поради тази причина се изработва от профили които издържат по-големи натоварвания, като същевременно и масата му е значително по-голяма.

Едно съвременно решение е използването на материали от композити с въглеродни влакна. Могат да се вложат готови тръбни профили или да се изработят изцяло от съответните материали (плат, смола и пълнител). На пазара се срещат фирми които произвеждат тръбни профили от композити с въглеродни влакна по различни технологии.

Целта на настоящия доклад е да се проверят и сравнят якостните характеристики на тръби произведени по различна технология, за да може да се оцени и подбере най-подходящата.

Основните изпитвания, които са проведени на специални стендове, са на огъване и на смачкване.

³ Докладът е представен на сесия на 27 октомври 2019 с оригинално заглавие на български език: ИЗСЛЕДВАНЕ ВЪЗМОЖНИТЕ РЕШЕНИЯ ЗА ОКАЧВАНЕТО НА АВТОМОБИЛ ЗА СЪСТЕЗАНИЕТО SHELL ECO-MARATHON

ИЗЛОЖЕНИЕ

Композитен материал (накратко композит) е материал, направен от два или повече съставни материали със значително различни физични или химични свойства, които заедно изграждат материал със свойства, различни от тези на отделните компоненти.

Полимерът, подсилен с въглеродни влакна (на английски: carbon fiber reinforced polymer, понякога само carbon fiber или carbon), е изключително здрав и лек полимер, в чиято структура са включени въглеродни влакна. Въпреки високата себестойност при производството и високата цена на материала, той има широко приложение, поради много доброто съотношение на здравина към тегло.

На пазара се предлагат и готови предварително изработени материали от въглеродни композити като плочи, тръби, L и П образни профили. За нашият проект избрахме да използваме тръби Ø16, от които да изработим носачите с помощта на въглероден плат и смола по метода на инфузията. За да се уверим, че тези тънкостенни тръби от въглеродни композити са достатъчно здрави за да издържат натоварването в автомобила ги подложихме на тестове.

Фиг. 1. Образци за изпитване от въглеродни композити



Разполагахме с тръби от две фирми произведени по различна технология, което ни даде възможност да сравним техните характеристики и да подберем по-добрата от тях (фиг.1). Двата типа се различават по структурата на навиване и изтегляне на въглеродният плат. Бяха проведени изпитвания на огъване и на смачкване.



Фиг. 2. Машина за механични изпитвания ZD 40



Фиг. 3. Разрушените образци

Използвани са машина за механични изпитвания ZD 40 (Фиг.2) и машина за механични изпитвания ZDM-5 (Фиг. 4). Проведени са неколнократни изпитвания, разрушените образци са показани на фигура 3, като резултатите са осреднени и са представени в таблица 1. По добри якостни характеристики с 13 % за огъване и 35 % за сплескване имат тръбите тип 2.



Фиг. 4. Машина за механични изпитвания ZDM-5

Таблица 1. Резултати от изпитванията

Вид тръба	Сила на огъване [N]	Сила на сплескване [N]
Тип 1	1650	130
Тип 2	190	200

Изработените носачи са показани на фигура 5, като левият е долен носач, а десни горен носач. Измерените тегла са показани в таблица 2. Разликата между стоманените носачи и тези от въглеродни композити е няколко пъти, като за долния носач е още по-голяма.



Фиг. 5. Изработените носачи от въглеродни композити

Таблица 2. Сравнение на масата на различните носачи

	Маса [Kg]	
	Стомана	Въглероден композит
Горен носач	1.716	0.181
Долен носач	1.020	0.428

При изработването на носачите и по-специално на връзката с накрайниците могат да се използват високоякостни лепила специално предназначени за въглеродни композитни материали.

ИЗВОДИ

От направените изследвания могат да се направят следните изводи:

1. Материали от въглеродни композити могат успешно да се използват при изработването на детайли от окачването на автомобили за състезанието Shel Eco-marathon;
2. По добри якостни характеристики с 13 % за огъване и 35 % за сплескване имат тръбите тип 2;
3. Носачите изработени от въглеродни композитни материали са 4-5 пъти по леки от същите изработени от стомана.

Докладът е подпомогнат от проект КД1/ 2019 - Изследване възможностите за оптимизиране параметрите на автомобил за състезанието Shell Eco-marathon с ръководител доц. д-р инж. Росен Христов.

REFERENCES

- Al Mamun A., Sawpan M., Nikousaleh M., k Feldmann M., Heim H. (2017). *Carbon Fiber Composite Materials. Lightweight and Sustainable Materials for Automotive Applications*, 203-238.
- Huang H.(2009) *Fabrication and Properties of Carbon Fibers*, Material, 2, 2369-2403.
- Rattan R, Bijwe J, Fahim M. (2007) *Influence of weave of carbon fabric on low amplitude oscillating wear performance of Polyetherimide composites*. Wear, 262, 727–735.
- Xu H., Zhao Y., Ye C., Lin F. (2019). *Integrated optimization for mechanical elastic wheel and suspension based on an improved artificial fish swarm algorithm*. Advances in Engineering Software, 137