

УДК 621.434: 665.7.038.1

**ВЛИЯНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДИЗЕЛЬНОГО
ТОПЛИВА НА ЭКОНОМИЧНОСТЬ ДВИГАТЕЛЯ**

Д.В. Цыганков, к.х.н., доцент

А.В. Полозова, студент гр. МАб-141, III курс

К.В. Димитриев, студент гр. МАб-141, III курс

В.А. Железнов, студент гр. МАб-141, III курс

Кузбасский государственный технический университет

имени Т.Ф. Горбачёва

г.Кемерово

Расход топлива – это достаточно сложная и неоднозначная тема, поскольку на него влияет огромное количество факторов. Все эти факторы можно достаточно условно и укрупнено разделить на три группы:

- 1 – факторы, зависящие от водителя (это частота вращения коленчатого вала, число переключения передач, скорость движения и др.);
- 2 – факторы, обуславливающие влияние внешней среды (это температура воздуха, атмосферное давление, влажность и др.);
- 3 – факторы, обуславливающие физико-химические показатели самого топлива (это, прежде всего, плотность, вязкость и фракционный состав).

Часто можно наблюдать такую картину, когда автомобиль заправляется на одной АЗС, а затем на другой и при этом расход топлива может отличаться очень значительно. С чем это связано: вроде бы и водитель один и тот же и внешние условия сходные, а расход разный. Это может быть связано с различным химическим составом топлива и как следствие с разными его физико-химическими показателями. Бытует мнение, что чем выше плотность дизельного топлива, тем ниже его расход [1].

На протяжении последних двух лет на кафедре «Эксплуатация автомобилей» КузГТУ проводятся эксперименты, связанные с исследованием влияния физико-химических показателей топлив на расход топлива. Проведено более 80 сравнительных испытаний различных топлив, в ходе которых производился физико-химический анализ топлив и одновременно определялся расход топлив на моторной нагрузочной установке, состоящей из дизеля Д-37М и гидравлического нагрузочного стенда. Как правило, проводились сравнительные испытания двух топлив. Одно топливо – это

топливо для карьерной техники (ТКТ) одного из местных нефтеперерабатывающих заводов, а другое топливо – это дизельное топливо, взятое с АЗС Газпромнефть или Роснефть, так называемое ГОСТовское.

Как показывают двухлетние исследования, физико-химические показатели топлива ТКТ были практически неизменными, тогда как показатели ГОСТовского топлива имели существенные отличия, связанные, главным образом, с сезонностью. Наиболее типичные результаты по физико-химическим показателям для летнего дизельного топлива и ТКТ приведены в таблице 1. В графе «фактические значения» под №1 приводятся данные по ДТ марки Л, а в графе №2 – по топливу ТКТ. Результаты по экономичности приводятся в таблице 2.

Таблица 1. – Физико-химические показатели топлив ДТ-Л и ТКТ

№ пп	Наименование показателя	Ед. изм.	Предельные значения				Фактические значения		НТД на методы контроля
			ТР ТС 013/2011	ГОСТ Р 305-2013	ГОСТ Р 52368-2005 Евро	СТО 004.82736245.2015	№1	№2	
1	Цетановый индекс	-			не менее 46	не менее 42	50,57	50,04	ГОСТ 27768
2	Кинематическая вязкость при 40°С	мм²/с			для марки Л 2,0-4,5, 1,2 - 4,0 для остальных	1,9 - 4,1	3,83	3,21	ГОСТ 33-2000
3	Кинематическая вязкость при 20°С	мм²/с		3,0 - 6,0 для марок Л и Е, 1,8 - 5,0 для марки З, 1,5 - 4,0 для марки А			5,26	4,39	
4	Массовая доля серы	мг/кг (%)	не более 10 мг/кг для класса 5	не более 500 мг/кг	не более 10 мг/кг для вида III	не более 0,5%	891 (0,0891%)	3473 (0,3473%)	ГОСТ Р 52660
5	Плотность при 15°С	кг/м³		не более 863,4 для марок Л и Е, 843,4 для марки З, 833,5 для марки А	820-845 для марки Л, 800 - 845 для остальных	820 - 860	845,5	841,5	ГОСТ Р 51069
6	Плотность при 20°С	кг/м³					841,9	837,9	ГОСТ 3900
7	Температура вспышки в закрытом тигле	°С	не ниже 40°С для всех марок кроме А, не ниже 30°С для марки А	не ниже 40°С для марок Л и Е, 30°С для марок З и А	выше 55°С	не ниже 35°С	76	38	ГОСТ 6356
8	Фракционный состав:								ГОСТ 2177
	начало кипения	°С					178	141	
	50% перегоняются при температуре	°С		не выше 280°С для марок Л, Е, З, 255°С для марки А			276	267	
	95% перегоняются при температуре	°С	не выше 360°С	не выше 360°С	не выше 360°С		360	399	
	10% перегоняются при температуре	°С				не выше 195°С	221	181	
	90% перегоняются при температуре	°С				не выше 380°С	344	375	
	при температуре 250 °С, % (по объему)	%			менее 65%		29	43	
	при температуре 350 °С, % (по объему)	%			не менее 85%		92	83	
	до температуры 180°С перегоняется, % (по объему)	%			для холодного и арктического климата не более 10%		1	9	
	до температуры 340°С перегоняется, % (по объему)	%			для холодного и арктического климата не менее 95%		89	80	
	конец кипения	°С					376	407	

Таблица 2. – Экономические показатели топлив ДТ-Л и ТКТ

Циклы испытаний двигателя, работающего под нагрузкой при 1000 об/мин	Проба топлива №1							Проба топлива №2						
	1-ое испытание			2-ое испытание			средний расход топлива, гр.	1-ое испытание			2-ое испытание			средний расход топлива, гр.
	темпера- тура масла, °С	средняя нагрузка, кг	расход топлива, гр.	темпера- тура масла, °С	средняя нагрузка, кг	расход топлива, гр.		температур а масла, °С	средняя нагрузка, кг	расход топлива, гр.	температур а масла, °С	средняя нагрузка, кг	расход топлива, гр.	
Расход за 1-ю минуту	58	33	101	60	32	101	101	63	32	98	62	32	98	98
Расход за 2-ю минуту	58	33	100	61	32	99	99,5	64	32	99	63	32	100	99,5
Расход за 3-ю минуту	60	32	101	62	32	99	100	65	31	97	64	32	98	97,5
Расход за 4-ю минуту	61	32	100	64	32	99	99,5	67	31	96	65	31	98	97
Расход за 5-ю минуту	62	32	100	65	31	99	99,5	68	31	96	66	31	96	96
Итого, граммы		32,4	502		31,8	497	499,5		31,4	486		31,6	490	488
Удельный эффективный расход топлива, г/(л. с. * час)							186,7							185,9

Если сравнить между собой показатели плотности, то образец №1 имеет плотность на 0,4% выше, чем образец №2 и расход топлива у него примерно настолько же выше, чем у образца №2. Более низкая плотность образца №2 связана с более широким фракционным составом: начало кипения у него на 40 градусов ниже, а конец кипения на 30 градусов выше. Это говорит о том, что в топливе №2 присутствуют более легкие и в тоже время более тяжелые углеводороды, но легких больше. Это и дает, в конечном счете, снижение плотности. Таким образом, можно сделать предварительный вывод, что из двух топлив расход будет меньше у того, которое имеет более низкую плотность. Чтобы это доказать окончательно посмотрим как ведет себя ДТ марки 3 в сравнении с топливом ТКТ. Результаты представлены в таблицах 3 и 4. Топливо №1 – это ДТ марки 3, а топливо №2 – это топливо ТКТ.

Таблица 3. – Физико-химические показатели топлив ДТ-З и ТКТ

№ пп	Наименование показателя	Ед. изм.	Предельные значения				Фактические значения		НТД на методы контроля
			ТР ТС 013/2011	ГОСТ Р 305-2013	ГОСТ Р 52368-2005 Евро	СТО 004.82736245.2015	№1	№2	
1	Цетановый индекс	-			не менее 46	не менее 42	48,22	49,75	ГОСТ 27768
2	Кинематическая вязкость при 40°C	мм²/с			для марки Л 2,0-4,5, 1,2 - 4,0 для остальных	1,9 - 4,1	2,45	3,04	ГОСТ 33-2000
3	Кинематическая вязкость при 20°C	мм²/с		3,0 - 6,0 для марок Л и Е, 1,8 - 5,0 для марки З, 1,5 - 4,0 для марки А			3,43	4,13	
4	Массовая доля серы	мг/кг (%)	не более 10 мг/кг для класса 5	не более 500 мг/кг	не более 10 мг/кг для вида III	не более 0,5%	8 (0,0008)	3275 (0,3275%)	ГОСТ Р 52660
5	Плотность при 15°C	кг/м³		не более 863,4 для марок Л и Е, 843,4 для марки З, 833,5 для марки А	820-845 для марки Л, 800 - 845 для остальных	820 - 860	835,7	841,7	ГОСТ Р 51069
6	Плотность при 20°C	кг/м³					832,1	838,1	ГОСТ 3900
7	Температура вспышки в закрытом тигле	°C	не ниже 40°C для всех марок кроме А, не ниже 30°C для марки А	не ниже 40°C для марок Л и Е, 30°C для марок З и А	выше 55°C	не ниже 35°C	59	44	ГОСТ 6356
8	Фракционный состав:								
	начало кипения	°C					163	142	ГОСТ 2177
	50% перегоняются при температуре	°C		не выше 280°C для марок Л,Е,З, 255°C для марки А			251	266	
	95% перегоняются при температуре	°C	не выше 360°C	не выше 360°C	не выше 360°C		336	395	
	10% перегоняются при температуре	°C				не выше 195°C	203	182	
	90% перегоняются при температуре	°C				не выше 380°C	316	370	
	при температуре 250 °C, % (по объему)	%			менее 65%		49	43	
	при температуре 350 °C, % (по объему)	%			не менее 85%		97	85	
	до температуры 180°C перегоняется, % (по объему)	%			для холодного и арктического климата не более 10%		3	8	
	до температуры 340°C перегоняется, % (по объему)	%			для холодного и арктического климата не менее 95%		96	82	
	конец кипения	°C					356	408	

Таблица 4. Экономические показатели топлив ДТ-З и ТКТ

Циклы испытаний двигателя, работающего под нагрузкой при 1000 об/мин	Проба топлива №1							Проба топлива №2							
	1-ое испытание			2-ое испытание			средний расход топлива, гр.	1-ое испытание			2-ое испытание			средний расход топлива, гр.	
	температура масла, °C	средняя нагрузка, кг	расход топлива, гр.	температура масла, °C	средняя нагрузка, кг	расход топлива, гр.		температура масла, °C	средняя нагрузка, кг	расход топлива, гр.	температура масла, °C	средняя нагрузка, кг	расход топлива, гр.		
Расход за 1-ю минуту	57	34	104	58	34	102	103	59	33	101	58	34	102	101,5	
Расход за 2-ю минуту	57	34	102	59	34	100	101	60	33	101	59	34	102	101,5	
Расход за 3-ю минуту	58	34	101	60	34	101	101	61	33	99	60	34	104	101,5	
Расход за 4-ю минуту	59	34	100	61	33	101	100,5	62	33	99	60	33	101	100	
Расход за 5-ю минуту	60	33	101	62	33	98	99,5	63	33	99	62	33	101	100	
Итого, граммы		33,8	508		33,6	502	505		33	499		33,6	510	504,5	
Удельный эффективный расход топлива, г/(л. с. * час)							179,8								181,8

Во втором случае топливо ДТ-З оказалось более экономичным по сравнению с топливом ТКТ. Из таблицы 3 видно, что плотность топлива ДТ-З ниже примерно на 0,7%. Это обусловлено тем, что в топливе ДТ-З содержится меньше тяжелых фракций, чем у топлива ТКТ. Конец кипения у топлива ДТ-З составляет 356 градусов, в то время как у топлива ТКТ – 408 градусов, поэтому в топливе ДТ-З присутствуют более легкие углеводороды. Это обуславливает то, что топливо ДТ-З примерно на 1,1% экономичнее топлива ТКТ.

Таким образом, предварительный вывод о то, что расход топлива будет тем меньше, чем меньше плотность топлива подтверждается. Действительно,

на сколько меньше плотность, примерно, на столько же будет меньше и расход топлива, конечно при этом нужно учитывать и фракционный состав.

Список литературы:

1. Большаков Г. Ф. Физико-химические основы применения топлив и масел. Теоретические основы химмотологии. – Новосибирск: Наука, 1987. – 208с.