

Химмотологические требования к ДИЗЕЛЬНЫМ И СУДОВЫМ ТОПЛИВАМ

Основные нормируемые показатели качества дизельных топлив:

- низкотемпературные свойства (температуры застывания и помутнения);
- самовоспламеняемость (цетановое число ЦЧ и цетановый индекс ЦИ);
- испаряемость (температуры выкипания $t_{н.к.}$, $t_{10\%}$, $t_{50\%}$, $t_{90\%}$, $t_{к.к.}$);
- кинематическая вязкость при 20 °С или 50 °С;
- плотность при 20 °С или при 15 °С;
- температура вспышки в закрытом тигле;
- химическая стабильность (иодное число, стабильность к окислению, содержание фактических смол, фильтруемость);
- коррозионная активность (кислотность, медная пластинка, содержание водорастворимых кислот и щелочей);
- смазывающая способность;
- коксуемость, зольность, содержание мех. примесей, ванадия;
- экологические свойства (содержание общей и меркаптановой серы, полициклических аренов).

Марки топлив для быстроходных дизелей:

Л, З и А , вторая цифра – содержание серы, третья – температура вспышки для **Л** и температура застывания для **З**.

Температура самовоспламенения некоторых углеводородов

Углеводород	Температура, °С	Углеводород	Температура, °С
Н-гексан	261	Циклогексан	270
Н-гептан	247	Метилциклогексан	265
Н-октан	240	Бензол	592
Н-нонан	234	Толуол	568
Н-декан	232	Бутилбензол	438
Н-гексадекан	230	Тетрагидронафталин	423
3-метилпентан	304	декагидронафталин	272
2,3-диметилбутан	421		

Цетановые числа некоторых углеводородов

Углеводород	Цетановое число	Углеводород	Цетановое число
Н-декан	77	Гексадецен-1	88
Н-додекан	88	Декалин	55
2,2,4,6,6-пентаметилгептан	10	Трет-бутилдекалин	27
		Втор-бутилдекалин	39
3-этилдекан	53	Н-пропилтетралин	9
Н-тетрадекан	96	Н-бутилтетралин	21
2,7-диметил-4,5-диэтилоктан	45	Н-гексилбензол	30
		Н-нонилбензол	50
Гексадекан	100	Н-додецилбензол	68
Додецен-1	71	Н-бутилнафталин	72
Тетрадецен-1	83	Н-октилнафталин	20

Зависимость между дизельным индексом и цетановым числом

Дизельный индекс	20	30	40	50	62	70	80
Цетановое число	30	35	40	45	55	60	80

Влияние температуры отбора фракций на их низкотемпературные свойства

Температура отбора фракций, °С (ИТК)	Температура, °С	
	застывания	помутнения
Западно-Сургутская нефть		
150-320	-36	-29
150-350	-30	-18
200-350	-20	-16
Мегионская нефть		
150-350	-35	-21
200-350	-29	-19
Усть-Балыкская нефть		
150-350	-30	-19
180-350	-19	-16
200-350	-16	-14
150-320	-36	-27

Требования к качеству топлив для быстроходных дизелей по ГОСТ 305-

82

Показатель	Л	З	А
Цетановое число, не менее	45	45	45
Фракционный состав, температура, °С:			
50%, не выше	280	280	255
96 %, не выше	360	340	330
Кинематическая вязкость при 20 °С, мм ² /с	3,0..6,0	1,8..5,0	1,5..4,0
Температура застывания, °С, не выше:			
для умеренной климатической зоны	-10	-35	-
для холодной климатической зоны	-	-45	-50
Температура помутнения, °С, не выше:			
для умеренной климатической зоны	-5	-25	-
для холодной климатической зоны	-	-35	-
Температура вспышки в закрытом тигле, °С, не ниже:			
для дизелей общего пользования	40	35	30
для тепловозных, судовых дизелей и газовых турбин	61	40	35
Содержание, % мас., не более:			
серы в топливе вида I	0,2	0,2	0,2
серы в топливе вида II	0,5	0,5	0,4
меркаптановой серы	0,01	0,01	0,01
сероводорода	отсутствие		
Испытание на медной пластинке	выдерживает		
Содержание фактических смол, мг/100 мл, не более	40	30	30
Содержание водорастворимых кислот, щелочей, мех.примесей и воды	Отсутствие		
Кислотность, мг КОН/100 мл, не более	5	5	5
Иодное число, г. I ₂ /100 г., не более	6	6	6
Зольность, %, не более	0,01	0,01	0,01
Коксуемость 10% остатка, % не более	0,3	0,3	0,3
Коэффициент фильтруемости, не более	3	3	3
Плотность при 20 °С, кг/м ³ , не более	860	840	830

Требования Мировой топливной хартии к качеству дизельных топлив

Показатели	Категория качества		
	1	2	3
Цетановое число	≥48	≥53	≥55
Цетановый индекс	≥45	≥50	≥52
Плотность при 15 °С, кг/м ³	820-860	820-850	820-840
Вязкость при 40 °С, мм ² /с	2,0-4,5	2,0-4,0	2,0-4,0
Содержание общей серы, % масс.	≤0,5	≤0,03	≤0,003
Содержание ароматических углеводородов, %масс.	-	≤25	≤15
Содержание полициклических ароматических углеводородов (би- и трициклических), % масс	-	≤5	≤2
Температура, °С			
Выкипания 90%	-	≤340	≤320
Выкипания 95%	≤370	≤355	≤340
Конца кипения	-	≤365	≤350
Температура вспышки в закрытом тигле, °С	≥55	≥55	≥55
Коксуемость 10% остатка, % масс.	≤0,30	≤0,30	≤0,20

Физико-химические и эксплуатационные показатели качества перспективных дизельных ТОПЛИВ

Показатели	Категория		
	1	2	3
Цетановое число	48	53	55
Цетановый индекс	45	50	52
Плотность при 15 °С, кг/м ³	820-860	820-850	820-840
Кинематическая вязкость при 40 °С, мм ² /с	2,0-4,5	2,0-4,0	2,0-4,0
Массовая доля серы, %	0,5	0,03	0,003
Массовая доля ароматических углеводородов, %, не более	-	25	15
Массовая доля полиароматических углеводородов, %, не более	-	5	0
Фракционный состав, °С:			
90% перегоняется при температуре не выше	-	340	320
95% перегоняется при температуре, не выше	370	355	340
к.к., не выше	-	365	350
Температура вспышки, °С, не ниже:	55	55	55
Коксуемость 10%-ного остатка %масс., не более	0,3	0,3	0,2
Содержание воды, мг/кг	500	200	200
Окислительная стабильность, г/ м ³ , не более	25	25	25
Объем вспенивания, мл	-	-	100
Время разрушения пены, с	-	-	15
Биологическая засоренность	-	Отсутствие	
Массовая доля эфиров растительных масел, %, не более	-	5	Отсутствие
Кислотность, мг КОН/100 мл, не более	-	0,08	0,08
Коррозионность	-	Легкая ржавчина	
Испытания на медной пластинке, балл	Класс1	Класс1	Класс1
Зольность, %, не более	0,01	0,01	0,01
Содержание механических примесей, мг/л, не более	-	24	24
Чистота форсунки, % снижения потока воздуха, не более	-	85	85
Смазывающая способность, диаметр пятна износа, мкм, не более	400	400	400

Требования к качеству дизельных топлив в Европе

Показатель	Европейская норма		
	2000 г.	2005г.	2010г.
Цетановое число, не менее	51	55	55
Содержание полициклических ароматических углеводородов, % масс	11	2	2
Содержание серы, млн. ⁻¹	350	50	50
Фракционный состав, °С: 95% перегоняется при температуре, °С	360	340	340
Плотность при 15 °С, кг/м ³	845	820	-
Смазывающая способность, средний диаметр пятна износа, мкм, не более	460	460	400

Требования к качеству дизельного экспортного топлива по ТУ 38.401-58-110-94

Показатели	Норма для марок	
	ДЛЭ	ДЗЭ
Дизельный индекс, не менее	53	53
Фракционный состав:		
Перегоняется при температуре °С, не выше:		
50 °	280	280
90 °	340	330
95 °	360	360
Кинематическая вязкость при 20 °С, мм ² /с	3,0-6,0	2,7-6,0
Температура °С:		
Застывания, не выше	-10	-35
Предельной фильтруемости, не выше	-5	-25
Вспышки в закрытом тигле, не ниже	65	60
Массовая доля серы, % , не более, в топливе:		
Вида 1	0,2	0,2
Вида 2	0,3	-
Испытание на медной пластинке	Выдерживает	
Кислотность, КОН мг /100 см ³ , не более	3	3
Зольность, % , не более	0,01	0,01
Коксуемость, 10% остатка, % не более	0,2	0,2
Цвет, ед ЦНТ не более	2	2
Содержание механических примесей	Отсутствие	
Прозрачность при температуре 10 °С	Прозрачно	
Плотность при 20 °С, кг/ м ³ , не более	860	845

Технико-эксплуатационные требования к унифицированным нефтяным топливам для всех типов судовых дизелей

Физико-химические свойства	Судовое маловязкое топливо (дистиллятное) СМТ	Судовое высоковязкое топливо (компаундированное)		
		Легкое СВЛ	Тяжелое СВТ	Сверхтяжелое СВС
Вязкость условная, ° ВУ, не более				
При 20°С	2	-	-	-
При 50°С	-	5	-	-
При 80°С	-	-	8	16
Зольность, % не более	0,02	0,05	0,12	0,15
Массовая доля механических примесей, %, не более	0,02	0,1	0,3	0,6
Массовая доля воды, %, не более	следы	0,5	1	1
Массовая доля серы, %, не более	1,5	2 вид – 2,0	1 вид – 2,0	5
Массовая доля меркаптановой серы, %, не более	0,025	-	-	-
Коксуемость, %, не более	0,2	7	15	22
Температура вспышки, °С, не ниже:				
В закрытом тигле	62	65	-	-
В открытом тигле	-	-	90	100
Температура застывания, °С, не выше	-10	5	15	25
Массовая доля ванадия, %, не более	-	0,01	0,02	0,04
Плотность при 20 °С, кг/ м ³ , не более	890	965	995	1015
Цетановое число, не ниже	40	-	-	-

Требования к качеству топлив для средне- и малооборотных двигателей (дизелей)

Показатель	ДТ	ДМ
Плотность при 20 °С, кг/ м ³ , не более	930	970
Фракционный состав: до 250 °С, не более	15	10
Вязкость при 50 °С, не более		
Кинематическая, мм ² /с	36	150
Условная, °ВУ	5	20
Коксуемость, %, не более	3	9
Зольность, % не более	0,04	0,06
Содержание, %, не более		
Серы	1,5	2,9
Мех. примесей	0,05	0,1
Воды	0,5	0,5
Ванадия	0,5	0,5
Температура вспышки в закрытом тигле, °С, не ниже	65	85
Температура застывания, °С, не выше	-5	10

Химмотологические требования к реактивным, газотурбинным и котельным топливам

Основные нормируемые показатели качества реактивных топлив для дозвуковых (ТС-1 и РТ) и сверхзвуковых (Т-6 и Т-8В) двигателей:

- плотность при 20 °С;
- испаряемость ($t_{н.к.}$, $t_{10\%}$, $t_{50\%}$, $t_{90\%}$, $t_{98\%}$);
- низшая теплота сгорания;
- кинематическая вязкость при 20 – 40 °С;
- нагарообразующая склонность (высота некоптящего пламени, люминометрическое число, содержание аренов);
- химическая стабильность (иодное число, термическая стабильность в статических и динамических условиях при 150 °С и 180 °С, содержание фактических смол);
- коррозионная активность (кислотность, медная пластинка, содержание кислот, щелочей, мыл, нафтеновых кислот, нафталиновых углеводородов);
- низкотемпературные свойства (температура начала кристаллизации);
- температура вспышки в закрытом тигле;
- экологические свойства (содержание аренов, общей и меркаптановой серы, сероводорода).

Низшая теплота сгорания углеводородов фракций нефти (средние значения)

Фракция, °С	Моноциклические ароматические		Циклоалканы		Алканы	
	кДж/кг	кДж/л	кДж/кг	кДж/л	кДж/кг	кДж/л
100-150	41440	34850	43010	32860	44920	32820
150-200	41210	36040	43050	33910	44430	33070
200-250	41380	37050	42910	34075	44290	34370
250-300	41315	37720	42800	34950	43200	34550

Сравнительная характеристика

Параметры	ТС-1	Jet A-1
Кислотность, мг КОН /100 см ³	0,7	0,1
Массовая доля RSH [*]	0,003 (0,005)	0,003
Массовая доля общей серы, %	0,2	0,3
Кинематическая вязкость, мм ² /с	8,0 (-40°C)	8,0 (-20°C)
Плотность, кг/м ³	780 (20°C)	775 (15°C)
Температура вспышки, °C	28	38
Высота некоптящего пламени, мм	25	25

Требования к качеству реактивных топлив (ГОСТ 10227-86 и ГОСТ 12300-80)

Показатель	ТС-1	РТ	Т-6	Т-8В
Плотность при 20°С, кг/ м ³ , не менее	780	775	840	800
Фракционный состав, температура, °С				
Начало кипения, не выше	150	155	-	-
Начало кипения, не ниже	-	135	195	165
10%, не выше	165	175	220	185
50%, не выше	195	225	255	-
90%, не выше	230	270	290	-
98% не выше	250	280	315	280
Вязкость кинематическая, мм ² /с				
при 20°С, не менее	1,25	1,25	4,5	>1,5
при -40°С, не менее	8	16	60	16
Теплота сгорания низшая, кДж/кг, не менее	43100	43100	42900	42900
Высота некоптящего пламени, мм, не менее	25	25	20	20
Кислотность, мг КОН/100 мл, не более	0,7	0,7	0,1	-
Температура начала кристаллизации, °С, не выше	-60	-55	-60	-50
Иодное число, г I ₂ /100 мл, не более	3,5	0,5	0,8	0,9

Требования к качеству реактивных топлив (ГОСТ 10227-86 и ГОСТ 12308-89) (продолжение таблицы)

Показатель	ТС-1	РТ	Т-6	Т-8В
Содержание: аренов, %, не более	22	22	10	22
Фактических смол, мг/100 мл, не более	3	4	4	4
Общей серы, %, не более	0,2	0,1	0,05	0,1
Меркаптановой серы, %, не более	0,003	0,001	0	0,001
Сероводорода, %, не более	отсутствие			
Испытание на медной пластинке	выдерживает			
Содержание водорастворимых кислот, щелочей, мех. примесей и воды	отсутствие			
Зольность, %, не более	0,003	0,003	0,003	
Содержание мыл нефтяных кислот	отсутствие			
Содержание нафталиновых углеводородов, %, не более	1,5	1	1	
Термическая стабильность в статических условиях при 150°C, мг/100 мл, не более:				
В течение 4ч	18	-	-	-
В течение 5 ч	-	-	6	6
Термическая стабильность в динамических условиях при 150...180°C:				
Перепад давления на фильтре за 5ч, МПа, не более	0,083	0,01	0,01	0,01
Отложения на подогревателе, баллы, не более	2	2	0	-
Люминометрическое число, не менее	55	55	45	45
Температура вспышки в закрытом тигле, °С, не менее	28	28	62	45

Газотурбинные и котельные топлива

В качестве газотурбинных топлив применяются высококипящие дистилляты прямой перегонки глубокообессоленных нефтей, тяжелые газойли термо- и каталитических процессов.

Нормируются следующие показатели качества марок А и Б:

- вязкость при 50°C;
- низшая теплота сгорания;
- зольность и содержание металлов (ванадия, кальция, калия, натрия);
- плотность, коксуемость и иодное число;
- содержание серы;
- температура вспышки;
- температура застывания.

В качестве котельных топлив применяются тяжелые остатки (мазуты, гудроны) и тяжелые газойли термо- и каталитических процессов нефтепереработки. Нормируются те же показатели качества, что и для газотурбинных и судовых топлив.

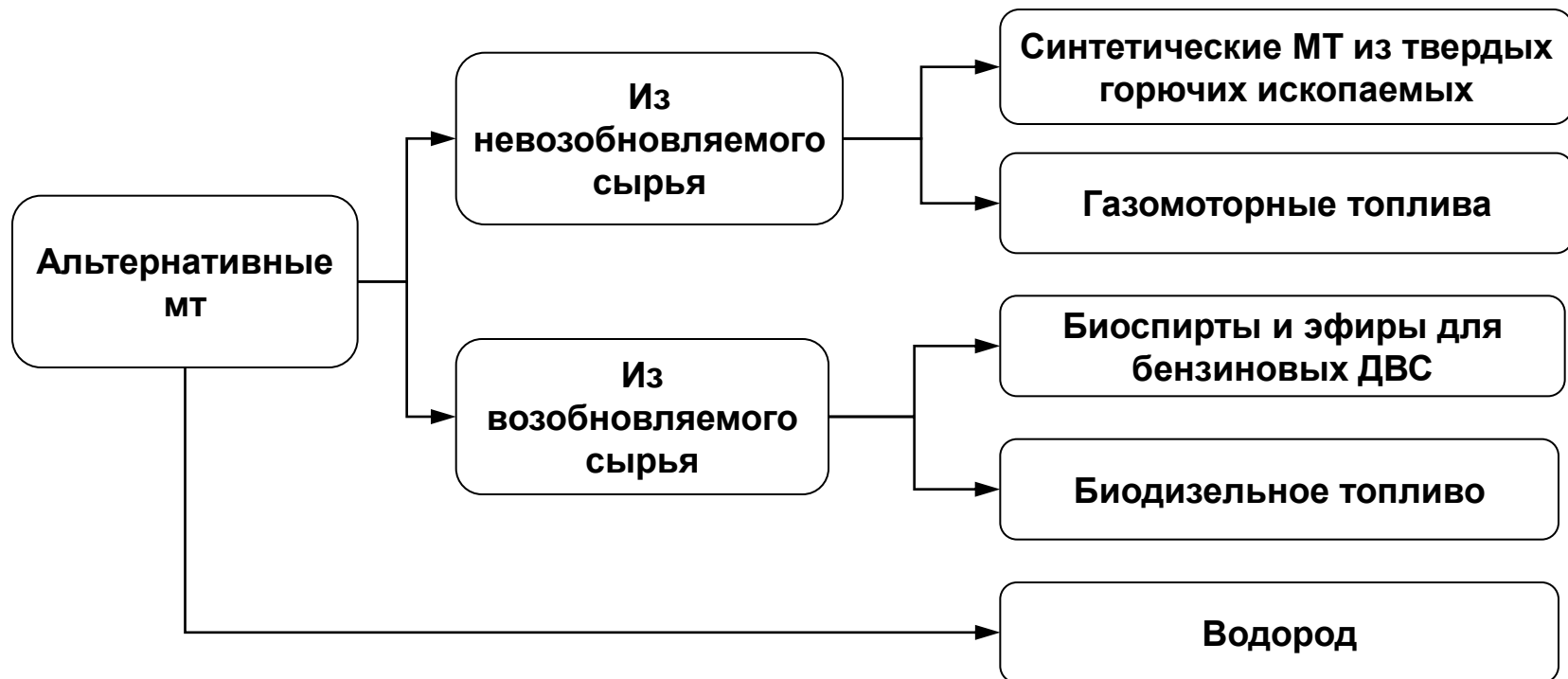
Требования к качеству газотурбинных и котельных топлив

Показатель	Газотурбинные топлива		Котельные топлива			
	Б	А	Ф-5	Ф-12	40	10
Вязкость при 50 °С, не более:						
Условная, °ВУ	3	1,6	5	12	8*	16*
Кинематическая, м ² /с	-	-	36,2	89	59*	118*
Теплота сгорания низшая, Дж/кг, не менее	39800	39800	41454	40740	39900	40530
Зольность, %, не более:	0,01	0,01	0,05	0,1	0,12	0,14
Содержание, %, не более:						
Мех. примесей	0,03	0,02	0,1	0,12	0,8	1,5
Ванадия	0,0004	0,00005	-	-	-	-
Кальция	-	0,0004	-	-	-	-
Суммы натрия и калия	-	0,0002	-	-	-	-
Воды	0,5	0,1	0,3	0,3	1,5	1,5
Серы	2,5	1,8	2	0,6	3,5	3,5
Сероводорода	Отсутствие					
Водорастворимых кислот и щелочей	Отсутствие					
Коксуемость, %, не более	0,5	0,2	6	6	-	-
Плотность при 20 °С, кг/м ³ , не более	935	-	955	960	965	1015
Температура, °С						
Вспышки в закрытом тигле, не ниже	61	65	80	90	-	-
Вспышки в открытом тигле, не ниже	-	-	-	-	90	110
Застывания, не выше	5	5	-5	-8	10	25
Иодное число, г I ₂ /100 мл, не более	45	-	-	-	-	-

Состояние и перспективы применения альтернативных моторных топлив

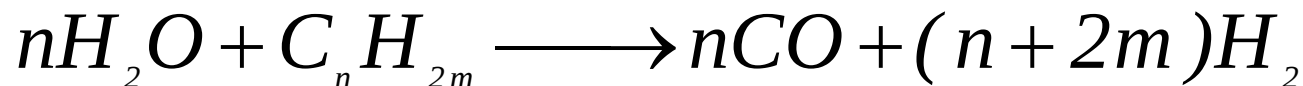
Стратегическое направление обеспечения топливом автотракторного транспорта мира в постнефтяном веке – производство и применение экологичных альтернативных моторных топлив получаемых из:

- невозобновляемого сырья (углеводородных газов и твердых горючих ископаемых);
- возобновляемого растительного сырья (биотоплива).

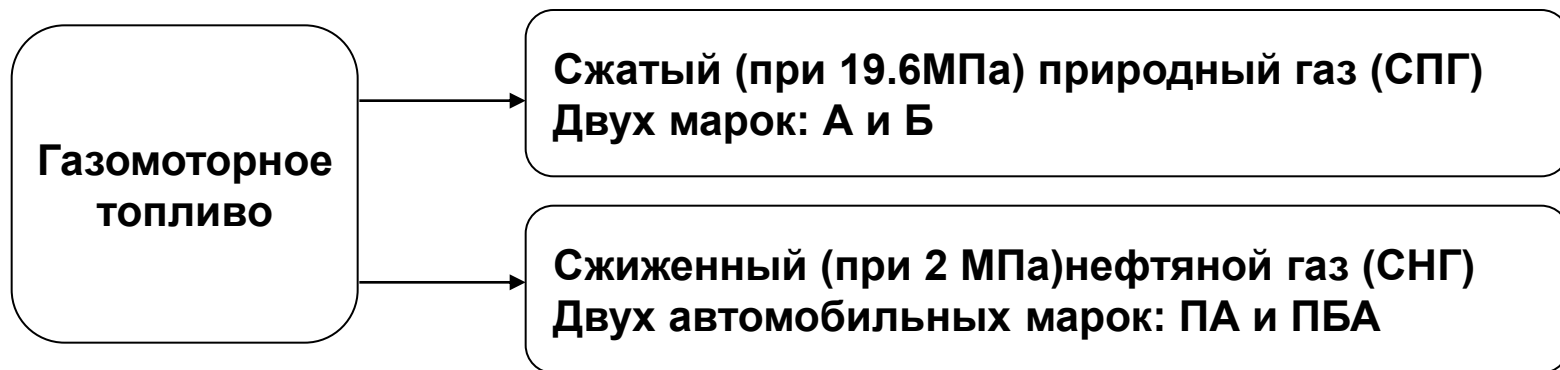
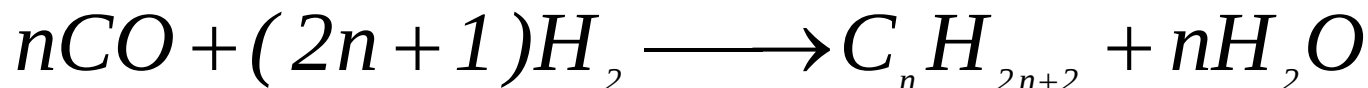


Технология производства синтетических моторных топлив из углеводородного сырья и углей

- паровая конверсия:



- синтез Фишера-Тропша:



Некоторые физико-химические свойства алканов, входящих в состав СНГ и СПГ

Показатели	CH ₄	C ₂ H ₆	C ₃ H ₈	C ₄ H ₁₀	C ₅ H ₁₂
Относительная плотность газа по воздуху	0,554	1,048	1,562	2,091	2,448
Плотность жидкости при 15°C и 0,1 МПа	-	0,446	0,509	0,582	0,625
Стандартная температура кипения, °C	-161,5	-88,6	-42,1	-0,5	36,1
Критическая температура, °C	-82,5	32,2	96,8	152	196,6
Стехиометрическое отношение Воздух: топливо (α):					
кг/кг	16,05	15,7	15,35	15,3	17,2
м ³ /м ³	16,7	23,9	30,95	38	9,52
Теплота сгорания при α=1, МДж/ м ³	3,22	3,4	3,46	3,41	3,52
Октановое число: ОЧИМ		107,1	105,7	93,6	61,9
ОЧММ		104	100	90,1	61,9

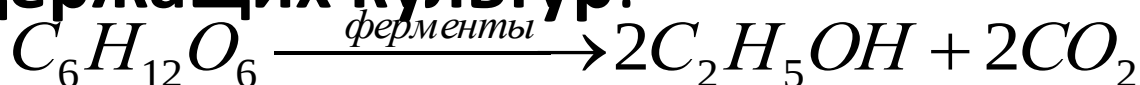
Компонентный состав СНГ и СПГ

Массовая доля компонентов, %	СНГ		СПГ	
	ПА	ПБА	А	Б
Метан	-	-	95±5	90±5
Этан	-	-	4	4
Пропан	90±10	50±10	1,5	1,5
Бутаны	-	40-50	1	1
Пентаны	-	-	0,3	0,3
Сумма олефинов	6	6	-	-
Кислород	-	-	1	1
Азот	-	-	0-4	4-7
Сернистые соединения, %	0,01	0,01	-	-
Сероводород, %	0,003	0,003	-	-
г/ м ³			0,02	0,02
Меркаптановая сера, %	-	-	0,016	0,016

Биоэтанол в моторном топливе

Наиболее крупными производителями и потребителями биоэтанола, как компонента автобензина, являются США и Бразилия (прогноз на 2012г. 53 млрд л/г). **Исходное сырье** – сахарный тростник, свекла, картофель, кукуруза, пшеница и древесина (целлюлоза).

Способ производства – брожение сахаросодержащих культур:



а из древесины – гидролиз с последующим брожением.

Достоинства этанола:

- высокая детонационная стойкость (ОЧИМ=108);
- легкость воспламенения при $\alpha=0,5\div0,6$;
- полнота сгорания и экологичность выпускных газов;
- низкое стехиометрическое соотношение воздух: этанол (9 против 15 у бензина), что позволяет повысить литровую мощность двигателя, но при большем расходе топлива;
- меньшая токсичность паров этанола.

Недостатки биоэтанола:

- высокая теплота парообразования, что затрудняет запуск двигателя;
- фазовая нестабильность этанолсодержащего бензина в присутствии воды;
- повышенная коррозионная активность по отношению к материалам топливных систем.

В России принят ГОСТ Р.52.2М-2004 на автобензин, содержащий 5-10% этанола, - бензанол.

Перспективным биотопливом рассматривается биобутанол.

Некоторые физико-технические свойства бутанолов

Бутанолы	ρ_4^{20}	$t_{\text{кип}}^0$	$t_{\text{пл}}$
Бутанол – 1	0,810	117,8	-90,9
Бутанол – 2	0,807	99	-115
Изобутанол	0,802	107	-108
Третизобутанол	0,787	82	25,8

Физико-химические характеристики спиртов и автобензина

Показатель	Метанол	Этанол	Автомобиль- ный бензин	Бутанол
Плотность при 20 °С, кг/ м ³	795	789	740-760	791
Вязкость при 20°С, мм ² /с	0,55	1,76	0,5-0,7	-
Температура, °С:				
Застывания	-98	-115	<-60	-90
Кипения	65	78	35-200	83
Вспышки	11	13	<0	-
Самовоспламенения	464	423	350-400	-
Октановое число (и.м.)	104-115	106	80-98	113
Теплота:				
Сгорания низшая, МДж/кг	19/7	25	41-44	32,8
Парообразования, кДж/кг	1100	900	200	600
Теплоемкость при 20 °С, кДж/(кг*град)	2,5	2,4	2,0-2,1	-
Стехиометрическое отношение воздух/топливо, кг/кг	6,5	8,5	14-15	-

Характеристика простых эфиров C₅ – C₈, пригодных в качестве компонентов бензинов

Показатель	МТБЭ	ЭТБЭ	ТАМЭ
Плотность при 20 °С, кг/ м ³	746	746	775
ОЧ(ИМ)	120	120	110
ОЧ(ММ)	100	104	94
ОЧ дорожное (ДМ)	110	112	102
Температура кипения, °С	55	73	86
Содержание кислорода, % масс.	18,2	15,7	15,7
Давление насыщенных паров, кПа	41,1-61,2	21,7-34,5	6,9-13,8

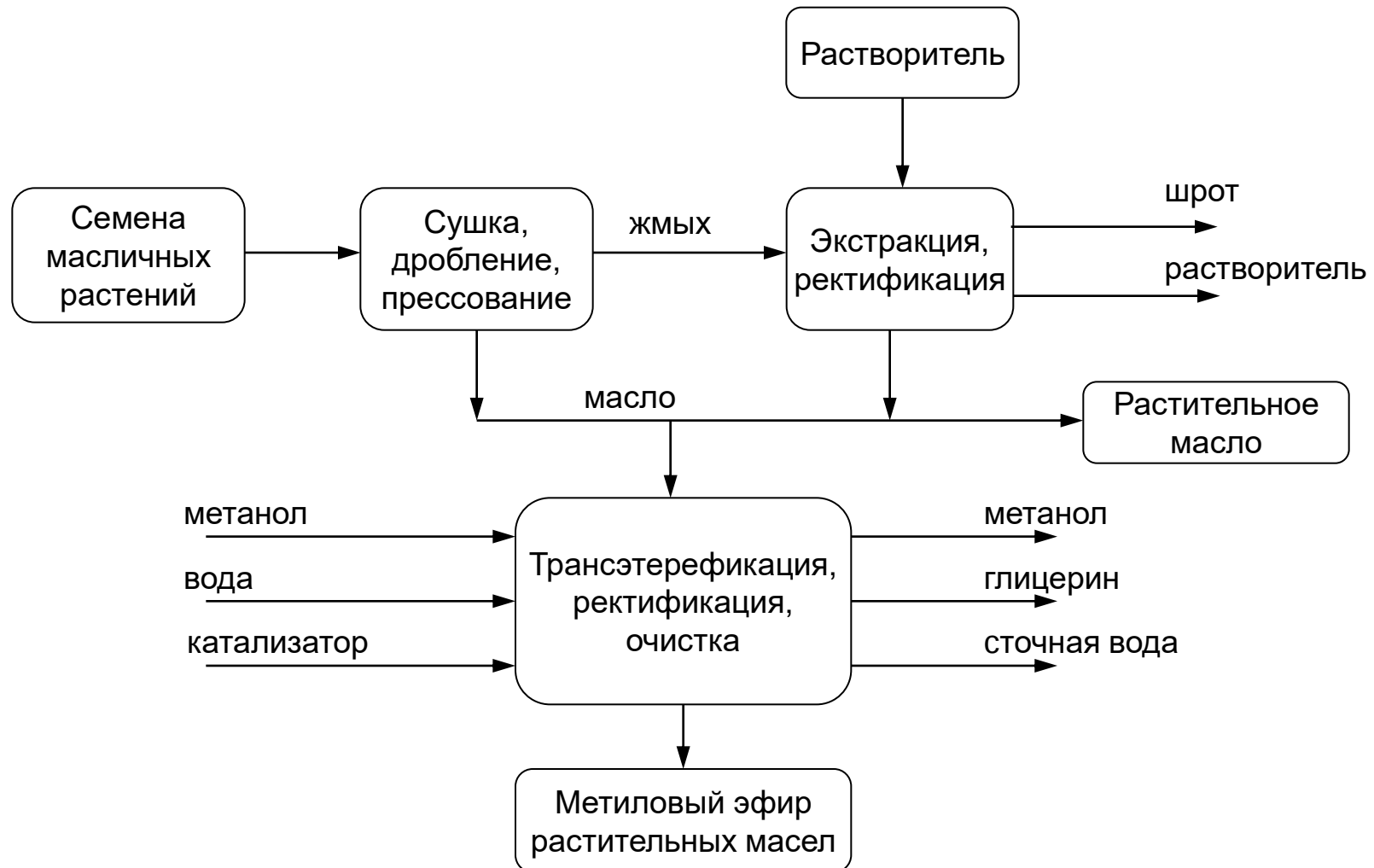
Биодизельное топливо из растительных масел

Крупные производители и потребители биодизельного топлива из растительных масел, преимущественно из рапса – страны западной Европы (Германия, Франция, Италия, Швеция и др.). Растительные масла – триглицериды высших жирных кислот (с молекулой глицерина связаны 3 молекулы R_1 , R_2 и R_3 высших жирных кислот).

Фракционный состав рапсового масла:

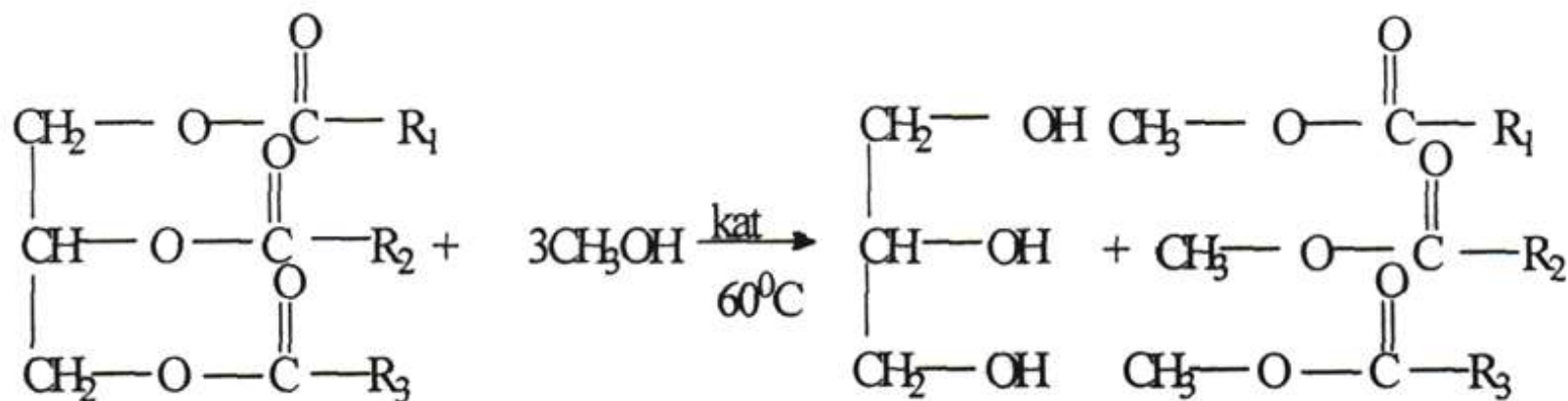
$t_{н.к.} = 378\text{ }^{\circ}\text{C}$, $t_{30\%} = 506\text{ }^{\circ}\text{C}$ и $t_{70\%} = 574\text{ }^{\circ}\text{C}$

Блок-схема производства растительных масел и их эфиров



Процесс получения метилового эфира растительных масел

Основан на реакции трансэтерификации метанолом:



Физико-химические показатели растительных масел

Масло	Низшая теплота сгорания, кДж/кг	Плот- ность при 15°C, кг/ м ³	Цетано- вое число	Вязкость при 20 °C, мм ² /с	Темпера- тура застыва- ния, °C	Йодное число	Кислот- ность, мг КОН/г
Рапсовое	37300	915	32...37,6	68,8	-5	95-106	4,0-6,0
Соевое	36400	928	36...39,0	59,5	-16,5	120-140	1,0-1,5
Подсолнечное	36800	921	31,7...38,0	57,2	-17	119-136	2,25-6
Хлопковое	35400	925	35...38,0	66,3	-3	100-116	4,7-14

Физико-химические свойства рапсового масла (РМ), метилового эфира МЭРМ, стандартного дизельного топлива

Показатель	РМ	МЭРМ	ДТ
Цетановое число	40	48	45
Низшая теплота сгорания, МДж/кг	37	37	42,5
Плотность при 20°C, кг/ м ³	913	877	860
Теплота сгорания стехиометрической смеси, МДж/кг	2,98	2,98	2,96
Температура вспышки в закрытом тигле, °C	Выше 100	Не выше 56	Не выше 40
Кинематическая вязкость при 20°C, мм ² /с	68,8	8	3,8
Температура застывания, °C	-5	-8	-10
Коксуемость 10% остатка, %	-	0,3	0,5
Содержание серы, %	0,02	0,02	0,2
Кислотное число, мг КОН/мл	-	0,5	0,06

Метилловый эфир рапсового масла (МЭРМ)

- $M = 300 - 320$;
- элементный состав: $C = 77,5\%$, $H = 12\%$, $O_2 = 10,5\%$;
- усредненная формула $C_{19.6}H_{36.6}O_2$

Достоинства МЭРМ:

- неисчерпаемость ресурсов, отсутствие эмиссии парниковых газов, высокая биоразлагаемость;
- высокая экологичность МЭРМ (отсутствие серы) и выпускных газов дизеля;
- высокая фазовая стабильность, хорошо смешивается с нефтяными топливами;
- выполняет и роль смазки форсунок и топливной аппаратуры.

Недостатки рапсового масла и МЭРМ:

- повышенная вязкость и температура застывания;
- пониженная теплота сгорания
- повышенная кислотность.