

Проект «Инженерные кадры Зауралья»

*МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ*

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Курганский государственный университет»

Кафедра «Автомобильный транспорт и автосервис»

## ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Методические указания  
к практическим занятиям по разделу «Смазочные материалы»  
для бакалавров очного обучения направления 190600.62

Курган 2013

Кафедра: «Автомобильный транспорт и автосервис»

Дисциплины: «Эксплуатационные материалы»

Составил: канд. техн. наук, доцент С.П.Жаров  
канд. техн. наук, доцент В.Н. Шабуров

Утверждены на заседании кафедры «26» октября 2013 г.

Рекомендованы методическим советом университета в рамках проекта «Инженерные кадры Зауралья» «25» ноября 2013 г.

# ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ

## ВЫБОР МОТОРНОГО МАСЛА ДЛЯ АВТОМОБИЛЬНОГО ДВИГАТЕЛЯ

### 1 Методические указания

Практическое занятие может проводиться, как по индивидуальным заданиям, например, решение задач контрольной работы, так и в виде решения общей задачи, с обсуждением принятых решений студентами всей группы.

При выборе моторного масла для автомобильного двигателя необходимо руководствоваться двумя соображениями. Первое – масло должно соответствовать температурному режиму работы автомобильного двигателя (рисунок 1); второе – масло должно соответствовать особенностям конструкции и режимам работы двигателя.

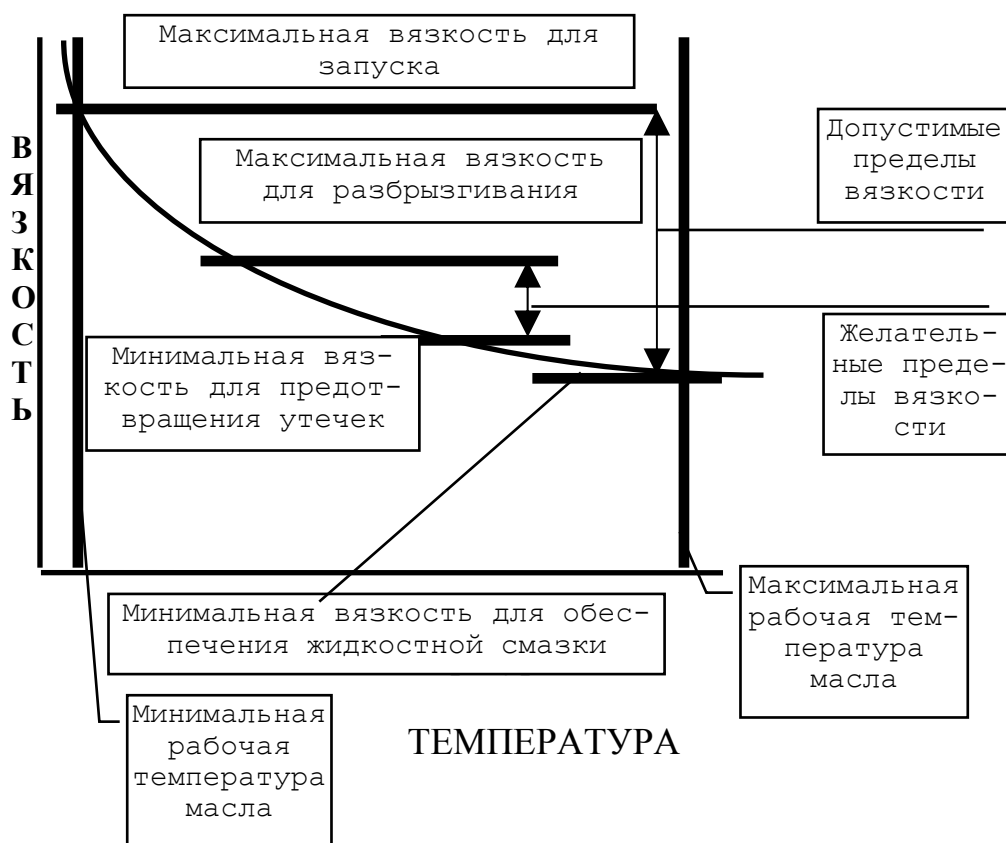


Рисунок 1 – График, иллюстрирующий требования к вязкостно-температурным свойствам масла

Первое условие определяется вязкостно-температурными характеристиками масла и должно обеспечивать два основных требования: оптимизации вязкости на прогретом двигателе – рабочая вязкость, за которую принимают вязкость масла при 100°C, и обеспечения низкотемпературного запуска двигателя – вязкость при низких температурах.

Вязкость по нижнему пределу – минимальная рабочая вязкость, определяется условиями создания стабильной граничной пленки на поверхности трения, т.е. обеспечением минимально необходимых смазочных свойств масла. Однако, при чрезмерном снижении вязкости снижается способность масла уплотнять зазоры между стенками цилиндра и поршнем, как следствие этого возрастают угар масла, скорость образования отложений и старение масла.

Величина рабочей вязкости по верхнему пределу определяется увеличением потерь мощности на трение и циркуляцию масла; с увеличением вязкости ухудшается смазка поверхностей трения разбрызгиванием и самотеком, а также прокачиваемость масла (особенно на режимах пуска), в результате может возникнуть масляное голодание отдельных узлов трения двигателя. По эксплуатационным свойствам масло должно соответствовать характеристикам двигателя. Выбор класса вязкости зависит в основном от климатических условий, температурного режима работы двигателя и интенсивности эксплуатации автомобиля в разные сезоны; особенно это важно в нашей стране, так как автомобили эксплуатируются во всех климатических районах, от Крайнего Севера, где зимние температуры доходят до минус 45...55°C, до южных районов, где летом жара иногда достигает 40...45°C.

Кроме этого, весь период работы двигателя можно условно разбить на три периода: 1 – обкатка от 0 до 3...5 тыс. км пробега (2...3% моторесурса); 2 – зрелость от 5 до 100...150 тыс. км (около 80% моторесурса); 3 – старость – последние 15...20% моторесурса до полной его выработки. При этом для каждого из этих периодов также желательно использовать определенный сорт масла или специальные присадки к маслам.

В связи с вышеизложенным приняты следующие оптимальные диапазоны вязкости моторного масла при температуре 100°C: для бензиновых двигателей – 6...12 мм<sup>2</sup>/с; для автомобильных дизелей – 8...14 мм<sup>2</sup>/с. Причем меньшие значения соответствуют эксплуатации ДВС при низких температурах окружающего воздуха, а большие значения – для летних условий, а для ДВС с большой наработкой эти цифры еще увеличиваются: для бензиновых – до 14 мм<sup>2</sup>/с, а для дизелей – до 18 мм<sup>2</sup>/с. При эксплуатации ДВС в регионах с высокой температурой окружающего воздуха или при работе летом в тяжелых условиях также необходимо выбирать масло с более высокой вязкостью при 100°C. Это позволяет повысить давление в системе и существенно снизить вероятность задира, а также уменьшить износ деталей и сократить угар масла.

Для обеспечения низкотемпературного пуска двигателя выбираемое масло должно удовлетворять условию, надежного пуска при низкой температуре и обеспечивать эффективность прокачиваемости, а для этого его вязкость не должна превышать 5000...6000 мм<sup>2</sup>/с при температуре минус 30°C.

В соответствии с выданным заданием, студент строит графики вязкостно-температурной характеристики масла в обычной (рисунок 2) системе координат.

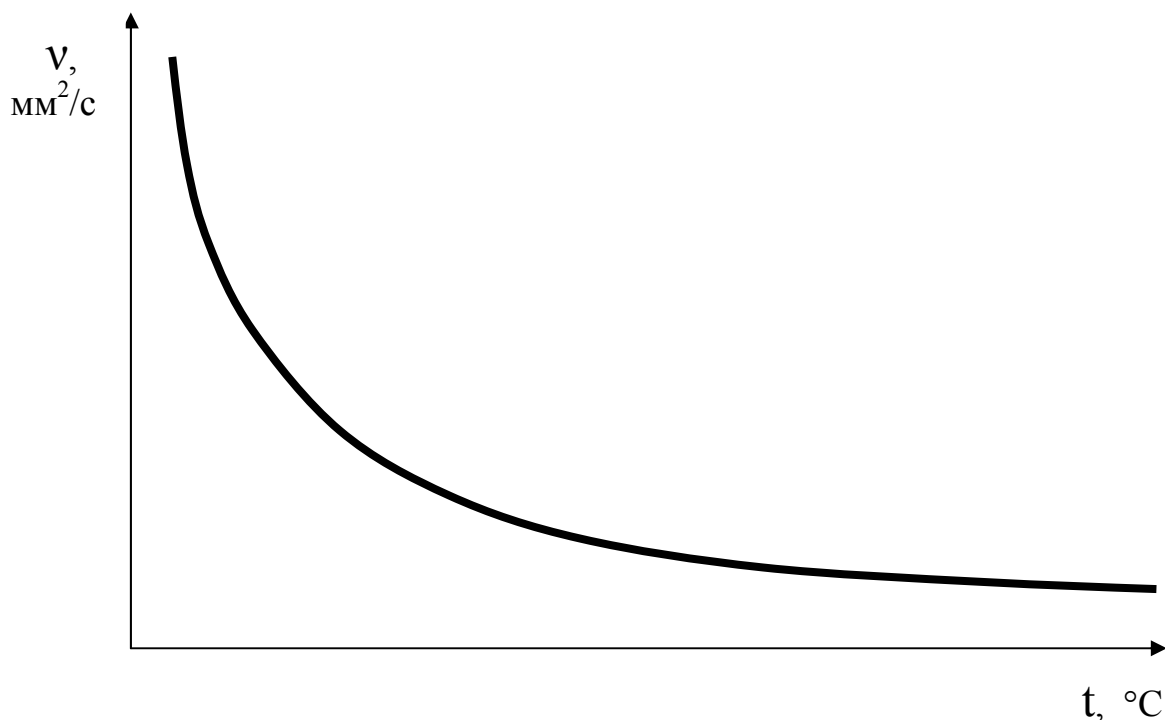


Рисунок 2 – Вязкостно-температурная характеристика масла

## 2 Порядок выполнения работы

Студентам выдается задания с данными кинематической вязкости масла при температурах от 20°C до 100°C, с интервалом в 10°C, кроме того, в задании дана плотность масла при 20°C. Задание может быть индивидуальным для каждого студента или на группу студентов.

Студенты строят график изменения вязкости масла от температуры, в нормальной системе координат, при температурах от 20°C до 100°C.

С целью более полной характеристики вязкостно-температурных свойств масел стандартами (ГОСТ и ОСТ) и техническими условиями (ТУ) нормируется индекс вязкости (И.В.).

Индексом вязкости называется относительная величина, которая показывает степень изменения вязкости масла в зависимости от его температуры по сравнению с эталонным маслом. Для определения индекса вязкости необходимо иметь две серии эталонных масел, при этом сравнения показателей вязкостных свойств масел осуществляется по эмпирическим формулам.

Для масел с индексом вязкости менее 100 И.В. определяется по формулам:

$$И.В. = \frac{v - v_1}{v - v_2} \times 100, \quad (1)$$

$$И.В. = \frac{v - v_1}{v_3} \times 100, \quad (2)$$

$$v_3 = v - v_1, \quad (3)$$

где  $v$  - кинематическая вязкость масла при 40°С, у которого индекс вязкости равен 0, имеющее при 100°С, такую же вязкость, как и испытуемое масло, мм<sup>2</sup>/с;

$v_1$  - кинематическая вязкость испытуемого масла при 40°С, мм<sup>2</sup>/с;

$v_2$  - кинематическая вязкость масла при 40°С, у которого индекс вязкости равен 100, имеющее при 100°С, такую же вязкость, как и испытуемое масло, мм<sup>2</sup>/с.

При этом, значение кинематической вязкости ( $v_1$ ) испытуемого масла при 40°С принимается из исходных данных, а значения вязкости  $v, v_1, v_3$  – выбирают из таблицы 1, в зависимости от значения вязкости испытуемого масла при 100°С.

Таблица 1– Значение кинематической вязкости масел при 100°С, мм<sup>2</sup>/с для расчета индекса вязкости по формулам 1 и 2

Вязкость испытуемого масла, мм <sup>2</sup> /с	Выбираемые значения			Вязкость испытуемого масла, мм <sup>2</sup> /с	Выбираемые значения		
	$v$	$v_3$	$v_2$		$v$	$v_3$	$v_2$
1	2	3	4	5	6	7	8
6,0	57,97	19,78	38,19	10,0	147,7	64,86	82,87
6,1	59,74	20,57	39,17	10,1	150,3	66,22	84,08
6,2	61,52	21,38	40,15	10,2	152,9	67,56	85,30
6,3	63,22	22,19	41,13	10,3	155,4	68,99	86,51
6,4	65,18	23,03	42,14	10,4	158,0	70,25	87,72
6,5	67,12	23,94	43,18	10,5	16,06	71,63	88,95
6,6	69,16	24,92	44,24	10,6	163,3	73,00	90,19
6,7	71,24	25,96	45,33	10,7	165,8	74,42	91,40
6,8	73,48	27,04	46,44	10,8	168,5	75,86	92,65
6,9	75,72	28,21	47,51	10,9	171,2	77,33	93,92
7,0	78,00	29,43	48,55	11,0	173,9	78,75	95,19
7,1	80,25	30,63	49,61	11,1	176,6	80,20	96,45
7,2	82,39	31,70	50,69	11,2	179,4	81,65	97,71
7,3	84,53	32,74	51,78	11,3	182,1	83,13	98,97

Продолжение таблицы 1

7,4	86,66	33,79	52,88	11,4	184,9	84,63	100,2
7,5	88,85	24,87	53,98	11,5	187,6	86,10	101,5
7,6	91,04	35,94	55,09	11,6	190,4	87,61	102,8
7,7	93,20	37,01	56,20	11,7	193,3	89,18	104,1
7,8	95,43	38,12	57,31	11,8	196,2	90,75	105,4
7,9	97,72	39,27	58,45	11,9	199,0	92,30	106,7
8,0	100,0	40,40	59,60	12,0	201,9	93,87	108,0
8,1	102,3	41,57	60,74	12,1	204,8	95,47	109,4
8,2	104,6	42,72	61,89	12,2	207,8	97,07	110,7
8,3	106,9	43,85	63,05	12,3	210,7	98,66	112,0
8,4	109,2	45,01	64,18	12,4	213,6	100,3	113,3
8,5	111,5	46,19	65,32	12,5	216,6	101,9	114,7
8,6	113,9	47,40	66,48	12,6	219,6	103,6	116,0
8,7	116,2	48,57	67,64	12,7	222,6	105,3	117,4
8,8	118,5	49,75	68,74	12,8	225,7	107,0	118,7
8,9	120,9	50,96	69,64	12,9	228,8	108,7	120,1
9,0	123,3	52,20	71,10	13,0	231,9	110,7	121,5
9,1	125,7	53,40	72,27	13,1	235,0	112,1	122,9
9,2	128,0	54,61	73,42	13,2	236,1	113,8	124,2
9,3	130,4	55,84	74,57	13,3	241,2	115,6	125,6
9,4	132,8	57,10	75,73	13,4	244,3	117,3	127,0
9,5	135,3	58,36	76,91	13,5	274,4	119,0	128,4
9,6	137,7	59,68	78,08	13,6	250,6	120,8	129,8
9,7	140,1	60,87	79,27	13,7	253,8	122,6	131,2
9,8	142,7	62,22	80,46	13,8	257,0	124,4	132,6
9,9	145,2	63,54	81,67	13,9	261,0	126,2	134,0

Вторым способом определения индекса вязкости является графический способ с использованием номограммы (рисунок 3).

Для работы с номограммой (рисунок 3) необходимо использовать значения кинематической вязкости масла при 50°C и при 100°C, отложить их на соответствующих осях номограмм (вязкость при 50°C на вертикальной оси, при 100°C – на горизонтальной оси). Из найденных точек восстановить перпендикуляры до их взаимного пересечения. Индекс вязкости показывает наклонная прямая, проходящая через точку пересечения перпендикуляров или ближе всего расположенная к ней.

Значение индекса вязкости порядка 100 единиц и выше характеризуют хорошие вязкостно-температурные свойства масел. Чем больше индекс вязкости, тем меньше изменяется вязкость масла с понижением температуры, тем лучше пусковые качества масла. Современные моторные масла имеют индекс вязкости 115-140 единиц, а у наиболее качественных синтетических масел индекс вязкости может достигать 160-165 единиц.

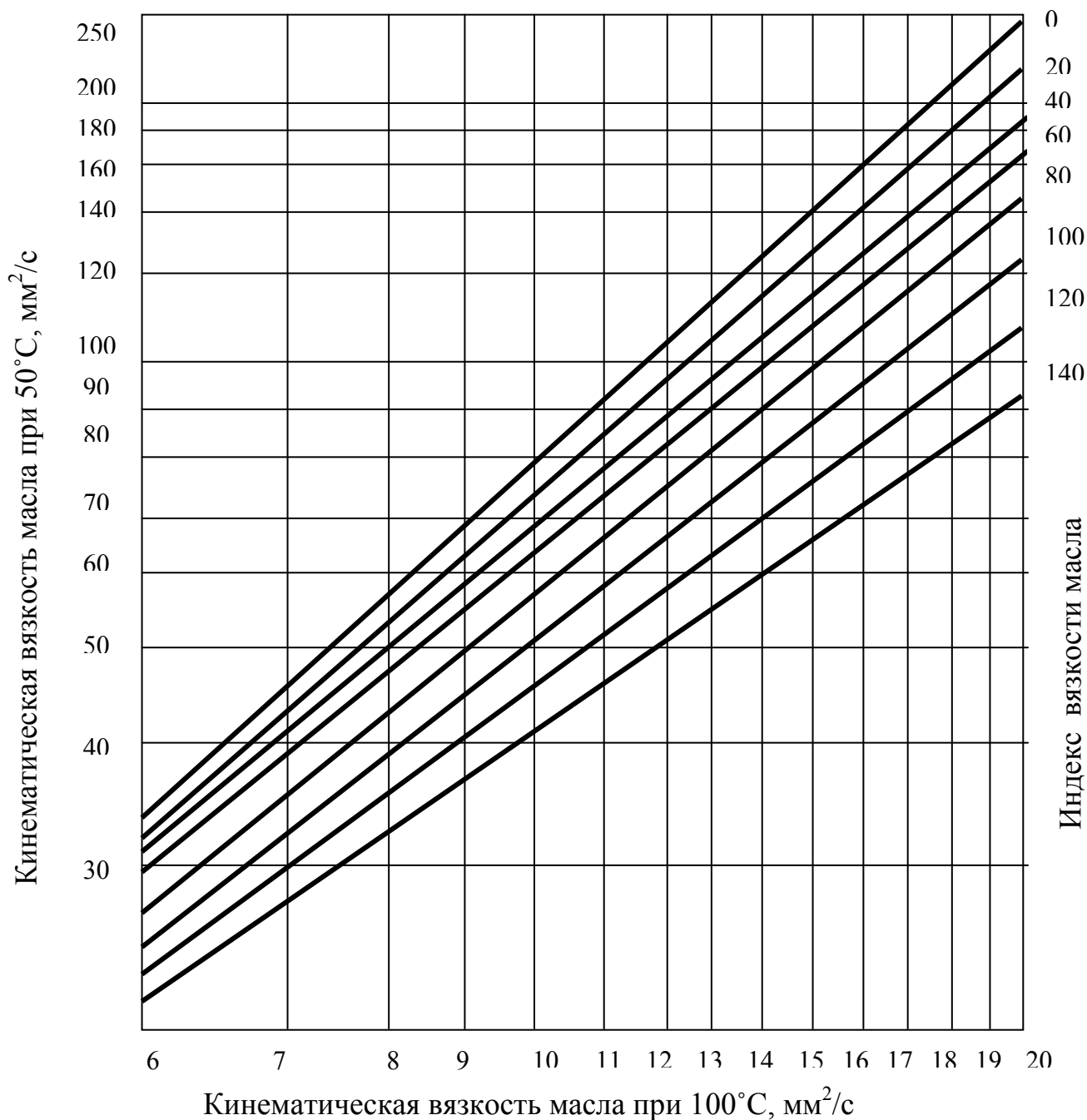


Рисунок 3 – Номограмма для определения индекса вязкости масел

Используя данные по заданию, а именно вязкость масла при 100°C, и полученный при расчетах индекс вязкости, студенты должны определить класс данного масла по классификации SAE и ГОСТ 17479 (таблицы 2, 3, 4).



Таблица 2 – Характеристика моторных масел фирмы ЛУКОЙЛ

Наименование и класс по SAE	Кин. вязкость при 100°С	Индекс вязкости	Т вспышки	Т застывания	Щелочное число мг КОН/1 г, min	Зольность, % min	Содержание элементов		
							Ca	Zn	Mg
Синтетик 5W-40	12,5-16,3	140	200	-40	7,5	1,3	0,26	0,11	-
Люкс 5W-30	9,3-12,5	130	200	-40	7,5	1,2	0,26	0,11	0,02
Люкс 5W-40	12,5-16,3	130	200	-40	7,5	1,2	0,26	0,11	0,02
Супер 10W-30	9,3-12,5	120	200	-35	8,5	1,3	0,24	0,04	0,01
Супер 15W-40	12,5-16,3	120	210	-35	8,5	1,3	0,24	0,04	0,01
Супер 5W-30	9,3-12,5	135	200	-40	9,5	1,4	0,29	-	0,11
Супер 5W-40	12,5-16,3	135	200	-40	9,5	1,4	0,29	=	0,11
Супер 5W-40	9,3-12,5	135	200	-40	7,0	1,0	0,24	-	0,1
Супер 5W-40	12,5-16,3	135	200	-40	7,0	1,0	0,24	-	0,1
Супер 15W-40	12,5-16,3	120	210	-35	9,5	1,3	0,24	0,05	0,12
Супер 15W-40	12,5-16,3	135	210	-35	9,5	1,3	0,24	0,05	0,12
Супер 15W-40	9,3-12,5	120	190	-35	9,5	1,3	0,24	0,05	0,12
Стандарт 10W-30	9,3-12,5	120	200	-35	5,0	1,0	0,23	0,13	-
Стандарт 10W-40	12,5-16,3	135	200	-40	5,0	1,0	0,23	0,13	-
Стандарт 5W-30	9,3-12,5		200		4,0	1,0	0,13	0,1	-

Таблица 3 – Классификация моторных масел по SAE J300 DEC99

Класс вязкости		Низкотемпературная вязкость		Высокотемпературная вязкость		
		Проворачиваемость МПа·с, max, при температуре, °С	Прокачиваемость МПа·с, max, при температуре, °С	Кинематическая вязкость, мм <sup>2</sup> /с при 100°С		При высокой скорости сдвига МПа·с, min, при 150°С и 10 <sup>6</sup> с <sup>-1</sup>
				min	max	
Зимние	0W	6200 при -35	60000 при -40	3,8	-	-
	5W	6600 при -30	60000 при -35	3,8	-	-
	10W	7000 при -25	60000 при -30	4,1	-	-
	15W	7000 при -20	60000 при -25	5,6	-	-
	20W	9500 при -15	60000 при -20	5,6	-	-
	25W	13000 при -10	60000 при -15	9,3	-	-
Летние	20	-	-	5,6	9,3	2,6
	30	-	-	9,3	12,5	2,9
	40	-	-	12,5	16,3	2,9*
	40	-	-	12,5	16,3	3,7**
	50	-	-	16,3	21,9	3,7
	60	-	-	21,9	26,1	3,7

Таблица 4 – Классы моторных масел по вязкости по ГОСТ-14789-85

Класс вязкости		Кинематическая вязкость, мм <sup>2</sup> /с, при температуре	
		100°С	-18°С, не более
Зимние	3 <sub>з</sub>	3,8	12500
	4 <sub>з</sub>	4,1	2600
	5 <sub>з</sub>	5,6	6000
	6 <sub>з</sub>	5,6	10400
Летние	6	св.5,6 до 7.0 включ.	10400
	8	св.7,0 до 9.3 включ.	10400
	10	св. 9,3 до 11.5 включ.	10400
	12	св. 11,5 до 12.5 включ.	10400
	14	св.12,5 до 14.5 включ.	10400
	16	св.14,5 до 16.3 включ.	10400
	20	св.16,3 до 21.9 включ.	10400
	24	св.21,9 до 26.1 включ.	10400
Всесезонные	3 <sub>з</sub> /8	св.7,0 до 9.3 включ.	1250
	4 <sub>з</sub> /6	св.5,6 до 7.0 включ.	2600
	4 <sub>з</sub> /8	св.7,0 до 9.3 включ.	2600
	4 <sub>з</sub> /10	св.-9,3 до 11.5 - включ.	2600
	5 <sub>з</sub> /10	св.9,3 до 11.5 включ.	6000
	5 <sub>з</sub> /12	св.11,5 до 12.5 включ.	6000
	5 <sub>з</sub> /14	св.12,5 до 14.5 включ.	6000
	6 <sub>з</sub> /10	св.9,3 до 11.5 включ.	10400
	6 <sub>з</sub> /14	св.12,5 до 14.5 включ.	10400
	6 <sub>з</sub> /16	св.14.5 до 16.3 включ.	10400

Так как вязкостно-температурная характеристика масел представляет собой логарифмическую зависимость, для более точного выбора класса масел удобно пользоваться логарифмической системой координат (рисунок 4), в которой эта характеристика представляет собой прямую линию.

Так как в логарифмической системе координат характеристика представлена прямой линией, студенты должны построить характеристику масла, используя значение вязкости при 50°C и при 100°C. А затем по данной характеристике определить кинематическую вязкость масла при отрицательных температурах минус 18°C. Вязкость при минус 18°C сравнивают с данными таблицы 4, по которой уточняют класс вязкости всесезонного масла.

Чтобы уточнить класс вязкости по классификации SAE, пользуясь данными таблицы 3, определяется кинематическая вязкость масла при искомой отрицательной температуре. Например, для масла класса 5W, соответственно при минус 30°C и при минус 35°C (таблица 3).

Затем, пользуясь значениями плотности и кинематической вязкости при данной температуре определяется значение динамической вязкости масла при искомой температуре по следующей формуле:

$$\eta_t = \frac{\nu_t}{\rho_t}, \quad (4)$$

где  $\eta_t$  – динамическая вязкость масла при искомой температуре, Па\*с;

$\nu_t$  – кинематическая вязкость масла при данной температуре, мм<sup>2</sup>/с;

$\rho_t$  – плотность масла при данной температуре, г/см<sup>3</sup>.

Значение плотности масла из задания при температуре 20°C, необходимо также привести к искомой температуре, например, минус 30°C и минус 35°C пользуясь выражением:

$$\rho_{20} = \rho_t + \gamma(t - 20), \quad (5)$$

где  $\gamma$  – температурная поправка, которая принимается для расчетов 0,000607;

$\rho_t$  – плотность при известной температуре, г/см<sup>3</sup>.

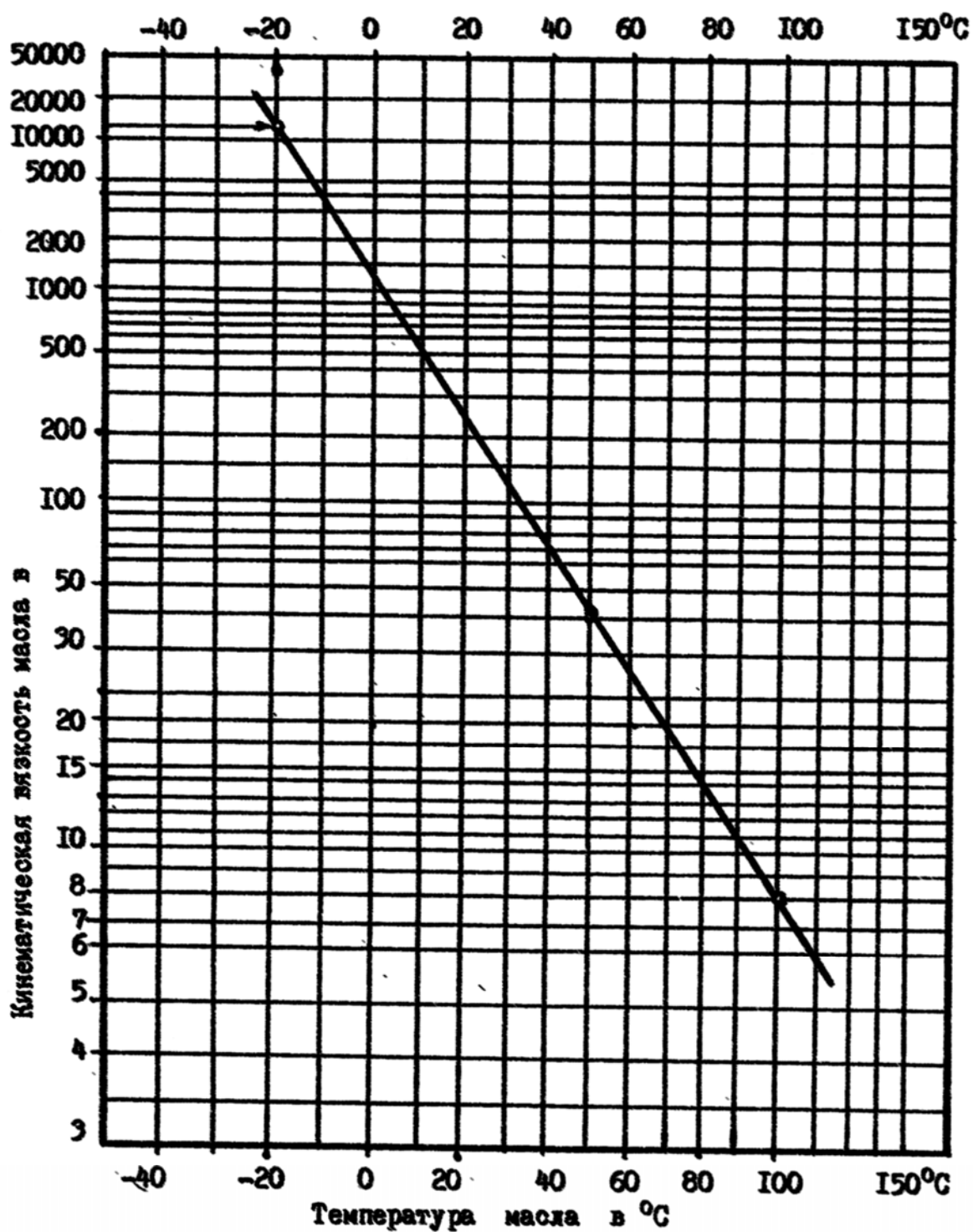


Рисунок 4 – Вязкостно-температурная характеристика масел в логарифмической системе координат

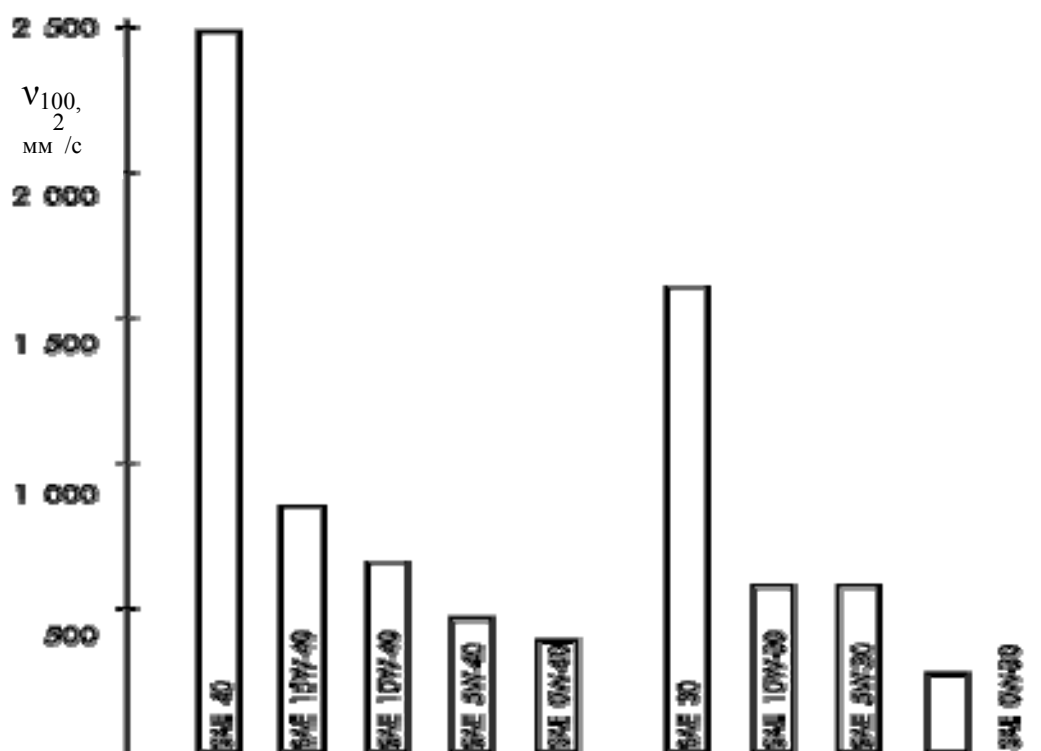


Рисунок 5 – Сравнительная характеристика вязкости масел различных классов при 0°С

По совокупности показателей вязкостно-температурных свойств испытуемого образца моторного масла необходимо оценить возможность использования масел. Для этого можно воспользоваться рисунком 6.

По выполненной практической работе оформить отчет в соответствии с требованиями кафедры. Данные полученные в ходе выполнения практической работы необходимо использовать при выполнении индивидуальной контрольной работы.

Подбор масел в соответствии с его эксплуатационными свойствами по ГОСТ-14789-85, классификациям API и ACEA, проводится под руководством преподавателя с использованием таблиц приложения.

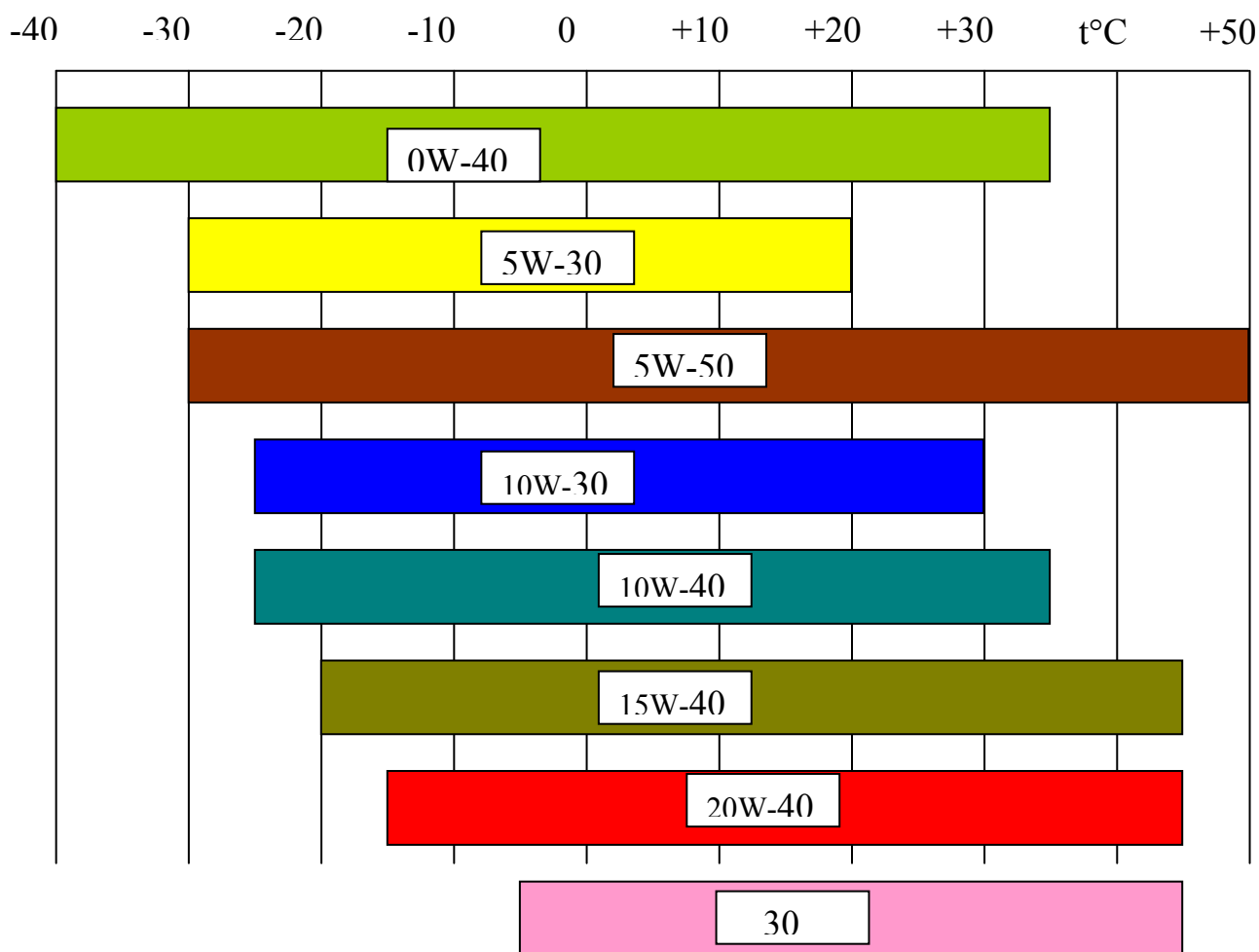


Рисунок 6 – Температурные пределы применения некоторых моторных

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Жаров С.П., Шабуров В.Н., Вершинина О.Г. Эксплуатационные материалы: учебное пособие. – Курган: Изд-во Курганского гос. ун-та, 2012. – 171 с.

Таблица А1 – Группы моторных масел по области применения

Группа масла по эксплуатационным свойствам		Рекомендуемая область применения
А	-	Нефорсированные бензиновые двигатели и дизели
Б	Б <sub>1</sub>	Малофорсированные бензиновые двигатели, работающие в условиях, которые способствуют образованию высокотемпературных отложений и коррозии подшипников
	Б <sub>2</sub>	Малофорсированные дизели
В	В <sub>1</sub>	Среднефорсированные бензиновые двигатели, работающие в условиях, которые способствуют окислению масла и образованию отложений всех видов
В	В <sub>2</sub>	Среднефорсированные дизели, предъявляющие повышенные требования к антикоррозионным, противоизносным свойствам масел и способности предотвращать образование высокотемпературных отложений
Г	Г <sub>1</sub>	Высокофорсированные бензиновые двигатели, работающие в тяжелых эксплуатационных условиях, способствующих окислению масла, образованию отложений всех видов и коррозии
	Г <sub>2</sub>	Высокофорсированные дизели без наддува или с умеренным наддувом, работающие в эксплуатационных условиях, способствующих образованию высокотемпературных отложений
Д	Д <sub>1</sub>	Высокофорсированные бензиновые двигатели, работающие в эксплуатационных условиях, более тяжелых, чем для масел группы Г <sub>1</sub>
	Д <sub>2</sub>	Высокофорсированные дизели с наддувом, работающие в тяжелых эксплуатационных условиях или когда применяемое топливо требует использования масел с высокой нейтрализующей способностью, антикоррозионными и противоизносными свойствами, малой склонностью к образованию всех видов отложений
Е	Е <sub>1</sub>	Высокофорсированные бензиновые двигатели и дизели, работающие в эксплуатационных условиях, более тяжелых, чем для масел групп Д <sub>1</sub> и Д <sub>2</sub>
	Е <sub>2</sub>	Отличаются повышенной диспергирующей способностью, лучшими противоизносными свойствами

Таблица А2 – Классификация моторных масел по API

Группа масел	Рекомендуемая область применения	Года выпуска автомобилей
1	2	3
<i>Для бензиновых двигателей – классы масел по шкале S</i>		
<b>SM</b>	Введена в ноябре 2004	с 2004
<b>SL</b>	<p>(Действующая). API планировал разрабатывать проект PS-06 как следующую категорию API SK, но один из поставщиков моторных масел в Корее использует сокращение «SK» как часть своего корпоративного имени. Для исключения возможной путаницы буква «K» будет пропущена для следующей категории «S».</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- стабильность энергосберегающих свойств;</li> <li>- пониженная летучесть;</li> <li>- удлиненные интервалы замены;</li> </ul>	с 2001
<b>SJ</b>	<p>(Действующая). Категория утверждена 06.11.1995, лицензии стали выдаваться с 15.10.1996. Автомобильные масла данной категории предназначены для всех используемых в настоящее время бензиновых двигателей и полностью заменяют масла всех существовавших ранее категорий в более старых моделях двигателей. Максимальный уровень эксплуатационных свойств. Возможность сертификации по категории энергосбережения API SJ/EC</p>	с 1996
<b>SH</b>	<p>(Условно действующая). Лицензированная категория, утвержденная в 1992 году. На сегодняшний день категория является условно действующей и может быть сертифицирована только как дополнительная к категориям API S (например API AF-4/SH). По требованиям соответствует категории ILSAC GF-1, но без обязательного энергосбережения. Автомобильные масла данной категории предназначены для бензиновых двигателей моделей 1996 года и старше. При проведении сертификации на энергосбережение, в зависимости от степени экономии топлива присваивались категории API SH/EC и API SH/ECII</p>	с 1993
<b>SG</b>	<p>Лицензированная категория, утвержденная в 1988 году. Выдача лицензий прекращена в конце 1995 года. Автомобильные масла предназначены для двигателей моделей 1993 года и старше. Топливо – неэтилированный бензин с оксигенатами. Удовлетворяют требованиям, выдвигаемым</p>	1989-1993



1	2	3
<b>SG</b>	к автомобильным маслам для дизельных двигателей категории API CC и API CD. Имеют более высокую термическую и противоокислительную стабильность, улучшенные противоизносные свойства, уменьшенную склонность к образованию отложений и шлама. Автомобильные масла API SG заменяют масла категорий API SF, SE, API SF/CC и API SE/CC.	1989-1993
<b>SF</b>	Автомобильные масла данной категории предназначены для двигателей моделей 1988 года и старше. Топливо – этилированный бензин. Они имеют более эффективные, чем предыдущие категории, противоокислительные, противоизносные, антикоррозийные свойства и обладают меньшей склонностью к образованию высоко- и низкотемпературных отложений и шлама. Автомобильные масла API SF заменяют масла API SC, API SD и API SE в более старых двигателях.	1981-1988
<b>SE</b>	Высокофорсированные двигатели, работающие в тяжелых условиях	1972-1980
<b>SD</b>	Среднефорсированные двигатели, работающие в тяжелых условиях	1968-1971
<b>SC</b>	Двигатели, работающие с повышенными нагрузками	1964-1967
<b>SB</b>	Двигатели, работающие при умеренных нагрузках, используется только по требованию производителя	-
<b>SA</b>	Двигатели, работающие в легких условиях, используется только по требованию производителя	-
<i>Для дизельных двигателей – классы масел по шкале С</i>		
<b>CJ-4</b>	Введена в 2006. Для быстроходных четырёхтактных двигателей, проектируемых для удовлетворения норм по токсичности отработавших газов 2007 года на магистральных дорогах. Масла CJ-4 допускают использование топлива с содержанием серы вплоть до 500 ppт (0,05% от массы). Однако работа с топливом, в котором содержание серы превышает 15 ppт (0,0015% от массы), может сказаться на работоспособности систем очистки выхлопных газов и/или интервалах замены масла. Масла CJ-4 рекомендованы для двигателей, оборудованных дизельными сажевыми фильтрами и другими системами обработки выхлопных газов.	с 2006

1	2	3
	<p>Масла CJ-4 рекомендованы для двигателей, оборудованных дизельными сажевыми фильтрами и другими системами обработки выхлопных газов.</p> <p>Масла со спецификацией CJ-4 превышают рабочие свойства CI-4, CI-4 Plus, CH-4, CG-4, CF-4 и могут применяться в двигателях, которым рекомендуются масла этих классов.</p>	
<b>CI-4</b>	<p>Введена в 2002 году. Для быстроходных четырёхтактных двигателей, проектируемых для удовлетворения нормам по токсичности отработавших газов, осуществляемым в 2002 году. Масла CI-4 допускают использование топлива с содержанием серы вплоть до 0,5% от массы, а также применяются в двигателях с системой рециркуляции отработанных газов (EGR). Заменяет CD, CE, CF-4, CG 4 и CH-4 масла.</p> <p>В 2004 году была введена дополнительная категория API CI-4 PLUS. Ужесточены требования к сажеобразованию, отложениям, вязкостным показателям</p>	с 2002
<b>CH-4</b>	<p>Введена в 1998 году. Для быстроходных четырёхтактных двигателей, удовлетворяющих требования по токсичности выхлопных газов, введенных в США с 1998 года. Масла CH-4 позволяют использовать топливо с содержанием серы вплоть до 0,5% от массы. Можно использовать вместо CD, CE, CF-4 и CG-4 масел.</p>	с 1998
<b>CG-4</b>	<p>Введена в 1995 году. Для двигателей быстроходной дизельной техники, работающей на топливе с содержанием серы менее чем 0,5%. Масла CG-4 для двигателей, выполняющих требования по токсичности отработанных газов, введенные в США с 1994 года. Заменяет масла CD, CE и CF-4 категорий.</p>	с 1995
<b>CF-4</b>	<p>Введена в 1990 году. Для быстроходных четырехтактных дизельных двигателей с турбонаддувом и без него. Можно применять вместо CD и CE масел.</p>	с 1990
<b>CF-2</b>	<p>Введена в 1994 году. Улучшенные характеристики, используется вместо CD-II для двухтактных двигателей</p>	с 1994
<b>CF</b>	<p>Введена в 1994 году. Масла для внедорожной техники, двигателей с разделительным впрыском, в том числе работающих на топливе с содержанием серы 0,5% от массы и выше. Заменяет масла CD.</p>	с 1994
<b>CE</b>	<p>Высокофорсированные перспективные двигатели с высоким турбонаддувом, работающие в тяжелых условиях, может использоваться вместо масел классов CC и CD</p>	с 1987

## Продолжение таблицы А2

1	2	3
<b>CD</b>	Класс масел для скоростных дизельных двигателей с турбонаддувом и высокой удельной мощностью, работающих на больших скоростях и при высоких давлениях и требующих повышенных противоизносных свойств и предотвращения образования нагара	с 1955
<b>CC</b>	Высокофорсированные двигатели (в том числе с умеренным наддувом), работающие в тяжелых условиях	с 1961
<b>CB</b>	Среднефорсированные двигатели без наддува, работающие при повышенных нагрузках на сернистом топливе	1949-1960
<b>CA</b>	Двигатели, работающие при умеренных нагрузках на мало-сернистом топливе	1940-1950

Таблица А3 – Ориентировочное соответствие моторных масел

ГОСТ 17479.2-85	API	ГОСТ 17479.2-85	API
А	SB	Г <sub>2</sub>	CC
Б	SC/CA	Д <sub>1</sub>	S
Б <sub>1</sub>	SC	Д <sub>2</sub>	CD
Б <sub>2</sub>	CA	Е <sub>1</sub>	S
В	SD/CB	Е <sub>2</sub>	CF-4
В <sub>1</sub>	SD		SH*
В <sub>2</sub>	CB		SJ*
Г	SE/CC		CG-4*
Г <sub>1</sub>	SE		

\* классы API не имеющие аналогов в ГОСТе 17479.2-85

Таблица А4 – Описание классов ACEA 2004

Обозначение класса	Описание
1	2
<b>A1/B1-04</b>	Масла, предназначенные для применения в бензиновых двигателях и дизелях легких транспортных средств, в которых возможно использование масел, снижающих трение, маловязких при высокой температуре и высокой скорости сдвига (от 2,9 до 3,5 мПа·с).
<b>A3/B3-04</b>	Стойкие к механической деструкции масла с высокими эксплуатационными свойствами, предназначенные для применения в высокофорсированных бензиновых двигателях и дизелях легких транспортных средств и/или для применения с увеличенными интервалами между сменами масла в соответствии с рекомендациями изготовителей двигателей, и/или для применения в особо

1	2
<b>A3/B3-04</b>	тяжелых условиях эксплуатации, и/или всесезонного применения маловязких масел.
<b>A3/B4-04</b>	Стойкие к механической деструкции масла с высокими эксплуатационными свойствами, предназначенные для применения в высокофорсированных бензиновых двигателях и дизелях с непосредственным впрыском топлива.
<b>A5/B5-04</b>	Стойкие к механической деструкции масла, предназначенные для применения с увеличенными интервалами между сменами масла в высокофорсированных бензиновых двигателях и дизелях легких транспортных средств, в которых возможно использование масел, снижающих трение, маловязких при высокой температуре и высокой скорости сдвига (от 2,9 до 3,5 мПа·с).
<b>C1-04</b>	Стойкие к механической деструкции масла, совместимые с агрегатами нейтрализации отработанных газов, предназначенные для применения в высокофорсированных бензиновых двигателях и дизелях легких транспортных средств, оборудованных сажевыми фильтрами и трехкомпонентными катализаторами. Они пригодны для двигателей, в которых возможно использование масел, снижающих трение, маловязких при высокой температуре и высокой скорости сдвига (2,9 мПа·с).
<b>C2-04</b>	Стойкие к механической деструкции масла, совместимые с агрегатами нейтрализации отработанных газов, предназначенные для применения в высокофорсированных бензиновых двигателях и дизелях легких транспортных средств, оборудованных сажевыми фильтрами и трехкомпонентными катализаторами. Они пригодны для двигателей, в которых возможно использование масел, снижающих трение, маловязких при высокой температуре и высокой скорости сдвига (2,9 мПа·с).
<b>C3-04</b>	Стойкие к механической деструкции масла, совместимые с агрегатами нейтрализации отработанных газов, предназначенные для применения в высокофорсированных бензиновых двигателях и дизелях легких транспортных средств, оборудованных сажевыми фильтрами и трехкомпонентными катализаторами, увеличивают срок службы последних.
<b>E6</b>	Стойкие к механической деструкции и старению масла, обеспечивающие высокую чистоту поршней, малый износ и предотвращающие негативное влияние сажи на свойства масла. Рекомендованы для применения в высокооборотных дизелях, работающих в особо тяжелых условиях эксплуатации, выполняющих требования Euro-1, Euro-2, Euro-3 и Euro-4 по эмиссии

1	2
<b>Е6</b>	<p>токсичных веществ, и работоспособных при значительно увеличенных интервалах между сменами масла в соответствии с рекомендациями автопроизводителей.</p> <p>Они применимы при наличии или отсутствии сажевых фильтров и для двигателей с рециркуляцией отработанных газов, с системой катализаторов снижения уровня оксидов азота.</p> <p>Масла данной категории следует применять в сочетании с малосернистым дизельным топливом (содержание серы не более 0,005%).</p>
<b>Е7</b>	<p>Стойкие к механической деструкции и старению масла, обеспечивающие высокую чистоту поршней, малый износ и предотвращающие негативное влияние сажи на свойства масла.</p> <p>Рекомендованы для применения в высокооборотных дизелях, работающих в особо тяжелых условиях эксплуатации, выполняющих требования Euro-1, Euro-2, Euro-3 и Euro-4 по эмиссии токсичных веществ, и работоспособных при значительно увеличенных интервалах между сменами масла в соответствии с рекомендациями автопроизводителей.</p> <p>Обладают высокими противоизносными свойствами, стойкостью к старению, предотвращают образование отложений в турбокомпрессоре и негативное влияние сажи на свойства масла.</p> <p>Они применимы в автомобилях без сажевых фильтров и в большинстве двигателей, имеющих рециркуляцию отработанных газов и систему катализаторов снижения уровня оксидов азота.</p>

Жаров Сергей Петрович  
Шабуров Виктор Николаевич

## ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Методические указания  
к практическим занятиям по разделу «Смазочные материалы»  
для бакалавров очного обучения направления 190600.62

Редактор Е.А. Могутова

---

Подписано к печати 20.01.14	Формат 60x84 1/16	Бумага тип. № 1
Печать цифровая	Усл.п.л. 1,5	Уч.-изд. л. 1,5
Заказ 3	Тираж 50	Не для продажи

---

РИЦ Курганского государственного университета.  
640669 г. Курган, ул. Гоголя, 25.  
Курганский государственный университет.