

2840

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ЛИПЕЦКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра автомобилей и тракторов

**ОЦЕНКА ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ СВОЙСТВ СМАЗОЧНЫХ  
МАТЕРИАЛОВ И СПЕЦИАЛЬНЫХ ЖИДКОСТЕЙ**

Методические указания к выполнению лабораторных работ  
по дисциплине "Эксплуатационные материалы"  
для студентов дневного отделения и очно-заочной  
формы обучения по специальности 150100  
"Автомобиле- и тракторостроение"

Составители С.А. Харламов, И.С. Константинова

Липецк 2003

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ЛИПЕЦКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра автомобилей и тракторов

**ОЦЕНКА ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ СВОЙСТВ СМАЗОЧНЫХ  
МАТЕРИАЛОВ И СПЕЦИАЛЬНЫХ ЖИДКОСТЕЙ**

Методические указания к выполнению лабораторных работ  
по дисциплине "Эксплуатационные материалы"  
для студентов дневного отделения и очно-заочной  
формы обучения по специальности 150100  
"Автомобиле- и тракторостроение"

Составители С.А. Харламов, И.С. Константинова

Липецк 2003

УДК 621.89 + 621.9.079  
Х 211

Харламов С.А. Оценка эксплуатационных свойств смазочных материалов и специальных жидкостей. Методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплине «Эксплуатационные материалы» для студентов дневного отделения и очно-заочной формы обучения по специальности 150100 «Автомобиле- и тракторостроение» / Сост.: С.А. Харламов, И.С. Константинова. – Липецк: ЛГТУ, 2003. – 32 с.

Методические указания предназначены для выполнения лабораторных работ по темам: определение физико-химических показателей моторного и трансмиссионного масел, определение физико-химических показателей охлаждающих низкозамерзающих жидкостей и тормозных жидкостей.

Рецензент Баженов С.П.

© Липецкий государственный технический университет, 2003

## Лабораторная работа № 4

### *«Определение физико-химических показателей моторного масла»*

**Цель работы:** познакомиться с образцами моторных масел для автотракторных двигателей, изучить эксплуатационные требования, предъявляемые к ним, их классификацию, марки и различия по характерным признакам, научиться определять основные физико-химические показатели.

### *Приборы и оборудование*

Ручная лаборатория РЛ, мерный стакан, стеклянный цилиндр, фильтр бумажный, воронка, лабораторное стекло, белая бумага, пипетка, медная пластина, термометр, нефтенсиметр, резиновая груша, вискозиметр.

### *Порядок выполнения работы*

1. Познакомиться с образцами моторных масел, изучить эксплуатационные требования, предъявляемые к ним, классификацию, марки и различия по основным показателям.
2. Изучить методику определения физико-химических показателей моторного масла.
3. Определить основные физико-химические показатели моторного масла.
4. Результаты определения физико-химических показателей моторного масла занести в журнал наблюдений. Дать заключение о соответствии его показателей ГОСТу.
5. Ответить на контрольные вопросы.

### *Эксплуатационные требования, предъявляемые к моторным маслам*

Моторные масла предназначены для смазывания деталей двигателя, отвода от них тепла, защиты их от коррозии, удаления продуктов их износа.

Для выполнения указанных функций моторные масла должны отвечать следующим эксплуатационным требованиям:

- обеспечивать минимальный износ трущихся поверхностей деталей;
- отводить тепло от сопряженных деталей;
- удалять из зон трения продукты износа и другие посторонние вещества;
- защищать рабочие поверхности деталей двигателя от коррозионного воздействия продуктов окисления масла и сгорания топлива;
- предотвращать образование всех видов отложений;

- иметь высокую стойкость против окисления, механического воздействия и обводнения при применении, транспортировании и хранении;
- иметь минимальный расход и максимальный срок службы при работе двигателя;
- обладать хорошими вязкостно-температурными свойствами;
- быть совместимым с материалами уплотнений.

### *Классификация моторных масел*

В соответствии с ГОСТ 17479.1-85 моторные масла в зависимости от кинематической вязкости подразделяются на три класса: летние, зимние и всесезонные (табл. 1). Летом масла нормируются значением кинематической вязкости при  $+100^{\circ}\text{C}$ , зимние при  $+100^{\circ}\text{C}$  и при  $-18^{\circ}\text{C}$ . Всесезонные масла обозначаются дробью – в числителе указывается класс вязкости при температуре  $-18^{\circ}\text{C}$ , а в знаменателе – при  $+100^{\circ}\text{C}$ .

Таблица 1

#### *Классы вязкости моторных масел по ГОСТ 17479.1 –85*

Класс вязкости	Кинематическая вязкость, мм <sup>2</sup> /с (сСт), при температуре	
	$+100^{\circ}\text{C}$	$-18^{\circ}\text{C}$ не более
3з	не менее 3,8	1250
4з	- / - 4,1	2600
5з	- / - 5,6	6000
6з	- / - 5,6	10400
6	5,6-7,0	-
8	7,0-9,3	-
10	9,3-11,5	-
12	11,5-12,5	-
14	12,5-14,5	-
16	14,5-16,3	-
20	16,3-21,9	-
24	21,9-26,1	-
3з/8	7,0-9,3	1250
4з/6	5,6-7,0	2600
4з/8	7,0-9,3	2600
4з/10	9,3-11,5	2600
5з/10	9,3-11,5	6000
5з/12	11,5-12,5	6000
5з/14	12,5-14,5	6000
6з/10	9,3-11,5	10400
6з/14	12,5-14,5	10400
6з/16	14,5-16,3	10400

На практике классификация моторных масел в нашей стране осуществляется и по стандарту SAE J 300 (Американское общество автомобильных инженеров) (табл. 2). Как и ГОСТ, стандарт SAE подразделяет масла на летние,

зимние и всесезонные. Летние маркируются значением вязкости в секундах Сейболта при температуре + 98,9<sup>0</sup> С, зимние буквой W при температуре –17,8<sup>0</sup> С. Всесезонные масла обозначаются через знак « - », перед « - » указывается класс вязкости при температуре –17,8<sup>0</sup> С, а после – при +98,9<sup>0</sup> С. Соответствие классов вязкости по ГОСТ 17479.1–85 и SAE J 300 представлено в таблице 3.

Таблица 2  
Классы вязкости моторных масел по SAE J 300

Класс вязкости	Динамическая вязкость, мПа·с	Кинематическая вязкость, мм <sup>2</sup> /с при 100 <sup>0</sup> С
0 W	3250 при - 30 <sup>0</sup> С	≥ 3,8
5 W	3500 -/- -25 <sup>0</sup> С	≥ 3,8
10 W	3500 -/- -20 <sup>0</sup> С	≥ 4,1
15 W	3500 -/- -15 <sup>0</sup> С	≥ 5,6
20 W	4500 -/- -10 <sup>0</sup> С	≥ 5,6
25 W	6000 -/- -5 <sup>0</sup> С	≥ 9,3
20		5,6-9,3
30		9,3-12,5
40		12,5-16,3
50		16,3-21,9
60		21,9-26,1

Таблица 3  
Соответствие классов вязкости ГОСТ 17479.1-85 и SAE J 300

ГОСТ 17479.1-85	SAE J 300	ГОСТ 17479.1-85 /	SAE J 300
3з	5 W	3з/8	5W-20
4з	10 W	4з/6	10W-20
5з	15 W	4з/8	10W-20
6з	20W	4з/10	10W-30
6	20	5з/10	15W-30
8	20	5з/12	15W-30
10	30	5з/14	15W-40
12	30	6з/10	20W-30
14	40	6з/14	20W-40
16	40	6з/16	20W-40
20	50		
24	60		

В зависимости от уровня эксплуатационных свойств и области применения масла делят на группы (табл. 4). Индекс 1 присваивают маслам для бензиновых двигателей, индекс 2 – для дизелей. Универсальные масла предназначаются для использования как в дизелях, так и в бензиновых двигателях одного уровня форсирования, индекс в обозначении не имеют. Универсальные масла, принадлежащие к разным группам, имеют двойное обозначение, в котором первое характеризует качество масла как дизельного, второе – как бензинового двигателя.

## Группы моторных масел по эксплуатационным свойствам и назначению

Группа		Рекомендуемая область применения
А		Нефорсированные карбюраторные двигатели и дизели
Б	Б <sub>1</sub>	Малофорсированные карбюраторные двигатели, работающие в условиях, которые способствуют образованию высокотемпературных отложений и коррозии подшипников
	Б <sub>2</sub>	Малофорсированные дизели
В	В <sub>1</sub>	Среднефорсированные карбюраторные двигатели, работающие в условиях, которые способствуют окислению масла и образованию всех видов отложений
	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 карбюраторные двигатели, работающие в тяжелых эксплуатационных условиях, способствующих окислению масла, образованию всех видов отложений, коррозии и ржавлению
	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 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

По американской классификации API (Американский институт нефти) моторные масла по условиям эксплуатации делятся на две категории: S - категория «Сервис» (для бензиновых двигателей), C – коммерческая категория (для дизельных двигателей). При этом для бензиновых двигателей применяют следующую маркировку в порядке возрастания требований к качеству масла SA, SB, SC, SD, SE, SF, SG, SH, SJ, SL, а для дизельных двигателей – CA, CB, CC, CD, CD-II, CE, CF, CF-4, CF-2, CG-4, CH-4. Цифры 2 или 4 указывают дополнительно на использование масла соответственно в двух- или четырехтактных дизелях. Для обозначения универсальных масел принята двойная маркировка: SF/CC, SG/CD, CF-4/SH и т.д.

В настоящее время в развитых странах выдается лицензия на выпуск масел только высших групп качества SH, SJ и SL для бензиновых двигателей и CF, CF-4, CF-2, CG-4 и CH-4 для дизелей. Однако при поставке масел на экспорт и при их производстве в третьих странах могут применяться обозначения и более низких (ранее исключенных) классов по API. Ориентировочное соответствие групп моторных масел по эксплуатационным свойствам по ГОСТу и API указано в таблице 5.

Таблица 5

*Соответствие групп моторных масел по эксплуатационным свойствам по ГОСТ 17479.1-85 и API*

ГОСТ 17479.1-85	API	ГОСТ 17479.1-85	API
А	SB	Д	CD/ SF
Б	SC/ CA	Д <sub>1</sub>	CD
Б <sub>1</sub>	SC	Д <sub>2</sub>	SF
Б <sub>2</sub>	CA	Е	CF-4/ SG
В	SD/ CB	Е <sub>1</sub>	SG
В <sub>1</sub>	SD	Е <sub>2</sub>	CF-4
В <sub>2</sub>	CB		
Г	SE/CC		
Г <sub>1</sub>	SE		
Г <sub>2</sub>	CC		

### ***Основные марки моторных масел и их показатели***

Марки моторных масел в соответствии с ГОСТ 17479.1-85 включают несколько знаков: букву М (моторное), цифру, характеризующую класс кинематической вязкости, и букву, обозначающую принадлежность к группе по эксплуатационным свойствам. После основного обозначения может быть указано дополнительное, характеризующее отличительные признаки масла.

Например: М – 8 - В<sub>1</sub> - буква М – моторное масло, цифра 8 – класс вязкости, буква В<sub>1</sub> – по эксплуатационным свойствам масло относится к группе В и предназначено для среднефорсированных карбюраторных двигателей;

М – 10 - Г<sub>2</sub> (к) - буква М – моторное масло, цифра 10 – класс вязкости, буква Г<sub>2</sub> – по эксплуатационным свойствам масло относится к группе Г и предназначено для высокофорсированных дизелей, буква к – масло предназначено для автомобилей КамАЗ;

М – 4з/8 – В<sub>2</sub>Г<sub>1</sub> - буква М – моторное масло, цифры 4з/8 – класс вязкости, буквы В<sub>2</sub> и Г<sub>1</sub> – по эксплуатационным свойствам масло относится к группе В и Г и предназначено для среднефорсированных дизелей и высокофорсированных карбюраторных двигателей.

Ассортимент моторных масел для карбюраторных двигателей, регламентируемых ГОСТ 10541-78, ОСТ 3801370-84 и некоторыми ТУ включает в основном продукты, относящиеся к группам В<sub>1</sub> и Г<sub>1</sub> (табл. 6).

## Масла для карбюраторных двигателей

Показатель	Марка					
	М-8-В <sub>1</sub>	М-6з/10-В	М-8-Г <sub>1</sub>	М-5з/10-Г <sub>1</sub>	М-6з/10-Г <sub>1</sub>	М-6з/12-Г <sub>1</sub>
Вязкость кинематическая, мм <sup>2</sup> /с: при t 100 <sup>0</sup> С -18 <sup>0</sup> С	7,5-8,5 -	9,5-10,5 ≤9000	7,5-8,5	10-11 Не нормируется Определение обязательно	9,5-10,5	≥ 12 ≤ 10400
Вязкость динамическая при t=-18 <sup>0</sup> С, не более, мПа·с				2300	3200	4500
Индекс вязкости не менее, %	85	115	100	120	125	115
Щелочное число, мг КОН/г, не менее	4	5,5	8,5	5	10,5	7,5
Зольность сульфатная, % не более	0,95		1,3	0,9	1,65	1,3
Температура, <sup>0</sup> С: вспышки, не менее застывания, не выше	200 -25	190 -40	210 -30	200 -38	210 -32	210 -30
Коррозионность на пластинах свинца, г/м <sup>2</sup> , не более	10	4		Не нормируется Определение обязательно		Отсутствие
Содержание: механических примесей, %, не более воды, %, не более	0,015 следы	0,02 следы	следы	0,015 следы	следы	0,015 следы
Плотность при 20 <sup>0</sup> С, кг/м <sup>3</sup> , не более	900	890		900		900

Ассортимент моторных масел для автотракторных дизелей регламентируется ГОСТ 8581-78 и включает группы В, Г и Д (табл. 7)

Таблица 7

## Масла для дизелей

Показатель	Марка						
	М-10-В <sub>2</sub>	М-8-Г <sub>2</sub>	М-10-Г <sub>2</sub>	М-8-Г <sub>2</sub> (к)	М-10-Г <sub>2</sub> (к)	М-8-Д(м)	М-10-Д(м)
Вязкость кинематическая, мм <sup>2</sup> /с: при t 100 <sup>0</sup> С 0 <sup>0</sup> С, не более -12 <sup>0</sup> С, не более	10,5-11,5 - -	7,5-8,5 1200 -	10,5-11,5 - -	7,5-8,5 1200 -	10,5-11,5 - -	8-8,5 - 4000	≥ 11,4 - -
Индекс вязкости, не менее	85	85	85	95	95	102	90

Показатель	Марка						
	М-10-В <sub>2</sub>	М-8-Г <sub>2</sub>	М-10-Г <sub>2</sub>	М-8-Г <sub>2</sub> (к)	М-10-Г <sub>2</sub> (к)	М-8-Д(м)	М-10-Д(м)
Содержание, %, не более: механических примесей воды	0,015 следы	0,015 следы	0,015 следы	0,015 следы	0,015 следы	0,020 следы	0,025 следы
Температура, °С: вспышки, не менее застывания, не выше	205	200	205	210	220	195	220
	-15	-25	-15	-30	-18	-30	-18
Коррозионность на пластинах свинца, г/м <sup>2</sup> , не более	10	20	20	Отсутствие			
Щелочное число, мг КОН/г, не менее	3,5	6,0	6,0	6,0	6,0	8,5	8,2
Зольность сульфатная, % не более	1,30	1,65	1,65	1,15	1,15	1,50	1,50
Плотность при 20°С, кг/м <sup>3</sup> , не более	905	905	905	905	905	900	905

### *Методика определения физико-химических показателей*

#### Определение содержания воды

Для определения содержания воды в моторном масле его в количестве 2-3 мл наливают в термостойкую пробирку и нагревают на спиртовом огне. Если вода в масле присутствует, то слышно слабое потрескивание, наблюдается вспенивание масла, на верхней холодной части пробирки конденсируются капельки воды.

#### Определение содержания механических примесей

Содержание механических примесей в моторном масле можно определить несколькими способами.

По первому способу смешивают 1 часть масла и 3-4 части чистого бензина и фильтруют смесь через фильтрующий элемент. После этого проводят осмотр бумажного фильтра на наличие на нем механических примесей.

По второму способу на стекло наносят 2 - 3 капли масла и визуально определяют его чистоту. Если масло прозрачно, то механические примеси отсутствуют, если мутное, то механические примеси присутствуют.

По третьему способу на чистое стекло наносят 1-2 капли масла и накрывают вторым стеклом. Затем, плотно прижав, стекла передвигают относительно друг друга. Если при этом слышится характерный резкий скрип, то твердые механические примеси (абразивные частицы) в масле присутствуют.

По четвертому способу одну каплю масла наносят на фильтровальную бумагу и по цвету образованного пятна определяют содержание механических примесей.

Цвет масляного пятна	Содержание механических примесей, %
Светлое желтоватое	0,00 – 0,01
Желтое с темной окантовкой	0,01 – 0,05
Серое с темной окантовкой	0,05 – 0,10
Темно-серое с черной окантовкой	0,10 – 0,80
Черное сплошное	> 0,80

#### Определение содержания коррозионно-активных веществ

Содержание коррозионно-активных веществ в моторном масле определяется так же, как и в бензине (см. ЛР № 1 МУ № 2837).

#### Определение плотности

Плотность моторного масла определяется так же, как и бензина (см. ЛР № 1 МУ № 2837). Температурные поправки плотности приводятся в таблице 8.

Таблица 8

#### *Температурные поправки плотности $\gamma$*

Относительная плотность $\rho_4^t$	Температурная поправка $\gamma$ на 1 <sup>0</sup> С
0,8800-0,8899	0,000660
0,8900-0,8999	0,000647
0,9000-0,9099	0,000633
0,9100-0,9199	0,000620
0,9200-0,9299	0,000607

#### Определение кинематической вязкости

Кинематическая вязкость моторного масла при температуре 40<sup>0</sup>С и 100<sup>0</sup>С определяется аналогично кинематической вязкости дизельного топлива (см. ЛР № 3 МУ № 2837).

### Определение индекса вязкости

Вязкость служит основным показателем моторных масел. От вязкости моторного масла зависит качество смазывания трущихся деталей в двигателе и их износ.

Вязкость моторного масла изменяется в зависимости от температуры: с повышением температуры вязкость понижается, и наоборот. Интенсивность изменения вязкости масла при изменении температуры у различных моторных масел неодинакова и характеризуется она показателем, называемым индексом вязкости (VI).

Вязкость моторных масел с высоким индексом при изменении температуры изменяется незначительно, а вязкость масел с низким индексом – значительно.

Индекс вязкости моторных масел оценивают в условных единицах. Моторные масла с более высоким индексом вязкости обладают лучшими эксплуатационными свойствами. При низких температурах двигатель с таким маслом легко и быстро запускается, образуется меньшее количество нагара, снижаются потери мощности на трение, снижается расход топлива.

Для подсчета индекса вязкости определяют кинематическую вязкость моторного масла при  $40^{\circ}\text{C}$  и  $100^{\circ}\text{C}$ .

Индекс вязкости VI  $\times 100$  вычисляют по формулам:

$$VI = \left[ \frac{(\text{anti log } N) - 1}{0,00715} \right] + 100;$$

$$N = \frac{\log H - \log U}{\log Y},$$

где  $U$  и  $Y$  – кинематические вязкости при  $40$  и  $100^{\circ}\text{C}$  соответственно для испытуемого моторного масла;

$H$  – кинематическая вязкость при  $40^{\circ}\text{C}$  моторного масла с индексом вязкости 100, обладающего той же кинематической вязкостью, что и испытуемое масло при  $100^{\circ}\text{C}$ . Значение  $H$  определяют по таблице 9.

Записывают индекс вязкости VI с точностью до целого числа.

Точность расчета индекса вязкости зависит от точности двух независимых величин кинематической вязкости, по которым он рассчитывается. Результаты двух расчетов считаются недействительными, если расхождение между ними превышает допуски по сходимости и воспроизводимости, указанные в ГОСТ 33 - 82 (табл. 10).

Точность может быть определена для любого показателя кинематической вязкости или индекса вязкости линейной интерполяцией.

Показатели сходимости и воспроизводимости приводятся с 95%-ным уровнем доверительной вероятности.

Измеренные значения  $L$ ,  $D$ ,  $H$  для кинематической вязкости при  $100^{\circ}\text{C}$ 

Кинематическая вязкость при $100^{\circ}\text{C}$ , $\text{мм}^2/\text{с}$	$L$	$D = L - H$	$H$	Кинематиче- ская вязкость при $100^{\circ}\text{C}$ , $\text{мм}^2/\text{с}$	$L$	$D = L - H$	$H$
3,80	23,13	5,16	17,97	10,1	150,3	66,22	84,08
3,90	24,19	5,42	18,77	10,2	152,9	67,6	85,30
4,00	25,32	5,76	19,56	10,3	155,4	68,89	86,51
4,10	26,50	6,13	20,37	10,4	158,0	70,28	87,72
4,20	27,75	6,54	21,21	10,5	160,6	71,65	88,95
4,30	29,07	7,02	22,05	10,6	163,2	73,01	90,19
4,40	30,48	7,56	22,92	10,7	165,8	74,40	91,40
4,50	31,96	8,15	23,81	10,8	168,5	75,85	92,65
4,60	33,52	8,81	24,71	10,9	171,2	77,28	93,92
4,70	35,13	9,50	25,63	11,0	173,9	78,71	95,19
4,80	36,79	10,22	26,57	11,1	176,6	80,15	96,45
4,90	38,50	10,97	27,53	11,2	179,4	81,69	97,71
5,00	40,23	11,74	28,49	11,3	182,1	83,13	98,97
5,10	41,99	12,53	29,46	11,4	184,9	84,70	100,2
5,20	43,76	13,32	30,43	11,5	187,6	86,10	101,5
5,30	45,53	14,13	31,40	11,6	190,4	87,60	102,8
5,40	47,31	14,94	32,37	11,7	193,3	89,20	104,1
5,50	49,09	15,75	33,34	11,8	196,2	90,80	105,4
5,60	50,87	16,55	34,32	11,9	199,0	92,30	106,7
5,70	52,64	17,35	35,29	12,0	201,9	93,90	108,0
5,80	54,42	18,16	36,26	12,1	204,8	95,40	109,4
5,90	56,20	18,97	37,23	12,2	207,8	97,10	110,7
6,00	57,97	19,78	38,19	12,3	210,7	98,70	112,0
6,10	59,74	20,57	39,17	12,4	213,6	100,3	113,3
6,20	61,52	21,37	40,15	12,5	216,6	101,9	114,7
6,30	63,32	22,19	41,13	12,6	219,6	103,6	116,0
6,40	65,18	23,04	42,14	12,7	222,6	105,2	117,4
6,50	67,12	23,94	43,18	12,8	225,7	107,0	118,7
6,60	69,16	24,92	44,24	12,9	228,8	108,7	120,1
6,70	71,29	25,96	45,33	13,0	231,9	110,4	121,5
6,80	73,48	27,04	46,44	13,1	235,0	112,1	122,9
6,90	75,72	28,21	47,51	13,2	238,1	113,9	124,2
7,00	78,00	29,43	48,57	13,3	241,2	115,6	125,6
7,10	80,25	30,64	49,61	13,4	244,3	117,3	127,0
7,20	82,39	31,70	50,69	13,5	247,4	119,0	128,4
7,30	84,53	32,75	51,78	13,6	250,6	120,8	129,8
7,40	86,66	33,78	52,88	13,7	253,8	122,6	131,2
7,50	88,85	34,87	53,98	13,8	257,0	124,4	132,6
7,60	91,04	35,95	55,09	13,9	260,1	126,1	134,0
7,70	93,20	37,00	56,20	14,0	263,3	127,9	135,4
7,80	95,43	38,12	57,31	14,1	266,6	129,8	136,8
7,90	97,72	39,27	58,45	14,2	269,8	131,6	138,2
8,00	100,0	40,40	59,60	14,3	273,0	133,4	139,6
8,10	102,3	41,56	60,74	14,4	276,3	135,3	141,0
8,20	104,6	42,71	61,89	14,5	279,6	137,2	142,4
8,30	106,9	43,85	63,05	14,6	283,0	139,1	143,9
8,40	109,2	45,02	64,18	14,7	286,4	141,1	145,3
8,50	111,5	46,18	65,32	14,8	289,7	142,9	146,8
8,60	113,9	47,42	66,48	14,9	293,0	144,8	148,2
8,70	116,2	48,56	67,64	15,0	296,5	146,8	149,7

Окончание табл. 9

Кинематическая вязкость при 100 <sup>0</sup> С, мм <sup>2</sup> /с	$L$	$D = L - H$	$H$	Кинематическая вязкость при 100 <sup>0</sup> С, мм <sup>2</sup> /с	$L$	$D = L - H$	$H$
8,80	118,5	49,71	68,79	15,1	300,0	148,8	151,2
8,90	120,9	50,96	69,94	15,2	303,4	150,8	152,6
9,00	123,3	52,20	71,10	15,3	306,9	152,8	154,1
9,10	125,7	53,43	72,27	15,4	310,3	154,7	155,6
9,20	128,0	54,58	73,42	15,5	313,9	156,9	157,0
9,30	130,4	55,83	74,57	15,6	317,5	158,9	158,6
9,40	132,8	57,07	75,73	15,7	321,1	161,0	160,1
9,50	135,3	58,39	76,91	15,8	324,6	163,0	161,6
9,60	137,7	59,62	78,08	15,9	328,3	165,2	163,1
9,70	140,1	60,83	79,27	16,0	331,9	167,3	164,6
9,80	142,7	62,24	80,46	16,1	335,5	169,4	166,1
9,90	145,2	63,53	81,67	16,2	339,2	171,5	167,7
10,0	147,7	64,83	82,87	16,3	342,9	173,7	169,2

Таблица 10

*Определение точности расчета индекса вязкости*

Кинематическая вязкость при 100 <sup>0</sup> С, мм <sup>2</sup> /с	Точность			
	$VI = 100$		$VI = 200$	
	Сходимость	Воспроизводимость	Сходимость	Воспроизводимость
4	1,4	2,8	2,2	4,4
6	1,1	2,2	1,7	3,5
8	1,0	2,0	1,5	3,0
15	0,7	1,5	1,1	2,3
30	0,6	1,2	0,9	1,8
50	0,5	1,0	0,8	1,6

Определение динамической вязкости

Динамическая вязкость – это отношение действующего касательного напряжения к градиенту скорости. Динамическая вязкость характеризует сопротивление жидкости течению.

За единицу динамической вязкости в системе СИ принята вязкость такой жидкости, которая оказывает сопротивление в 1 Н взаимному перемещению двух слоев жидкости площадью 1 м<sup>2</sup>, находящихся один от другого на расстоянии 1 м и перемещающихся с относительной скоростью 1 м/с.

Единица динамической вязкости в системе СИ - Па·с, на практике применяют МПа·с=10<sup>-3</sup> Па·с, а также сантипуаз (сП= МПа·с).

Динамическая вязкость  $\eta$  вычисляется как произведение кинематической вязкости жидкости  $\nu$  на ее плотность  $\rho$  при той же температуре

$$\eta = \nu \cdot \rho .$$

**Журнал наблюдений**

1. Дата испытания;
2. Марка моторного масла;
3. Класс вязкости;
4. Группа по эксплуатационным свойствам;
5. Индекс вязкости;
6. Температура воздуха;
7. Температура масла;
8. Результаты определения физико-химических показателей моторного масла:
  - содержание воды,
  - содержание механических примесей,
  - содержание коррозионно-активных веществ,
  - значение плотности: при температуре испытания,  
при 20<sup>0</sup> С,
  - значение постоянной вискозиметра,
  - время истечения масла в вискозиметре: при +20<sup>0</sup> С,  
при +40<sup>0</sup> С,  
при +100<sup>0</sup> С,
  - кинематическая вязкость масла при +20<sup>0</sup> С,  
при + 40<sup>0</sup> С,  
при + 100<sup>0</sup> С,
  - индекс вязкости,
  - динамическая вязкость при +20<sup>0</sup> С.

Заключение о соответствии фактических показателей испытуемого моторного масла показателям ГОСТа.

**Контрольные вопросы**

1. Эксплуатационные требования, предъявляемые к моторным маслам.
2. Классификация моторных масел по вязкости (ГОСТ 17479.1-85).
3. Классификация моторных масел по эксплуатационным свойствам (ГОСТ 17479.1-85).
4. Классификация моторных масел по вязкости (стандарт SAE 300 J).
5. Классификация моторных масел по эксплуатационным свойствам (стандарт API).
6. Соответствие классов вязкости моторных масел по ГОСТ 17479.1-85 и SAE 300 J.
7. Соответствие групп моторных масел по эксплуатационным свойствам по ГОСТ 17479.1-85 и API.
8. Основные марки моторных масел для карбюраторных двигателей.
9. Основные марки моторных масел для автотракторных дизелей.

10. Основные показатели моторных масел для карбюраторных двигателей.
11. Основные показатели моторных масел для дизелей.
12. Методика определения содержания воды в моторном масле.
13. Методика определения содержания механических примесей в моторном масле.
14. Методика определения содержания коррозионно-активных веществ в моторном масле.
15. Методика определения плотности моторного масла.
16. Методика определения кинематической вязкости моторного масла.
17. Методика определения индекса вязкости моторного масла.
18. Методика определения динамической вязкости моторного масла.

## Лабораторная работа № 5

### *«Определение физико-химических показателей трансмиссионного масла»*

**Цель работы:** познакомиться с образцами трансмиссионных масел, изучить эксплуатационные требования, предъявляемые к ним, их классификацию, марки и различия по характерным признакам, научиться определять основные физико-химические показатели.

### *Приборы и оборудование*

Ручная лаборатория РЛ, мерный стакан, стеклянный цилиндр, фильтр бумажный, воронка, лабораторное стекло, белая бумага, пипетка, медная пластина, термометр, нефтенсиметр, резиновая груша, вискозиметр.

### *Порядок выполнения работы*

1. Познакомиться с образцами трансмиссионных масел, изучить эксплуатационные требования, предъявляемые к ним, классификацию, марки и различия по основным показателям.
2. Изучить методику определения физико-химических показателей трансмиссионного масла.
3. Определить основные физико-химические показатели трансмиссионного масла.
4. Результаты определения физико-химических показателей трансмиссионного масла занести в журнал наблюдений. Дать заключение о соответствии его показателей ГОСТу.
5. Ответить на контрольные вопросы.

### *Эксплуатационные требования, предъявляемые к трансмиссионным маслам*

Трансмиссионные масла предназначены для смазывания узлов и механизмов трансмиссий автомобилей и тракторов с целью предотвращения износа и снижения механических потерь на трение в зубчатых зацеплениях и подшипниках, отвода от них тепла, предохранения от коррозии, удаления предметов износа, снижения ударных нагрузок и шума зубчатых зацеплений.

Условия работы трансмиссионных масел существенно отличаются от условий работы моторных масел. Зубчатые передачи механизмов трансмиссии подвергаются действию высоких удельных нагрузок при значительных температурах.

Для выполнения указанных функций трансмиссионные масла должны отвечать следующим эксплуатационным требованиям:

- уменьшать износ рабочих поверхностей зубьев шестерен и подшипников;
- снижать потери на трение;
- отводить тепло от трущихся поверхностей;
- защищать поверхность деталей от коррозии;
- уменьшать шум и вибрацию шестерен и подшипников;
- удалять из зон трения продукты износа;
- не вспениваться в процессе работы зубчатых передач;
- обладать высокой термической и термоокислительной стабильностью при применении, транспортировании и хранении;
- не содержать механические примеси и воду;
- иметь хорошие вязкостно-температурные свойства;
- не воздействовать на уплотнительные материалы.

### *Классификация трансмиссионных масел*

Согласно ГОСТ 17479.2-85 трансмиссионные масла в зависимости от уровня вязкости подразделяются на четыре класса (табл. 11). В соответствии

Таблица 11

*Классы вязкости трансмиссионных масел по ГОСТ 17479.2 –85*

Класс вязкости	Кинематическая вязкость, мм <sup>2</sup> /с, при температуре + 100 <sup>0</sup> С	Температура, <sup>0</sup> С, при которой динамическая вязкость не превышает 150 Па·с
9	6,00-10,99	≤ -45
12	11,00-13,99	≤ -35
18	14,00-24,99	≤ -18
34	25,00-41,00	-

с классом вязкости ограничены допустимые пределы кинематической вязкости при 100<sup>0</sup> С и отрицательная температура, при которой еще обеспечивается надежная работа трансмиссии, так как динамическая вязкость при этой температуре не превышает 150 Па·с.

В зависимости от эксплуатационных свойств и области применения масла для трансмиссий автомобилей и тракторов подразделяются на пять групп (табл. 12).

Таблица 12

*Группы трансмиссионных масел по эксплуатационным свойствам и области применения по ГОСТ 17479.2 –85*

Группа	Присадки	Область применения
1	Без присадок	Прямозубые, конические и червячные передачи, работающие при контактных напряжениях от 900 до 1600 МПа и температуре масла в объеме до 90 <sup>0</sup> С
2	Противоизносные	Те же передачи при контактных напряжениях до 2100 МПа и температуре масла в объеме до 120 <sup>0</sup> С
3	Противозадирные умеренной эффективности	Те же передачи при контактных напряжениях до 2500 МПа и температуре масла в объеме до 150 <sup>0</sup> С
4	Противозадирные высокой эффективности	Те же и гипоидные передачи, работающие при контактных напряжениях до 3000 МПа и температуре масла в объеме до 150 <sup>0</sup> С
5	Противоизносные и противозадирные высокоэффективные и многофункционального действия	Гипоидные передачи, работающие с ударными нагрузками при контактных напряжениях выше 3000 МПа и температуре масла в объеме до 150 <sup>0</sup> С

ГОСТ 17479.2-85 предусматривает следующее обозначение трансмиссионных масел: буквы ТМ (трансмиссионное масло); первую цифру, характеризующую группу по эксплуатационным свойствам, и вторую цифру, обозначающую класс вязкости, у которой может быть индекс – буква «з», характеризующая наличие загущающей присадки. Например, масло ТМ-5-9з означает: трансмиссионное масло пятой эксплуатационной группы, девятого класса вязкости с загущающей присадкой.

По стандарту SAE J 306 трансмиссионные масла делятся на семь классов вязкости (табл. 13), при этом первые четыре класса – загущенные масла (буква W – для зимнего или всесезонного применения).

Таблица 13

*Классы вязкости трансмиссионных масел по SAE J 306*

Класс вязкости	Кинематическая вязкость, мм <sup>2</sup> /с, при температуре + 100 <sup>0</sup> С	Температура, <sup>0</sup> С, при которой динамическая вязкость не превышает 150 Па·с
70 W	≥ 4,1	≤ -55
75W	≥ 4,1	≤ -40
80 W	≥ 7,0	≤ -26
85 W	≥ 11,0	≤ -12
90	13,5-24,0	-
140	24,0-41,0	-
250	≥ 41,0	-

Низкотемпературная область применения масел ограничена температурой, при которой динамическая вязкость не более 150 Па·с, что обеспечивает сохранность шестерен и подшипников от повреждения из-за недостаточной текучести масла.

В зависимости от условий эксплуатации и области применения по стандарту API трансмиссионные масла делятся на шесть групп (табл. 14).

Таблица 14

*Группы трансмиссионных масел по условиям эксплуатации и области применения по API*

Группа	Условия эксплуатации и область применения
GL-1	Относительно мягкие условия эксплуатации (невысокие нагрузки и скорости скольжения) в механических коробках передач с ручным переключением, ведущих мостах со спирально-коническими и червячными шестернями; в основном масла без присадок или с депрессорными и антипенными присадками
GL-2	Относительно жесткие условия по нагрузкам и скоростям скольжения в главных передачах грузовых автомобилей с червячными парами; масла с антифрикционными присадками
GL-3	Умеренно жесткие условия со средними нагрузками и скоростями скольжения в ведущих мостах со спирально-коническими шестернями и некоторые коробки передач; масла со слабыми противозадирными присадками
GL-4	Тяжелые условия работы масла в ведущих мостах с гипоидными шестернями и механических коробках передач легковых автомобилей; масла с противозадирными присадками умеренного действия
GL-5	Очень тяжелые условия работы по нагрузкам и скоростям скольжения, включая ударные нагрузки в гипоидных парах легковых и грузовых автомобилей, механические коробки передач; масла с противозадирными и противоизносными присадками
GL-6	Очень тяжелые условия с высокими скоростями скольжения и ударными нагрузками в гипоидных передачах с возможно большим сдвигом осей; масла с сильнодействующими противозадирными и противоизносными присадками

Соответствие классов вязкости и групп по эксплуатационным свойствам трансмиссионных масел по ГОСТ 17479.2-85 и стандартам SAE и API представлено в таблице 15.

*Соответствие классов вязкости и групп по эксплуатационным свойствам трансмиссионных масел по ГОСТ 17479.2-85 стандартам SAE J 306 и API*

Класс вязкости		Группа	
ГОСТ 17479.2-85	SAE J 306	ГОСТ 17479.2-85	API
9	75 W	TM-1	GL-1
12	80W или 85 W	TM-2	GL-2
18	85W-90	TM-3	GL-3
34	140	TM-4	GL-4
		TM-5	GL-5

***Основные марки трансмиссионных масел и их показатели***

В соответствии с ГОСТ 23652-79, отраслевыми стандартами и техническими условиями выпускаются трансмиссионные масла различных марок, которые различаются по своим основным физико-химическим показателям (табл. 16)

***Методика определения физико-химических показателей трансмиссионного масла***

*Определение содержания воды, содержания механических примесей, ее содержания коррозионно-активных веществ, плотности и кинематической вязкости.*

Содержание воды, механических примесей, коррозионно-активных веществ, ее плотность и кинематическая вязкость в трансмиссионном масле определяются так же как и для моторного масла (см. ЛР № 4).

***Журнал наблюдений***

1. Дата испытания;
2. Марка масла;
3. Класс вязкости;
4. Группа по эксплуатационным свойствам;
5. Индекс вязкости;
6. Температура воздуха;
7. Температура масла;
8. Результаты определения физико-химических показателей трансмиссионного масла:
  - содержание воды,
  - содержание механических примесей,

Таблица 16

## Трансмиссионные масла

Показатель	Марка						
	ТСп –10 ТМ-3-9	ТАп-15В ТМ-3-18	ТСп-15к ТМ-3-18	ТАД-17И ТМ-5-18	ТМ-5-12	Нигрол	
						зимнее	летнее
Кинематическая вязкость, мм <sup>2</sup> /с, не менее при 100 <sup>0</sup> С	10	14-16	15	17,5	12	18-22	27-34
Динамическая вязкость, Па·с, не более при - 15 <sup>0</sup> С - 35 <sup>0</sup> С	300	180	75	100	50	-	-
Индекс вязкости, не менее	90	80	90	100	130	-	-
Температура, <sup>0</sup> С: вспышки, не ниже застывания, не выше	130 -40	185 -20	185 -25	200 -25	180 -40	170 -20	180 -5
Содержание: механических примесей, %, не более воды, %	0,02 следы	0,03 следы	0,01 следы	Отсутствуют следы	0,02 следы	0,05 следы	0,05 следы
Испытание на коррозию пластинок	Выдерживает						
Кислотное число, мг КОН/г, не более	-	-	-	2,0	2,0	-	-
Плотность при 20 <sup>0</sup> С, кг/м <sup>3</sup> , не более	915	930	910	907		960	970

- содержание коррозионно-активных веществ,
- значение плотности: при температуре испытания,  
при  $+20^{\circ}\text{C}$ ,
- значение постоянной вискозиметра,
- время истечения масла в вискозиметре,  
при  $20^{\circ}\text{C}$ ,
- кинематическая вязкость масла,  
при  $20^{\circ}\text{C}$ ,

Заключение о соответствии фактических показателей испытуемого трансмиссионного масла показателям ГОСТа.

### ***Контрольные вопросы***

1. Эксплуатационные требования, предъявляемые к трансмиссионным маслам.
2. Классификация трансмиссионных масел по вязкости (ГОСТ 17479.2-85).
3. Классификация трансмиссионных масел по вязкости (SAE J 306).
4. Классификация трансмиссионных масел по эксплуатационным свойствам и области их применения (ГОСТ 17479.2-85).
5. Классификация трансмиссионных масел по условиям эксплуатации и области применения (API).
6. Соответствие классов вязкости и групп по эксплуатационным свойствам трансмиссионных масел по ГОСТ 17479.2-85 и стандартам SAE J 306 и API.
7. Основные марки трансмиссионных масел.
8. Основные показатели трансмиссионных масел.
9. Методика определения содержания воды в трансмиссионном масле.
10. Методика определения содержания механических примесей в трансмиссионном масле.
11. Методика определения содержания коррозионно-активных веществ в трансмиссионном масле.
12. Методика определения плотности трансмиссионного масла.
13. Методика определения кинематической вязкости трансмиссионного масла.

## Лабораторная работа № 6

### **«Определение физико-химических показателей охлаждающих низкотемпературных жидкостей»**

**Цель работы:** познакомиться с образцами охлаждающих низкотемпературных жидкостей, изучить эксплуатационные требования, предъявляемые к ним, их марки и различия по характерным признакам, научиться определять основные физико-химические показатели.

#### ***Приборы и оборудование***

Ручная лаборатория РЛ, мерный стакан, стеклянный цилиндр, фильтр бумажный, медная пластина, термометр, гидрометр, вискозиметр, резиновая груша.

#### ***Порядок выполнения работы***

1. Познакомиться с образцами охлаждающих низкотемпературных жидкостей, изучить эксплуатационные требования, предъявляемые к ним, марки и различия по основным показателям.
2. Изучить методику определения физико-химических показателей охлаждающих низкотемпературных жидкостей.
3. Определить основные физико-химические показатели охлаждающих низкотемпературных жидкостей.
4. Результаты определения физико-химических показателей охлаждающих низкотемпературных жидкостей занести в журнал наблюдений. Дать заключение о соответствии их показателей ГОСТу и нормативам НТД.
5. Ответить на контрольные вопросы.

#### ***Эксплуатационные требования, предъявляемые к охлаждающим низкотемпературным жидкостям***

Охлаждающие низкотемпературные жидкости предназначены для охлаждения двигателей внутреннего сгорания с целью обеспечения нормального теплового режима их работы.

Охлаждающие низкотемпературные жидкости должны отвечать следующим основным требованиям:

- иметь высокие теплоемкость и теплопроводимость;
- иметь низкую температуру начала кристаллизации;
- иметь высокую температуру кипения;
- иметь малый коэффициент объемного расширения;
- не вызывать коррозию;
- не образовывать накипи;

- не воздействовать на резинотехнические изделия;
- обладать термической стабильностью;
- отвечать экологическим требованиям.

### **Марки охлаждающих низкотемпературных жидкостей и их показатели**

Охлаждающие низкотемпературные жидкости – антифризы – это водные растворы гликолей, спиртов, глицерина и некоторых неорганических солей, не замерзающие при низких температурах.

Для автотракторных двигателей широко применяются этиленгликолевые антифризы. Этиленгликоль – это бесцветная, прозрачная, без запаха, ядовитая жидкость с температурой замерзания  $-11,5^{\circ}\text{C}$  и плотностью  $1113 \text{ кг/м}^3$  при  $20^{\circ}\text{C}$ . Однако при смешивании этиленгликоля с водой температура застывания смеси ниже, чем каждого из компонентов (рис.). Самая низкая

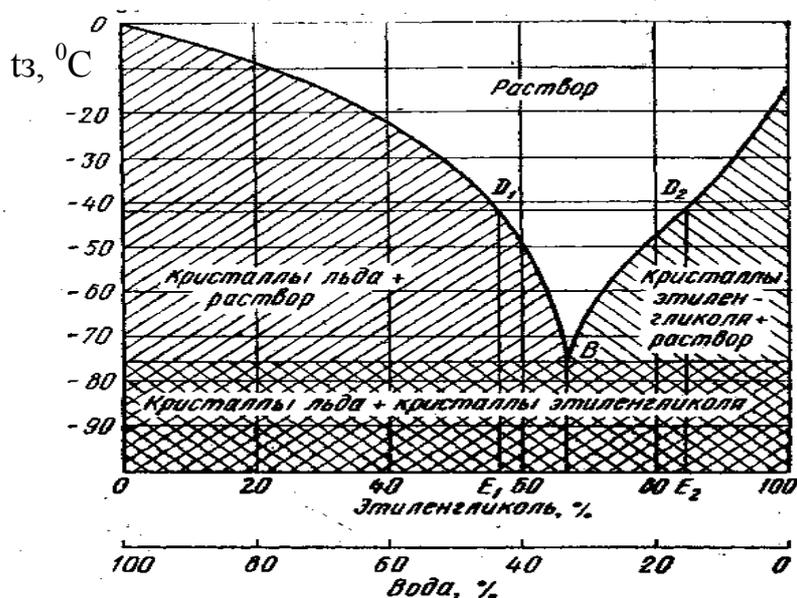


Рис. Зависимость температуры замерзания ОЖ от содержания компонентов

температура замерзания ( $-75^{\circ}\text{C}$ ) получается у смеси, содержащей 66,7 % этиленгликоля и 33,3 % воды.

Этиленгликоль и вода обладают различной плотностью и при смешивании их в различных соотношениях меняется плотность антифриза, по плотности которого можно судить о его температуре замерзания.

Кроме того в зависимости от содержания этиленгликоля, изменяется температура кипения смеси (табл. 17).

Таблица 17

*Зависимость температуры кипения охлаждающей низкозамерзающей жидкости от содержания этиленгликоля*

Содержание этиленгликоля, %, по объему	Температура начала кристаллизации, °С	Температура кипения, °С
10	-4	101
20	-9	102
30	-17	104
40	-26	106
50	-39	108

Государственным стандартом (ГОСТ 28084-89) предусмотрен выпуск трех марок охлаждающих низкозамерзающих жидкостей ОЖ-К, ОЖ-40, ОЖ-65 (табл. 18).

Таблица 18

*Охлаждающие низкозамерзающие жидкости*

Показатель	Марка		
	ОЖ-К	ОЖ-65	ОЖ-40
Внешний вид	Прозрачная однородная окрашенная жидкость без механических примесей		
Плотность, г/см <sup>3</sup>	1,100-1,150	1,085-1,100	1,065-1,085
Температура начала кристаллизации, °С, не выше	-35 при разбавлении дистиллированной водой в объемном соотношении 1:1	-65	-40
Коррозионное воздействие, г/м <sup>2</sup> ·сут, на металл, не более припой, не более	0,1 0,2	0,1 0,2	0,1 0,2
Вспениваемость: объем пены, см <sup>3</sup> , не более устойчивость пены, с, не более	30 5	30 3	30 3
Набухание резины, %, не более	5	5	5
Водородный показатель, рН	7,5-11,0	7,5-11,0	7,5-11,0
Щелочность, см <sup>3</sup> , не более	10	10	10
Устойчивость в жесткой воде	Расслоение и выпадение осадка не допускается	Не определяется	

Охлаждающая жидкость ОЖ-К – концентрат с массовой долей воды не более 5 %, предназначена для получения охлаждающих жидкостей ОЖ-40 и ОЖ-65 путем разбавления водой.

Охлаждающая жидкость ОЖ-65 с температурой начала кристаллизации 65 °С предназначена для использования в районах Крайнего Севера и Сибири.

На основной части страны при температурах воздуха до  $-40^{\circ}\text{C}$  в зимний период применяется охлаждающая жидкость ОЖ-40.

За рубежом охлаждающие низкотемпературные жидкости называются антифризами. В нашей стране охлаждающие жидкости выпускаются в основном под названием «Тосол». В соответствии с концентрацией этиленгликоля в охлаждающей жидкости «Тосол» маркируется: Тосол А, Тосол А-40, Тосол А-65. Все три марки «Тосола» окрашены в голубой цвет. В «Тосол» добавляются антикоррозионные и антипенные присадки.

### ***Методика определения физико-химических показателей охлаждающих низкотемпературных жидкостей***

#### ***Определение внешнего вида***

Внешний вид охлаждающей низкотемпературной жидкости определяется визуально в проходящем свете пробирки из бесцветного стекла. Охлаждающая жидкость должна быть прозрачной, однородной и не содержать видимых механических примесей.

Цвет охлаждающей жидкости установлен в нормативно-технической документации на конкретный вид ОЖ.

#### ***Определение процентного содержания этиленгликоля и температуры замерзания***

Определение процентного содержания этиленгликоля и температуры замерзания охлаждающих низкотемпературных жидкостей производится гидрометром, который снабжен двумя шкалами: первая шкала "Гликоль в объемных процентах" показывает процентное содержание этиленгликоля в интервале 20–100%; вторая – "Температура замерзания в  $^{\circ}\text{C}$ " – показывает температуру замерзания жидкости в пределах от  $-8$  до  $-67^{\circ}\text{C}$ .

Испытуемую жидкость наливают в стеклянный цилиндр и осторожно опускают в него гидрометр. Когда колебания плавающего гидрометра прекратятся, проводят отсчет показаний по верхнему краю мениска жидкости. Гидрометр при этом не должен касаться стенок цилиндра.

Шкала гидрометра для определения содержания этиленгликоля градуирована для температуры  $+20^{\circ}\text{C}$ , поэтому при отличии температуры от  $+20^{\circ}\text{C}$ , вносятся поправки и находится истинное содержание этиленгликоля (табл. 19).

В столбце "температура" находят температуру, при которой проводится опыт, а по горизонтальной строке – показания гидрометра при температуре опыта. Затем в том же столбце по строке  $+20^{\circ}\text{C}$  находят истинное содержание этиленгликоля.

Если в таблице отсутствуют значения температуры и показаний гидрометра, проводится интерполирование.

*Содержание этиленгликоля в охлаждающей низкотемпературной жидкости*

Температура испытываемой жидкости, °С	Содержание этиленгликоля, %										
+40	6	10	14	18	23	27	32	36	42	46	50
+30	8	13	17	22	27	32	36	41	46	50	55
+20	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
+10	11	16	22	27	33	38	44	49	54	59	65
0	12	18	24	29	35	40	47	52	58	63	69
-10	13	19	26	31	37	43	50	56	62	67	73
-20	14	21	28	33	39	46	52	58	65	71	77

После нахождения содержания этиленгликоля по второй шкале гидрометра определяют температуру замерзания охлаждающей жидкости.

Если содержание этиленгликоля не соответствует нормам, его приводят в соответствие путем добавления одного из компонентов.

Добавку воды рассчитывают по формуле

$$M = \frac{c - d}{d} N.$$

Добавку этиленгликоля – по формуле

$$M = \frac{a - b}{b} N.$$

где М – количество добавляемого компонента, л;

*c* и *d* – содержание этиленгликоля в исходном образце и в заданной смеси, % по объему.

*N* – объем исходного образца, л;

*a* и *b* – содержание воды в исходном образце и в заданной смеси, % по объему;

Определение содержания коррозионно-активных веществ

Коррозионно-активные вещества в охлаждающей жидкости определяются так же, как и в предыдущих лабораторных работах (см. ЛР № 4)

Определение плотности

Плотность охлаждающей низкотемпературной жидкости определяется аналогично определению плотности моторного масла (см. ЛР № 4).

### *Журнал наблюдений*

1. Дата испытания;
2. Марка охлаждающей низкозамерзающей жидкости;
3. Плотность;
4. Цвет;
5. Температура воздуха;
6. Результаты определения физико-химических показателей ОЖ:
  - внешний вид,
  - температура охлаждающей жидкости,
  - содержание этиленгликоля при температуре испытания,
  - содержание этиленгликоля при 20<sup>0</sup>С,
  - температура замерзания ОЖ,
  - содержание коррозионно-активных веществ,
  - плотность.

Заклучение о соответствии фактических показателей испытуемой охлаждающей низкозамерзающей жидкости показателям ГОСТа.

### *Контрольные вопросы*

1. Эксплуатационные требования, предъявляемые к охлаждающим низкозамерзающим жидкостям.
2. Что представляют собой охлаждающие низкозамерзающие жидкости?
3. Характеристики этиленгликоля.
4. Как зависит температура начала кристаллизации охлаждающей жидкости от содержания этиленгликоля?
5. Как зависит температура кипения ОЖ от содержания этиленгликоля ?
6. Основные марки охлаждающих низкозамерзающих жидкостей по ГОСТ 28084-89.
7. Основные показатели охлаждающих низкозамерзающих жидкостей.
8. Методика определения внешнего вида ОЖ.
9. Методика определения процентного содержания этиленгликоля в ОЖ.
10. Методика определения температуры замерзания ОЖ.
11. Методика приведения содержания этиленгликоля в ОЖ требуемым нормам.
12. Методика определения содержания коррозионно-активных веществ в ОЖ.
13. Методика определения плотности ОЖ.

## Лабораторная работа № 7

### **«Определение физико-химических показателей тормозных жидкостей»**

**Цель работы:** познакомиться с образцами тормозных жидкостей, изучить эксплуатационные требования, предъявляемые к ним, их марки и различия по характерным признакам, научиться определять основные физико-химические показатели.

#### ***Приборы и оборудование***

Ручная лаборатория РЛ, мерный стакан, стеклянный цилиндр, фильтр бумажный, медная пластина, термометр, гидрометр, вискозиметр, резиновая груша.

#### ***Порядок выполнения работы***

1. Познакомиться с образцами тормозных жидкостей, изучить эксплуатационные требования, предъявляемые к ним, марки и различия по основным показателям.
2. Изучить методику определения физико-химических показателей тормозных жидкостей.
3. Определить основные физико-химические показатели тормозных жидкостей.
4. Результаты определения физико-химических показателей тормозных жидкостей занести в журнал наблюдений. Дать заключение о соответствии их показателей нормативам НТД.
5. Ответить на контрольные вопросы.

#### ***Эксплуатационные требования, предъявляемые к тормозным жидкостям***

Тормозные жидкости используются в качестве рабочей жидкости гидропривода тормозной системы и сцепления автомобилей.

К тормозным жидкостям предъявляются следующие требования:

- иметь хорошие вязкостно-температурные свойства;
- обладать хорошей смазывающей способностью;
- иметь высокие антикоррозионные свойства;
- быть совместимой с резино-техническими уплотнениями;
- не допускается расслаивание жидкости и выпадение осадков;
- иметь низкую температуру застывания;
- иметь высокую температуру кипения при поглощении влаги;
- быть стабильными при эксплуатации и хранении.

### Марки тормозных жидкостей и их показатели

Основные тормозные жидкости получают на основе растительных масел (чаще всего касторового) или гликолей. При использовании растительных масел вторым компонентом обычно является один из жирных спиртов – бутанол. При снижении доли касторового масла для поддержания необходимого уровня вязкости вводятся загущающие присадки (винипол).

Основные марки тормозных жидкостей должны отвечать требованиям, указанным в технических условиях производителя (табл. 20).

Таблица 20

#### Тормозные жидкости

Показатель	Марка					
	БСК	ГТЖ-22М	Нева	Томь	Роса	
Внешний вид	Однородная прозрачная жидкость					
	От красного до оранжево-го цвета	Желто-го-зеленого цвета	От светло-желтого до темно-желтого цвета			
Кинематическая вязкость, мм <sup>2</sup> /с: при 50 <sup>0</sup> С, не менее 100 <sup>0</sup> С, не менее - 40 <sup>0</sup> С, не более	9,0 5,5(70 <sup>0</sup> С) 130(0 <sup>0</sup> С)	8,0 1,9 1600	5,0 2,0 1500	5,0 2,0 1500	5,0 2,0 1700	
Температура кипения: свежей жидкости, <sup>0</sup> С, не ниже увлажненной жидкости (содержание воды 3,5%), не ниже	115 Не нормируется	190 Не нормируется	200 140	205 140	260 155	
Температура застывания, <sup>0</sup> С	-20	-60	-60	-60	-60	
Концентрация водородных ионов, рН	6,0	7,0-11,5	7,0-11,5	7,0-11,5	7,0-11,5	
Воздействие на резину: увеличение объема после старения в тормозной жидкости, %	5-10	-	2-10	2-10	2-8	
Воздействие на металлы: изменение массы пластинок, мг/см <sup>2</sup> , не более	сталь, чугун	0,2	0,2	0,2	0,1	0,2
	алюминий	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
	медь, латунь	0,4	0,4	0,5	0,4	0,4
	Содержание механических примесей, %	Отсутствие				
Плотность при 20 <sup>0</sup> С, кг/м <sup>3</sup>	890-900	1100-1110	1012-1015	-	-	

Жидкость тормозная БСК (ТУ 6-101533-75) состоит из равных частей касторового масла и бутанола. Жидкость БСК обладает хорошей смазывающей способностью, не вызывает большого набухания и размягчения резиновых изделий. К недостаткам тормозной жидкости БСК относится неудовлетворительная вязкостно-температурная характеристика, высокая температура начала кристаллизации (+5<sup>0</sup>С). Применяется для гидропривода тормозных систем и сцеплений грузовых и легковых автомобилей, кроме автомобилей ВАЗ. Рекомендована для эксплуатационных условий с температурами не ниже - 20<sup>0</sup>С.

Жидкость тормозная ГТЖ-22М (ТУ 6-01814-73) изготавливается на основе диэтиленгликоля и этилцеллозольва с противокоррозионными присадками. Она обладает удовлетворительными вязкостно-температурными свойствами и хорошими низкотемпературными, низкой испаряемостью и высокой температурой вспышки, не разрушает резиновые детали. К недостаткам тормозной жидкости ГТЖ-22М относится сильная ядовитость, недостаточные смазывающие свойства и повышенная гигроскопичность. Применяется всесезонно во всех климатических районах, кроме Крайнего Севера.

Жидкость тормозная «Нева» (ТУ 6-01-1163-78) представляет собой сложную композицию на основе этилкарбитаола с добавлением вязкостной и антикоррозионной присадок. Обладает хорошими вязкостно-температурными свойствами, хорошо растворяет воду и не расслаивается до температуры -40<sup>0</sup>С. Тормозная жидкость «Нева» огнеопасна и токсична, склонна к образованию паровых пробок. Применяется всесезонно во всех климатических районах, кроме Крайнего Севера, в гидроприводах тормозов и сцеплений автомобилей всех марок, кроме ГАЗ.

Жидкость тормозная «Томь» (ТУ 6-01-1276-82) состоит из этилкарбитаола, эфиров борной кислоты, вязкостной и антикоррозионной присадок. Обладает небольшой гигроскопичностью и хорошими противоизносными и антикоррозионными свойствами. Назначение такое же, как и жидкости «Нева».

Жидкость тормозная «Роса» (ТУ 6-05-221-569-84) представляет собой композицию на основе борсодержащих олигомеров алкиленоксидов с антиокислительной и антикоррозионной присадками. Удовлетворяет требованиям стандарта министерства транспорта США (DOT-4). Имеет хорошие вязкостно-температурные свойства и обеспечивает надежную работу при использовании в тормозных системах и приводе сцеплений всех типов автомобилей при больших нагрузках торможения. Применяется всесезонно во всех климатических районах, кроме районов Крайнего Севера. Является практически основной для всего автопарка страны.

В последнее время на отечественных марках тормозных жидкостей указывается американский стандарт, которому они соответствуют. Это стандарт FMVSS 116 – Федеральные требования безопасности автомобильного транспорта США, в котором действуют классы: DOT-3, DOT-4, DOT-5. Кроме того в США действуют стандарты на тормозные жидкости SAE J 1703, SAE J 1705. Отечественные тормозные жидкости соответствуют классам DOT-3 – Нева-М, Томь, Роса и DOT-4 – Роса.

## ***Методика определения физико-химических показателей тормозных жидкостей***

### ***Определение внешнего вида, содержания коррозионно-активных веществ, плотности, кинематической вязкости.***

Внешний вид тормозной жидкости, содержание коррозионно-активных веществ, ее плотность и кинематическая вязкость определяются так же, как и для охлаждающей жидкости (см. ЛР № 6).

### ***Определение совместимости***

Для определения совместимости двух тормозных жидкостей в пробирку наливают равное их количество. Затем обе жидкости сливают в одну емкость и взбалтывают. Смеси дают отстояться в течение 10 – 15 минут и визуально определяют ее состояние. Если произойдет расслоение смеси, то жидкости изготовлены на разных основах и смешивать их нельзя. Если же смесь остается однородной, то жидкости совместимы и смешивать их можно.

### ***Определение основы***

Основа тормозной жидкости определяется по взаимодействию с ней воды или бензина. В пробирку с тормозной жидкостью добавляют 5–10 % воды и смесь взбалтывают. Дают отстояться в течение 10–15 минут и наблюдают. Если произойдет расслоение жидкости и воды, то жидкость имеет в качестве основы касторовое масло. Если расслоение не произойдет (– смесь остается однородной), то жидкость имеет гликолевую основу.

Аналогично производится смешивание тормозной жидкости и 5–10 % бензина. Если жидкость и бензин полностью перемешиваются и образуют однородную смесь, то основа тормозной жидкости – касторовое масло. Если произойдет расслоение жидкости и бензина, то жидкость имеет гликолевую основу.

## ***Журнал наблюдений***

1. Дата испытания;
2. Марка тормозной жидкости;
3. Плотность;
4. Цвет;
5. Температура воздуха;
6. Результаты определения физико-химических показателей тормозной жидкости:
  - внешний вид,
  - содержание коррозионно-активных веществ,
  - плотность,
  - постоянная вискозиметра,

- время истечения тормозной жидкости в вискозиметре,
- кинематическая вязкость:  
при 50<sup>0</sup>С,  
при 100<sup>0</sup>С,
- совместимость,
- основа.

Заключение о соответствии фактических показателей испытуемой тормозной жидкости показателям нормативно-технической документации.

### *Контрольные вопросы*

1. Эксплуатационные требования, предъявляемые к тормозным жидкостям.
2. Основные марки тормозных жидкостей.
3. Основные показатели тормозных жидкостей.
4. Характеристика тормозной жидкости БСК.
5. Характеристика тормозной жидкости ТТЖ-22М.
6. Характеристика тормозной жидкости «Нева».
7. Характеристика тормозной жидкости «Томь»
8. Характеристика тормозной жидкости «Роса».
9. Международные стандарты на тормозные жидкости.
10. Методика определения внешнего вида тормозной жидкости.
11. Методика определения содержания коррозионно-активных веществ в тормозной жидкости.
12. Методика определения плотности тормозной жидкости.
13. Методика определения кинематической вязкости тормозной жидкости.
14. Методика определения совместимости тормозной жидкости.
15. Методика определения основы тормозной жидкости.

**ОЦЕНКА ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ СВОЙСТВ СМАЗОЧНЫХ  
МАТЕРИАЛОВ И СПЕЦИАЛЬНЫХ ЖИДКОСТЕЙ**

Методические указания к выполнению лабораторных работ  
по дисциплине "Эксплуатационные материалы"  
для студентов дневного отделения и очно-заочной  
формы обучения по специальности 150100  
"Автомобиле- и тракторостроение"

Составители: Сергей Алексеевич Харламов, Ирина Станиславовна  
Константинова

Редактор Т.М. Курьянова

Подписано в печать . Формат 60x84 1/16. Бумага газетная.  
Объем 2,1 п.л. Тираж 100 экз. Заказ № Ризография.  
Липецкий государственный технический университет  
398600 Липецк, ул. Московская, 30.  
Типография ЛГТУ. 398600 Липецк, ул. Московская, 30