

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Нижнекамский химико-технологический институт (филиал)
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»
(НХТИ ФГБОУ ВО «КНИТУ»)



УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора по УР

Н.И. Никифорова

« 30 » 05 2022 г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

по дисциплине (модулю)

Б1.В.ДВ.02.02 Технологии получения смазочных масел

(наименование дисциплины)

18.04.01 «Химическая технология»

(код и наименование направления подготовки)

Профиль подготовки: «Процессы и технологии глубокой переработки нефти»

Магистр

квалификация

очно-заочная

форма обучения

Нижнекамск, 2022 г.

Составитель ФОС:

доцент кафедры Нефтехимического синтеза
(должность)


(подпись)

Р. М. Хусаинова
(Ф.И.О)

ФОС рассмотрен и одобрен на заседании кафедры Нефтехимического синтеза,
протокол от 06 апреля 2022 г. № 8

Зав. кафедрой


(подпись)

Р.З. Агзамов
(Ф.И.О)

Эксперт:

Руководитель программы магистратуры, разработчик учебного плана

Вдовина С.В., доцент кафедры Нефтехимического синтеза НХТИ ФГБОУ
ВО «КНИТУ»

Ф.И.О., должность, организация, подпись

Перечень компетенций и индикаторов достижения компетенций с указанием этапов формирования в процессе освоения дисциплины

Компетенции:

ПК-3 Способен владеть знаниями, позволяющими анализировать тенденции развития технологий нефтехимических производств, совершенствовать действующие, внедрять новые технологии на основе рациональных и альтернативных источников сырья

ПК-3.1 Знает теоретические основы промышленных технологических процессов современных нефтехимических производств; основные направления развития и совершенствования технологий промышленных производств; принципы построения технологических схем производств; способы рационального использования сырья и утилизации производственных отходов

ПК-3.2 Умеет разрабатывать и совершенствовать технологию производства продуктов органического и нефтехимического синтеза; разрабатывать технологические схемы химических производств; анализировать способы рационального использования сырья и утилизации производственных отходов, проводить анализ контроля качества технологического процесса

ПК-3.3 Владеет теоретическими основами промышленных технологических процессов органического и нефтехимического синтеза; навыками разработки и совершенствования технологии производства продуктов органического и нефтехимического синтеза; принципами построения технологических схем химических производств; способами рационального использования сырья и утилизации производственных отходов; способами анализа контроля качества технологического процесса; навыками устранения технологического брака

Индикаторы достижения компетенции	Этапы формирования в процессе освоения дисциплины (указать все темы из РПД)				Наименование оценочного средства
	Лекции	Практические занятия, лабораторный практикум	Лабораторные занятия	Курсовой проект (работа)	
ПК-3.1	<i>Раздел 1,2</i>	<i>Не предусмотрены</i>	<i>Раздел 2</i>	<i>Не предусмотрены</i>	<i>Коллоквиум, лабораторная работа, экзамен</i>
ПК-3.2	-	<i>Не предусмотрены</i>	<i>Раздел 2</i>	<i>Не предусмотрены</i>	<i>Коллоквиум, лабораторная работа, экзамен</i>
ПК-3.3	<i>Раздел 1,2</i>	<i>Не предусмотрены</i>	<i>Раздел 2</i>	<i>Не предусмотрены</i>	<i>Коллоквиум, лабораторная работа, экзамен</i>

Перечень оценочных средств по дисциплине (модулю)

Оценивающие мероприятия	Кол-во	Баллы	
		min	max
2 семестр			
Лабораторная работа	2	18	30
Коллоквиум	1	18	30
Экзамен	1	24	40
ИТОГО		60	100

Шкала оценивания

Цифровое выражение	Выражение в баллах:	Словесное выражение	Критерии оценки индикаторов достижения при форме контроля:
			экзамен / зачет с оценкой
5	87 - 100	Отлично (зачтено)	Оценка «отлично» выставляется студенту, если теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов; исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно излагает материал; свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний; использует в ответе дополнительный материал все предусмотренные программой задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному; анализирует полученные результаты; проявляет самостоятельность при выполнении заданий
4	74 - 86	Хорошо (зачтено)	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если теоретическое содержание курса освоено полностью, необходимые практические компетенции в основном сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения достаточно высокое. Студент твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.
3	60 - 73	Удовлетворительно (зачтено)	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, большинство предусмотренных программой заданий выполнено, но в них имеются ошибки, при ответе на поставленный вопрос студент допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, наблюдаются нарушения логической последовательности в изложении программного материала.
2	Ниже 60	Неудовлетворительно (не зачтено)	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если он не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы, необходимые практические компетенции не сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнено, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к минимальному

Краткая характеристика оценочных средства

<i>№ п/п</i>	<i>Наименование оценочного средства</i>	<i>Краткая характеристика оценочного средства</i>	<i>Представление оценочного средства в фонде</i>
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
	Лабораторная работа	Это вид учебной работы, целью которой является изучение (исследование, измерение) характеристик лабораторного объекта. Цель лабораторных занятий: освоение изучаемой учебной дисциплины; приобретение навыков практического применения знаний учебной дисциплины (дисциплин) с использованием технических средств и (или) оборудования	Темы лабораторных работ, контрольные вопросы по теме лабораторной работы, вопросы к коллоквиуму
	Практическое занятие	В ходе практических работ студенты овладевают умениями пользоваться работат с нормативными документами и инструктивными материалами, справочниками, составлять техническую документацию; выполнять чертежи, схемы, таблицы, решать разного рода задачи, делать вычисления, определять характеристики различных веществ, объектов, явлений. Цель практических занятий заключается в выработке у студентов навыков применения полученных знаний для решения практических задач в процессе совместной деятельности с преподавателями.	Темы практических занятий; контрольные вопросы и задания по теме практического занятия
	Коллоквиум	Средство контроля усвоения учебного материала темы, раздела или разделов дисциплины, организованное как учебное занятие в виде собеседования преподавателя с обучающимися.	Вопросы по темам/разделам дисциплины
	Круглый стол, дискуссия, полемика, диспут, дебаты	Оценочные средства, позволяющие включить обучающихся в процесс обсуждения спорного вопроса, проблемы и оценить их умение аргументировать собственную точку зрения.	Перечень дискуссионных тем для проведения круглого стола, дискуссии, полемики, диспута, дебатов

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Нижекамский химико-технологический институт (филиал) федерального
государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»
Направление подготовки: 18.04.01 Химическая технология
Профиль подготовки: «Процессы и технологии глубокой переработки нефти»

Перечень вопросов на экзамен
по дисциплине Б1.В.ДВ.02.02 «Технологии получения смазочных масел»

Цели и задачи очистки. Основные показатели качества нефтепродуктов. Физические процессы очистки и разделения нефтяного сырья. Состав, физико-химические и эксплуатационные свойства нефтяных фракций.

Химические методы очистки. Экологические аспекты очистки нефтепродуктов.

Поточная схема производства базовых масел Теоретические основы процессов очистки нефтяных фракций с использованием растворителей. Силы межмолекулярного взаимодействия.

Селективная очистки масляных фракций. Аппаратурное оформление. Принципиальная схема. Применяемые растворители для получения остаточных масел

Теоретические основы деасфальтизации жидким пропаном. Аппаратурное оформление процесса деасфальтизации. Принципиальная технологическая схема. Основные параметры процесса.

Снижение температуры застывания нефтяных фракций. Методы депарафинизации нефтяных фракций из растворов. Теоретические основы метода депарафинизации нефтяных фракций из растворов. Очистка цеолитами. Технологические схемы, аппараты.

Доочистка нефтяных фракций. Адсорбционная очистка. Теоретические основы. Гидроочистка масляных нефтяных фракций.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» или 36-40 баллов – ответы на вопросы свидетельствуют об уверенных знаниях и умениях студента.

Оценка «хорошо» или 32-35 баллов – ответы на вопросы свидетельствуют о достаточных знаниях и умениях студента.

Оценка «удовлетворительно» или 25-31 баллов – ответы на вопросы свидетельствуют о недостаточных знаниях и ограниченном умении студента.

Оценка «неудовлетворительно» или 0-24 баллов – ответы на вопросы свидетельствуют о слабых знаниях и неумении студента.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Нижекамский химико-технологический институт (филиал) федерального
государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»
Направление подготовки: 18.04.01 Химическая технология
Профиль подготовки: «Процессы и технологии глубокой переработки нефти»

Перечень вопросов на коллоквиум
по дисциплине Б1.В.ДВ.02.02 «Технологии получения смазочных масел»

Назначение и развитие процессов производства масляного сырья
Цели и задачи очистки. Основные показатели качества нефтепродуктов.
Физические процессы очистки и разделения нефтяного сырья. Поточная схема
производства базовых масел Теоретические основы процессов очистки нефтяных фракций с
использованием растворителей. Силы межмолекулярного взаимодействия
Селективная очистка масел, деасфальтизация, депарафинизация и доочистка,
гидрогенизационные методы

Критерии оценки:

Максимально 30 баллов - за полный, развернутый ответ на поставленные вопросы.
Минимально 18 баллов – за неполный ответ с допущением грубых ошибок при
определении сущности раскрываемых понятий, теорий, явлений

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Нижекамский химико-технологический институт (филиал) федерального
государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»
Технологический факультет

Содержание лабораторных работ
по дисциплине Б1.В.ДВ.02.02 «Технологии получения смазочных масел»

Лабораторная работа №1 «Карбамидная депарафинизация»

Аппаратура и реактивы

1. Реактор.
2. Мешалка.
3. Водяная баня.
4. Электроплитка.
5. Термометр.
6. Нефтяная фракция (360–420°C); петролейный эфир; этанол; карбамид.

Проведение процесса

Для карбамидной депарафинизации в качестве сырья берут нефтяные фракции (350–420°C).

Навеску депарафинируемого нефтепродукта, предварительно растёртый в фарфоровой ступке карбамид и растворитель (бензин «Галоша», изооктан, петролейный эфир 70–100°C) загружают в колбу, а в делительную воронку 3 заливают взвешенное количество активатора (ацетона или МЭК).

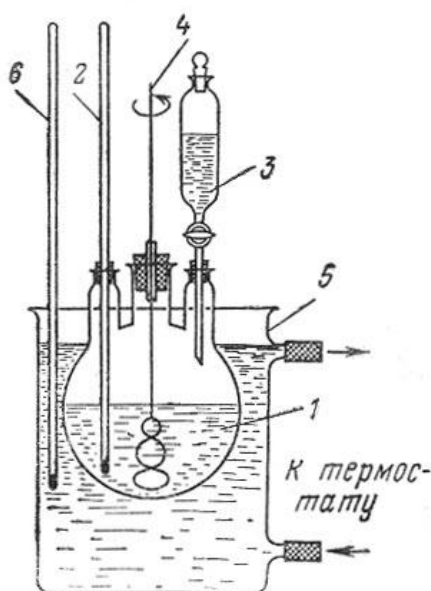


Рис. 1 – Прибор для проведения депарафинизации кристаллическим карбамидом с механическим перемешиванием:

1 – круглодонная трехгорлая колба; 2, 6 – термометры; 3 – делительная воронка; 4 – мешалка; 5 – стакан

Количество карбамида, растворителя и активатора для депарафинируемого сырья разного фракционного состава, а также оптимальные начальные и конечные температуры опыта (комплексобразования) приведены в табл. 1.

Табл. 1 – Данные для проведения карбамидной депарафинизации

Пределы выкипания фракции, °С	Загрузка, % (масс.) на сырьё			Температура опыта, °С	
	карбамида	растворителя	активатора	начальная	конечная
350 - 400	120 - 150	250 - 300	10	50	25
350 - 420	150	300 – 400	15	60	25- 30

В течение времени (обычно не более 5 мин), необходимого для достижения требуемой температуры комплексобразования, смесь сырья растворителя и карбамида термостатируют при непрерывном перемешивании, после чего по каплям (!) вводят активатор из воронки. Далее процесс ведут при 60°С при постоянном перемешивании и завершают через 30 мин после начала комплексобразования (начало комплексобразования характеризуется повышением температуры реакционной смеси в результате экзотермического эффекта реакции). По завершении процесса комплексобразования содержимое колбы 1 охлаждают до 25-30°С и переносят на фильтр, отфильтровывают в вакууме и комплекс дважды промывают растворителем (каждый раз по 100% масс. на исходный карбамид). Промытый комплекс переносят в химический стакан и разлагают водой (при 80-90°С).

При разложении комплекса образуются два слоя: верхний – раствор комплексобразующих углеводов (парафинов) в соответствующем растворителе и нижний – водный раствор карбамида, которые разделяют в делительной воронке. Раствор парафинов промывают водой для удаления следов карбамида и активатора и отфильтровывают на двойном бумажном фильтре для удаления следов воды. От раствора депарафинированного продукта отгоняют растворитель. Сырьё и полученные продукты анализируют по форме, приведённой в таблице 2.

Обработка результатов

Результаты эксперимента оформляются в виде таблиц 2, 3.

Табл.2 - Материальный баланс депарафинизации

Взято:	масса, г	%, масс.
Сырьё		100
Получено:		
1.Депарафинированная фракция		
2.Парафин		
3.Потери		
Итого:		100

Таблица 3 – Свойства сырья и полученных продуктов

Показатели	Сырьё	Деп. масло
Температура застывания, °С		
Вязкость, мм ² /с		
при 50°С		
при 100°С		

1. Цель работы

1. Закрепление знаний по качеству основных марок моторных масел.
2. Знакомство с нормативно-технической документацией по качеству моторных масел (ГОСТами на показатели качества и методы их определения).
3. Приобретение навыков по оценке качества моторного масла.

2. Задание

1. Определить наличие механических примесей и воды (качественно).
2. Определить кинематическую вязкость при 50 °С и 100 °С.
3. Определить индекс вязкости.
4. Сделать заключение о пригодности данного образца масла для автомобильных двигателей.
5. Ответить на контрольные вопросы.

3. Теоретическая часть

3.1. Определение наличия механических примесей и воды

Присутствие в масле механических примесей и воды безусловно снизит смазочные свойства масел, увеличивает абразивный износ деталей.

Механические примеси можно выявить тремя способами. Первый и самый простой заключается в просмотре на свету тонкого слоя масла, нанесенного на стекло. Муть, потеки и крупинки укажут на присутствие в масле механических примесей. При их отсутствии слой масла будет выглядеть совершенно прозрачным.

При втором способе масло взбалтывают и подогревают до 40—50 °С. Затем 25—50 мл масла смешивают с двух-, четырехкратным количеством профильтрованного бензина. Раствор фильтруют через бумажный фильтр, после чего просматривают фильтр через увеличительное стекло. Темные точки и крупинки на фильтре указывают на присутствие в масле механических примесей.

При третьем способе масло в количестве 50—100 мл разбавляют в химическом стакане двух-, трехкратным количеством бензина. Смесь перемешивают и дают отстояться в течение 5—10 мин. Затем смеси придают вращательное движение. При наличии примесей они соберутся в центре на дне стакана. Для обнаружения примесей стакан просматривают на свету, проходящем снизу вверх.

Наличие воды в масле определяют по ГОСТу 1547—84. Смысл определения заключается в нагреве масла, помещенного в пробирку, до температуры 130 °С. При наличии воды масло начнет пениться, будет слышен треск, а слой масла на стенках пробирки помутнеет.

3.2. Определение кинематической вязкости при 50 °С, 100 °С

Проводится по ГОСТу 33—2000. Данный ГОСТ распространяется на все жидкости, полученные на основе переработки нефти, поэтому вязкость определяется аналогично определению вязкости дизельного топлива, что было рассмотрено в лабораторной работе № 2. При этом надо иметь в виду, что при определении вязкости масел выбирают вискозиметр с таким диаметром капилляра, чтобы время перетекания масла при заданной температуре было не менее 200 с.

Рекомендуемые диаметры капилляров при определении вязкости различных масел приведены в табл. 3.1.

Таблица 3.1. Данные для выбора вискозиметра

Наименование масел	Диаметр капилляра в мм при температуре испытаний		
	100 °С	50 °С	0 °С
Масло класса вязкости 8 и 10 мм ² /с	0,8	1,2–1,5	3,0
Масло класса вязкости 16 мм ² /с	1,0–1,2	1,5–2,0	–

Если время истечения масла из вискозиметра составляет от 200 до 300 с, проводят пять измерений, если оно составляет 300—600 с, то достаточно четырех измерений.

Результаты измерения времени течения масла не должны отличаться друг от друга больше, чем на 1,5 %.

3.3. Определение индекса вязкости

Одним из важных свойств масел, характеризующих их эксплуатационные свойства, является степень изменения вязкости масел в зависимости от температуры, которая обычно определяется или отношением вязкости при двух крайних температурах $\nu_{\text{мин}}/\nu_{\text{макс}}$, или по индексу вязкости.

Расчет индекса вязкости производится на основе ГОСТа 25371—97 и согласно его определению индекс вязкости (VI) — это расчетная величина, которая характеризует изменение вязкости нефтепродуктов в зависимости от температуры.

На рис. 3.1 показано изменение вязкости двух моторных масел в зависимости от температуры.

Отношение вязкости при 50 °С к вязкости при 100 °С для автомобильных масел равно 4 — 9. Чем меньше отношение, тем лучше вязкостно-температурная кривая, тем лучше вязкостно-температурные свойства масла.

Оценка по индексу вязкости основана на сравнении вязкостно-температурных свойств испытуемого и двух эталонных масел. Одно эталонное масло имеет пологую вязкостно-температурную кривую, и его индекс вязкости принят за 100 единиц; другое —

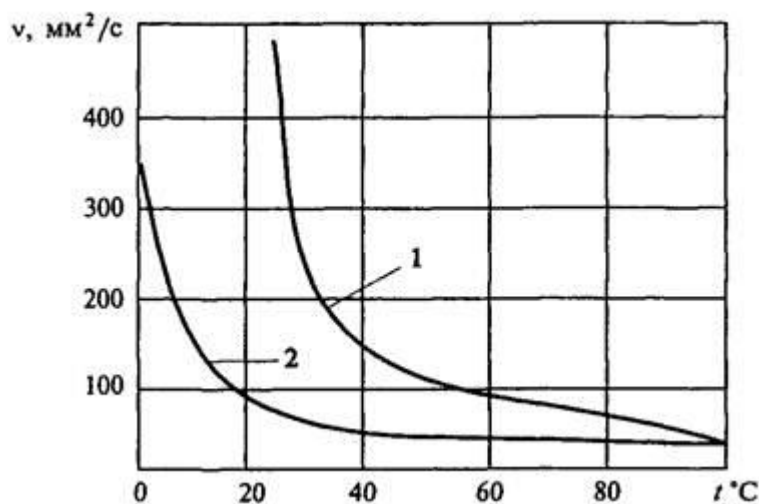


Рис. 3.1. Влияние температуры на вязкость масла: 1 — крутая вязкостно-температурная характеристика; 2 — пологая вязкостно-температурная характеристика
обладает крутой вязкостно-температурной кривой, и его индекс вязкости считают равным 0.

Вязкостно-температурная кривая испытуемого масла будет располагаться между кривыми эталонных масел и по ее положению судят об индексе вязкости. Практически индекс вязкости согласно ГОСТу 25371—97 определяют расчетным путем. Если ожидаемый индекс вязкости находится в пределах от 0 до 100, то его рассчитывают как отношение вязкостей, определяемых при 40 °С и 100 °С по формулам:

$$VI = \frac{L - U}{L - H} \cdot 100; \quad (3.1)$$

$$VI = \frac{L - U}{D} \cdot 100, \quad (3.2)$$

где U — кинематическая вязкость масла при 40 °С; значения Z , H и D находят по таблице ГОСТа, опираясь на величину кинематической вязкости масла при 100 °С.

Если индекс вязкости будет величиной более 100, то его находят по формулам с использованием логарифмов и таблицы ГОСТа.

Более простой способ определения индекса вязкости масла (но менее точный) заключается в использовании номограммы (рис. 3.2) на основе значений кинематической вязкости масла при 100 °С и 50 °С. Для этого по вертикали и горизонтали проводят линии от точек соответствующих значениям вязкости масла при 100 °С и 50 °С и в месте их пересечений находят значение индекса вязкости.

Значение индекса вязкости порядка 90—100 и выше характеризуют хорошие, а ниже 50—60 — плохие вязкостно-температурные свойства масла.

4. Экспериментальная часть

4.1. Определение наличия механических примесей и воды (качественно)

Оборудование:

- стеклянный цилиндр диаметром 40—55 мм;
- образец испытуемого масла;

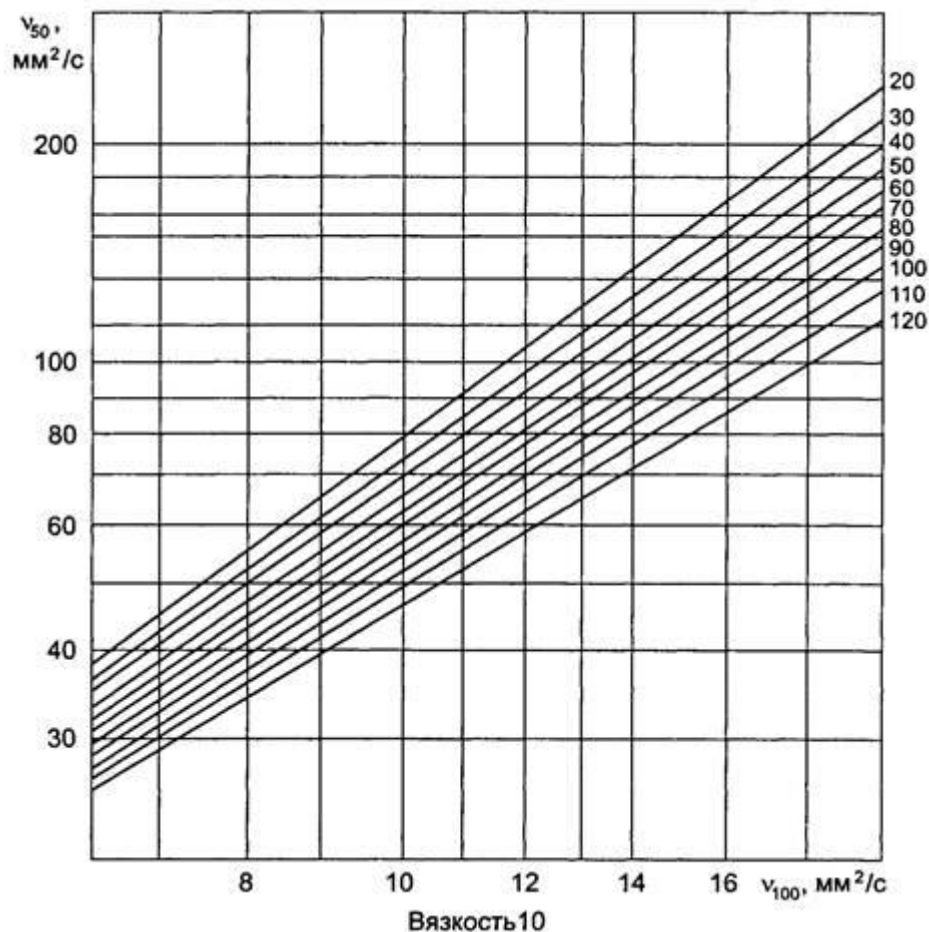


Рис. 3.2. Номограмма определения индекса вязкости масла

- два отрезка чистого сухого стекла размером 100x150 мм;
- профильтрованный неэтилированный бензин;
- стеклянный цилиндр с притертой пробкой емк. 250 мл;
- бумажный фильтр;
- лупа 2-, 3- кратного увеличения;
- химический стакан на 250—300 мл;
- искусственный источник света;
- электроплитка;
- термометр до 200 °С;
- глицерин;
- химический стакан из термостойкого стекла высотой 100 мм;
- пробирка;
- вытяжной шкаф.

Порядок выполнения работы

I вариант

1. На отрезок стекла нанести несколько капель испытуемого масла.
2. Вторым отрезком стекла провести по первому до образования тонкой масляной пленки.
3. Оба отрезка стекла просмотреть на свет.
4. Результат наблюдения записать в отчет.

II вариант

1. Подогреть масло до 40—50 °С.
2. Отмерить в химический стакан 25—50 мл подогретого масла и смешать с двух-, четырехкратным количеством профильтрованного бензина.
3. Профильтровать раствор через бумажный фильтр.
4. Осмотреть фильтр с помощью лупы.
5. Результат наблюдения записать в отчет.

III вариант

1. Масло в количестве 50—100 мл разбавить в химическом стакане двух-, трехкратным количеством бензина.
2. Смесь перемешать и дать отстояться в течение 5—10 мин.
3. Придать смеси вращательное движение.
4. Для обнаружения примесей осмотреть стакан на свету, проходящем снизу вверх.
5. Результат записать в отчет.

IV вариант — определение наличия воды в масле

1. В стакане из термостойкого стекла нагреть глицерин до температуры 175 ± 5 °С.
2. В чистую и сухую пробирку налить испытуемое масло до высоты 85 ± 3 мм.
3. В пробирку вставить термометр с таким расчетом, чтобы шарик термометра был на равных расстояниях от стенок пробирки, а также на расстоянии 25 ± 5 мм от дна пробирки.
4. Пробирку с маслом и термометром поместить в стакан с нагретым глицерином и наблюдать за маслом до момента достижения температуры в пробирке 130 °С.
5. Результат наблюдения записать в отчет.

4.2. Определение кинематической вязкости при 50 °С и 100 °С

Оборудование:

- прибор для определения кинематической вязкости;
- секундомер;
- набор вискозиметров;
- химические стаканы;
- дистиллированная вода, глицерин;
- колба;
- термометр;
- водяная баня.

Порядок выполнения работы

Проводится теми же методами, которые рассмотрены в работе № 2. Однако в связи с тем, что масла имеют большую вязкость, чем топлива, их следует предварительно подогревать до температуры 40—50 °С, опуская колбу с маслом в водяную баню.

4.3. Определение индекса вязкости

Оборудование:

- номограмма для определения индекса вязкости.

Порядок выполнения работы

1. По полученному значению кинематической вязкости при 100 °С на номограмме (рис. 3.2) провести вертикальную линию от горизонтальной оси.
2. По полученному значению кинематической вязкости при 50 °С на номограмме провести горизонтальную линию от вертикальной оси.
3. По точке пересечения линий найти индекс вязкости масла.

4. Результат записать в отчет.

Контрольные вопросы

Отчет о лабораторной работе по оценке качества

(указать наименование и марку продукта)

Цель работы			
Задание			
Результаты оценки	Основные показатели качества оцениваемого образца		
	Наименование показателей	По ГОСТу	Полученные на основании прове- денных анализов
	Наличие механических примесей		
	Наличие воды		
	Кинематическая вязкость при 50 °С		
	Кинематическая вязкость при 100 °С		
	Индекс вязкости		
Заключение о пригод- ности образца к при- менению			

Критерии оценки:

Максимально 15 баллов (за одну лабораторную работу) - за полный, развернутый ответ на поставленные вопросы.

Минимально 9 баллов (за одну лабораторную работу) – за неполный ответ с допущением грубых ошибок при определении сущности раскрываемых понятий, теорий, явлений