

ВВЕДЕНИЕ

Рациональное использование эксплуатационных материалов в условиях сельскохозяйственного производства возможно только при регулярном контроле их качества. Для этого необходимо изучить основные свойства топлив, масел и технических жидкостей, а также факторы, определяющие изменение этих свойств, влияние таких изменений на работоспособность машин.

Исследование качества эксплуатационных материалов проводится в форме лабораторных и практических работ для студентов факультета механизации сельского хозяйства. Целью лабораторных работ является закрепление студентами теоретических знаний, а также получение практических навыков в методах определения свойств и контроля качества нефтепродуктов и технических жидкостей. Лабораторные работы выполняются студентами в составе звена из 3–4 человек. Практические работы расширяют объем изучаемого материала и способствуют приобретению определенных навыков работы.

В ходе выполнения лабораторных работ необходимо учитывать особые условия их проведения, связанные с повышенной пожарной опасностью, наличием ядовитых жидкостей, а также хрупкой и дрогостоящей лабораторной посудой, требующей аккуратного обращения. Перед началом работ каждый студент должен ознакомиться с инструкцией по технике безопасности и расписаться в журнале по технике безопасности.

К выполнению очередной лабораторной работы студент должен быть подготовлен, изучив соответствующий материал лекций, методических указаний и учебных пособий. Допуск к выполнению очередной работы дает ведущий занятие преподаватель при условии представления студентом отчета по предыдущей работе и правильных ответах на вопросы о методике выполнения предстоящей работы.

ПРАВИЛА ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ В ЛАБОРАТОРИИ

1. К выполнению лабораторных работ студенты в верхней одежде не допускаются.
2. На рабочих местах не допускается наличие посторонних предметов, не требующихся при выполнении работ; личные вещи студенты обязаны складывать в специально отведенном месте.
3. При выполнении работ необходимо соблюдать осторожность в обращении с хрупкой посудой и приборами.
4. Недопустимо попадание нефтепродуктов на кожу или внутрь организма; случайно пролитые нефтепродукты следует вытереть тряпкой.
5. После окончания лабораторных работ использованные нефтепродукты и химические реактивы слить в специальную емкость.
6. В ходе лабораторных работ не разрешается производить какие-либо действия, не предусмотренные методическими указаниями по выполнению лабораторных работ.

ПРАВИЛА ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В ЛАБОРАТОРИИ

1. При выполнении лабораторных работ обязательно строгое соблюдение правил поведения студентов в лабораториях кафедры.
2. Курение в лаборатории категорически запрещается.
3. Образцы нефтепродуктов и химических реагентов в ходе лабораторных работ должны храниться в емкостях с закрытой пробкой.
4. При выполнении работ, связанных с нагреванием нефтепродуктов, запрещается оставлять приборы без наблюдения даже на короткое время.
5. Запрещается оставлять открытой крышку емкости для хранения использованных нефтепродуктов и химических реагентов.
6. При возникновении очагов загорания необходимо использовать имеющиеся в лаборатории огнетушители, кошму и песок.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1

«ИССЛЕДОВАНИЕ ТОПЛИВА ДЛЯ КАРБЮРАТОРНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ»

1. Цель работы

Изучить методы определения основных физико-химических свойств топлива для карбюраторных двигателей.

2. Состояние вопроса

Образование горючей смеси зависит от испаряемости топлива, его скрытой теплоты парообразования, упругости паров и других факторов. Испаряемость топлива оценивается фракционным составом, который выражает зависимость количества выкипающих фракций и температуры. Установка для фракционной разгонки представляет собой колбу с испытуемым бензином, закрытую пробкой, в которую вставлен термометр. Зависимость количества выкипевших фракций от температуры называется графиком фракционной разгонки топлива. Основные характерные точки графика: начало кипения, температура выкипания 10% топлива, температура выкипания 50% топлива и температура выкипания 90% топлива. Показатели фракционной разгонки для трех марок бензина Регуляр-92, Премиум-95 и Супер-98 приведены соответственно:

- перегонка 10% — 65, 60, 55°C;
- перегонка 50% — 110, 105, 100°C;
- перегонка 90% — 180, 170, 160°C.

Температура выкипания 10% бензина характеризует его пусковые свойства, температура выкипания 50% — его приемистость, т. е. способность обеспечивать быстрое увеличение числа оборотов двигателя, и температура выкипания 90% — полноту сгорания.

Легкие фракции бензина обеспечивают надежный запуск двигателя, однако при чрезмерном их содержании они испаряются в топливопроводах, образуя паровые пробки, снижают коэффициент наполнения двигателя, вызывают его перегрев и перебои в работе. Это происходит, например, при использовании летом зимнего бензина. Поэтому количество легкокипящих фракций в бензине ограничивается.

Основная часть углеводородов топлива (от 10 до 90% кривой разгонки) называется рабочей фракцией. Чем однородней состав бензина, тем круче поднимается в средней части кривая разгонки, тем лучше приемистость двигателя.

Тяжелые углеводороды (от 90% до конца кипения) в топливе нежелательны, так как они испаряются не полностью, смывают и разжижают масло, увеличивая износ двигателя. Чем меньше интервал температур от 90% до конца кипения, тем выше качество топлива. В основном разжижают масло фракции, выкипающие при температуре выше 180°C. С увеличением температуры конца кипения возрастает износ двигателя и расход топлива.

Отклонение плотности бензина от расчетной изменяет уровень топлива в поплавковой камере и качество смеси. По стандарту плотность бензина должна составлять 725–780 кг/м³.

При очистке бензина обычно используют серную кислоту для удаления смол, а для нейтрализации серной кислоты в топливе используют щелочь. Поэтому слабая щелочная реакция топлива является допустимой.

Органические кислоты слабо взаимодействуют со сталью и чугуном, но вступают в реакцию с цветными металлами, особенно с антифрикционным покрытием вкладышей подшипников. Поэтому содержание в бензине органических кислот ограничивается. Ранее эта величина должна была быть не более 3 мг на 100 мл бензина. Для современных бензинов этот нормативный параметр отсутствует.

3. Содержание работы

В процессе лабораторной работы определить плотность, фракционный состав, кислотное число и наличие минеральных кислот и щелочей в образце топлива.

Продолжительность работы — 2 ч.

4. Приборы, оборудование, химикаты

На каждом рабочем месте должны быть: нефтеденсиметр (ареометр), колбонагреватель, колбы, термометр, холодильник, мензурка, 3 мерных цилиндра, бюретка на штативе, делительная воронка, 2 пробирки, образец топлива, спиртовые растворы метилоранжа, фенолфталеина, едкого калия.

5. Последовательность выполнения работы

5.1. Определение плотности топлива.

5.1.1. Осторожно погрузить ареометр в образец топлива и определить плотность по верхнему краю мениска на шкале ареометра (рис. 1). Одновременно измерить температуру топлива.

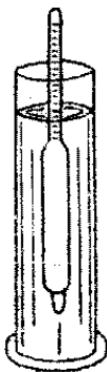


Рис. 1
Ареометр

5.1.2. Плотность топлива принято определять при температуре 20°C, поэтому учитывают температурную поправку, используя формулу

$$\rho^{20} = \rho + \delta (t - 20),$$

где ρ^{20} — плотность нефтепродукта при 20°C, г/см³; ρ — показание ареометра; t — показание термометра.

Для бензинов принимают $\delta = 87 \cdot 10^{-5}$.

5.2. Определение фракционного состава топлива.

5.2.1. Залить в колбу 100 мл испытуемого топлива, следя за тем, чтобы при заливке оно не попало в отводную трубку. Колбу закрыть пробкой со вставленным в нее термометром так, чтобы ртутный шарик был на уровне отводной трубки. Внутрь колбы бросить 1–2 кусочка пемзы или шлака для более равномерного кипения. Колбу установить в колбонагреватель и соединить ее отводную трубку с холодильником, расположив шланг холодильника и отводную трубку по прямой линии (рис. 2). Следить за тем, чтобы не повредить колбу, захватывая ее струбциной и надевая резиновую трубку.

5.2.2. Включить колбонагреватель и после нагрева записать температуру, при которой первая капля упадет из холодильника в приемник. Затем во время перегонки записывать температуру через каждые 10 мл собранного в приемник продукта. Концом перегонки следует считать температуру, при которой выкипает 90% разгоняемого топлива. Признак конца разгонки — появление белого пара в шейке колбы, при этом температура резко падает.

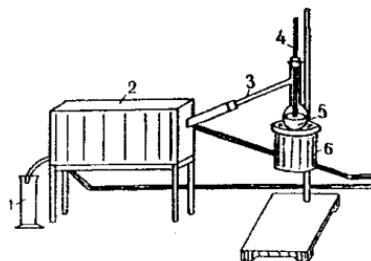


Рис. 2

Прибор для определения фракционного состава топлива:

1 — приемник; 2 — холодильник; 3 — отводная трубка; 4 — термометр;
5 — колба; 6 — колбонагреватель.

5.2.3. По окончании перегонки дать возможность конденсату в течение 5 мин стекать в приемник. Разобрать установку и промыть колбу.

5.2.4. Результаты разгонки топлива представляют в виде графика, на котором по оси абсцисс откладывают температуру, а по оси ординат — объем испарившегося топлива.

На основании графика разгонки топлива оценить пусковые свойства топлива, приемистость двигателя, работающего на исследуемом топливе, и полноту сгорания.

5.3. Определение кислотного числа топлива.

5.3.1. Определение кислотного числа топлива необходимо для оценки корrodирующего действия содержащихся в топливе органических кислот. Кислотным числом топлива называется количество миллиграммов едкого кали (КОН), необходимое для нейтрализации органических кислот, содержащихся в 100 мл топлива. Кислотное число определяют путем извлечения органических кислот из топлива кипящим раствором 96%-ного этилового спирта с последующим титрованием извлеченных кислот спиртовым раствором едкого кали.

5.3.2. В коническую колбу налить 25 мл этилового спирта, колбу закрыть пробкой с трубкой и кипятить в течение 5 мин, периодически снимая с нагревателя и покачивая. Не допускать интенсивного кипения, так как это ведет к выкипанию спирта. Когда после кипячения из спирта удалится углекислый газ, в спирт добавить 25 мл испытуемого топлива и кипятить еще 5 мин при закрытой пробке с трубкой. Раствор следует периодически помешивать, встряхивая колбу.

5.3.3. В горячую смесь добавить 2–3 капли 1%-ного раствора фенолфталеина, который в кислой среде бесцветен, а в щелочной имеет малиновое окрашивание. Замерить в бюретке число капель

КОН при расходе его 2 мл, определив после этого средний объем одной капли.

Провести титрование спиртового раствора нефтепродукта, осторожно добавляя в него по каплям КОН. После добавления каждой капли нужно покачивать колбу. Появление розового окрашивания (после добавления 3–6 капель КОН) указывает, что все кислоты нейтрализованы щелочью.

5.3.4. Кислотное число топлива определяют по формуле

$$K = 100 \cdot n \cdot T/V \text{ (мг/100 мл),}$$

где n — количество мл 0,05Н спиртового раствора КОН, израсходованного на титрование; T — титр (концентрация) спиртового раствора КОН (показывает, сколько мг щелочи содержится в 1 мл раствора); V — объем испытуемого топлива, мл.

Для 0,05Н раствора КОН принимают $T = 2,8$ мг/мл.

5.4. Определение наличия в топливе минеральных кислот и щелочей.

5.4.1. Наличие минеральных кислот и щелочей сообщает топливу очень сильные коррозионные свойства. Дистиллированная вода хорошо растворяет минеральные кислоты и щелочи, но не растворяет нефтепродукты.

5.4.2. В делительную воронку (рис. 3) залить 25 мл горячей дистиллированной воды ($T = 80\text{--}90^\circ\text{C}$) и 25 мл испытуемого топлива. Воронку закрыть пробкой и в течение 5 мин перемешивать покачиванием, периодически открывая пробку для выпуска газообразных продуктов.



Рис. 3
Делиительная воронка

После отстаивания в штативе часть водного слоя из воронки осторожно спускают в две пробирки. В первую пробирку добавляют 3 капли метилоранжа, который придает кислому раствору розовый цвет, щелочному — оранжевый, нейтральному — желтый. Во вторую пробирку добавляют 3 капли фенолфталеина, который в присутствии щелочи окрашивает раствор в розово-малиновый цвет. По цвету жидкости в пробирках определяют характер среды (кислая, щелочная, нейтральная).

5.5. Составить отчет по выполненной работе.

Контрольные вопросы

1. Перечислите отечественные марки бензина.
2. Как влияет изменение плотности бензина на работу двигателя?
3. О чём свидетельствует повышенная плотность бензина?
4. Как оцениваются пусковые свойства топлива?
5. Как влияет на работу двигателя чрезмерное увеличение содержания легких фракций в бензине?
6. Как оценивается способность бензина обеспечивать приемистость двигателя?
7. Какие последствия для работы двигателя имеет чрезмерное увеличение содержания тяжелых фракций в бензине?
8. Что характеризует кислотное число топлива?
9. Какие последствия для работы двигателя имеет повышенное кислотное число топлива?
10. Как определяется кислотное число?
11. Как определяется наличие в бензине минеральных кислот и щелочей?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2

«ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОКТАНОВОГО ЧИСЛА БЕНЗИНА»

1. Цель работы

Изучить методы определения октанового числа бензина.

2. Состояние вопроса

Скорость распространения фронта пламени при нормальном сгорании топлива составляет 25–35 м/с. При определенных условиях сгорание может перейти во взрывное, при котором пламя распространяется со скоростью 1500–2500 м/с. Причиной этого является образование первичных продуктов окисления углеводородов — перекисных соединений, которые представляют собой непрочные, легко разлагающиеся вещества, обладающие большой избыточной энергией. При высокой температуре одна из двойных связей в молекуле кислорода разрывается, и развернутая молекула кислорода внедряется в молекулу углеводорода по линии С–С или С–Н связей. Таким образом образуются молекулы перекисей или гидроперекисей.

При накоплении перекисей в определенной концентрации происходит их разложение и последующий детонационный взрыв. Детонационные волны, многократно отражаясь от стенок цилиндра, создают звонкие металлические стуки в двигателе. Топливо при детонационном взрыве разбрасывается по объему камеры сгорания и частично не сгорает. Появляется черный дым, мощность падает, возрастает износ. Поскольку сгорание при детонации происходит за более короткое время, чем в нормальных условиях, возрастает тепловая напряженность деталей, возможно появление трещин, прогорание поршней, клапанов и прокладки головки блока.

При повышении температуры в камере сгорания на 10°С концентрация перекисных соединений возрастает в 2,2–2,4 раза. Поэтому на детонацию влияют все факторы, способствующие повышению теплового режима двигателя или времени образования перекисей:

- степень сжатия;
- угол опережения зажигания;
- частота вращения коленчатого вала;
- форма камеры сгорания;
- материал поршня и наличие нагара.

Октановое число определяют на одноцилиндровой установке ИТ9-2М, конструкция которой позволяет изменять степень сжатия во время работы, поднимая или опуская цилиндр относительно картера

с коленчатым валом. Зажигание осуществляется от магнето. В головке двигателя установлен датчик, позволяющий оценивать уровень детонации количественно. Температура охлаждающей воды — 100°C, температура масла в картере — 50–75°C. При испытаниях по принятому в настоящее время исследовательскому методу частота вращения коленчатого вала 600 об/мин, угол опережения зажигания постоянный, равный 13° до ВМТ, горючая смесь за карбюратором не подогревается.

Двигательная установка ИТ9-2М работает на испытуемом бензине, а степень сжатия повышается до достижения детонации. Затем степень сжатия сохраняют, испытуемое топливо сливают, а двигатель переводят на питание смесью двух углеводородов — изооктана C₈H₁₈ и гептана C₇H₁₆, регулируя соотношение компонентов до достижения прежнего уровня детонации.

Октановое число — это процентное содержание по объему изооктана в смеси с гептаном, когда смесь по своей детонационной стойкости равнозначна испытуемому топливу. Октановое число у изооктана принимается равным 100, а у гептана — равным 0.

3. Содержание работы

Рассмотреть протекание процесса детонации, влияние на детонацию различных факторов, а также определить октановое число бензина аналитическим методом и экспериментально.

Продолжительность работы — 2 ч.

4. Приборы, оборудование, химикаты

Образец бензина, мерный цилиндр, нефтеденсиметр и прибор для определения октанового числа бензина.

5. Последовательность выполнения работы

5.1. Аналитическое определение октанового числа бензина.

Октановое число по исследовательскому методу определяется по формуле

$$\text{ОЧ} = 120 - \frac{2}{5} \cdot p (t - 58),$$

где p — плотность бензина при 20°C; t — средняя температура перегонки бензина, $t = \frac{1}{2} (t_{\text{н}} + t_{\text{к}})$; $t_{\text{н}}$ — температура начала перегонки бензина; $t_{\text{к}}$ — температура конца перегонки бензина.

Величины p , $t_{\text{н}}$, $t_{\text{к}}$ были определены в предыдущей лабораторной работе.

5.2. Экспериментальное определение октанового числа бензина.

Экспериментальное определение октанового числа бензина производится специальным прибором — октанометром, после чего

необходимо сравнить полученное значение с вычисленным аналитически.

5.3. Антидетонаторы.

Для повышения октанового числа раньше к бензину добавлялся *тетраэтиловый свинец* $Pb(C_2H_5)_4$, применение которого в настоящее время запрещено из-за вредных экологических последствий. Затем с этой целью применялся *цикlopентадиенилтрикарбонилмарганец* $C_2H_5Mn(CO)_3$. В настоящее время высокое октановое число получается в результате подбора углеводородов в составе бензина, а применение антидетонаторов запрещено. Наибольшей детонационной стойкостью в составе бензина обладают ароматические углеводороды и изопарафины, а наименьшей — нормальные парафины.

5.4. Составить отчет по выполненной работе.

Контрольные вопросы

1. Что такое детонация?
2. Каков механизм возникновения детонации в двигателе?
3. В чем заключается негативное воздействие детонации на работу двигателя?
4. Почему повышается склонность двигателя к детонации при повышении степени сжатия?
5. Почему повышается склонность двигателя к детонации при увеличении угла опережения зажигания?
6. Почему повышается склонность двигателя к детонации при наличии нагара в двигателе?
7. Какие эксплуатационные факторы влияют на возникновение детонации в двигателе?
8. Какие конструктивные факторы влияют на возникновение детонации в двигателе?
9. Что такое октановое число бензина?
10. Как определяется октановое число бензина?

Конец ознакомительного фрагмента.
Приобрести книгу можно
в интернет-магазине
«Электронный универс»
e-Univers.ru