

ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

УДК 665:631.3.004.12

В.П. Коваленко, доктор техн. наук

Е.А. Улюкина, канд. техн. наук

А.С. Новик

Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина»

А.Н. Приваленко, канд. техн. наук

25 ГосНИИ химмотологии МО РФ

КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА НЕФТЕПРОДУКТОВ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

Качество нефтепродуктов определяют совокупностью их потребительских свойств, наиболее важными из которых являются эксплуатационные. Эти свойства оценивают показателями и признаками качества, характеризующими состав, физико-химические свойства нефтепродукта, а также процессы, протекающие при использовании этих продуктов.

При транспортировании, хранении и применении качество нефтепродуктов изменяется. Главными причинами, вызывающими изменение качества нефтепродуктов, являются процессы, обусловленные их взаимодействием с окружающей средой (атмосферным воздухом, конструкционными материалами и т. д.), а также с другими марками нефтепродуктов. Помимо названных причин изменение качества нефтепродуктов происходит в результате процессов, протекающих при эксплуатации устройств, где данный продукт применяют. Протекающие при транспортировании, хранении и применении нефтепродуктов процессы вызывают испарение, загрязнение, обводнение, окисле-

ние, осмоление, термическое разложение и смешение нефтепродуктов, срабатывание содержащихся в них легирующих присадок, а при определенных условиях — микробиологическое поражение нефтепродуктов [1]. Поэтому контроль качества нефтепродуктов требуется на всех этапах их жизненного цикла.

Контроль качества нефтепродуктов осуществляется в стационарных и мобильных лабораториях. Стационарные лаборатории размещаются автономно, обслуживая потребителей региона, или на крупных нефтебазах, осуществляя контроль качества нефтепродуктов на данном объекте при их приеме, хранении и выдаче. Мобильные лаборатории делятся на подвижные, передвижные и переносные.

Подвижные лаборатории размещаются в кузове-фургоне на базе шасси автомобиля или автоприцепа. В сельском хозяйстве подвижные лаборатории в полевых условиях практически не используются.

Передвижные лаборатории, представляющие собой комплект оборудования и реактивов, разме-

шенных в контейнере и перевозимые различными видами транспорта, обеспечивают контроль качества нефтепродуктов стандартными и экспресс-методами на нефтескладах и в местах потребления нефтепродуктов.

Переносные (ручные) лаборатории размещаются в специальных ящиках или футлярах и служат для экспресс-контроля нефтепродуктов в местах их потребления. Для контроля качества нефтепродуктов в полевых условиях при эксплуатации сельскохозяйственной техники наиболее пригодны переносные лаборатории.

Одним из основных показателей качества нефтепродуктов, способным резко ухудшаться в процессе транспортно-складских и заправочных операций, а также при эксплуатации техники, является чистота этих продуктов, т. е. содержание в них механических загрязнений и воды. Оперативный контроль содержания механических загрязнений и воды в топливе и маслах непосредственно перед заправкой этими продуктами тракторов и самоходной сельскохозяйственной техники может осуществляться с помощью прибора ПОЗ-Т (рис. 1), состоящего из разъемного датчика с калиброванными отверстиями, в которых закладывается индикаторный элемент механизма открытия датчика, выполненного в виде подпружиненного рычага с запирающим устройством, и шприца-дозатора объемом 50 мл [2].

Индикаторный элемент представляет собой двухслойный отрезок аналитической ленты, скрепленный по одному краю, белый слой которого, обращенный к подвижной части датчика, пропитан солью трехвалентного железа, а желтый слой пропитан индикаторами (желтой и красной кровяной солью). Принцип работы прибора при определении содержания в продукте механических загрязнений заключается в сравнении отпечатка, полученного на белом слое индикаторной ленты при прохождении через него топлива, с эталонным образцом, приложенным к прибору. Принцип действия прибора при определении содержания воды заключается в изменении окраски индикаторного элемента под воздействием содержащейся в продукте эмульсионной воды при его дифференцированном фильтровании через этот элемент. Количество воды определяется по интенсивности образовавшихся на индикаторном элементе отпечатков, появляющихся при прохождении продукта с различной скоростью через калиброванные отверстия разного диаметра. При наличии в продукте эмульсионной воды в количестве 0,001 % (масс.) появляется один малый и один едва заметный отпечатки, при увеличении содержания воды до 0,002 % (масс.) появляются два четких отпечатка. При определении с помощью прибора ПОЗ-Т содержания эмульсионной воды в дизельных маслах последние разбав-

ляются дизельным топливом, предварительно проверенным на отсутствие воды, в соотношении 1:20, а после проведения анализа производится расчет содержания воды в масле.

Наряду с массовым содержанием в топливе и маслах эмульсионной воды и твердых загрязнений большое влияние на работоспособность агрегатов и систем сельскохозяйственной техники оказывают размеры твердых частиц, от которых зависит интенсивность абразивного износа прецизионных пар и забивки калиброванных отверстий. До настоящего времени значение этого показателя не лимитировалось.

Для оценки размеров твердых частиц, загрязняющих нефтепродукты, целесообразно использовать эффект обтекания, возникающий в тонком слое текущей жидкости при наличии в ней указанных частиц. Использование эффекта обтекания позволяет существенно повысить эффективность фиксации мелких частиц без применения сложных оптических устройств, благодаря чему можно определить максимальный размер содержащихся в жидкости частиц, что является наиболее актуальной задачей в области обеспечения чистоты нефтепродуктов при эксплуатации тракторов и сельскохозяйственных машин.

Метод контроля чистоты жидкостей с использованием эффекта обтекания основан на том, что при наблюдении в проходящем свете тонкого слоя жидкости, стекающего по наклонной поверхности, в случае оседания на этой поверхности твердых частиц над ними происходит утолщение стекающего слоя жидкости и возникают возмущения ламинарного течения этого слоя в виде завихрений и ряби. Определить размер находящейся в жидкости частицы можно по величине возникающего из-за нее возмущения, т. е. по высоте образующейся волны. Однако определить высоту волны или ее проекцию на плоскость, перпендикулярную наклонной поверхности и расположенную вдоль этой поверхности без использования достаточно сложных приспособлений, не представляется возможным, поэтому целесообразно увязать размеры частицы с длиной возникающей волны.

Описание явления обтекания жидкостью твердых частиц только на основании законов гидродина-

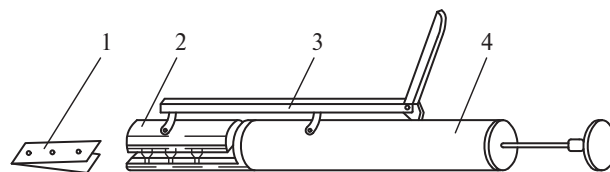


Рис. 1. Прибор ПОЗ-Т для определения содержания загрязнений в нефтепродуктах: 1 — индикаторный элемент; 2 — датчик с калиброванными отверстиями; 3 — механизм открытия датчика; 4 — шприц-дозатор

намики является весьма сложной задачей, поэтому для ее решения имеет смысл воспользоваться теорией комплексных чисел. Рассматриваемый случай течения жидкости можно представить, как несовершенный (волнистый) гидравлический прыжок (прыжок-волну) [3], который состоит из ряда последовательных, постепенно затухающих волн [4]. При оценке эффекта обтекания с целью определения размеров обтекаемой частицы затухающими волнами можно пренебречь, а рассмотреть профиль лба прыжка-волны и высоту первого гребня волны (рис. 2). Сделаем допущение, что первый гребень можно рассматривать в виде уединенной волны. При решении нелинейной задачи об уединенной волне используется метод конформных отображений, в частности, принцип сжатых отображений [5]. В результате получены выражения для определения глубины потока над вершиной первого гребня прыжка-волны:

$$\eta_b = \frac{1}{2} Fr^2 \left\{ 1 - \exp \left[-4 \ln Fr \left(1 + \frac{3}{2} \ln Fr \right) \right] \right\}, \quad (1)$$

где $\eta_b = \frac{h_b}{h_0}$ — безразмерная глубина под вершиной волны; h_0 и h_b — соответственно глубина невозмущенного потока и потока под вершиной волны, м; $Fr = \frac{V_0}{\sqrt{gh_0}}$ — критерий Фруда; V_0 — скорость невозмущенного потока (зависит от угла наклона поверхности), м/с.

Уравнение (1), описывающее профиль лба прыжка-волны, имеет весьма сложный вид. Для рассматриваемого случая его можно представить в более простой форме:

$$\eta_b = 1 + (h_b - 1) ch^2 \left(\frac{x}{h} \sqrt{\frac{3}{2} \ln Fr} \right), \quad (2)$$

где h — глубина потока, м, на произвольном расстоянии x от вершины волны, м.

Отсюда можно определить длину лба-прыжка волны l , которая равна расстоянию от вершины волны до точки, где глубина потока h практически

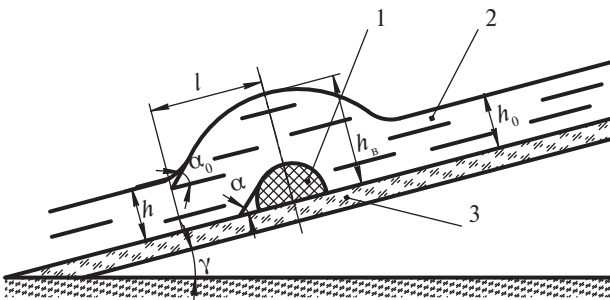


Рис. 2. Расчетная схема для определения длины волны при обтекании частицы потоком рабочей жидкости: 1 — частица; 2 — слой рабочей жидкости; 3 — прозрачная поверхность с углом наклона γ

не отличается от глубины невозмущенного потока $h_0 \left(\frac{h}{h_0} \leq 1,01 \right)$.

Таким образом,

$$l = \left[\sqrt{\frac{2}{3}} \ln Fr \operatorname{Arch} (10 \sqrt{\eta_b - 1}) \right] h_0. \quad (3)$$

Угол волнового склона лба прыжка-волны α_0 (максимальный угол наклона поверхности потока в точке перегиба) определяется из такого выражения:

$$\alpha_0 = \operatorname{arctg} \left[\frac{2}{3} (\eta_b - 1) \sqrt{1 \ln Fr} \right]. \quad (4)$$

Для контроля чистоты жидкостей с использованием эффекта обтекания разработан прибор ПОРЗ, состоящий из наклонного лотка с прозрачным дном и расположенного под ним источника света, смонтированных на регулируемой подставке. Принцип работы прибора основан на том, что при наблюдении в проходящем свете тонкого слоя жидкости, стекающего по наклонной поверхности, в случае оседания на этой поверхности твердых частиц над ними происходит утолщение стекающего слоя жидкости и возникают возмущения ламинарного течения этого слоя в виде завихрений и ряби.

Зависимость между углом волнового склона лба прыжка-волны и размером частицы устанавливается из предположения, что угол обтекания частицы α равен углу волнового склона α_0 . Из приведенных выражений видно, что чем больше высота волны, зависящая от размера частицы, тем больше угол волнового склона лба прыжка-волны и соответственно больше длина волны. По этому показателю можно с достаточной степенью точности определить размер частицы, из-за возмущающего действия которой возникла данная волна. Эту связь можно выразить в виде таблицы:

Размер частицы, мкм	5	10	20	30	40
Длина волны, мкм	20	40	81,3	126	154

Таким образом, предложенным методом можно без помощи оптических приспособлений фиксировать в рабочей жидкости частицы размером 10 мкм и более, что позволит в условиях эксплуатации гидравлических систем выявлять наличие в них загрязнений, размеры которых превышают существующие требования.

Для контроля качества нефтепродуктов при их хранении, транспортировке и заправке сельскохозяйственной техники разработан ряд портативных комплексов.

Во ВНИИТиН Россельхозакадемии разработана переносная экспресс-лаборатория для контроля качества работающих масел. С использованием ее оборудования по разработанным специальным методикам можно оценить приведенные показатели у моторных масел [6].

Применение экспресс-методов определения основных эксплуатационных показателей нефтепродуктов (содержание воды, максимальный размер механических загрязнений и кинематическая вязкость) позволяет за минимальный промежуток времени дать достаточно точную информацию о качестве нефтепродукта во время его транспортировки, хранения и применении при эксплуатации сельскохозяйственной техники.

Список литературы

1. Коваленко В.П., Турчанинов В.Е. Очистка нефтепродуктов от загрязнений. — М.: Недра, 1990. — 160 с.
2. Жулдыбин Е.Н., Коваленко В.П., Турчанинов В.Е. Способы и средства обезвреживания нефтепродуктов. — М.: ЦНИИТЭНефтехим, 1985. — 60 с.
3. Штеренлихт Д.В. Гидравлика. — М.: Энергоиздат, 1991. — 522 с.
4. Турсунов А.А. Теоретические основы расчета береговых безнапорных водостоков больших плотин. — Л.: ЛПИ, 1970. — 128 с.
5. Алексиков Ю.З., Смышляев П.П. Теория функции комплексного переменного. — М.: Наука, 1970. — 250 с.
6. Остриков В.В., Клейменов О.А., Баутин В.М. Смазочные материалы и контроль их качества в АПК. — М.: Росинформротех, 2003. — 154 с.

УДК 631.3:004–192

В.А. Семейкин, доктор экон. наук

А.С. Дорохов, доктор техн. наук

Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина

МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВХОДНОГО КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА

Оценку эффективности входного контроля качества сельскохозяйственной техники и запасных частей можно осуществлять на ЭВМ с помощью специальной компьютерной программы (рис. 1), а также графоаналитическим методом.

Компьютерная программа позволяет формировать отдельные исходные данные по методу статистических испытаний на основании законов распределений, построенных по результатам исследований. Выбор необходимых для оценки параметров

Программа оценки эффективности входного контроля качества сельскохозяйственных машин

<p>Тип сельскохозяйственной машины</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Трактор</p> <p><input type="checkbox"/> Зерноуборочный комбайн</p> <p><input type="checkbox"/> Кормоуборочный комбайн</p> <p><input type="checkbox"/> Плуг</p> <p><input type="checkbox"/> Сеялка</p> <p><input type="checkbox"/> Культиватор</p> <p><input type="checkbox"/> Косилка</p> <p style="text-align: right;">[Параметры]</p>	<p>Параметры поставки</p> <p>Количество поставляемых машин $N_{п}$ <input type="text"/> ед</p> <p>Вероятность заводского брака $P_{бр}$ <input type="text"/> %</p> <p>Готовность машин G_z <input type="text"/> -</p>	<p>Производственные издержки на входной контроль</p> <p>Стоимость зданий и сооружений $C_{зд}$ <input type="text"/> тыс.р</p> <p>Стоимость оборудования $C_{об}$ <input type="text"/> тыс.р</p> <p>Стоимость дополнительно используемых зданий $C_{д.зд}$ <input type="text"/> тыс.р</p> <p>Стоимость приобретенных средств измерений $C_{п.об}$ <input type="text"/> тыс.р</p> <p>Затраты на эксплуатацию и обслуживание оборудования $C_{о.об}$ <input type="text"/> тыс.р</p> <p>Затраты на калибровку и поверку средств измерений $C_{а.об}$ <input type="text"/> тыс.р</p> <p>Затраты на приобретение расходных материалов $C_{м}$ <input type="text"/> тыс.р</p> <p>Затраты на НТД $C_{нтд}$ <input type="text"/> тыс.р</p> <p>Затраты на повышение квалификации $C_{кв}$ <input type="text"/> тыс.р</p> <p>Прочие затраты (телефон, интернет и др.) $C_{пр}$ <input type="text"/> тыс.р</p> <p>Стоимость работ за один чел.-ч. ΔC <input type="text"/> тыс.р</p>
Производственно-технологические параметры машин		
<p>Обрабатываемая площадь S_i <input type="text"/> га/ед</p> <p>Урожайность с.-х. продукции $Q_{ур}$ <input type="text"/> т/га</p> <p>Цена готовой с.-х. продукции $C_{пр}$ <input type="text"/> тыс.р/т</p>		
Параметры входного контроля качества		
<p>Уровень охвата контролем (выборка) P_o <input type="text"/> % <input type="button" value="Случайно"/> <input type="button" value="Просмотр постоянных величин"/></p> <p>Количество измеряемых параметров P_p <input type="text"/> % <input type="button" value="Случайно"/></p> <p>Наличие нормативно-технической документации $P_{нтд}$ <input type="text"/> % <input type="button" value="Случайно"/></p> <p>Уровень квалификации исполнителей $P_{кв}$ <input type="text"/> % <input type="button" value="Случайно"/></p> <p>Обеспеченность средствами измерения $P_{об}$ <input type="text"/> % <input type="button" value="Случайно"/></p> <p>Уровень качества средств измерения $P_{к.об}$ <input type="text"/> % <input type="button" value="Случайно"/></p> <p>Обеспеченность надлежащими условиями труда $P_{у.тр}$ <input type="text"/> % <input type="button" value="Случайно"/> <input type="button" value="Настройка"/></p> <p>Трудоёмкость входного контроля $T_{вхк}$ <input type="text"/> чел.-ч. <input type="button" value="Случайно"/> <input type="button" value="Настройка"/></p>		
[Параметры оценки эффективности входного контроля качества]		[Вывести диаграммы] [Рассчитать]
[Параметры выводимых диаграмм]		

Рис. 1. Вид окна для ввода данных программы оценки эффективности входного контроля