

деформация блока  $\varepsilon$  может быть определена по известной сжимающей нагрузке  $Q$  для  $z = h/2$

$$\int_{-a}^a \int_{-b}^b \sigma_z(x, y, h/2) dx dy = -Q,$$

где  $\sigma_z(x, y, z)$  имеет вид (28).

После определения коэффициента  $\varepsilon$  выражения для  $\sigma_x, \sigma_y, \sigma_z$  окончательно устанавливаются и совместно с выражениями для деформаций (6) составляют представление о напряженно-деформированном состоянии резинометаллического блока, позволяя его проектирование или проверку на прочность при нагружении.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Деформирование резиновой опоры с неизменяемыми контактными гранями вертикальной нагрузкой / Кобец А.С., Дырда В.И., Науменко Н.Н. // Геотехническая механика: Межвед. сб. науч. тр. ИГТМ НАНУ. – Днепрпетровск. – 2007. – Вып 70. – С. 52-56.
2. Филоненко-Бородич М.М. Теория упругости. – М.: Физматгиз, 1959. – 364 с.

УДК 629.4.016.15

Кобец А.С., Бутенко В.Г., Дырда В.И., Деркач А.Д.,  
Хлыстун А.

### ВЛИЯНИЕ ЭТАНОЛА ТОПЛИВНОЙ СМЕСИ НА ХАРАКТЕРИСТИКИ БЕНЗИНОВОГО ДВИГАТЕЛЯ

Досліджено вплив біоетанолу на характеристики бензинового двигуна «Volkswagen».

### INFLUENCE OF ETHANOL IN A FUEL MIX ON CHARACTERISTICS OF THE PETROL ENGINE

Influence of bioethanol on characteristics of the «Volkswagen» petrol engine is investigated.

**Постановка проблемы.** Биоэтанол относится к нетрадиционным видам моторного топлива. Первые опыты его применения относятся к концу XIX века; уже в начале XX века его вытеснило более дешевое минеральное топливо (в основном, за счет усовершенствования механизма крекинга нефти). Возврат к биоэтанолю обусловлен целым рядом причин: резким повышением цен на нефть; неудовлетворительным состоянием экологии; желанием ряда стран приобрести независимость от энергоносителей других государств; глобальным потеплением и т.д. Несмотря на достаточно хорошую изученность этанола, применение биоэтанола в современных двигателях внутреннего сгорания (ДВС) исследовано совершенно недостаточно. Настоящая статья является продолжением работ в этой области [1, 2]; в ней на основе экспериментальных исследований излагаются результаты влияния этанола (в основном смеси этанола и бензина) на характеристики ДВС.

**Анализ исследований.** Проблема использования биоэтанола в современных ДВС имеет следующие аспекты: технологические, экономические, экологи-

гические и политические. Рассмотрим их отдельно в виде кратких эмпирических обобщений.

#### Технологические аспекты:

- материалом для изготовления биоэтанола служат: в северных районах – рожь, в южных районах – кукуруза, пшеница, сахарный тростник и др. культуры; в принципе биотопливо – это консервированная энергия солнца, где больше солнца, там эффективнее производство биотоплива;
- в настоящее время наибольшее внимание уделяют этиловому спирту, однако некоторые фирмы делают ставку на бутанол;
- биоэтанол имеет большое октановое число (более 100 единиц), но по сравнению с нефтяными топливами меньшую теплоту сгорания, отсюда меньшая мощность ДВС и больший расход топлива;
- в современных обычных и модифицированных ДВС обычно используют смеси биоэтанола и бензина; такую смесь обозначают буквой E (от слова этанол) и числом, показывающим содержание спирта в процентах (например, E10, так называемый газохол, содержит 10 % этанола). В последнее время многие фирмы (Швеция, США) проявляют интерес к смеси E85 и синтетическому этанолу, получаемому из нефти;
- при использовании топливной смеси E10 переделки в ДВС практически не нужны, нет также проблем запуска двигателя; при использовании E100 имеются проблемы запуска двигателя;
- в последнее время получили распространение автомобили типа FFV (этално-гибридные), которые могут работать на любой смеси этанола и бензина; переделка двигателей незначительна (добавляется кислородный датчик, некоторые прокладки и меняется программа в бортовом компьютере);
- этанол и его смеси с бензином не замерзают, но резкие перепады температуры могут привести к появлению в топливной системе водяного конденсата, который при низкой температуре приводит к забивке топливопроводов и фильтров.

#### Экономические аспекты:

- производство биотоплива стало экономически выгодным при резком повышении цен на нефть; на сегодняшний день производство биотоплива во всем мире дотируется; основной экономический эффект достигается за счет подъема сельского хозяйства и привлечения в страну инвестиций (например, инвестиции Японии в сельское хозяйство Бразилии до 2015 г. составят 13 млрд. долларов США);
- побочным продуктом при производстве биоэтанола являются ценные кормовые добавки; при цене на пшеницу 160 евро за одну тонну себестоимость этанола может составить 0,20÷0,25 евро за литр;
- в ЕС в настоящее время примерно 4–5 % в общем потреблении моторного топлива составляет биотопливо (биодизель и биоэтанол); к 2010 году поставлена задача достижения 5,75 %; в США также 4–5 %, в Бразилии – 30 % (в основном биоэтанол);

- в ЕС в 2007 году произведено 6 млн. т биодизеля и 3 млн. т биоэтанола; в США – 16 млн. т биоэтанола и 1 млн. т биодизеля;
- для производства 1 т биоэтанола необходимо 2,6 т зерна и 1 т биодизеля – 2 т рапса. Получается замкнутый круг: нужно больше зерна, чтобы получить больше топлива; в свою очередь, необходимо больше топлива, чтобы получить больше зерна. Следует отметить, что мировое производство зерна уже сегодня отстает от планетарных потребностей в производстве; с ростом объемов биотоплива это положение будет ухудшаться (здесь потенциальная угроза для производственных балансов намного выше по масличным культурам для производства биодизеля, чем по зерновым для производства биоэтанола). С другой стороны, если ограничить или прекратить производство биотоплива, то это может существенно повлиять на решение глобальных энергетических затрат и ухудшить экологию (в основном ускорить процесс глобального потепления);
- не всегда производство биотоплива имеет экономические мотивы; в ЕС, например, основным стимулятором для развития биоэнергетики является сокращение выбросов вредных веществ и лишь после этого сокращение зависимости от энергоносителей;
- в мировой практике наметилась тенденция, и это отмечают многие ученые, что биотопливо стало входить в прямую конкуренцию с продуктами питания.

#### Экологические аспекты:

- при сгорании биотоплива снижаются выбросы парниковых газов, монооксида углерода и углеводородов; углекислый газ, выделяемый при его сжигании, поглощается растениями, поэтому углеродный баланс планеты остается неизменным; биотопливо практически не содержит серы;
- при использовании смеси E10 наблюдается на 30 % меньше вредных выбросов в основном за счет того, что в биоэтаноле есть кислород (вредные выбросы просто дожигаются);
- по мнению Организации экономического сотрудничества и развития (ОЭСР) результаты субсидирования производства биотоплива привели к расширению посевных площадей за счет лесов, помимо этого фермеры для выращивания зерновых и масличных культур применяют токсичные удобрения и пестициды, что в целом приносит экологии больше вреда, чем применение бензина; и далее «...забота о развитии чистых видов топлива обусловлена скорее не экономическими, а политическими мотивами, т.к. позволяет правительствам развитых государств субсидировать фермеров...»;
- по мнению специалистов из Эдинбургского университета, выбросы от сжигания биотоплива являются более разрушительными для атмосферы Земли, чем выбросы от сгорания минеральных топлив: образуется от 50 до 70 % больше парниковых газов (доказательства не приводятся);
- имеется много доводов за и против применения биотоплива; вместе с тем все эти рассуждения имеют место до тех пор, пока экология региона не достигла некоторого критического уровня; для многих мегаполисов этот уровень практически достигнут и для них вступает в силу экологический императив, кото-

рый может отменить и экономический императив, и императив политический. Поэтому в настоящее время многие страны экологическую безопасность приравнивают к национальной безопасности.

Политические аспекты:

- эти аспекты тесно переплетены с экономическими и экологическими аспектами: с экономическими – это прежде всего поддержка фермеров и создание благоприятной инвестиционной политики, с экологическими – связано с тем фактом, что экологическая безопасность становится частью национальной безопасности. Поэтому, неудивительно, что в ряде ведущих стран мира (США, Германия, Франция, Швеция и др.) принят ряд законодательных актов, стимулирующих изготовление и применение биотоплива.
- Минагрополитики Украины в 2007 году инициировал введение налоговых льгот для производителей биотоплива. В конце 2006 года Кабинет Министров Украины утвердил программу развития производства биотоплива на 2007-2010 года; согласно этой программе к 2010 году 100 % транспортных средств с двигателями внутреннего сгорания должны быть переведены на использование биоэтанола. Украина планирует до 2010 года построить не менее 20 заводов по производству биодизеля. Законопроектом «О развитии производства и потребления биологических топлив» (№3158 от 8 июня 2007 года) предусмотрены для всех производителей бензина нормы обязательного потребления биоэтанола: в 2008 году – не менее 2 %; в 2009 году – 3 %; в 2010 году – 5 %; в 2011 году – 10 %. Биотопливо должно быть изготовлено согласно установленному законодательством порядку и соответствовать государственным стандартам. Биотопливо может использоваться непосредственно как топливо в чистом виде, как компонент для производства другого топлива или для смешивания с традиционными видами топлива.
- уже сегодня в Украине строятся заводы по производству биоэтанола: так, например, компания «КоронАгро», входящая в холдинг «Барышевская зерновая компания» строит завод по производству этанола; в 2009 году намечено производство до 40 тыс. т. продукции и в 2010 году – до 100 тыс. т. биоэтанола и 104 тыс.т. кормовой добавки для скота и птицы; производственное сырье – кукуруза (примерно 324 тыс. т.).

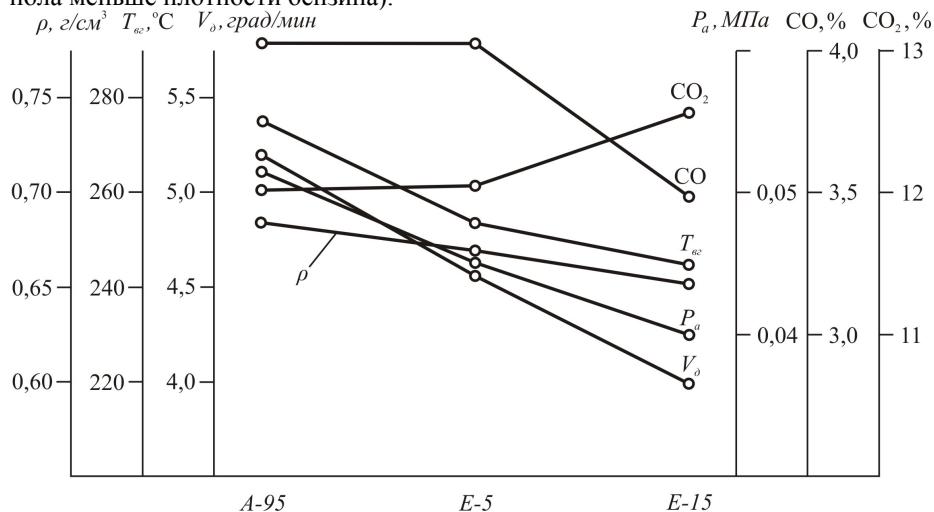
Формулировка цели исследований. Целью настоящей работы является исследование влияния биоэтанола на характеристики современного двигателя.

Методика исследований. Для определения основных характеристик двигателя при работе с различными смесями бензина и биоэтанола использовались известные методики и диагностический комплекс «Спрут–Диагностик». Исследованиям подлежали:

- топливные смеси бензина АЕ-95 и биоэтанола Е5 и Е15;
- двигатель типа «Volkswagen» с количеством оборотов коленчатого вала  $1000 \pm 15$  об/мин;
- состав выхлопных газов определялся газоанализатором АСТ-75;
- температура выхлопных газов регистрировалась в выпускном коллекторе с помощью термопары при постоянном количестве оборотов коленчатого вала;

- температура охлаждающей жидкости и скорость ее увеличения измерялась датчиком температуры «Спрут–Диагностик».

**Результаты эксперимента.** На рис. 1 показаны основные характеристики двигателя и топливной смеси ( $\rho$  – плотность топливной смеси;  $T_{вз}$  – температура выхлопных газов;  $V_d$  – скорость нагрева двигателя до рабочего режима;  $P_a$  – вакуумметрическое давление в выпускном коллекторе) в зависимости от состава выхлопных газов: углекислого газа  $CO_2$  и газа  $CO$ . Как видно, с ростом процентного содержания биоэтанола скорость прогревания двигателя  $V_d$  до рабочего режима и температуры  $T_{вз}$  выхлопных газов несколько снижались; т.е. можно говорить об уменьшении тепловой нагрузки на двигатель. Уменьшение вакуумметрического давления  $P_a$  во впускном коллекторе с ростом доли биоэтанола может быть связано с уменьшением толщины масляной пленки на поверхности цилиндров, что в целом уменьшает плотность в поршневой группе; это может быть связано также с уменьшением плотности топливной смеси (плотность этанола меньше плотности бензина).



$CO_2$  и  $CO$  – выхлопные газы;  $T_{вз}$  – температура выхлопных газов;  $\rho$  – плотность топливной смеси;  $P_a$  – вакуумметрическое давление в выпускном коллекторе;  $V_d$  – скорость нагрева двигателя до рабочего режима.

Рис. 1 – Зависимость характеристик бензинового двигателя «Volkswagen» от состава топливной смеси

## Выводы

1. Устойчивая работа двигателя на топливной смеси Е5 возможна без адаптации топливной системы, при этом наблюдается уменьшение тепловой нагрузки на двигатель; разрежение во впускном коллекторе находится в пределах допустимого.

2. Работа двигателя на топливной смеси Е15 имеет следующие особенности: уменьшение тепловой нагрузки на двигатель на 12 %, снижение вакуумметрического давления во впускном коллекторе на 18 %, что при длительной

експлуатації может привести к нарушению работы двигателя. Наблюдались также незначительные перебои в работе двигателя (как при работе на обедненной смеси), что является следствием неадекватных команд бортового компьютера (необходимо изменение программы).

3. Экологические аспекты: при работе двигателя на смеси Е5 экологический эффект был незначителен, при работе на смеси Е15 наблюдалось уменьшение углекислого газа  $\text{CO}_2$  на 12,5 %.

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Онда А.А., Дырда В.И., Бутенко В.Г. Экономико-экологические проблемы использования биотоплива на основе растительных масел // Геотехническая механика. – Днепропетровск. – 2006. – Вып. 63. – С. 206-216.
2. Визначення показників роботи дизеля при використанні біопалива / Кобець А.С., Бутенко В.Г., Дирда В.І., Кухаренко П.М., Улексін В.О., Мельниченко В.І., Яцук В.М. // Геотехническая механика. – Днепропетровск. – 2007. – Вып. 70. – С. 160-165.

УДК 631.356.2.06

Армашов Ю.В., Дирда В.І., Черній О.А.

### **ПІДВИЩЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНОЇ НАДІЙНОСТІ ЗЕРНОЗБИРАЛЬНИХ КОМБАЙНІВ ЗА РАХУНОК ПІДРЕСОРЮВАННЯ ПЕРЕДНІХ КОЛІС**

Рассматриваются проблемы эксплуатационной надежности зерноуборочных комбайнов.

#### **INCREASE OF OPERATIONAL RELIABILITY OF COMBINE HARVESTERS WITH THE HELP OF FORWARD WHEELS**

Problems of operational reliability of combine harvesters are considered.

#### **Обґрунтування необхідності підвищення плавності ходу зернозбиральних комбайнів**

В зв'язку зі значним збільшенням сезонного напруження сучасних зернозбиральних комбайнів за рахунок різних приставок та збільшення при цьому їх холостих переїздів (на транспортних режимах) значно збільшилось їх динамічне навантаження та знизилась експлуатаційна надійність [1-11]. Особливо це відноситься до несучої системи комбайна (остова) та його трансмісії (ГСТ-90 та ГСТ-112). Тому для зниження навантаженості елементів остова, агрегатів трансмісії та підвищення їх надійності необхідне підресорювання комбайна, віброізоляція агрегатів та удосконалення їх конструкції (наприклад, гідростатичної трансмісії) [4, 7].

Рівні динамічного навантаження несучої системи та вузлів комбайна при збиранні врожаю залежать від швидкості його руху, яку вибирають механізатори в залежності від врожайності, вологості зерно-соломистої маси, стану хлібостою при прямому комбайнуванні або підборі валків, мікрорельєфу полів та других факторів.

На транспортних переїздах швидкість руху залежить від мікрорельєфу дороги та комфортного стану механізатора. Рівні динамічного навантаження, що