

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации  
ФГБОУ ВПО «Вологодская государственная молочнохозяйственная  
академия имени Н.В. Верещагина»



## «Первая ступень в науке»

*Сборник трудов ВГМХА по результатам работы  
II Ежегодной научно-практической студенческой конференции*

*Инженерный факультет*

Вологда – Молочное  
2013

ББК 65.9 (2 Рос – 4 Вол)

**П-266**

**Редакционная коллегия:**

к.т.н., доцент Зефиоров И.В.;  
к.т.н., доцент Бирюков А.Л.;  
к.т.н., доцент Закрепин А.В.;  
к.т.н., доцент Киприянов Ф.А.  
ст. преподаватель Сухляев В.А.;  
ст. преподаватель Ножнин С.Р.;  
ст. преподаватель Кружкова И.Н.

**П-266** Первая ступень в науке. Сборник трудов ВГМХА по результатам работы II Ежегодной научно-практической студенческой конференции. Инженерный факультет.– Вологда – Молочное: 2013. - 29 с.

Сборник составлен по материалам работы II Ежегодной научно-практической студенческой конференции, которая проходила 13 марта 2013 года на инженерном факультете.

В сборнике представлены статьи и материалы, в которых рассматриваются актуальные вопросы технических наук.

ББК 65.9 (2 Рос – 4 Вол)

**П-266**

**В.С. Дунаев**, студент инженерного факультета  
**Ф.А. Киприянов** к.т.н., доцент кафедры "Энергетические средства и  
 технический сервис"  
 ФГБОУ ВПО ВГМХА им. Н.В. Верещагина

### Сталь Хардокс (HARDOX). Практика применения

Тенденции развития сельхоз производства предъявляют все более жесткие требования к надежности и долговечности сельскохозяйственной техники.

Надежность и ресурс, в первую очередь зависят от материалов, применяемых при производстве сельскохозяйственных машин. Вопрос увеличения ресурса особенно актуален для почвообрабатывающих агрегатов, рабочие органы которых работают в тяжелых условиях абразивного изнашивания.

Одним из ресурсов повышения срока службы рабочих органов сельскохозяйственной техники является применение специализированных конструкционных материалов, способных максимально долго сопротивляться износу. Примером такого материала может служить сталь Хардокс.

#### Общие сведения

Хардокс (HARDOX) - это низкоуглеродистая легированная сталь, производимая фирмой SSAB Oxelosund AB. Данная сталь чрезвычайно устойчива к любым видам износа: при трении и ударе, при трении скольжения, к деформационному износу. По прочности сталь Хардокс (HARDOX) превосходит другие виды сталей, а по значению ударной вязкости сравнима с обычными конструкционными сталями.

Несмотря на высокую прочность и ударную вязкость листовой стали HARDOX, можно использовать обычные цеховые методы обработки, чтобы изготовить из нее требуемую деталь. Листовая сталь HARDOX пригодна для газовой резки. Невысокое содержание легирующих элементов позволяет использовать сварку листов стали всеми известными методами. Допустимая механическая обработка – сверление, цилиндрическое зенкование, коническое зенкование, нарезка резьбы и фрезерование.

#### Химический состав

**Таблица. Химический состав стали Хардокс(HARDOX)**

Толщина листа мм	С макс %	Si макс %	Mn макс %	P макс %	S макс %	Cr макс %	Ni макс %	Mo макс %	V макс %	Nb макс %	B макс %	CEV тип. знач.	СЕТ тип. знач.
40-70	0,20	0,50	1,60	0,020	0,010	0,70	2,0	0,70	0,060	0,04	0,005	0,55	0,36
70-120	0,20	0,60	1,60	0,020	0,010	0,70	2,0	0,70	0,090	0,04	0,005	0,64	0,39

Введение в состав стали таких легирующих элементов, как никель, хром, марганец и молибден, помогает значительно повысить механические свойства стали HARDOX после закалки, при этом ее стоимость ввиду незначительного объема легирующих добавок (самые дорогие – никель и молибден, но их суммарное содержание не превышает 2%) ненамного дороже, чем среднеуглеродистой конструкционной стали.

### **Механические свойства.**

Сталь HARDOX впервые начала изготавливаться в 1970-х годах, в течение последующего времени ее качество постоянно улучшалось. Сталь имеет шесть классов твердости (по Бринеллю): 350 HB, 400 HB, 450 HB, 500 HB, 550 HB и 600 HB, ее прочность обеспечивается эффективной закалкой и отпуском, выполняемыми на разработанной компанией SSAB линии закалки стали в воде. Металл имеет мелкозернистую структуру.

### **Области применения**

В настоящее время сталь HARDOX применяется для защиты дорожно-строительной техники от абразивного износа: ковши экскаваторов, кузова самосвалов, контейнеры, дробилки, просеиватели, загрузочные устройства, скиповые подъемники, конвейеры, шестерни, колеса цепной передачи и т. д.

### **Способы упрочения ковшей и кузовов**

Внутренняя поверхность передней и боковых стенок ковша экскаватора подвержена наибольшему износу. Наваренные на эти поверхности полосы из HARDOX 500 или HARDOX 550 способны наилучшим образом защитить их от износа. Полосы могут плотно прилегать друг к другу так, чтобы не было продольных зазоров. Сварка в пазах в поперечном направлении обеспечивает защиту от разрушения сварных швов при наполнении ковша горной породой. Для замены изношенной режущей кромки ковша предпочтительной является сталь HARDOX HiTuf, которая имеет прекрасное сочетание свойств ударная вязкость/прочность.

В процессе ремонта ковша драглайна изношенные и поврежденные участки его поверхности вырезаются и заменяются на новые, выполненные из сталей HARDOX.

Одна из возможностей уменьшить собственную массу кузова самосвала, может быть реализована за счет использования концепции «пустые карманы». В этом случае обшивка кузова выполняется не из сплошных листов металла, а из листов, в которых выполнены отверстия, или полос износа, укрепленных на днище и по бортам кузова поперечно направлению движения потока разгружаемого груза.

### **Особенности сварка стали Хардокс (HARDOX).**

При сварке конструкционных и высокопрочных сталей важно свести к минимуму вероятность образования холодных трещин. Главной причиной

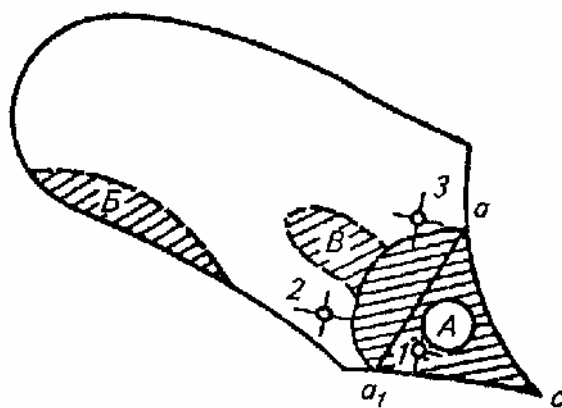
такого растрескивания является присутствие водорода при возникновении напряжений в сварном шве. Для снижения вероятности растрескивания можно:

- 1) подогреть основной металл перед сваркой (чем выше температура при и после сварки, тем легче водороду выйти из стали, чем больше толщина металла, тем больший подогрев необходим)
- 2) обеспечить полную чистоту и сухость свариваемых поверхностей
- 3) свести к минимуму напряжения от тепловой усадки - для этого обеспечить хорошую пригонку свариваемых частей и правильно спланировать последовательность наложения основных швов
- 4) использовать сварочный материал с низким содержанием водорода.

При этом сварку листов, например, HARDOX 400 толщиной 20 мм можно вести без предварительного нагрева, при комнатной температуре.

### **Перспективы применения стали Хардокс (HARDOX) в сельском хозяйстве.**

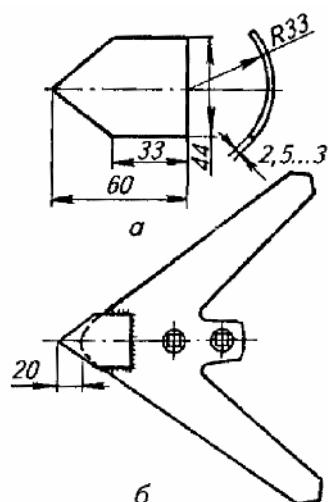
С учетом механических свойств и особенностей сварки, износостойкая сталь HARDOX может быть использована в качестве защитных профилированных накладок в местах повышенного износа отвала корпуса плуга.



Р и с. 1. Схема отвала корпуса плуга

1, 2, 3 – точки крепления отвала; А, Б, В – места интенсивного износа

Так же возможно использование стали HARDOX в качестве ремонтных накладок для ремонта стрелчатых лап культиватора. [6]



Р и с. 2. Восстановление стрелчатой лапы культиватора.

а – ремонтная накладка; б – установка накладки на лапу культиватора

Сфера применения листовой стали HARDOX постоянно расширяется, что обуславливается ее качеством и исключительными свойствами. А перспектива применения этой стали в сельском хозяйстве зависит от разработки способов и технологий защиты рабочих органов почвообрабатывающих машин.

#### Список литературных источников

1. <http://maxi-exkavator.ru/articles/different/~id=616> :
2. <http://www.beststeel.ru/?page=197&lang=en>
3. <http://www.tsm-HARDOX.ru/>
4. <http://www.winfa.sk/ru/zvaranie>
5. <http://www.tlstd.ru/104.html>
6. Надежность и ремонт машин. Под ред В.В. Курчаткина. – М.: Колос, 2000. – 776 с.: ил.

УДК 631.31.004.67

**Н.О. Землянов**, студент инженерного факультета  
**Н.В. Карелин**, студент инженерного факультета  
**Ф.А. Киприянов**, к.т.н., «Энергетические средства и  
 технический сервис»  
 ФГБОУ ВПО ВГМХА им. Н.В. Верещагина

#### **Восстановление и упрочнение рабочих органов почвообрабатывающих машин**

Машины в сельском хозяйстве работают в сложных условиях. Рабочие органы почвообрабатывающих машин эксплуатируются в почвенной абразивной среде и по мере наработки, вследствие изнашивания, изменяют

свои формы и размеры, что отрицательно влияет на агротехнические и энергетические показатели той или иной операции обработки почвы.

Кроме этого, в структуре затрат на ремонт и техническое обслуживание всего 8-10% приходится на восстановление и упрочнение изношенных деталей машин. А доля, приходящаяся на восстановление и упрочнение рабочих органов почвообрабатывающей техники совсем мала.

Упрочнение рабочих органов почвообрабатывающих машин с целью продления их ресурса современными износостойкими материалами имеет большое практическое значение для сельскохозяйственных предприятий.

По данным департамента сельского хозяйства, продовольственных ресурсов и торговли Вологодской области количество почвообрабатывающих машин и их изнашиваемых рабочих органов Вологодского района, требующих восстановления или упрочнения, довольно значительно (таблица).

Таблица. Номенклатура сменных рабочих органов почвообрабатывающих машин

Почвообрабатывающая машина	Марка (число корпусов, ширина захвата)	Количество, шт.	Рабочие органы					
			Лемех, шт.	Отвал, шт.	Дисковый нож, шт.	Полевая доска, шт.	Лапа культиватора, шт.	Диск бороны или луцильника, шт.
Плуг оборотный	4	23	184	184	92	184	-	-
	5	4	40	40	16	40	-	-
	6	8	96	96	48	96	-	-
	7	8	112	112	48	112	-	-
	8	8	128	128	64	128	-	-
	9	2	36	36	16	36	-	-
Плуг не оборотный	3	36	108	108	36	108	-	-
	4	48	192	192	192	192	-	-
	5	21	105	105	84	105	-	-
Культиватор	3 м.	47	-	-	-	-	282	-
	4 м.	68	-	-	-	-	544	-
	7 м.	2	-	-	-	-	28	-
	8 м.	50	-	-	-	-	800	-
	10 м.	10	-	-	-	-	200	-
Дисковая бороны и луцильник	Дисковая бороны	89	-	-	-	-	-	2136
	Луцильник	76	-	-	-	-	-	1824
Всего			1001	1001	596	1001	1854	3960

Особенно актуальна в современных условиях разработка простых и технологически доступных способов наплавки, которые позволят сельхоз предприятиям продлить ресурс сменных рабочих органов.

**Ю.Н. Кружкова**, студентка инженерного факультета, 5 курс  
**В.А. Сухляев**, старший преподаватель, кафедра МЭЖ и БЖД  
ФГБОУ ВПО ВГМХА им. Н.В. Верещагина

### **«Проекты энергосберегающих технологий в кормлении»**

В соответствии с зоотехническими требованиями важнейшим является полноценное кормление животных особенно высокоценными, концентрированными кормами. Однако в настоящее время эта технологическая операция, как правило, выполняется вручную, что не позволяет точно соблюдать технологию кормления и ведет к снижению продуктивности животных при высоких затратах труда.

Под полноценным кормлением коров следует понимать такое кормление, при котором животные получают все необходимые питательные вещества в наиболее доступной форме, в правильных между собой соотношениях, обеспечивающих высокую продуктивность животных при сохранении их нормального физиологического состояния и воспроизводительной функции.

Недостаточное и неполноценное кормление молочных коров ведет к понижению продуктивности, нарушению воспроизводства и заболеванию животных. Также обильное, но неполноценное кормление обуславливает вначале кратковременную высокую молочную продуктивность, а в дальнейшем приводит к значительному нарушению половой функции и к заболеванию коров.

Концентрированные корма задаются только при дойке. При содержании коров в стойлах на привязи следует иметь в виду кратность кормления и последовательность раздачи кормов. Кратность кормления коров устанавливается в зависимости от их продуктивности.

При высокой продуктивности коров увеличивается кратность доения, а следовательно, и кратность кормления. Продуктивность животных находится в полной зависимости от состояния в хозяйстве кормовой базы, то есть от способности обеспечить животных кормами с учетом их продуктивности и возраста.

В связи с этим разработка новых технологических решений кормления крупного рогатого скота с разработкой современных технических средств, является одной из актуальных задач.

Для раздачи кормов мы предлагаем использовать линию автоматического кормления коров (для привязного содержания). Автоматическая линия - это новое слово в молочном животноводстве, поскольку общее состояние здоровья стада, соответственно, надои, привесы во многом зависят от качества и, что не менее важно, количества необходимых грамотно составленных концентрированных кормов.



Совершенно естественно то, что при ручной раздаче количество корма, усредняется так, что животные с большим весом получают недостаточное его количество, а с меньшим весом - получают переизбыток. Оба показателя неблагоприятно влияют на здоровье животных и являются одной из причин снижения привесов. Так же в этом случае исключается труд доярок, нужен лишь зоотехник, который грамотно составит рацион коров.

При данном способе кормления животных происходит загрузка сыпучих кормов в бункер, а затем производится дозированное распределение корма для каждой коровы по проводящим трубам. При помощи пневматического управления через трубы в дозаторы поступает определенное для каждой коровы количество корма.

Автоматическая линия кормления, благодаря исключению человеческого фактора, позволяет:

- производить точную дозировку корма, учитывая индивидуальную продуктивность животного;

- существенно снизить потери концентрированных кормов, так как при обычной раздаче большая их часть проходит через желудочно-кишечный тракт коровы транзитом и не усваивается;

- исключить кражу и потерю комбикорма при раздаче, которые составляют до 25 %;

- снизить себестоимость литра молока за счет эффективного перераспределения комбикорма и повышения продуктивности коров;

- увеличить кратность кормления комбикормов до 6-8 раз согласно нормальной физиологической потребности животных, ввиду особенностей анатомического строения органов и самого процесса пищеварения (так, например, выдача более 2-х кг комбикорма за одно кормление может привести к патологии процесса пищеварения и нарушению обмена веществ);

- производить профилактику заболеваний коров такие как: кетоз, ацидоз, закупорка книжки, атония рубца и т.д.

Проведенный анализ показал, что большое количество технических решений для индивидуальной раздачи высококонцентрированных кормов пока не нашло широкого применения. Это обусловлено тем, что все изученные устройства имели свои недостатки, одним из которых является большое отклонение выданных доз от зоотехнических требований. Таким образом, необходим поиск новых технических решений, которые будут просты по конструкции, надежны в эксплуатации, и обеспечивать высокую равномерность выдачи корма для применения их в индивидуальном нормировании кормов КРС.

В связи с этим для достижения поставленной цели, разработки конструкции объемного дозатора индивидуального нормирования и выбора технологий выращивания, необходимо решить следующие задачи:

- обосновать рациональную конструкцию объемного дозатора индивидуального нормирования концентратов;

-с учетом физико-механических свойств дозируемого материала выполнить теоретические исследования разработанного дозатора, установить взаимосвязи между конструктивными и режимными его параметрами;

-с учетом особенностей индивидуального нормирования выдачи кормов выбрать оптимальные параметры управления процессом дозирования, обеспечивающие заданную точность;

Для индивидуальной подачи кормов была разработана конструкция дозатора кормов, обеспечивающего нормированную выдачу порции корма каждому животному по индивидуальным показателям: удой, масса, № лактации и т.д. Состоит устройство из емкости квадратного сечения, лопастного дозатора и устройств управления подачей корма. Устройство позволит расходовать дорогостоящие компоненты кормов более точно.

#### **Список литературы:**

1. Патент РФ № 2178640 от 10.05.2000 г. А01К5/02, А01К5/00 Ломов В.И., Сыроватка В.И., Ковалевский Б.Г.

2. Патент РФ № 2316953 от 04.05.2006 г. А01К5/00 Туваев В. Н., Гайдидей С. В., Корольский О.В.

3. Патент РФ № 1822685 от 09.04.1991 г. А01К5/00 Богдан И. Д.

4. Патент РФ № 2298919 от 29.06.2005 г. А01К5/00, А01К5/02 Артемьев В. Г., Курдюмов В.И.

5. Вторый, С.В. Выбор основных показателей шнекового дозатора для выдачи концентрированных кормов молодняку КРС // Сборник научных трудов СЗНИИМЭСХ «Технологии и технические средства механизированного производства продукции растениеводства и животноводства», выпуск 78, С-Пб:2006. с. 145-150.

6. Вторый С.В. Дозатор для индивидуального дозирования плющенного зерна // Научно-практический журнал «Тракторы и сельскохозяйственные машины», №8, 2007. с.17-18.

#### **УДК 62-144.3**

**И.Н. Мерзляков**, студент инженерного факультета, 4 курс  
**И.В. Зефирова**, к.т.н., доцент кафедры «Энергетические средства и технический сервис», ФГБОУ ВПО ВГМХА им. Н.В. Верещагина

#### **Двигатель со сверхвысокой степенью сжатия**

Начиная с 1800 года, человечество пытается создать тепловую машину, преобразующую топливо в механическую работу. Это ученые и конструкторы Жан Этьен Ленуар, Август Отто, Тотлиб Даймлер, Рихард

Дизель, Борис Луцкой, Огнислав Костович, Густав Тринклер, Яков Мамин и ряд других.

Основная расчетная формула коэффициента полезного действия для двигателя Тринклера со смешанным подводом теплоты показывает зависимость кпд от величины степени сжатия.

$$\eta = 1 - \frac{1}{\varepsilon^{\kappa-1}} * \frac{\lambda \rho^{\kappa} - 1}{\lambda - 1 + \kappa \lambda (\rho - 1)}$$

где

$\lambda$  - степень повышения давления, характеризующая сгорание топлива или подведенную теплоту при положении поршня около ВМТ(верхней мертвой точки)

$\rho$  – степень предварительного расширения, характеризует сгорание топлива или подведенную теплоту на линии расширения, т.е. при движении поршня от ВМТ.

Характер зависимости кпд – экспонента т.е. с ростом  $\varepsilon$ - степени сжатия  $\eta$ - (кпд) возрастает, но при этом прирост  $\eta$  уменьшается.

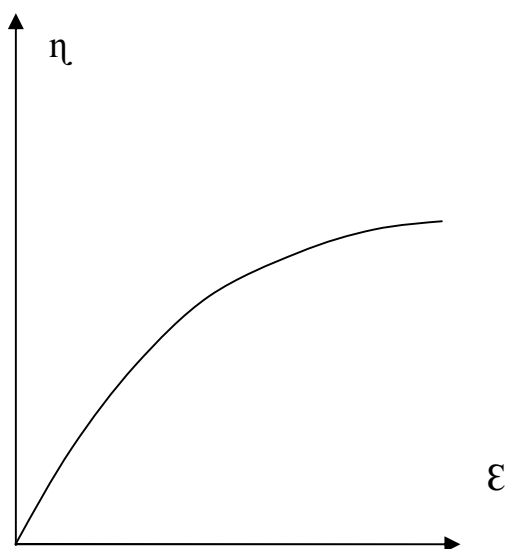


Рис. 1. Зависимость кпд от степени сжатия

Современные карбюраторные(инжекторные) двигатели с воспламенением от искры внешнего смесеобразования работают при  $\varepsilon=8...10$ , а дизели при  $\varepsilon=16...24$ . В работе «Двигатель внутреннего сгорания со сверхвысокой степенью сжатия» автор Ибадуллаев Гаджикадир Алиярович предлагает увеличить степень сжатия до 25, и считает целесообразным увеличить её до 51.

Современная теория ДВС дает такую трактовку степени сжатия, которая не отражает реального характера рабочих процессов, которые происходят в ДВС. Для устранения этого недостатка степень сжатия должна подразделяться на следующие категории:

1. **Степень сжатия двигателя** - это отношение полного объема цилиндра к объему камеры сгорания при положении поршня в ВМТ.

2. **Геометрическая степень сжатия двигателя** - это отношение объема цилиндра в момент закрытия впускного клапана к объему камеры сгорания при положении поршня в ВМТ.

3. **Действительная или текущая степень сжатия** - это *отношение находящегося в замкнутом цилиндре двигателя объема рабочего тела в состоянии атмосферного давления к объему камеры сгорания*. Объем рабочего тела должен определяться при давлении равном давлению окружающей среды. Действительная степень сжатия в рабочем процессе двигателя величина переменная, регулируемая. Но при рассмотрении отдельного рабочего цикла эта величина должна рассматриваться, как константа. Например: степень сжатия двигателя 20, геометрическая степень сжатия 18. Действительная степень сжатия при расходе 50% воздуха составит приблизительно 9, при расходе воздуха, допустим, в 80%-приблизительно 14.4. При расходе 100% воздуха действительная сжатия может быть больше, меньше или равна геометрической степени сжатия.

Также необходимо ввести понятие **степени наполнения цилиндра**, которая определяется, как отношение давления в цилиндре в момент закрытия впускного клапана к давлению окружающей среды. Давление окружающей среды независимо от его величины, должно приниматься за единицу.

Увеличение степени сжатия рабочего тела (соответственно, создание благоприятных условий для сгорания смеси) до 25 в двигателе внутреннего сгорания, позволяет начать ввод в него тепла при нахождении поршня в ВМТ. При указанном положении поршня давление в конце такта сжатия и давление в конце сгорания одинаковы, но температура (примерно на 300\*С) меньше, чем в двигателе со степенью сжатия 9,8. Начало распространения пламени по фронту совпадает с началом движения поршня от ВМТ. Увеличение фронта пламени сопровождается увеличением количества выделяемого тепла, ростом температуры и объема газов. Вместе с тем, увеличивается и объем камеры сгорания. Взаимодействие указанных факторов поддерживает величину давления на одном уровне.

При этом двигатель работает без детонаций. Детонация, это пристеночное (взрывное) сгорание части топливно-воздушной смеси в результате самовоспламенения из-за местного повышения температуры и давления. При нормальном протекании процесса сгорания (т.е. без детонаций) скорость распространения пламени величина постоянная. Переменными могут быть расстояние, на которое пламени необходимо распространиться и время, за которое оно должно пройти это расстояние. Если расстояние короткое, то уменьшится время, за которое пламя его пройдет и, будут детонации, если расстояние большое, пламя не успеет его пройти и смесь не успеет сгореть.

**УДК 621.431.36**

*А.И. Колосов, студент 5 курса инженерного факультета*

*Е.А. Литвинов, студент 5 курса инженерного факультета*

*А.А. Молин, студент 4 курса инженерного факультета*

*А.Л. Бирюков, к.т.н., доцент кафедры энергетических средств и  
технического сервиса*

*ФГБОУ ВПО ВГМХА им. Н.В. Верещагина*

## **Система питания двигателя внутреннего сгорания для работы на смесевых и альтернативных топливах**

В современных условиях при снижении запасов нефти и постоянном ужесточении экологических требований важное значение имеет поиск альтернативных моторных топлив, единовременный переход на которые затруднен по ряду причин. В связи с этим актуальными являются вопросы использования так называемых смесевых топлив, в состав которых помимо основного топлива входит добавка ненефтяного происхождения.

Нами ведутся работы по созданию системы питания двигателей внутреннего сгорания работающих на смесевых видах топлив. Разработаны несколько вариантов системы питания двигателя, в которых альтернативное топливо или присадка добавляется к основному непосредственно перед впрыском. Это позволяет избежать проблем связанных с нестабильностью различных смесевых топлив при незначительном усложнении конструкции двигателя. С целью повышения точности дозирования и увеличения надежности эксплуатации системы, она была доработана путем организации электронного управления подачей дополнительного топлива.

Исходя из проведенного литературного обзора можно сделать вывод о том, что наиболее целесообразным с точки зрения наибольшего эффекта от впрыска дополнительного топлива или воды при наименьшем усложнении конструкции двигателя является способ подачи воды в виде смеси во впускной трубопровод штатной форсункой. Однако, с точки зрения наиболее точного дозирования необходимо наличие дополнительных электронно-управляемых элементов на каждую штатную форсунку либо дополнительный ряд форсунок. Стоимость и сложность конструкции при этом будет несколько выше.

Исходя из этого были разработаны три варианта конструкции системы питания для работы двигателя на смесевых топливах

Схема проектируемой системы питания при наличии одного электронно-управляемого элемента управляющего подачей дополнительного топлива представлена на рис. 1

Система состоит из магистрали 11 подачи основного топлива, магистрали 12 подачи дополнительного топлива и электронной

системы управления в которую входит контроллер 17, дозирующее устройство (форсунка) 9, преобразователь уровня сигналов 16 и панель индикации для настройки работы 18.

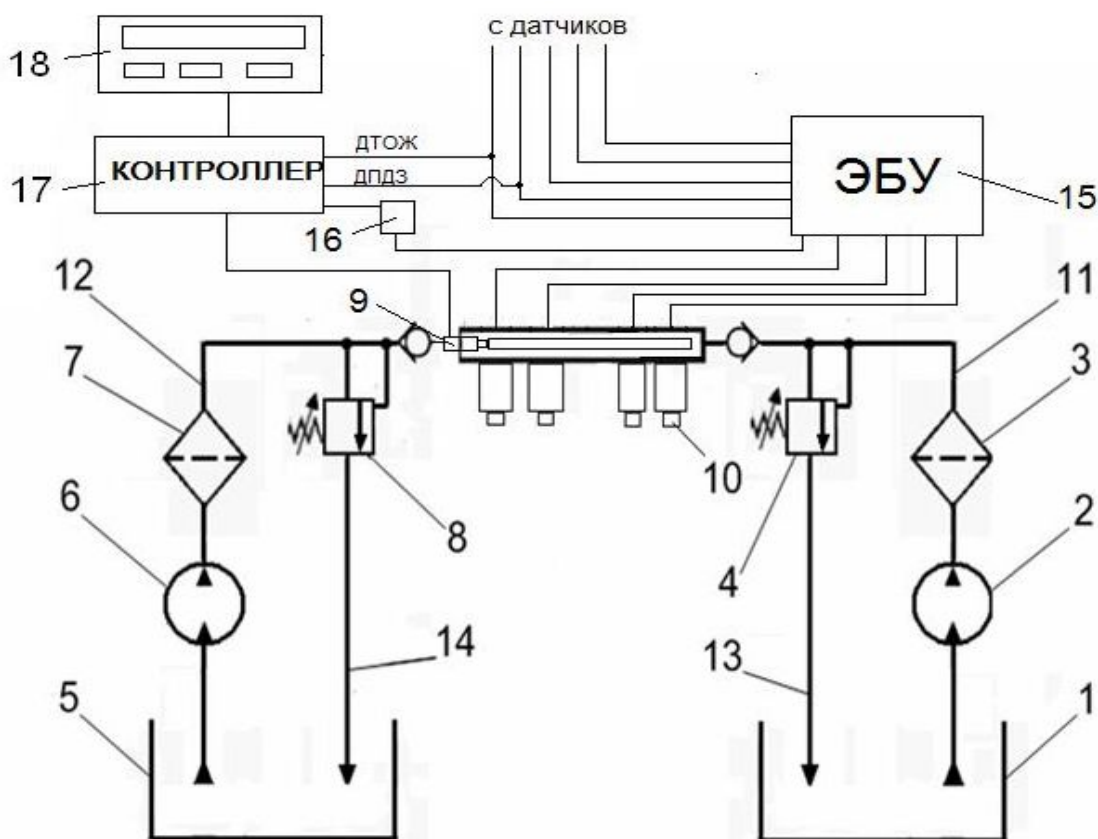


Рис.1. Система питания при наличии одного электронно-управляемого элемента управляющего подачей дополнительного топлива:

- 1-Топливный бак, 2 – топливный насос, 3, 7 – фильтры, 4, 8 – регуляторы давления, 5 – бак с водой, 6 – насос, 9 – электронный клапан, 10 – форсунки впрыска, 11 – канал подачи топлива, 12 – канал подачи воды, 13, 14 – обратные трубопроводы, 15 – электронный блок управления, 16 – преобразователь уровня сигнала, 17 – контроллер управления подачей воды, 18 – панель индикации и настройки.

Основное топливо из бака 1 подается насосом 2 через фильтр 3 в топливную рампу. Давление топлива поддерживается регулятором 4. Дополнительное топливо или вода из бака 5 подается насосом 6 через фильтр 7 во внутреннюю трубку топливной рампы, и далее попадает на вход каждой форсунки через жиклеры в трубке. Давление воды поддерживается регулятором 8. Дозирование воды осуществляется электромагнитным клапаном (форсункой) установленным на входе во внутреннюю трубку рампы. Для управления данной форсункой в систему установлен контроллер на который подается сигнал с ЭБУ 15 через преобразователь уровней сигналов. Также на контроллер поступает информация с ряда датчиков: датчик температуры охлаждающей

жидкости, датчик положения дроссельной заслонки, датчик положения коленчатого вала.

Данная система питания двигателя (Рис. 3.1.), в которой альтернативное топливо или присадка добавляется к основному непосредственно перед впрыском, позволяет избежать проблем связанных с нестабильностью различных смесевых топлив при незначительном усложнении конструкции двигателя и повысить точность дозирования, исключить вероятность скопления воды в рампе, оперативно изменять состав смеси в зависимости от режимов работы двигателя внутреннего сгорания и увеличить надежность эксплуатации системы.

Схема системы питания с электронно-управляемыми элементами (форсунками) подачи альтернативного топлива или воды расположенными на входе каждой форсунки подачи основного топлива показана на рис. 2.

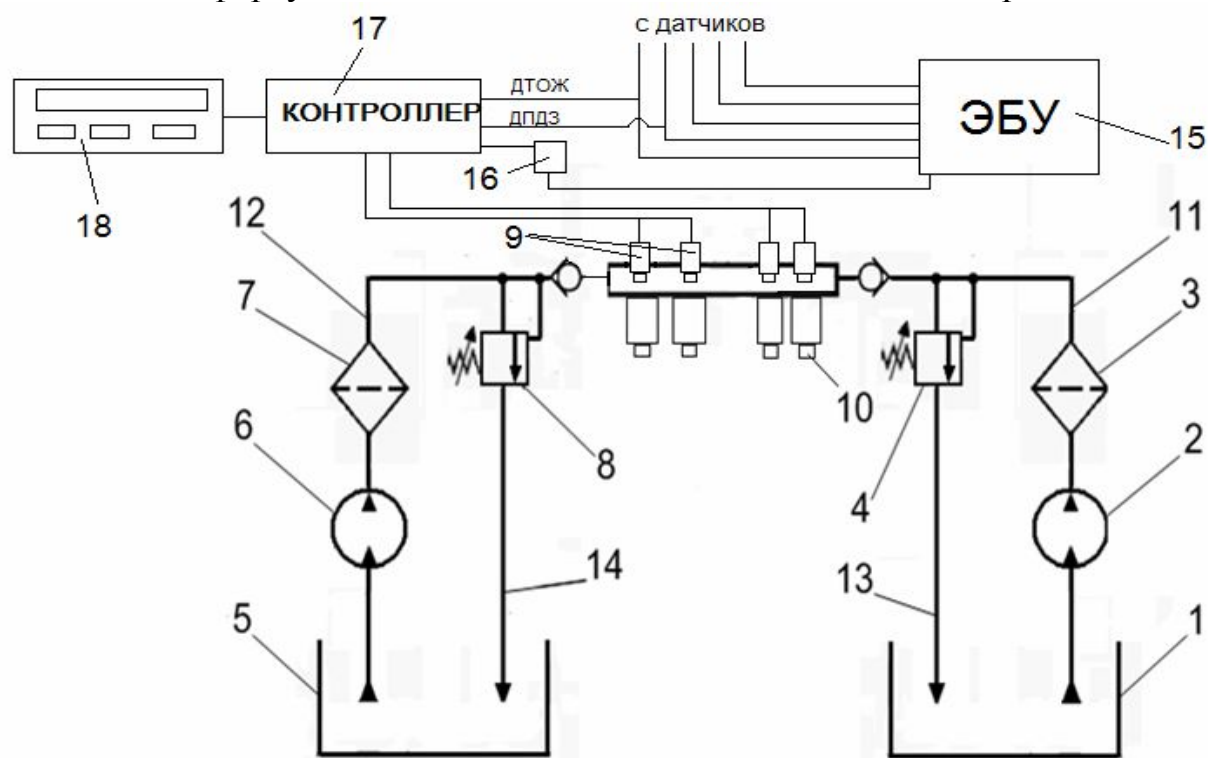


Рис. 2. Схема системы питания с форсунками подачи воды расположенными на входе каждой форсунки подачи топлива:  
 1-Топливный бак, 2 – топливный насос, 3, 7 – фильтры, 4, 8 – регуляторы давления, 5 – бак с водой, 6 – насос, 9 – электронный клапан, 10 – форсунки впрыска, 11 – канал подачи топлива, 12 – канал подачи воды, 13, 14 – обратные трубопроводы, 15 – электронный блок управления, 16 – преобразователь уровня сигнала, 17 – контроллер управления подачей воды, 18 – панель индикации и настройки.

Система отличается от предыдущей тем, что вместо одного электронно-управляемого элемента (форсунки) установлено четыре форсунки, причем каждый элемент расположен напротив входа в форсунки подачи основного топлива. За счёт этого осуществляется более точная подача воды по сравнению с системой описанной выше. Полностью исключается вероятность скопления воды в топливной рампе, оперативно изменяется состав смеси в зависимости от режимов работы двигателя внутреннего сгорания, но в тоже время это более значительно усложняет конструкцию и увеличивает стоимость системы.

Фрагмент схемы системы питания с электронно-управляемыми элементами (форсунками) подачи альтернативного топлива или воды расположенными непосредственно во впускном трубопроводе двигателя внутреннего сгорания показан на рисунке 3.

При таком впрыскивании воды во впускной трубопровод, где поток топливовоздушной смеси движется с большой скоростью, давление впрыскивания может быть сравнительно небольшим (0,2 – 0,4 МПа).

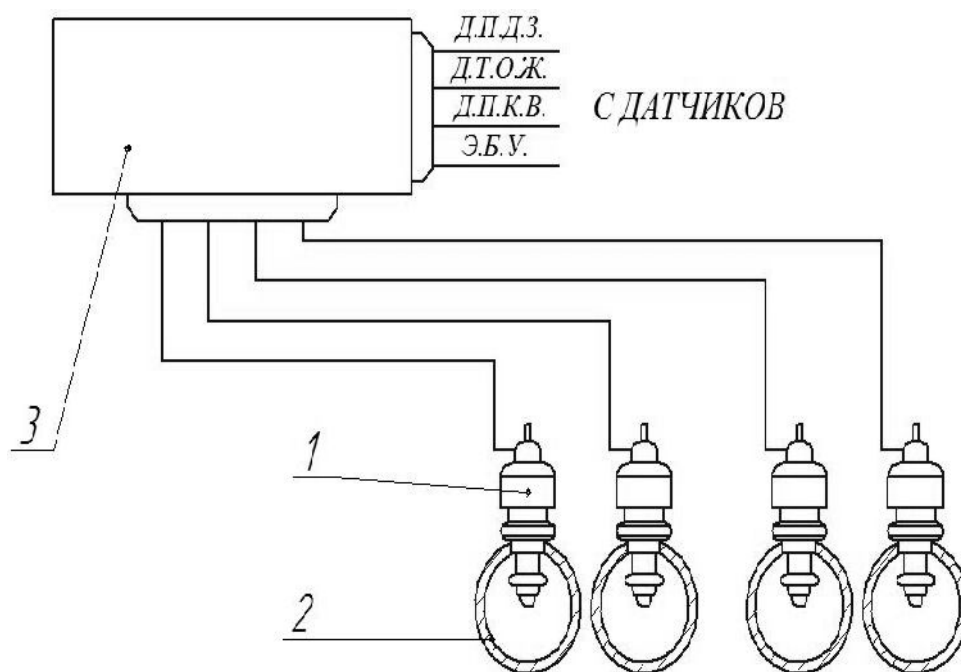


Рис. 3. Система питания с электронно-управляемыми элементами (форсунками) подачи альтернативного топлива или воды расположенными непосредственно во впускном трубопроводе двигателя внутреннего сгорания:

1 – форсунка; 2 – впускной коллектор; 3 – контроллер.

Данная система упрощает систему подачи воды, так как электронно-управляемые элементы (форсунки) расположены непосредственно во впускном трубопроводе двигателя внутреннего



сгорания, это в свою очередь упрощает конструкцию самой системы, по сравнению с расположением форсунок в рампе двигателя.

Электронное управление также значительно проще при данной схеме по сравнению с предыдущими, так как давление дополнительного топлива или воды будет равным давлению основного топлива. В связи с этим легче корректировать импульс впрыска топлива подаваемый на дополнительные форсунки и имеется возможность установить штатный регулятор давления на систему подачи альтернативного топлива или воды.

Таким образом, любой из предложенных вариантов позволяет повысить точность дозирования, исключить вероятность скопления воды в рампе, оперативно изменять состав смеси в зависимости от режимов работы двигателя внутреннего сгорания и увеличить надежность эксплуатации системы в целом.

#### **УДК 621.431.36**

**Е.А. Литвинов**, студент 5 курса инженерного факультета  
**А.Л. Бирюков**, к.т.н., доцент кафедры энергетических средств и  
технического сервиса  
*ФГБОУ ВПО ВГМХА им. Н.В. Верещагина*

#### **Алгоритм управляющей программы микроконтроллера системы питания двигателя внутреннего сгорания для работы на смесевых и альтернативных топливах**

На кафедре энергетических средств и технического сервиса ФГБОУ ВПО "ВГМХА им. Н.В. Верещагина" ведутся работы по созданию системы питания двигателей внутреннего сгорания работающих на смесевых видах топлив. Разработана система питания двигателя, в которой альтернативное топливо или присадка добавляется к основному непосредственно перед впрыском. Это позволяет избежать проблем связанных с нестабильностью различных смесевых топлив при незначительном усложнении конструкции двигателя. С целью повышения точности дозирования и увеличения надежности эксплуатации системы, в ней организовано электронное управление подачей дополнительного топлива. Оно осуществляется за счет установки электромагнитного клапана (форсунки) в канал подачи дополнительного топлива на входе в топливную рампу или установки дополнительного ряда форсунок, для управления которыми устанавливается оригинальный электронный блок управления. Для данного блока написана оригинальная программа.

Алгоритм программы представлен на рис.1.

Программа состоит из трех основных блоков:

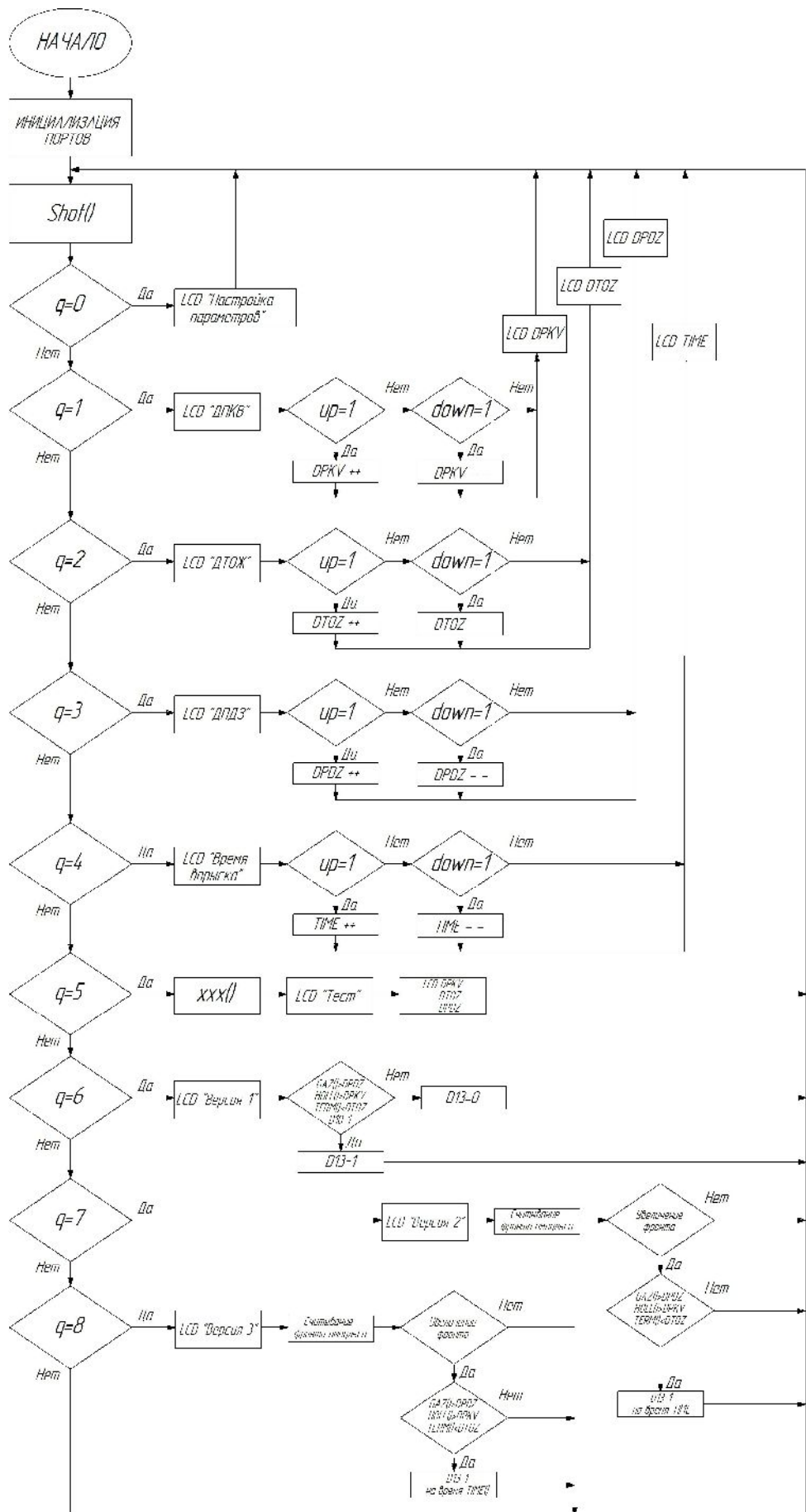


Рис.1. Алгоритм управляющей программы

1. Начальная подготовка – включение и настройка внутренней периферии (таймеры, счетчики, объявление глобальных переменных и т.п.).

2. Выполнение установочного цикла void setup(). Настройка портов микроконтроллера, инициализация LCD дисплея, выполнение подпрограммы приветствия.

3. Выполнение основного цикла программы void loop()

Основной цикл начинается с вызова функции shot(). В данной функции при нажатии определенной кнопки на панели управления контроллера выполняется инкремент (увеличение на единицу) переменной q. Как только данная переменная превысит значение 9 (что соответствует девяти нажатиям на кнопку «далее» происходит обнуление переменной q.

Далее программа с помощью управляющего оператора switch case выполняет альтернативный код. В частности, оператор switch сравнивает значение переменной q со значением, определенном в операторах case. Когда найден оператор case, значение которого равно значению переменной q, выполняется программный код в этом операторе. Ключевое слово break является командой выхода из оператора case и обычно используется в конце каждого блока case. Без оператора break оператор switch будет продолжать вычислять следующие выражения, пока не достигнет break или конец оператора switch. [1]

При этом если соблюдается условие  $q=0$  выполняются следующие действия:

- установка курсора в начальную позицию и вывод на дисплей надписи «НАСТРОЙКА ПАРАМЕТРОВ».

Для случая если  $q=1$ :

- установка курсора в начальную позицию и вывод на дисплей надписи «ДПКВ», что соответствует установке порогового значения датчика положения коленчатого вала, при котором начинает подаваться дополнительное топливо.

-считывание кнопок «Больше», «Меньше». Если нажата кнопка «Больше» или кнопка «Меньше» то происходит инкремент или декремент переменной DPKV (порогового значения датчика положения коленчатого вала (ДПКВ)) соответственно. Далее, как и в случае если ни одна из вышеупомянутых кнопок не задействованы, происходит отображение значения переменной DPKV на LCD дисплее. В случае превышения переменной DPKV значения 100 – происходит сброс этой переменной в ноль. В случае если переменная DPKV будет меньше 0 – данной переменной присваивается значение 100.

Аналогичным образом происходит настройка переменных: DPDZ - порогового значения датчика положения дроссельной заслонки (ДПДЗ), DTOZ - порогового значения датчика температуры охлаждающей жидкости (ДТОЖ), TIME - длительности импульса впрыска топлива (случай, когда q равно соответственно 2, 3, 4).

Если  $q=5$  включается тестовый режим проверки датчиков. При этом выполняются следующие действия.

-установка курсора в начальную позицию и вывод на дисплей надписи «Тест».

-считывание данных поступающих на аналоговые порты контроллера с датчиков и отображение их на дисплее в следующем порядке:

1) значение переменной  $a$  – которая отображает процесс считывания фронта импульса сигнала с форсунки.

2) данные функции HOLL(). Данные с датчика ДПКВ.

3) данные функции TERM(). Данные с датчика ДТОЖ.

4) данные функции GAZ(). Данные с датчика ДПДЗ.

Программа контроллера имеет три независимых варианта работы.

Для случая если  $q=6$  выполняются следующие действия:

- установка курсора в начальную позицию и вывод на дисплей надписи «Версия\_1».

-при этом если выполняется условие функция  $GAZ() >$  регулировочной переменной  $DPDZ$  и функция  $HOLL() >$  регулировочной переменной  $DPKV$  и поступил сигнал с форсунки подачи основного топлива на цифровой вход 10, то включаем подачу воды или дополнительного топлива, при этом длительность впрыска будет равна длительности сигнала с основной форсунки.

Если условие не выполняется, то впрыск дополнительного топлива не происходит.

Если  $q=7$ , то включается второй вариант работы контроллера:

- установка курсора в начальную позицию и вывод на дисплей надписи «Версия\_2».

-если контроллер определяет, что на цифровом входе 10 (сигнал с основной форсунки), появился возрастающий фронт импульса, то происходит считывание данных с датчиков, при этом если сигналы со всех датчиков превысили заданные значения, то включается подача дополнительного топлива на время равное значению заданной переменной  $TIME$ . В случае если сигнал с форсунки не поступил, или данные хотя бы одного из датчиков не соответствуют значению регулировочных переменных, впрыск дополнительного топлива не происходит.

При этом варианте работы не имеет значения, сколько времени длился входной импульс.

Этот же алгоритм применим и к третьему варианту работы контроллера, когда значение переменной  $q=8$ .

Изменяется лишь величина функции  $TIME_1()$  времени впрыска, которая учитывает влияние положения одного из датчиков, например, датчика положения дроссельной заслонки или любого другого датчика, прописанного в программе.

Возможен также вариант подпрограммы предназначенный для работы по сигналу с двух или четырех основных форсунок. При этом будут выполняться следующие действия:

- установка курсора в начальную позицию и вывод на дисплей надписи «Версия\_4».

- считывание цифровых портов 10 и 9.

- если на 10 вход поступил сигнал с форсунки, то выполняется код идентичный «версии\_1» и выходной сигнал поступает на соответствующие форсунки подачи дополнительного топлива. Если сигнал поступил на вход 9 – выполняется аналогичный код, но сигнал поступает на два других управляющих выхода контроллера.

Выполнение программы происходит циклично.

Список литературных источников

1. <http://arduino.ru>

### **УДК 621.431.36**

**Е.А. Литвинов**, студент 5 курса инженерного факультета

**А.Л. Бирюков**, к.т.н., доцент кафедры энергетических средств и  
технического сервиса

*ФГБОУ ВПО ВГМХА им. Н.В. Верещагина*

### **Система электронного управления дозированием смесевых и альтернативных топлив в ДВС**

Электронный блок управления основан на микроконтроллере ATmega8a-16pu фирмы Atmel, получившем достаточно широкое распространение, что не маловажно для повторения устройства. Для работы частотомера встроен регулируемый тактовый генератор импульсов построенный на микросхеме стандартной логики ЛА3-155 (либо аналоги) вызывающей внешние прерывания. Частота импульсов настраивается. Преобразование входного аналогового сигнала с датчиков двигателя в цифровой, происходит за счёт применения 10-разрядного аналогово-цифрового преобразователя (АЦП), встроенного в используемый микроконтроллер. При опорном напряжении точность преобразования составляет +/- 0,0096В. Важно, что бы опорное напряжение было стабилизированным, для этого применён линейный стабилизатор напряжения 7805.

Блок управления имеет следующие порты ввода/вывода:

- сигнал с выхода основного электронного блока управления двигателем для получения данных о работе основной форсунки;

- сигнал с датчика положения дроссельной заслонки (ДПДЗ) и датчика температуры охлаждающей жидкости (ДТОЖ ) принимается аналоговым портом контроллера;

- сигнал с датчика положения коленчатого вала (ДПКВ) принимается цифровым портом контроллера;

- выходной импульс на дополнительную форсунку усиливается полевым транзистором;

- имеются зарезервированные порты контроллера для подключения к панели индикации LCD дисплея 8x2.

Для настройки и индикации режимов работы имеется панель управления, которая позволяет выполнять следующие функции: настройка частотомера; настройка длительности импульса впрыска; настройка моментов срабатывания датчиков (ДПДЗ, ДПКВ, ДТОЖ); смена режимов настройки; сброс; включение\выключение; индикация. Для контроля режима и установки регулировочных переменных применяется два вида индикации: светодиодами (Вкл/Выкл, режим подачи дополнительного топлива) и отображение числовых значений на LCD дисплее.

Входные и выходные сигналы прибора показаны на рис. 1.

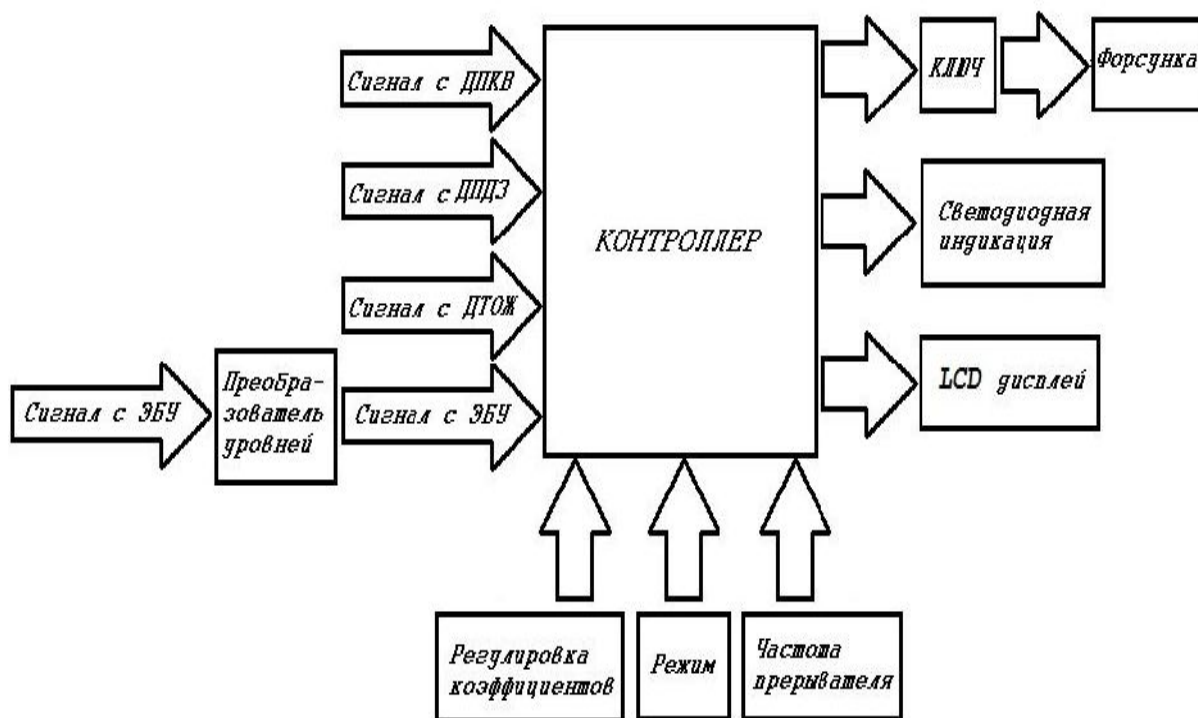


Рис. 1. Входные и выходные сигналы контроллера

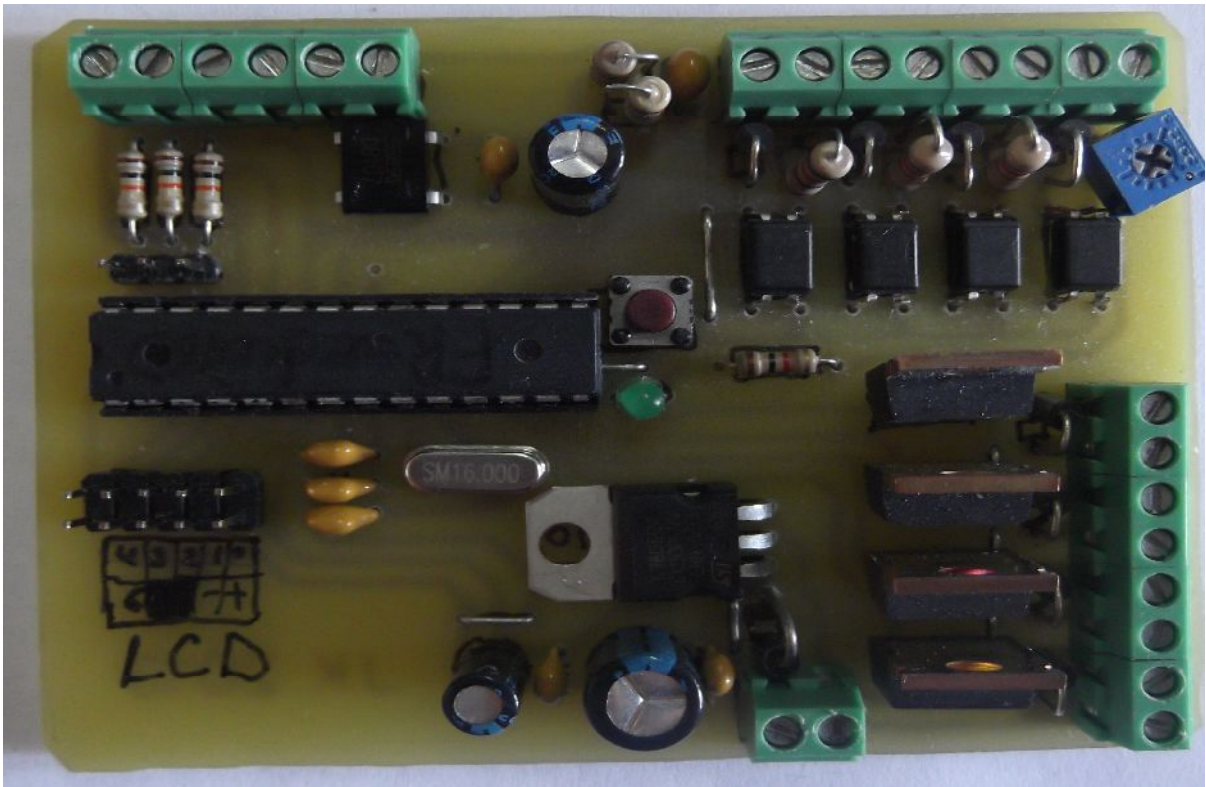


Рис. 2. Внешний вид контроллера без корпуса

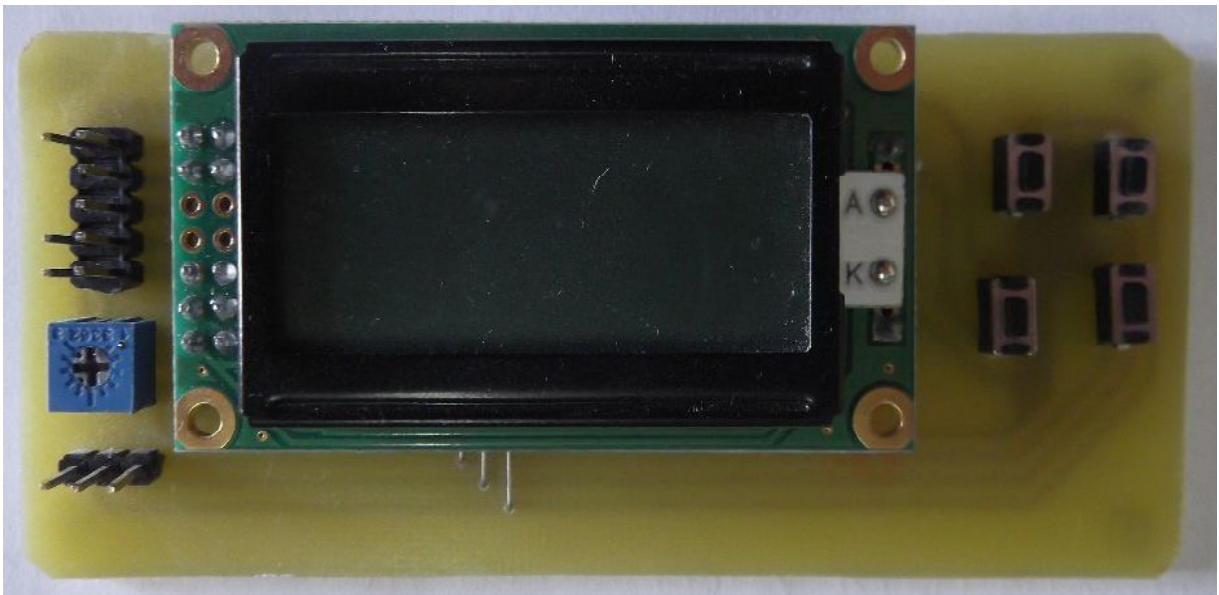


Рис. 3. Внешний вид LCD дисплея

Внешний вид разработанного нами контроллера представлен на рис. 2. Внешний вид LCD дисплея представлен на рис. 3.

В режиме нормальной работы после включения контроллер находится в режиме ожидания, то есть выходной сигнал отсутствует. При превышении

определённых значений всеми входными сигналами, контроллер переходит в режим подачи дополнительного топлива или другой добавки. При этом момент и длительность впрыска синхронизируется по выходному сигналу с основного электронного блока управления двигателем. Остальные параметры определяют условия, при которых впрыск воды в двигатель наиболее рационален.

Разработанная система позволяет значительно повысить точность дозирования топлива и надежность эксплуатации двигателя при работе на смесевых топливах.

**УДК 621.431**

*А.А. Молин, студент 4 курса инженерного факультета*

*А.Л. Бирюков, к.т.н., доцент кафедры энергетических средств и  
технического сервиса*

*ФГБОУ ВПО ВГМХА им. Н.В. Верещагина*

### **Пути снижения детонационного сгорания в двигателях с искровым зажиганием**

Актуальной задачей в автомобильной промышленности является борьба с детонационным сгоранием (ДС) топливной смеси в двигателе внутреннего сгорания (ДВС). Детонационное сгорание - процесс при котором скорость распространения фронта пламени находится в пределах от 1500 до 2500 м/с. Образующиеся волны многократно отражаются от стенок камеры сгорания и вызывают металлический звук, вибрацию, дымность отработанных газов. В результате детонационного сгорания падает мощность двигателя, увеличивается часовой расход топлива, двигатель перегревается, повышается нагрузка на детали цилиндро-поршневой группы, что ведет к увеличению износа и ускоряет разрушение деталей двигателя, а так же возрастает токсичность отработанных газов. В результате методов оценки и путей снижения отрицательного воздействия данного процесса на работу ДВС было выявлено, что в настоящее время основными направлениями являются совершенствование конструкции отдельных узлов ДВС, применение различных присадок к топливу, использование альтернативных видов топлива и впрыск водно-топливных смесей в цилиндры двигателя. В связи с актуальностью рассматриваемого вопроса во многих странах мира ведутся исследования в данном направлении.[1,2,7]

Развитие двигателей за последние 50 лет характеризуется повышением степени сжатия. За этот период времени степень сжатия в ДВС резко возросла  $\varepsilon=5,2$  до  $\varepsilon=12$ . Повышение степени сжатия в ДВС, как известно, ведет к увеличению его термического коэффициента полезного действия, то



есть способствует увеличению абсолютной и литровой мощности двигателя при одновременном увеличении его экономичности. Данная тенденция ведет к необходимости повышения антидетонационных свойств топлива.[1]

Основные способы борьбы с детонационным сгоранием горючей смеси в ДВС, можно разделить на 2 группы: конструктивные и эксплуатационные.

При проектировании двигателей с целью снижения склонности к детонационному сгоранию необходимо учитывать ряд конструктивных факторов: степень сжатия, материал деталей образующих камеру сгорания, диаметр цилиндра, форма камеры сгорания, место расположения свечей зажигания и их количество.[1,5,6]

Значительно влияет на развитие детонационного сгорания диаметр цилиндра двигателя и материал деталей образующих камеру сгорания. При увеличении диаметра цилиндра повышается расстояние от искрового промежутка свечи зажигания до наиболее удаленной точки камеры сгорания, а следовательно и время на образование активных центров – перекисей, приводящих к взрывному сгоранию. Аналогичным образом влияют форма камеры сгорания, место расположения и количество свечей зажигания. При выборе материала деталей камеры сгорания следует учитывать, что материал с низкой теплопроводностью приводит к более высокой температуре в цилиндре, что в свою очередь может быть причиной детонационного сгорания.[3,6,7]

Наиболее значимыми эксплуатационными факторами, оказывающими влияние на детонационное сгорание являются: бензины с малыми октановыми числами, обогащенные составы смеси ( $\alpha \approx 0,9$ ), высокая степень сжатия, большие нагрузки на двигатель, снижение частоты вращения КВ, слишком большой угол опережения зажигания, высокие температура и давление на впуске, перегрев стенок КС, увеличенный объем цилиндра.[1,2,4,6]

На современных двигателях оборудованных электронной системой управления борьба с детонацией в ДВС осуществляется путем изменения угла опережения зажигания при обнаружении детонации. На двигателе в данном случае устанавливается датчик, фиксирующий возникновение в нем детонации и передающий сигнал на электронный блок управления, который в свою очередь изменяет угол опережения зажигания в сторону уменьшения. В результате этого детонации в двигателе не возникает. Однако такой способ все же имеет серьезный недостаток: значение угла опережения зажигания смещается относительно оптимального, что вызывает значительное снижение мощности, экономичности, приемистости двигателя.[2,3]

Повышенное количество нагара на деталях камеры сгорания также может явится причиной детонационного горения. Исследования показывают, что для двигателя со степенью сжатия 9,5 наличие на стенках камеры сгорания сажевой плёнки толщиной 0,5 мм увеличивает степень сжатия до 9,7 кроме того, раскаленные частицы нагара могут вызывать калильное зажигание, которое может стать причиной ДС.[1]

Основными направлениями повышения детонационной стойкости топлива являются: переработка дистиллятов в процессе каталитического крекинга и риформинга, добавление к базовым бензинам высокооктановых компонентов (изооктан, изопентан, толуол, алкилбензин) в количестве 15...40%, применение антидетонационных присадок (металлоорганические соединения, тетраэтилсвинец). [2,4,7]

Такой способ как переработка дистиллятов в процессе каталитического крекинга и риформинга при известных достоинствах является достаточно сложным процессом существенно удорожающим производство топлива.

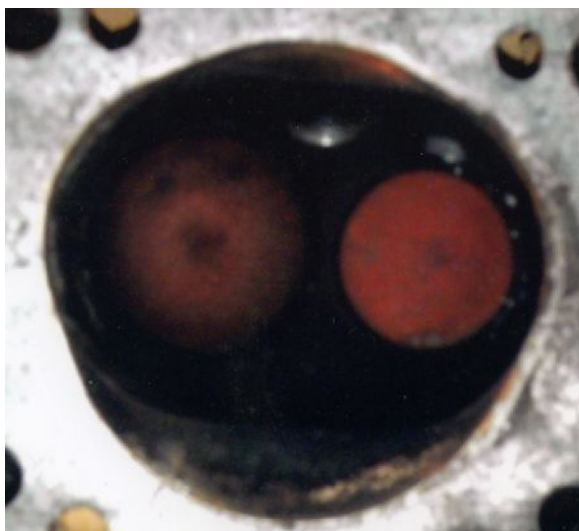
Теми же недостатками обладает такой способ как добавление к базовым бензинам высокооктановых компонентов (изооктан, изопентан, толуол). [2,4]

Одним из широко применяемых способов повышения детонационной стойкости топлив является введение в их состав присадок, таких как тетраэтилсвинец, железосодержащие добавки семейства АФД, марганцевосодержащие добавки семейства АМД и т.д.[2,4,8,9,10]

Антидетонационная присадка тетраэтилсвинец обладает рядом достоинств и недостатков. Она широко применялась в США, Европе, России и в других странах, мира благодаря способности повышения октанового числа топлива, так же данная добавка имеет низкую стоимость и высокую эффективность. Но есть и серьезный недостаток – ТЭС используется в виде этиловой жидкости, которая является ядовитой, а выведение его из состава присадки невозможно, так как он является основным веществом повышающим октановое число топлива. Данная присадка в настоящее время запрещена к применению.[8,9,10]

Фероценоносодержащие добавки семейства АФД предназначены для увеличения детонационной стойкости автомобильных бензинов и улучшения их экологических и эксплуатационных свойств. Вовлечение добавки АФД в количестве 2% от массы в эталонную смесь изооктана и нормального гептана, взятых в соотношении 70:30 по объему, обеспечивает прирост октанового числа не менее чем на 12 единиц по моторному методу. В тоже время применение этих железосодержащих антидетонационных добавок к бензинам приводит к износу деталей двигателя, снижению работоспособности свечей зажигания. В этом случае на электродах свечей образуются соединения оксидов железа, которые также отлагаются в камере сгорания в виде нагара, накапливаются в масле и на трущихся поверхностях, вызывая повышенный износ деталей двигателя.[8,9,10]

Антидетонационные марганцевосодержащие добавки (АМД) для увеличения детонационной стойкости автомобильных бензинов и улучшения их эксплуатационных и экологических показателей. Введение АМД в количестве 2% массы в эталонную смесь изооктана и нормального гептана, взятых в соотношении 70:30 по объему, обеспечивает прирост октанового числа не менее чем на 14 единиц по моторному методу.



а



б

Рис. 1. Отложения в камере сгорания после работы двигателя на топливе полученном из низкооктановых прямогонных бензинов путем добавления присадок:  
а) в камере сгорания; б) на свечах зажигания.

Марганцевосодержащие присадки так же имеют ряд серьезных недостатков, они разлагаются на свету с потерей антидетонационных свойств. Оксиды марганца оседают на свечах зажигания и быстро приводят к их отказу. Так же они склонны к образованию отложений в двигателях. Наряду с высокой эффективностью марганцевых антидетонаторов, применение их запрещено из-за вредного влияния на окружающую среду и ресурс двигателя, так как марганец и его соединения ядовиты.[8,9,10]

Эффективным способом борьбы с детонацией в ДВС является подача в камеру сгорания воды, так же это приводит к улучшению экологических, экономических и эксплуатационных показателей без потерь мощности. Подача воды в цилиндры двигателя может осуществляться несколькими способами, в виде жидкости, пара или эмульсии, которые можно подавать во впускной трубопровод или непосредственно в цилиндры двигателя. Применение топливно-водных смесей является одним из наиболее эффективных методов повышения антидетонационных свойств, экологических и эксплуатационных показателей ДВС.[1,2,5] Исследованиями установлено, что при использовании топливно-водных смесей возможно снижение склонностей двигателя к детонации, уменьшение нагарообразования, увеличение эффективной мощности, снижение теплонапряженности деталей цилиндрико-поршневой группы, повышение экономичности и снижение токсичности отработанных газов. Кроме того некоторые аспекты влияния воды на рабочие процессы ДВС изучены недостаточно. Существенной проблемой применения воды в нашем климате является свойство ее замерзания при низких температурах.[1,2,5]

На кафедре ЭСТС планируется проведение исследований по определению влияния добавки воды к топливу на его антидетонационные свойства.

#### Список литературных источников

1. Николаенко, А. В. Количественные характеристики ухудшения работы тракторного дизеля при нагароотложениях в цилиндрах [Текст] / А. В. Николаенко, А.П. Картошкин, А.И. Проскурин // Двигателестроение. – № 6. –1984. – С. 10–14.
2. Моторные топлива, масла и жидкости [Текст]. Т.1, Моторные топлива/ Под ред. К.К. Папок, В.Г. Семенидов. – М.: ГНТИ, 1957. – 339 с.
3. Марков, В.А. Работа дизелей на нетрадиционных топливах [Текст]/ В.А. Марков, А.И. Гайворонский, Л.В. Грехов, Н.А. Ивашенко. – М.: Изд-во «Легион-Автодата», 2008. – 464 с.: ил.
4. Лиханов, В.А. Снижение токсичности автотракторных дизелей [Текст]/ В.А. Лиханов, А.М. Сайкин. – 2-е изд., испр., и доп. – М.: Колос, 1994. – 224 с.
5. Бирюков, А.Л. Результаты эксплуатационных испытаний автомобильного двигателя ВАЗ-21110 при работе на топливно-водной смеси [Текст] / А.Л. Бирюков // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. – 2011. – №1. – С. 45–50.
6. Смирнов, О.В. Повышение антидетонационных качеств двигателей с искровым зажиганием путем двухстадийного сгорания расслоенной битопливной смеси [Текст]: дисс. ... канд. техн. наук / Смирнов О.В. – Кострома, 2004. – 149 с.
7. Кузнецов, А.В. Топливо и смазочные материалы / А.В. Кузнецов. – М.: Колос С, 2007. – 201 с.
8. <http://www.newchemistry.ru>
9. <http://www.additive.spb.ru>
10. <http://www.tns-group.ru>

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>Дунаев В.С.</b> Сталь Хардокс (HARDOX). Практика применения.....	3
<b>Землянов Н.О., Карелин Н.В.</b> Восстановление и упрочнение рабочих органов почвообрабатывающих машин .....	6
<b>Кружкова Ю.Н.</b> Проекты энергосберегающих технологий в кормлении.....	8
<b>Мерзляков И.Н.</b> Двигатель со сверхвысокой степенью сжатия .....	10
<b>Колосов А.И., Литвинов Е.А., Молин А.А.</b> Система питания двигателя внутреннего сгорания для работы на смесевых и альтернативных топливах .....	13
<b>Литвинов Е.А.</b> Алгоритм управляющей программы микроконтроллера системы питания двигателя внутреннего сгорания для работы на смесевых и альтернативных топливах .....	17
<b>Литвинов Е.А.</b> Система электронного управления дозированием смесевых и альтернативных топлив в ДВС .....	21
<b>Молин А.А.</b> Пути снижения детонационного сгорания в двигателях с искровым зажиганием.....	24