ФГБОУ ВО Новосибирский ГАУ
Инженерный институт

Кафедра «Автомобили и тракторы»

Проблемная лекция по дисциплине
Конструкция энергетических установок
транспортных и технологических машин
Тема: Общие вопросы ДВС

Новосибирск 2017

I ОБЩИЕ ВОПРОСЫ ДВС
1 СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ЭНЕРГЕТИКИ, МЕСТО ДВС В ЭНЕРГЕТИКЕ, ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ ДВС

План

1. Общее состояние энергетики.

2. Современное состояние энергетики в сельском хозяйстве страны и место ДВС в ней.

3. История развития ДВС.

1.1 Общее состояние энергетики

Энергия - деятельность (энергичный - деятельный).

Энергия измеряется в тоннах условного топлива, за которую принимается тонна малозольною сухого угля.

Все многообразие методов получения и фактического применения энергии для производственных и бытовых нужд объединяют общим термином «энергетика». Энергетика является ключевой отраслью экономики любой страны.

При выполнении любой работы затрачивается энергия (собственная энергия человека, энергия от какого-либо источника и т.д.).

Задача - при по возможности меньших затратах энергии получать по возможности больше продукции.

Ступени развития энергетики условно можно представить и следующем виде.

1 тепло солнца растительное (древесное) топливо, ветровая энергия

2 - все, по на первой ступени + каменный уголь

3 - втирая ст. + *нефть, газ*

4 -третья ст. + «АЭС в (атомная энергия) + энергия морских проливов, **тепло** глубинных вод и океанов и др.

5 -четвертая + термоядерный синтез

В настоящее время мы находимся на четвертой ступени.

В недалеком прошлом из всей используемой энергии на теплоэнергетику (нефть, газ, уголь) приходилось 89% (45% - нефть, 25% - уголь и 19 % - газ); 7% - гидроэнергию; 3% - ядерную и 1% - остальную. С течением времени эти цифры естественно изменялись. В 2007 году АЭС дали уже 15% всей выработанной энергии.

Топлива по энергетической ценности (энергоплотности, теплоте сгорания) располагаются так: дрова (0,25); уголь (1,0); газ сжиженный (1,7); нефть (1,4) ядерное топливо (3,8-10*) и термоядерное ($1,4\text{-}10^6$)

Себестоимость единицы энергии различных источников: ГЭС, атомные (АЭС) и электростанции на солнечной энергии - по 100%, тепловые электрические станции - 600%.

Тепловая энергия примерно в равных долях используется для производства электроэнергии, тепла, технологических целей и на транспорте (в

Великобритании 26% используется в домашнем хозяйстве, в Италии 21% расходуется на транспорт и т.д.)
В себестоимости продукции значительная часть (в целом по стране 7...9%) приходится на топливно-энергетические затраты.
По данным 1977 г., в среднем в мире ежесуточное потребление энергии на душу населения равнялось в переводе на нефть 8,4 кг, что примерно в 300 раз больше физической мощности человека, т.е. получается, что на каждого жителя планеты работали 300 «механических рабов».
Расход энергии по странам существенно отличается (таблица 1).

Таблица 1 Расход энергии по странам (1979 г., на одного человека в перерасчете на нефть)

Страны Показатель	США	ФРГ	Италия	Африка (страны «Третьего мира»)
Расход энергии, *т*	8,36	4,23	2,54	0,3

США, население которого составляет около 5% от населения всей планеты, потребляют 35% всей вырабатываемой энергии (на душу населения в сутки приходится 36 кг нефти).
Мизерное потребление в Африке.
Ежегодный расход топлива в мире в 1994 г. был примерно 17 тут, а на нашу страну приходилось около 2 млрд. тут.
Если набранные темпы использования энергии сохранятся, то имеющихся ресурсов (таблица 2) хватит примерно на 100... 150 лет.

Таблица 2 Запасы химического топлива планеты (в млрд. тут)

Топливо	Располагаемые общие запасы	Извлекаемые
Уголь	11200	2900
Нефть	740	370
Газ	630	500

Из графиков, представленных на рисунке 1, следует, что из располагаемых энергетических ресурсов довольно значительными являются запасы газа.
Ориентируясь на эти данные, прогнозируют и ожидаемые изменения в структуре энергопотребления. Предполагается, что к 2010 г. структура энергопотребления будет такова: твердое топливо - 35%; газ - 33%; моторное Топливо-20%, электроэнергия-10%.

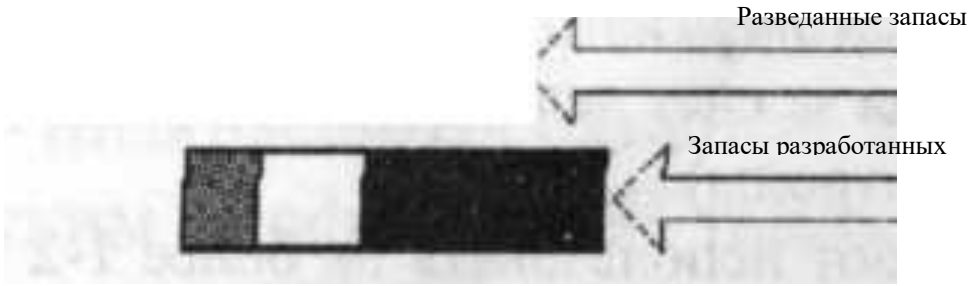


Рисунок 1 – Ископаемые энергетические ресурсы (количество пропорционально площади)

Запасы энергии по странам распределены очень неравномерно.
Уголь:
- мировые запасы угля в 10 раз превышают запасы нефти и газа (вместе взятые). Предполагают, что их хватит примерно на 200 лет;
- в США запасов угля хватит на 3-5 столетий. *Газ:*

Свыше 60% запасов приходится на территорию бывшего СССР, Ирана, США. На долю Западной Европы приходится немногим более 6%. Нефть*:*
Нефть - более удобное для использования топливо, чем уголь; на получение одного и того же количества энергии при нём затраты в *1,5...2* раза оказывается меньше, чем в случае угля и в *3,5 раза* меньше, чем в случае торфа. Поэтому на него пока еще приходится основная часть из всей вырабатываемой энергии: в США - 45%, ФРГ - 55, Великобритании - 50, Франции - 69.
Во многих странах основная часть нефти расходуется на производство бензина. В США, например, 43% нефти идет на производство бензина, 10% используется в ТЭС.

В семидесятых годах прошлого столетия в нашей стране из 1 тонны нефти получали 540 кг бензина, керосина и дизельного топлива.
Стоимость нефти:
- до 1973 г. нефть практически ничего не стоила - 3,6 долл. за баррель (159 литров);
- с 1973 г. цены постоянно повышались; в 1979 г. ОПЕК подняла их до 24-30 долл. за баррель, в 1982 г. за точку отсчета были приняты уже 34 доллара, а сегодня 100 долларов и выше.
- в Северном море стоимость добычи нефти в 20 раз выше, чем на Ближнем Востоке. Обеспеченность, нефтью отдельных стран демонстрируется данными таблицы 3.

Таблица 3 Обеспеченность нефтью отдельных стран

Япония	В Великобритания	Италия и Индия	Ближний Восток
целиком снабжается импортной нефтью	с учетом запасов Северного моря близка к автономии (сможет обеспечивать себя вплоть до 2025 г.)	на 70% снабжают-ся извне	здесь сосредо-точено 55% всех мировых запасов нефти

Добавим также, что в США 58% используемой нефти покупная, в Китае - 45% и в странах ЕС - 40%.
Атомная энергия
Атомная энергия - энергия, освобождаемая за счет деления тяжелых ядер урана на части нейтронами (при этом образуются новые нейтроны).
Реакторы на тепловых нейтронах позволяют использовать не более 1-2 % энергии, заключенной в урановом топливе. При использовании реакторов на быстрых нейтронах эта цифра возрастает в 20-30 раз.
Недостаток АЭС - производят материалы, пригодные для создания ядерного оружия.
Обнаруженные и доступные для добычи по приемлемым ценам запасы урана невелики - примерно 1 млн. т. (по эквиваленту приближаются к химическим источникам энергии).
В 1979 г. спрос на уран оценивался в 28...32 тыс.тонн, потребность на 1990 г. составляла 200 тыс. тонн., а на начало нового века ожидалось 3 млнт. Предполагают, что запасов его хватит примерно на 85 лет.
Доля АЭС в производстве электроэнергии по странам существенно различается,- в 1979 г. она распределялась так: 44% - США, 23 - ЕЭС, 11 - Япония, 16 - соц. страны.
Термоядерная энергия

Здесь изотопы водорода (в первую очередь дейтерий) нагреваются до 10 млн. °С (до таких температур, как в недрах Солнца). При этом происходит слияние ядер изотопов водоро-дов с образованием более тяжелых ядер гелия, что сопровождается выделением колоссальной энергии (при сгорании 1 кг водорода выделяется в 14 млн раз больше энергии, чем при сжигании 1 кг угля). Эта энергия фактически неисчерпаема. Однако технологический процесс ее получения пока еще до конца не отработан (здесь много проблем).

В последние годы все острее ощущается недостаток энергоресурсов. Эпоха легкодоступных (дешевых энергетических источников) уходит в прошлое. Если раньше действовала формула «чем больше потребления энергии, тем больше экономический рост», то теперь - «чем рациональнее потребление энергии, тем быстрее экономически рост».

Настало время менять и наше традиционное представление - «если ехать, то обязательно на бензине, если отапливать, то обязательно через центральную систему, если освещать, то тоже через центральную систему».

Основная задача - повысить рациональность потребления энергии.

Рациональность потребления энергии в производстве оценивается ко-эффициентом эластичности

К= изменение валового потребления энергии / изменение валового внутреннего продукта (1)

Высокий коэффициент эластичности является показателем малой энергетической эффективности производственной системы. Для всего мира К составил и ожидается:

1950 - 1975 г.г.	1975 - 2000 г.г.	2000 - 2025 г.г.
1,0	0,8	0,6

По отдельным странам (данные 1953-1970 г.г.): 0,76 - Франция, 0,42 - Ве-ликобритания, 1,41 - Италия, 1,44 - Финляндия, 1,63 - Болгария, 2.. .3 - у нас.

Высокое значение коэффициента эластичности по нашей стране - результат, конечно, кроме всего прочего, наших суровых климатических условий, обуславливающих в 1,5...2,0 раза повышенную энергоемкость любых производств и вообще жизнеобеспечения.

Наиболее целесообразно организованным должно считаться сегодня общество с низким потреблением энергии или, иначе говоря, «с низким энергетическим профилем». В таком обществе:

высокая производительность оборудования;

большая продолжительность жизни товаров;

используются менее энергоемкие производственные процессы;

высокоразвитый общественный транспорт (ж.д. транспорт менее энергоемок, чем автомобильный);

место жительства работников максимально приближенно к месту их работы;

осуществляющаяся рекуперация потерь тепла;

широко практикуется вторичное использование материалов (это позволяет экономить в целлюлозно-бумажной промышленности до 60%, энергии, в

стекольной - до 60-70%, в сталелитейной - до 30% и в производстве пластмасс - 20%);
серьезное внимание уделяется модификации архитектурных концепций (утеплению зданий и др.);
В последние годы все большее значение придается использованию возобновляемых источников энергии (ВИЭ) - ветровой, солнечной, морских приливов, а также глубинного тепла Земли. Их вероятностно реализуемый в настоящее время суммарный годовой потенциал составляет 20 млрд. тут., а данные прогнозируемого роста их использования приведены в таблице 4.

Таблица 4 Прогноз роста установленной мощности оборудования возобновляемой энергетики в мире ГВт

Вид оборудования или техники	Год	
	2000	2010
Фотоэлементы	0,9	9,2
Ветродвигатели, подключенные в сеть	14	74
Малые ГЭС	70	175
Электростанции на биомассе	18	92
Солнечные термодинамические станции	0,2	10
Геотермальные электростанции	111,1	413,2
Геотермальные тепловые станции и установки	17,2	114
Солнечные коллекторы и системы	11	55

Ветровая энергетика к началу 21 века использовалась совершенно недостаточно, общая мировая мощность ветро-установок составила 12000 МВт, в том числе в Германии 4,4 тыс(что соответствует почти 10%потребляемой ею энергии) Сша-1,8, Дании1,7(20%), России всего 4 МВт.
Солнечная энергия поступает на земную сушу в объеме 14-20 тыс., раз превышающем сегодняшнее энергопотребление. Однако используется она пока еще незначительно; к началу Текущего зека общая мировая мощность солнечных установок (на фотоэлементах) составила только 200 МВт, в том числе в США - 60, Японии - 80, Германии - 50, России - 0,5.
Задача использования энергии солнца для получения больших количеств электроэнергии весьма актуальна. Проблема здесь в том, что технико-экономические показатели обоих реально осуществимых методов - концентрация солнечных лучей (для обогревания парового котла) или использование обогреваемых за счет солнечного тепла полупроводниковых

термоэлементов - весьма низки. Следует искать принципиально новые решения.

Глубинное тепло Земли - также исключительно велико. Уже на 5 - километровой глубине запасы ее в 1000 раз превышают запасы всех существующих традиционных горючих ископаемых вместе взятых. Нагретые воды иногда называют «красным углем» (в Румынии, например). Однако и здесь не имеется удовлетворительных с технико-экономической точки зрения решений. Главная трудность - в организации на большой глубине теплообмена в крупных масштабах. Геотермальные электростанции (в свое время одна такая станция Паужетская - мощностью 5 тыс. кВт была запущена на Камчатке) - тоже пока не решение проблемы. В СССР было открыто более 60 крупных бассейнов горячей или перегретой воды. Сегодня геотермальные источники энергии дают 8000 МВт энергии, в том числе в США -2000, Филиппины - 1900, России -23. Значительных успехов здесь достигла Испания, почти все свои потребности удовлетворяющая за счет геотерминальной энергии.

Что касается использования солнечной энергии и тепла земных недр в малых масштабах, например, солнечной энергии - для опреснения солоноватой воды на пастбищах, нагревания воды, сушки фруктов и т.п. или тепла термальных вод для отопления, то здесь имеются приемлемые решения и работа должна быть не только продолжена, но и расширена.

71% всей поверхности планеты приходится на океаны и моря. Их энергия проявляется в виде морских приливов, течений (Гольфстрим), волн (самая высокая зафиксированная волна -35 м.), разности температуры между верхними и нижними слоями, осмотического давления и др.

В свое время на Кольском полуострове была запущена станция, работающая на морских приливах.

По использованию энергии морских приливов пока еще также отсутствуют приемлемые для большой энергетики решения.

Усиление внимания к альтернативным источникам энергии, возврат старого «короля» -угля на свои позиции в последние годы привели к сокращению потребления нефти. Так с 1979 по 1982 г.г. в несоциалистических странах потребление нефти уменьшилось с 2,5 млрд. тонн до 2 млрд. тонн.

В таблице 5 представлен прогнозируемый топливно-энергетический баланс России.

Показатели	Годы				
	2000	2005	2010	2015	2020
Собственное производство, млн. тут.	1419,0	1430...1500	1455...1575	1500...1660	1525...1740
Природный и попутный газы, млрд. м3	584	600...620	615...655	640... 690	660... 700

Нефть и конденсат, м.л.н. т	323	308...327	305...335	305... 345	305...360
Уголь, млн. т.	258	275...300	290...335	320.370	340...430
Атомная энергия, млрд кВт-ч	131	155...175	190...205	210...260	235... 340
Гидроэнергия, млрд кВт-ч	165	170	170....177	180...190	190...200
Возобновляемые нетрадиционные энергоресурсы, млн. тут	1	3...4	5....7	8...12	12...20

1.2 Современное состояние энергетики в сельском хозяйстве страны и место ДВС в ней

Особенность сельскохозяйственного производства можно выразить простой формулировкой: вкладывая энергию, получаем новую энергию. Сегодня единица вложенной энергии дает три единицы новой энергии (данные 1983 г.). Надо стремиться к тому, чтобы получать 5.. .6 и больше единиц.

Затраты топлива составляют (по расчетам с использованием технологических карт) для зерновых - 71...83 кг/га, кукурузы - 95, сахарной свеклы - 220, картофеля - 250. На получение 1 кг травяной муки затрачивается 0,4 кг топлива.

Несмотря на такие большие цифры, пока еще доля энергии, потребляемой сельским хозяйством страны, относительно невелика (не превышает 4...6% от всей потребляемой энергии). Во многих странах на производство продовольствия затрачивается около 25% всей вырабатываемой энергии.

Ожидается, что потребление энергии в сельском хозяйстве нашей страны в ближайшие годы возрастет до 20% от общего энергопотребления.

В сельском хозяйстве чрезвычайно высок и коэффициент эластичности. По данным США, увеличение урожайности с 20 до 40 ц./га (в 2 раза) требует десятикратного увеличения затрат энергии (т.е. коэффициент эластичности равны 5).

Производство сельскохозяйственной продукции у нас в 4...5 раз более энерго-, материало- и трудоемко, чем в США. Затраты труда, например, для производства 1 т зерна у нас составляют 9 чел.-ч., в США - 2,5, свеклы соответственно - 11 и 7,5, картофеля 26,5 и 2,2, молока - 85 и 4. Основная причина этого - низкая продуктивность сельскохозяйственного производства.

Интересно то, что в лабораторных условиях мы получаем такие же урожаи, что и передовые зарубежные страны, а в производственных условиях они оказываются намного ниже и, в результате, соответственно намного выше затраты труда и энергии.

Все это объясняется, с одной стороны, неблагоприятными климатическими условиями страны; биоклиматический потенциал нашей страны в 2...3 раза ниже, чем США, Европы, Китая, Индии и т.д.

Основные наши сельскохозяйственные угодья находятся в зонах рискованного земледелия, в которых для достижения высокой продуктивности сельского хозяйства требуется соответствующий высокий уровень обеспеченности его энергией, машинами, удобрениями и т.д.

В то же время по энергообеспеченности гектара пашни РФ в 3...4 раза отстает от ведущих стран мира: у нас она сегодня 2,48 кВт/га, в Японии -7,5, в США - 7,1, в странах ЕС - 4,0, в Германии - 3,5.

На сегодня основным энергетическим источником в сельскохозяйст венном производстве стали тепловые ДВС,применяемые в автомобилях, тракторах, комбайнах и др.

К тепловым машинам относятся, кроме д.в.с, паровые двигатели, двигатели Стерлинга, холодильные установки и т.д. По Лавуазье, и человеческий организм (отсюда следует и любой другой) также тепловая машина.

Французский химик Лавуазье Антуан Лорен (1743-1794) опроверг теорию флогистона и показал (1772-77), что при дыхании поглащается кислород и выделяется углекислый газ, т.е. процесс дыхания подобен горению. Совместно с П. Лапласом он установил, что этот процесс является главным источником тепла у животных.

Автотракторная промышленность особенно бурно развивалась после Великой Октябрьской революции, причем так, что в 1991 г. было произведено 178 тыс. тракторов (до революции в сельском хозяйстве России было 165 тракторов) и 55,4 тыс. автомобилей. В последние годы Советского Союза на один колхоз приходилось 42 трактора, а на совхоз 57. а общая энерговооруженность в общественном сельском хозяйстве составила к 1983 г. на одного работника 22 кВт и на один га пашни - 2,47 кВт (рисунок 2).

За последнее десятилетие положение ухудшилось - объем валовой продукции в сельском хозяйстве уменьшился на 40%, а износ основных фондов превысил их ежегодное восстановление в 10 раз. Используемый в настоящее время машинно-тракторный парк имеет уровень амортизации более 60% В 1998г. Было произведено только 21,2 тыс. тракторов и 6,3 тыс. автомобилей (табл. 6)

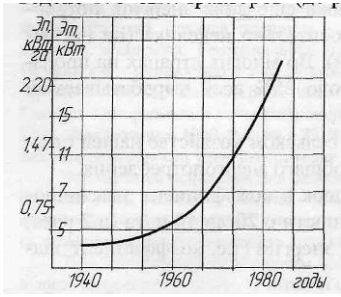


Рис. 2 Рост энерговооруженности труда ЭМ одного работника и энергообеспеченности Эп одного га пашни.

Таблица 6 Производство и реализация сельскохозяйственной техники (в тыс. штук) и удобрений (в перерасчете на 100%

питательных веществ, в млн.т.)

Продукция промышленности	Производство			Реализация		
	1991 г.	1994 г.	1995 г.	1991 г.	1994 г.	1995 г.
Тракторы	178	28,7	21,2	131,4	22,1	9,7
Грузовые автомобили	55,4	12,1	6,3	83,3	9Д	4,7
Зерноуборочные комбайны	5,0	3,2	0,6	31,7	9,1	4,4
Картофелеуборочные комбайны	81,7	13,0	3,4	3,8	0,4	0,2
Плуги	41,0	2,0	1,4	-	9,1	-
Сеялки	71,8	3,7	1,9	-	5,8	-
Культиваторы	20,4	8,2	4,9	-	7,5	-
Минеральные удобрения	15,0	8,3	8,8	-	1,4	-

Если не остановится тенденция сокращения парка машин (таблица 6), то к 2010 году парк тракторов составит только 29% от уровня 1990г., зерно- и кормоуборочных комбайнов - 31...33% и другой сельскохозяйственной техники - от 16 до 37%.

По РБ по состоянию на 01.01.2004 г. можно привести следующие примеры.

Площадь пахотных земель республики 4188,3 тыс.га. Тракторов всего физических 30236, в т.ч. колесных 17384 и гусеничных 12852.

Тракторов К-700 требуется 2867 (в наличии 1228), Т-150К-1745 (255,9), МТЗ-4121.

Комбайны зерноуборочные - имеются 7289, требуются дополнительно 2530 ед.

Основным энергетическим источником в тракторах, автомобилях, комбайнах является на сегодня ДВС.

ДВС - самые экономичные двигатели; в них полнота преобразования тепла на полезную работу (эффективный к.п.д. n_e) достигает до 0,45 (в дизелях).

Современные ДВС работают на горюче-смазочных материалах нефтяного происхождения.

Экономия горюче-смазочных материалов является одной из важных проблем сельскохозяйственного производства, успешность решения которой зависят от целого ряда факторов. Так большой эффект дает увеличение приходящихся на один трактор сельскохозяйственных машин.

При обследовании, например, колхозов ряда районов Минской области было выявлено, что изменение соотношения между стоимостью трактора и рабочих машин с 1:0,83 до 1:2,79 позволяет повысить производительность тракторов на 21,6%, увеличить число отработанных дней тракторов на

15,3%, повысить их сменную выработку на 10,3% и снизить себестоимость условного эталонного гектара на 7,5%.

В 1982 г. соотношение стоимости тракторов и сельскохозяйственных машин по развитым странам составило: в США - 1:2,5 (1:2,54 было в 1975 г.), Англии - 1:0,29, ФРГ - 1:0,9, Франции - 1:1,53.

Для экономии топлива целесообразно оснащение машинно-тракторного парка сельскохозяйственной техникой нового поколения - тракторами с повышенной единичной мощностью; комбинированными многооперационными машинами (выполняющими не менее 50% всех операций за один проход) и т.д.

Серьезным резервом является внедрение перспективных технологий возделывания и уборки основных сельскохозяйственных культур, реализующих технические возможности нового поколения машин; оно позволяет уменьшить потребность в тракторах на 36%, сельскохозяйственных машинах - в 3,2 раза, зерноуборочных комбайнах - в 2,5 раза, механизаторах - на 31 %, снизив при этом расход топлива на 27%, а себестоимость основных видов продукции - почти на 30%.

Особый эффект может дать минимизация обработки почвы (на 30,35% позволяет экономить топливо), рационализация технологии уборки с.х. культур и вообще ориентация на менее энергоемкие операции.

Большой эффект дает и переход на гусеничные тракторы (снижает расход топлива на 8-9%). По данным Сев.Кав. МИС, расход топлива при выполнении с.х. операции гусеничными тракторами (например, ДТ-75М) оказался на 9-20% ниже, чем колесными тракторами (Т-150К, К-701).

Из других возможных резервов укажем на расширение применения дизелей и дальнейшее совершенствование самих ДВС (например, переходом на регулирование режимов их работы последовательным отключением части цилиндров по мере снижения нагрузки, что, по данным США, повышает экономичность на 15%).

Другое направление экономии топлива - широкое использование альтернативных его видов - газа, биогаза, метанола, рапсового масла и др.

В качестве газового топлива могут использоваться природный газ (состоящий на 95...99% из метана и имеющий октановое число - 104), добываемый на газовых месторождениях; попутный нефтяной газ, добываемый совместно с нефтью, и сжиженный газ, вырабатываемый из попутного газа. По предварительным данным, при использовании газа в два раза снижаются расходы на топливо.

Можно ориентироваться и на биогаз, получаемый из растительных остатков, например, из навоза. Одна корова в год дает 4...5 т. сухого навоза, что соответсвует примерно 2000 $м^3$ биогаза (900 кВт-ч. - или наче 302 кг условного топлива). В то же время на механизацию самого коровника тратится всего 350...400 кВт-ч энергии.

В Запорожском филиале ВИЭСХ создали биоэнергетическую установку, использующую навоз от полутораста коров и двадцати свиней с поросятами. Сбраживание навоза давало биологический газ в количестве, достаточном для работы электростанции мощностью 30 кВт, парового котла на 1600 $м^3$ пара и газовой плиты в кухне столовой.

Вообще же на биомассы в мире приходятся около 15% всех энергоносителей.

Перспективен как топливо метанол (CH_3OH) - метиловый спирт (в отличии от обычного этилового спирта C_2H_5OH очень ядовит), имеющий высокое октановое число. По теплоте сгорания он в два раза уступает бензину. Поэтому при его использовании объем топливного бака приходится удваивать.

Получают его по схеме уголь—>метан (CH_2) и его окисляя—жетанол. В Бразилии в свое время 1 млн. автомобилей работали на метаноле

Метанол является идеальным топливом для двигателей с искровым зажиганием (ДсИЗ). Он позволяет увеличить степень сжатия этих двигателей и приблизить их по экономичности к дизелям. И к тому же граница воспламеняемости метаноло-воздушной смеси намного шире (рисунок 3), чем при бензине. Это позволяет расширить режимы частичных нагрузок двигателя и существенно поднять экономичность работы на малых нагрузках.

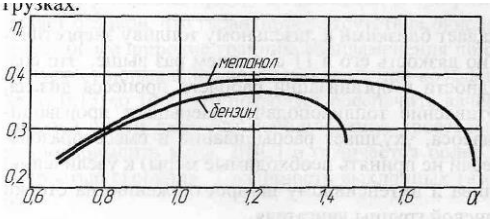


Рисунок 3 Влияние коэффициента избытка воздуха (а) на индикаторный к.п.д. (N_i) при работе двигателя на метаноле и бензине (Е=9,0)

Метанол можно использовать и в смеси с бензином. При добавлении в бензин 10...20% метанола можно обходиться без антидетонационных присадок.

Большую перспективу имеет и рапсовое масло, поскольку по удельной теплоте сгорания оно существенно не уступает дизельному топливу. Выгодное отличие его заключается в том, что содержание кислорода в нем намного выше, чем у дизельного топлива - около 11%.

Продукты сгорания рапсового масла не токсичны и легко поддаются биологическому разложению. При сгорании рапсового масла в атмосферу выбрасывается ровно столько двуокиси углерода, сколько рапс брал из нее для своего роста. При современных ценах, как показывают простейшие расчеты, рапсовое масло может оказаться дешевле дизельного топлива на 25%.

Первые двигатели, работающие на рапсовом масле, были созданы за рубежом в 1975 году и установлены на легковые автомобили. Расход топлива был таким же, что и при топливе нефтяного происхождения - составлял 5-6 литров на 100 километров (при мощности 70 л.с).

В настоящее время созданием двигателей, работающих на рапсовом масле, занимаются такие ведущие фирмы, как VW, Рено, Шенебек, Эльсбет и др. Ими созданы серии трех-, четырех-, шести- и двенадцатицилиндровых двигателей мощностью от 3 до 600 кВт.

В нашей стране эксперименты по использованию рапсового масла проводились на двигателях Д-240 и ГАЗ-52. По результатам испытаний для двигателя Д-240 был рекомендован целесообразный состав топлива - 75 % рапсового масла и 25 % дизельного топлива.

Расчеты показывают что обычное фермерское хозяйство может полностью обеспечить себя топливом в виде рапсового топлива. Так если хозяйство имеет общую посевную площадь в 100 га, то, возделывая рапс на 14 га из них, может собрать 35 тонн масло-семян и получить необходимые 11 тонн масла, достаточные для выполнения всех работ на 100 га.

Растительные масла, к которым относится и рапсовое, являются липидами (эфирами жирных кислот) или глицеринами. Обладая высокой теплотворной способностью, они содержат прямые углеводородные цепи, что обуславливает их относительно высокие цетано-вые числа.

В таблице 7 приведены значения низшей теплоты сгорания, вязкости и цетанового числа рапсового масла и дизельного топлива среднего состава.

Таблица 7 Физико-химические показатели рапсового масла и товарного дизельного топлива

Вид топлива	Низшая теплота сгорания, кДж/кг	Плотность при 15°С, кг/м3	Цетановое число	Вязкость при 20°С, мм2/с
Рапсовое масло	37300	915	32...37,6	68,8
Дизельное топливо	42500	840	45	6,0

Рапсовое масло обладает близкими к дизельному топливу энергетическими возможностями, но вязкость его в 11 с лишнем раз выше. Это создает определенные трудности в организации рабочего процесса дизеля, т.к. увеличивает сопротивление топливоподаче, уменьшает производительность топливного насоса, ухудшает распыливание и смесеобразование. Все это приводит (если не принять необходимые меры) к увеличению удельного расхода топлива и интенсивному нагароотложению на стенки деталей цилиндро-поршневой группы двигателя.

Снизить вязкость рапсового масла можно повышая его температуру (таблица 8).

Таблица 8 Влияние температуры на вязкость (мм2/с) рапсового масла

Температура, °С	20°С	40°С	60°С	80°С
Вязкость	69,5	31,5	16,8	10,2

При использовании рапсового масла в качестве моторного топлива требуется ввести в топливную систему двигателя специальные подогреватели (теплообменники), обеспечивающие его локальный подогрев и, как следствие, снижающие вязкость.

Вязкость рапсового масла можно снижать и замещением трехвалентных молекул глицерина одновалентными молекулами спирта посредством добавления небольшого количества метанола или этанола (трансэтерфикацией). На 1000 кг растительного масла обычно добавляют 110 кг метилового или этилового спирта и получают 1000 кг метилового или этилового эфира и 110 кг глицерина. При этом рапсовое масло приобретает свойства, приближающие его к дизельному топливу (таблице 9).

Таблица 9 Показатели рапсового масла после метилэтерификации

Температура воспламенения, °С	Вязкость при 20°С, мм2/с	Минимальное цетановое число	Низшая теплота сгорания, кДж/кг
81,0	5Л	54	34300

В качестве топлива в ДВС может применяться и водород.

Водород - один из самых легких газов - он в 14 раз легче воздуха, а жидкий водород в 13 раз легче авиационных топлив. В то же время теплота его сгорания в три раза больше теплоты сгорания бензина.

Водород обладает рядом и других серьезных преимуществ по сравнению с другими топливами - быстро и хорошо образует смесь с воздухом, не создает проблему реконденсации и испарения, допускает быстрое обогащение смеси как при пуске ДВС, так и при разгоне автомобиля, не выделяет осадков, что гарантирует отсутствие окислений в камере сгорания, имеет более широкие границы воспламенения по сравнению с бензином - допускает нормальное воспламенение при коэффициентах избытка воздуха от 0,13 до 10,2 (это позволяет обеспечить качественное регулирование рабочей смеси даже без использования дроссельной заслонки и существенно повысить к.п.д. ДВС) и отличается более высокой максимальной скоростью сгорания. Токсичность выхлопных газов при нем намного ниже.

Почти все ведущие страны разрабатывают свои программы водородной энергетики. В мире уже работают десятки станций, заправляющих автомобили этим газом.

Водород можно получать, разлагая обычную воду на водород и кислород. Этот простейший процесс отличается большой энергоемкостью. Его можно

будет реализовать в случае, когда будет освоена неограниченная по запасам термоядерная энергия. Пока же его получают сжигая уголь в присутствии водяного пара при температуре свыше 600°С. В результате этой реакции получается синтетический газ, состоящий из окиси углерода (СО) и водорода (H_2).

Этот газ можно подвергнуть дальнейшим преобразованиям, при которых СО окисляется в $C0_2$, а водяной пар восстановляется до H_2. Вымывая из смеси газов $C0_2$ (соответствующие технологические процессы отработаны) можно получить чистый водород.

Пока же ищут и другие приемлемые на сегодня относительно мало-энергоемкие способы получения водорода.

На одно из интересных направлений указывалось в сообщениях Академии наук Казахстана (1986 г.) - получение его с использованием алюминия. Как известно, чистый алюминий защищен коркой, предохраняющей его от дальнейшего окисления. В отличие от чистого алюминия у сплава его с добавками активаторов (например, галлия, индия и олова) корка не образуется. Если такой сплав опускать в воду, то он растворяется. При этом из одного грамма его выделяется больше одного литра водорода. Скорость выделения легко регулируется, а сама технология оказывается безотходной (растворяется в воде только алюминий, а активаторы оседают на дно; к тому же образующаяся окись алюминия может применяться в каталитических процессах в промышленности).