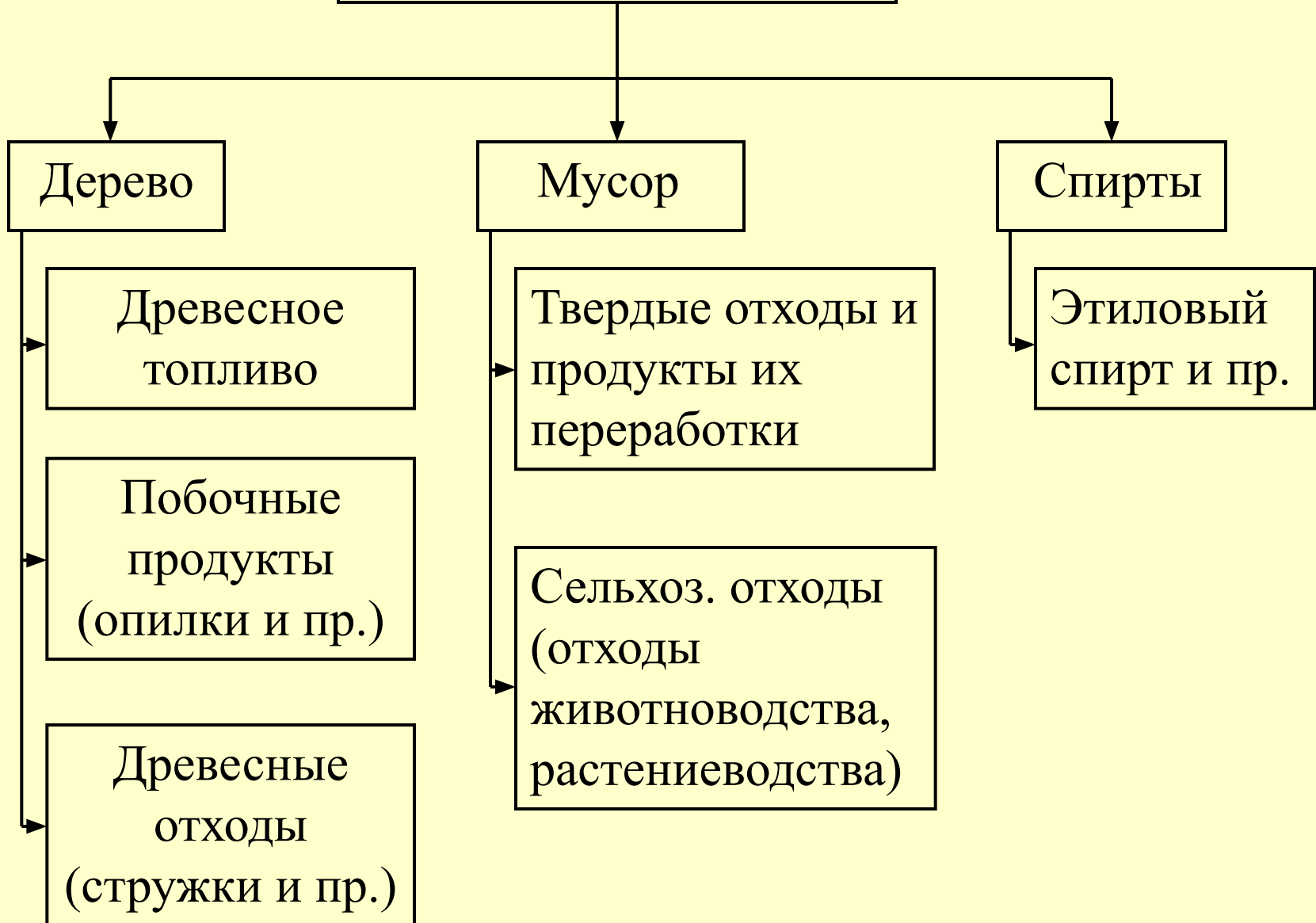


Использование биотоплива для  
энергетических целей.  
Геотермальная энергия.  
Энергия ветра.  
Энергетические ресурсы  
океана.

# Виды биотоплива



# Древесина и отходы ее производства

- До середины XIX в. древесина – основной источник энергии
- В индустриально развитых странах сейчас дерево – источник ~2% энергии, в развивающихся эта доля больше.
- Применяется в основном на деревообрабатывающих производствах для получения пара и электричества, дополнительная экономия за счет уничтожения (вместо вывоза) отходов производства

Топливные гранулы (пеллеты) – результат прессования при высокой температуре отходов производства: древесные опилки, стружка, кора, сучки, ветки и т.д.

Технология разработана в России в 1830-х годах А.П. Вешняковым первоначально для использования отходов древесного и каменного угля.



*Древесные гранулы*

Содержание энергии: 1кг гранул = 0,5л жидкого топлива.

Дешевизна, 98.5% сгорание, снижение выбросов в атмосферу

# Переработка бытовых отходов

1. Мусор как топливо для небольшой ТЭС, средняя мощность ~10 МВт.
2. Оборудование свалок системой сбора метана.

При гниении бытовых отходов выделяется биогаз (метан).

В заполненной свалке перед герметизацией устанавливается система сбора метана.

Метан используется как топливо для ТЭС.

Минус – медленное гниение в герметизированном пространстве, большая часть отходов мумифицируется, а не разлагается.



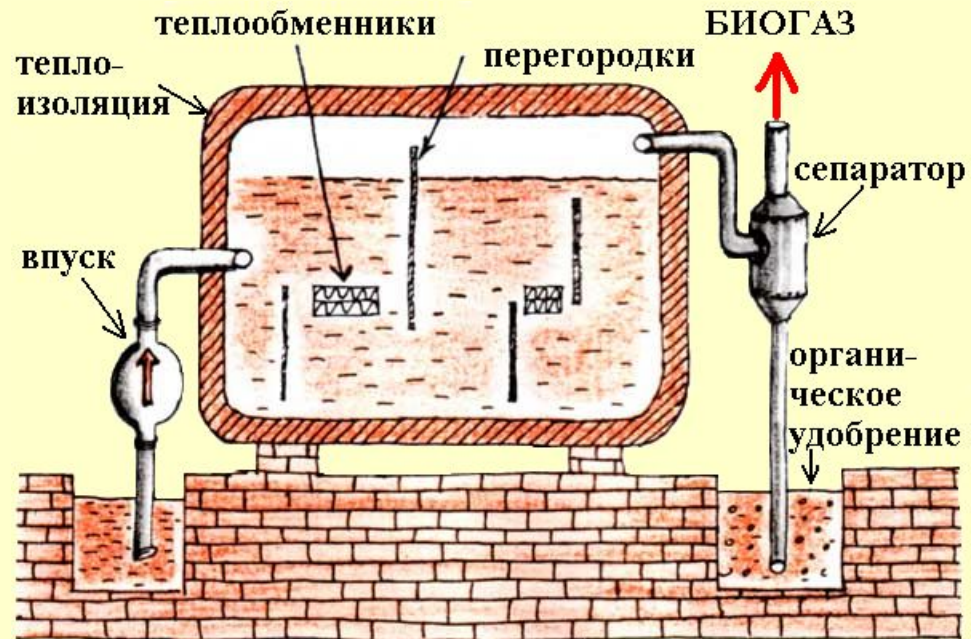
Более выгодна разработка специальных биореакторов

# Схема биореактора

## Элементы биогазовой установки:

- герметически закрытая емкость
- теплообменник
- устройства ввода и вывода биомассы
- устройство отвода газа

Теплоноситель – вода, нагретая до 40-60°C – «любимая» температура бактерий



Внутренние перегородки необходимы для направления потока биомассы и удлинения ее пути внутри реактора с образованием системы сообщающихся сосудов. Число и размещение перегородок зависит от свойств биомассы (плотности, вязкости и т.д.)

Для прогрева теплоносителя используется часть биогаза.

# Работа биореактора

Переработка навоза идет в бескислородных условиях при постоянно поддерживаемой температуре 40- 60°C. При продвижении через систему происходит перемешивание субстрата.

Длительность переработки, обеспечивающая обеззараживание навоза, не менее 12 суток. После этого можно подавать в реактор новые порции субстрата, извлекая соответствующие количества ферментированного продукта.

Масса субстрата практически не изменяется, если не считать испаряемой воды, которая переходит в биогаз. Органическое вещество навоза разлагается на 30- 40 %; деструкции подвергаются в основном легко разлагаемые соединения – жир, белки, углеводы, а целлюлоза сохраняется полностью. (О методе переработки целлюлозы будет сказано ниже.)

Получаемый биогаз плотностью 1.2 кг/м<sup>3</sup> (0.93 плотности воздуха) имеет следующий состав (%): CH<sub>4</sub> – 65±10, CO<sub>2</sub> – 34 ±10, сопутствующие газы - до 1 (в том числе сероводород - до 0.1).

Содержание воды в биогазе при 40°C – 50 г/м<sup>3</sup>, поэтому необходима осушка газа (например, удаление конденсата после охлаждения).

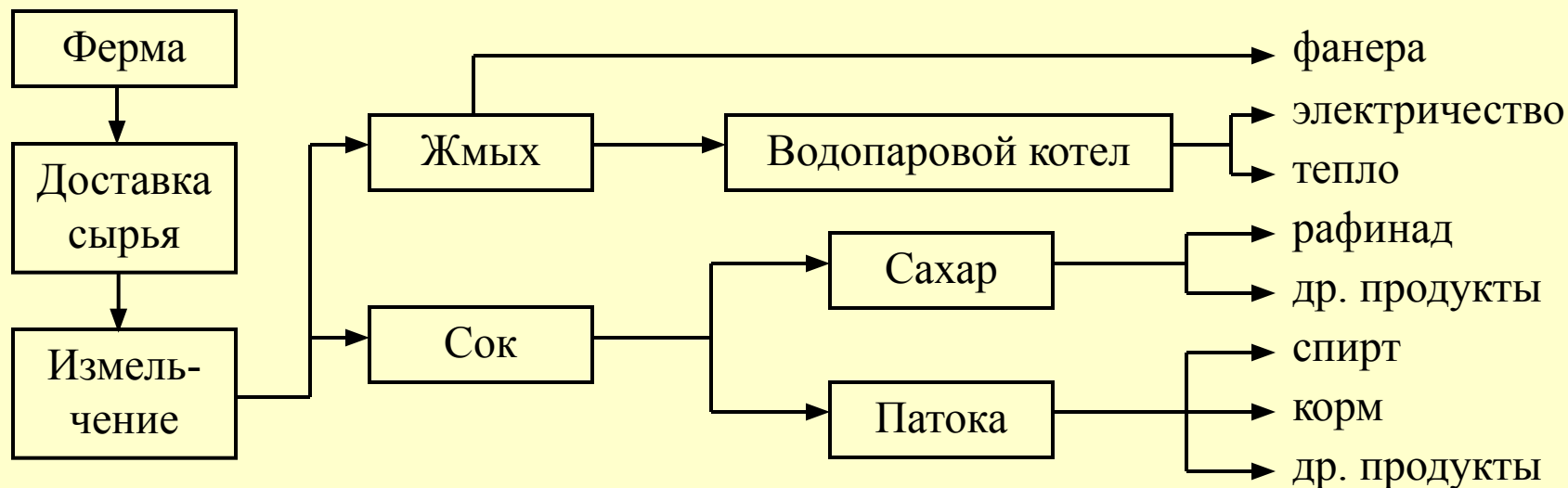
Давление газа, получаемого в биореакторе (1-3·10<sup>3</sup> Па), достаточно для его подачи на расстояние до 0.5 км без компрессоров.

# Энергетическая ферма

**Энергетическая ферма** – производит энергию в качестве основного или дополнительного продукта сельскохозяйственного производства, лесоводства и т. д., и тех видов промышленной и бытовой деятельности, в результате которых образуются органические отходы.

Простейшая цель – только производство энергии, но с помощью энергетического анализа выгодно найти наилучшее соотношение между получением из различных видов биомассы энергии, топлива и т.д.

## Пример – комплексная переработка сахарного тростника



Сжигание отходов переработки – обеспечение энергией и теплом.

Электричество и спирт – выполнение транспортных операций.

# Процессы обработки биотоплива

В процессе обработки биотопливо может подвергаться:

а) *пиролизу* – нагрев с частичным сжиганием для получения различных топлив и сопутствующих веществ. Известен с древности (из неделовой древесины получали древесный уголь и деготь)

б) *термохимической переработке* – нагрев в атмосфере водорода, угарного газа, серной кислоты и т.д. В процессе термохимической обработки получают либо топливо, либо сырье для

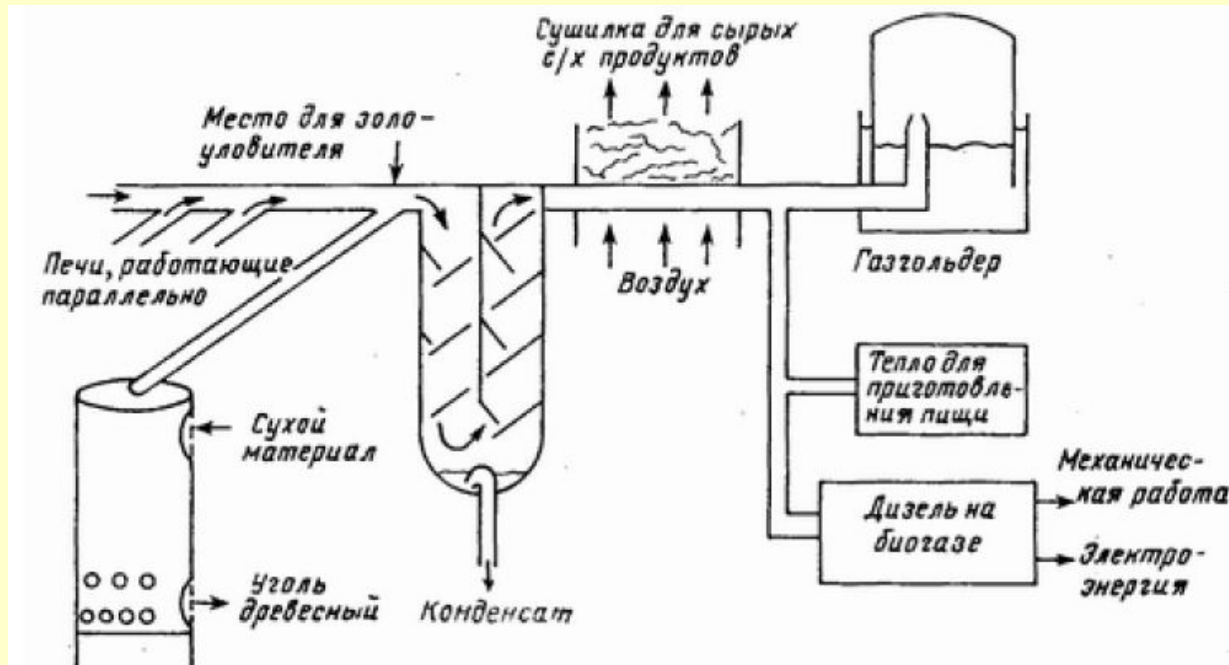
в) *спиртовой ферментации* – обработке биомассы с целью получения топливного спирта



# Пиролиз

**Пиролиз** – процессы, при котором органическое сырье подвергают нагреву или частичному сжиганию для получения производных топлив или химических соединений. Сырье – древесина, биомасса, мусор, уголь. Продукты пиролиза – газы, жидкий конденсат (смолы, масла), твердые остатки (древесный уголь, зола).

**Газификация** – это пиролиз, приспособленный для максимального получения производного газообразного топлива (например,  $H_2$  и  $CO$ , из которых можно синтезировать метанол  $CH_3OH$ ). Устройства для газификации - **газогенераторы**.



*Установка для осуществления пиролиза*

# Продукты пиролиза

$$\text{КПД пиролиза} = \frac{Q_{\text{сгорания произвольного топлива}}}{Q_{\text{сгорания используемой биомассы}}} = 80-90\%$$

Разновидности топлива, получаемого в результате пиролиза, обладают *меньшей (на 10-20%)* по сравнению с исходной биомассой суммарной *энергией сгорания*, но отличаются *большой универсальностью применения*.

**Твердый остаток** (максимально возможная массовая доля 25-35%) – древесный уголь, обладает теплотой сгорания около 30 МДж/кг.

**Жидкости** (максимально возможная массовая доля около 30%) – вязкие фенольные смолы и текучие жидкости, уксусную кислоту, метанол (максимум 2%) и ацетон. Они могут быть сепарированы, либо могут использоваться вместе в качестве жидкого топлива с теплотой сгорания около 22 МДж/кг.

**Газы** (максимальная массовая доля, получаемая в газогенераторах – около 80%) – в виде смеси различных веществ ( $\text{CH}_4$ ,  $\text{H}_2$ ,  $\text{N}_2$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{CO}_2$ , эфиры, ...). Теплота сгорания на воздухе составляет 5–10 МДж/кг. Они могут быть использованы непосредственно в дизелях или в карбюраторных двигателях.

# Пример использования продуктов пиролиза

В СССР в 1938-1950 годах производилась газогенераторная версия «полторки» - ГАЗ-42. Топливо – генераторный газ, получаемый из угля, торфа, дров, брикетов сгораемых отходов (опилки, угольная пыль). Аналогичные машины производились и в Германии, на 1941 г в эксплуатации их было около 300 тыс., в основном на брикетах угольной пыли из Рура.



## ТТХ ГАЗ-42 в сравнении с прототипом (ГАЗ-АА-ММ):

грузоподъемность – 1200 кг / 1500 кг (потеря за счет массы установки),  
мощность – 30 л.с. / 50 л.с., скорость – 50 км/ч / 70 км/ч,  
расход на 100 км – 80 кг дров / 19.5 л бензина.

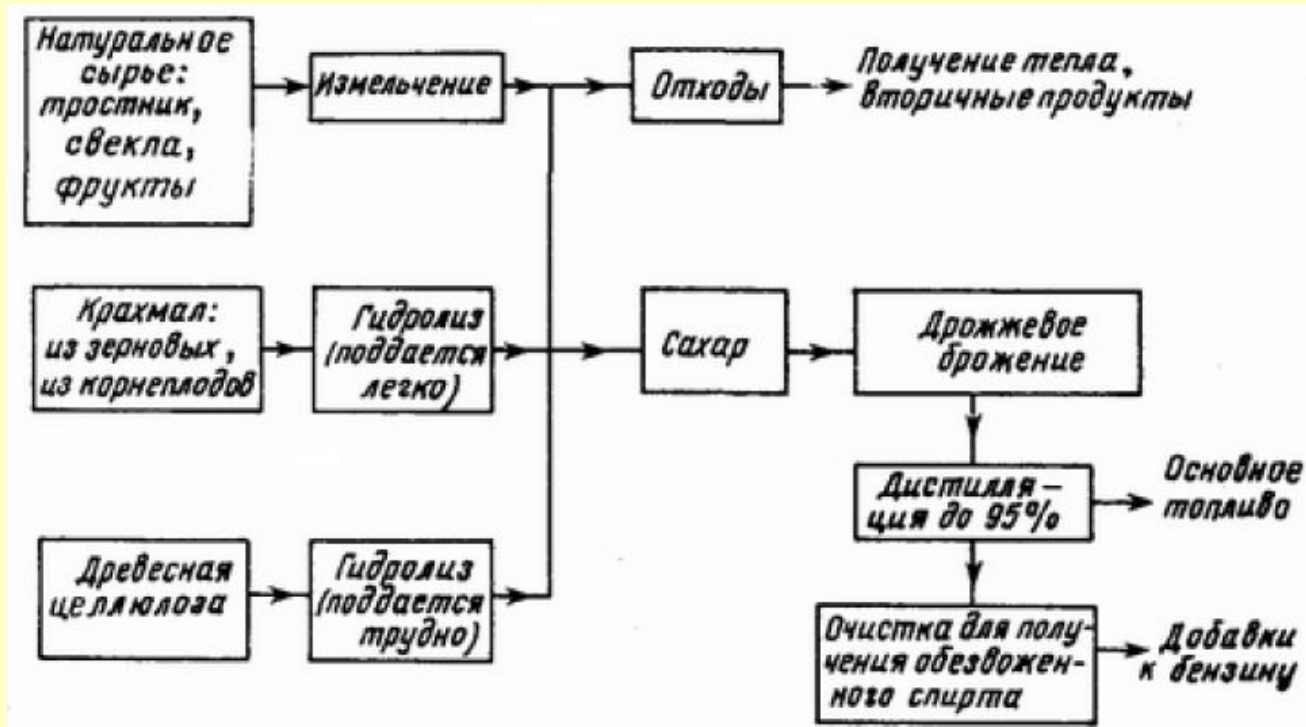
Выгода – экономия дефицитного бензина.

В настоящее время широко распространены только в Северной Корее.

# Спиртовая ферментация

## Методы получения спирта

Спирт в естественных условиях образуется из сахаров дрожжами (до 10%), для повышения концентрации – перегонка (дистилляция) (до 95%), обезвоживание – перегонка совместно с бензолом.

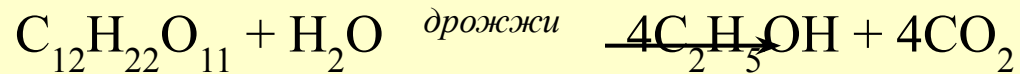


**Основные энергозатраты связаны с дистилляцией.**

Использование отходов биомассы для выработки электроэнергии и обеспечения производства теплом – основа рентабельности получения этанола.

# Процессы производства этанола

1. Из промышленной сахарозы из сока сахарного тростника:



В производстве выход ограничивается конкурирующими реакциями и потреблением сахарозы на увеличение массы дрожжей, до величин около 80%.

2. Из сахарной свеклы получается сахар для сбраживания. Меньше отходов для получения тепла => процесс получения этанола дорожает.

3. Из растительного крахмала, например, из злаковых, подвергаемого гидролизу на сахар. Крупные молекулы крахмала могут быть разрушены на глюкозные остатки ферментами солода или грибков; либо при обработке сильными кислотами, что удорожает процесс.

4. Из целлюлозы. Имеет полимерную структуру связей молекул глюкозы, трудно поддающуюся гидролизу. Гидролиз целлюлозы в кислоте дорог и энергоемок. При использовании грибков – дешевле, но медленнее. В основе промышленного процесса – использование измельченной древесной массы или старых газет. Механическое разрушение древесины – наиболее энергоемкая и дорогая стадия процесса.

# Использование этанола в качестве топлива

**Варианты:** переделка двигателей под 95% этанол, либо заправка обычных двигателей смесью из 100% этанола с бензином в соотношении 1:10.

Смесь бензина с обезвоженным этанолом – **газохол** – применяется в Бразилии, в США. Не требует переделки двигателя.

Добавка этанола позволяет выдерживать ударные нагрузки без взрыва – заменитель свинецсодержащих присадок. Кроме того, уменьшается выброс CO.

Теплота сгорания этанола (24 МДж/м<sup>3</sup>) на 40% ниже, чем у бензина (39 МДж/м<sup>3</sup>), но эффективное горение компенсирует уменьшение теплотворной способности. То есть двигатели потребляют примерно одинаковое количество газохола и бензина.

**Перспектива:** смесь этанола с бензином в соотношении 85:15 (т.н. E85), популяризируется в США, Бразилии, Швеции. Расход топлива возрастает не более чем на 12%.

**Проблемы:** с возрастанием содержания спирта топливо становится агрессивным по отношению к резине. В обычных двигателях может применяться лишь краткое время.

Конец

Юсупов Денис

Группа 2221