

## Содержание

Введение.....	3
1 Виды топлива.....	4
2 Применение различных видов топлива.....	14
Заключение.....	25
Список литературы.....	26

## Введение

Роль топлива в народном хозяйстве велико и все время возрастает. Современные предприятия машиностроения являются крупнейшими потребителями энергии и энергоносителей, в частности такого вида энергии, как топливо. Топливо играет очень важную роль в жизни человека, так как топливо во многом удовлетворяет человеческие потребности. Например, газ. С помощью газа мы отапливаем дома, на газовой плите готовим еду. Многие автомобилисты переходят с бензина на газ, так как он дешевле. Твердые топлива, такие как уголь, древесина также служат для отопления домов, в основном деревенских, и бань. Основным источником получения жидких топлив является нефть.

Для более рационального использования нефть подвергают разгонке на отдельные составляющие (фракции). Для этого ее нагревают до различных температур, а получаемые при этом в определенных пределах температур пары подвергают охлаждению (конденсируют). Таким способом получают различные бензины, лигроин, керосин, соляровое масло и отходы - мазут, которые используют в промышленности.

Целью данной контрольной работы является попытка разобрать сущность топлива, его разновидности, его применение, а также рассмотреть основные процессы горения жидких, твердых и газообразных топлив.

## 1 Виды топлива

По определению Д.И. Менделеева, «топливом называется горючее вещество, умышленно сжигаемое для получения теплоты».

В настоящее время термин «топливо» распространяется на все материалы, служащие источником энергии (например, ядерное топливо).

Топливо по происхождению делят на:

- природное топливо (уголь, торф, нефть, горючие сланцы, древесина и др.)
- искусственное топливо (моторное топливо, генераторный газ, кокс, брикеты и др.).

По своему агрегатному состоянию его делят на твёрдое, жидкое и газообразное топливо, а по своему назначению при использовании – на энергетическое, технологическое и бытовое. Наиболее высокие требования предъявляются к энергетическому топливу, а минимальные требования – к бытовому.

Твёрдое топливо – древесно-растительная масса, торф, сланцы, бурый уголь, каменный уголь.

Жидкое топливо – продукты переработки нефти (мазут).

Газообразное топливо – природный газ; газ, образующийся при переработке нефти, а также биогаз.

Ядерное топливо – расщепляющиеся (радиоактивные) вещества (уран, плутоний).

Органическое топливо, т.е. уголь, нефть, природный газ, составляет подавляющую часть всего энергопотребления. Образование органического топлива является результатом теплового, механического и биологического воздействия в течение многих столетий на останки растительного и животного мира, откладывающиеся во всех геологических формациях. Всё это топливо имеет углеродную основу, и энергия высвобождается из него, главным образом, в процессе образования диоксида углерода.

**Твёрдое топливо.** Ископаемое твёрдое топливо (за исключением сланцев) является продуктом разложения органической массы растений. Самое молодое из них – торф – представляет собой плотную массу, образовавшуюся из перегнивших остатков болотных растений. Следующими по «возрасту» являются бурые угли – землистая или чёрная однородная масса, которая при длительном хранении на воздухе частично окисляется («выветривается») и рассыпается в порошок. Затем идут каменные угли, обладающие, как правило, повышенной прочностью и меньшей пористостью. Органическая масса наиболее старых из них – антрацитов – претерпела наибольшие изменения и на 93 % состоит из углерода. Антрацит отличается высокой твёрдостью.

Мировые геологические запасы угля, выраженные в условном топливе, оцениваются в 14000 млрд.тонн, из которых половина относится к достоверным (Азия – 63%, Америка – 27%). Наибольшими запасами угля располагают США и Россия. Значительные запасы имеются в ФРГ, Англии, Китае, на Украине и в Казахстане.

Всё количество угля можно представить в виде куба со стороной 21 км, из которого ежегодно изымается человеком «кубик» со стороной 1,8 км. При таких темпах потребления угля хватит примерно на 1000 лет. Но уголь – тяжёлое неудобное топливо, имеющее много минеральных примесей, что усложняет его использование. Запасы его распределены крайне неравномерно. Известнейшие месторождения угля: Донбасский (запасы угля 128 млрд.т.), Печорский (210 млрд.т.), Карагандинский (50 млрд.т.), Экибастузский (10 млрд.т.), Кузнецкий (600 млрд.т.), Канско-Ачинский (600 млрд.т.). Иркутский (70 млрд.т.) бассейны. Самые крупные в мире месторождения угля – Тунгусское (2300 млрд.т. – свыше 15% от мировых запасов) и Ленское (1800 млрд.т. – почти 13% от мировых запасов).

Добыча угля ведётся шахтным методом (глубиной от сотен метров до нескольких километров) или в виде открытых карьерных разработок. Уже на этапе добычи и транспортировки угля, применяя передовые технологии,

можно добиться снижения потерь при транспортировке. Уменьшения зольности и влажности отгружаемого угля.

Возобновляемым твёрдым топливом является древесина. Доля её в энергобалансе мира сейчас чрезвычайно невелика, но в некоторых регионах древесина (а чаще её отходы) также используется в качестве топлива.

В качестве твёрдого топлива могут быть также использованы брикеты – механическая смесь угольной и торфяной мелочи со связующими веществами (битум и др.), спрессованная под давлением до 100 МПа в специальных прессах.

**Жидкое топливо.** Практически всё жидкое топливо пока получают путём переработки нефти. Нефть, жидкое горючее полезное ископаемое, представляет собой бурюю жидкость, содержащую в растворе газообразные и легколетучие углеводороды. Она имеет своеобразный смоляной запах. При перегонке нефти получают ряд продуктов, имеющих важное техническое значение: бензин, керосин, смазочные масла, а также вазелин, применяемый в медицине и парфюмерии.

Сырую нефть нагревают до 300-370 °С, после чего полученные пары разгоняют на фракции, конденсирующиеся при различной температуре  $t^a$ : сжиженный газ (выход около 1%), бензиновую (около 15%,  $t^a=30 - 180^\circ\text{C}$ ). Керосиновую (около 17 %,  $t^a=120 - 135^\circ\text{C}$ ), дизельную (около 18 %,  $t^a=180 - 350^\circ\text{C}$ ). Жидкий остаток с температурой начала кипения 330-350°С называется мазутом. Мазут, как и моторное топливо, представляет собой сложную смесь углеводородов, в состав которых входят, в основном, углерод (84-86 %) и водород (10-12%).

Мазут, получаемый из нефти ряда месторождений, может содержать много серы (до 4.3%), что резко усложняет защиту оборудования и окружающей среды при его сжигании.

Зольность мазута не должна превышать 0,14 %, а содержание воды должно быть не более 1,5 %. В состав золы входят соединения ванадия,

никеля, железа и других металлов, поэтому её часто используют в качестве сырья для получения, например, ванадия.

В котлах котельных и электростанций обычно сжигают мазут, в бытовых отопительных установках – печное бытовое топливо (смесь средних фракций).

Мировые геологические запасы нефти оцениваются в 200 млрд. т., из которых 53 млрд.т. составляют достоверные запасы. Более половины всех достоверных запасов нефти расположено в странах Среднего и Ближнего Востока. В странах Западной Европы, где имеются высокоразвитые производства, сосредоточены относительно небольшие запасы нефти. Разведанные запасы нефти всё время увеличиваются. Прирост происходит в основном за счёт морских шельфов. Поэтому все имеющиеся в литературе оценки запасов нефти являются условными и характеризуют только порядок величин.

Общие запасы нефти в мире ниже, чем угля. Но нефть более удобное для использования топливо. Особенно в переработанном виде. После подъёма через скважину нефть направляется потребителям в основном по нефтепроводам, железной дорогой или танкерами. Поэтому в себестоимости нефти существенную часть имеет транспортная составляющая.

**Газообразное топливо.** К газообразному топливу относится, прежде всего, природный газ. Это газ, добываемый из чисто газовых месторождений, попутный газ нефтяных месторождений, газ конденсатных месторождений, шахтный метан и т.д. Основным его компонентом является метан  $\text{CH}_4$ ; кроме того, в газе разных месторождений содержатся небольшие количества азота  $\text{N}_2$ , высших углеводородов  $\text{C}_n\text{H}_m$ , диоксида углерода  $\text{CO}_2$ . В процессе добычи природного газа его очищают от сернистых соединений, но часть их (в основном сероводород) может оставаться.

При добыче нефти выделяется так называемый попутный газ, содержащий меньше метана, чем природный, но больше высших углеводородов и поэтому выделяющий при сгорании больше теплоты.

В промышленности и особенно в быту находит широкое распространение сжиженный газ, получаемый при первичной обработке нефти и попутных нефтяных газов. Выпускают технический пропан (не менее 93%  $C_3H_8 + C_3H_6$ ), технический бутан (не менее 93%  $C_4H_{10} + C_4H_8$ ) и их смеси.

Мировые геологические запасы газа оцениваются в 140-170 триллионов  $m^3$ .

Природный газ располагается в залежах, представляющих собой «купола» из водонепроницаемого слоя (типа глины), под которым в пористой среде (песчаник) под давлением находится газ, состоящий в основном из метана  $CH_4$ . На выходе из скважины газ очищается от песчаной взвеси, капель конденсата и других включений и подаётся на магистральный газопровод диаметром 0,5 – 1,5 м длиной несколько тысяч километров. Давление газа в газопроводе поддерживается на уровне 5 МПа при помощи компрессоров, установленных через каждые 100-150 м. Компрессоры вращаются газовыми турбинами, потребляющими газ. Общий расход газа на поддержание давления в газопроводе составляет 10-12% от всего прокачиваемого. Поэтому транспорт газообразного топлива весьма энергозатратен.

В последнее время в ряде мест всё большее применение находит биогаз – продукт анаэробной ферментации (сбраживания) органических отходов (навоза, растительных остатков, мусора, сточных вод и т.д.). В Китае на самых разных отбросах работают уже свыше миллиона фабрик биогаза (по данным ЮНЕСКО – до 7 млн.). В Японии источниками биогаза служат свалки предварительно отсортированного бытового мусора. «Фабрика», производительностью до 10-20  $m^3$  газа в сутки. Обеспечивает топливом небольшую электростанцию мощностью 716 кВт.

Анаэробное сбраживание отходов крупных животноводческих комплексов позволяет решить чрезвычайно острую проблему загрязнения окружающей среды жидкими отходами путём превращения их в биогаз

(примерно 1 куб.м в сутки на единицу крупного рогатого скота) и высококачественные удобрения.

Весьма перспективным видом топлива, обладающим в три раза большей удельной энергоёмкостью по сравнению с нефтью, является водород, научно-экспериментальные работы по изысканию экономичных способов промышленного преобразования которого активно ведутся в настоящее время как в нашей стране, так и за рубежом. Запасы водорода неисчерпаемы и не связаны с каким-то регионом планеты. Водород в связанном состоянии содержится в молекулах воды ( $H_2O$ ). При его сжигании образуется вода, не загрязняющая окружающую среду. Водород удобно хранить, распределять по трубопроводам и транспортировать без больших затрат.

В настоящее время водород в основном получают из природного газа, в ближайшем будущем его можно будет получать в процессе газификации угля. Для получения химической энергии водорода используется также процесс электролиза. Последний способ имеет значительное преимущество, так как приводит к обогащению кислородом окружающей среды. Широкое применение водородного топлива может решить три актуальные проблемы:

- уменьшить потребление органического и ядерного топлива;
- удовлетворить возрастающие потребности в энергии;
- снизить загрязнение окружающей среды.

**Ядерное топливо.** Единственный природный вид ядерного топлива – тяжёлые ядра урана и тория. Энергия в виде теплоты высвобождается под действием медленных нейтронов при делении изотопа  $^{235}U$ , который составляет в природном уране 1/140 часть. В качестве сырья могут использоваться  $^{238}U$  и  $^{232}Th$ , которые при облучении нейтронами превращаются в новое ядерное топливо – соответственно  $^{239}Pu$  и  $^{239}U$ . При делении всех ядер, содержащихся в 1 кг урана, выделяется энергия  $2 \cdot 10^7$  кВт·ч, что эквивалентно 2,5 тыс.т высококачественного каменного угля с теплотой сгорания 35 МДж/кг (8373 ккал/кг).



Ядерное топливо делится на два вида:

- Природное урановое, содержащее делящиеся ядра  $^{235}\text{U}$ , а также сырьё  $^{238}\text{U}$ , способное при захвате нейтрона образовывать плутоний  $^{239}\text{Pu}$ ;
- Вторичное топливо, которое не встречается в природе, в том числе  $^{239}\text{Pu}$ , получаемый из топлива первого вида, а также изотопы  $^{233}\text{U}$ , образующиеся при захвате нейтронов ядрами тория  $^{232}\text{Th}$ .

По химическому составу, ядерное топливо может быть:

- Металлическим, включая сплавы;
- Оксидным (например,  $\text{UO}_2$ );
- Карбидным (например,  $\text{PuC}_{1-x}$ );
- Нитридным
- Смешанным ( $\text{PuO}_2 + \text{UO}_2$ )

Применение. Ядерное топливо используется в ядерных реакторах, где оно обычно располагается в герметично закрытых тепловыделяющих элементах (ТВЭЛх) в виде таблеток размером в несколько сантиметров.

К ядерному топливу применяются высокие требования по химической совместимости с оболочками ТВЭЛов, у него должна быть достаточная температура плавления и испарения, хорошая теплопроводность, небольшое увеличение объёма при нейтронном облучении, технологичность производства.

Металлический уран сравнительно редко используют как ядерное топливо. Его максимальная температура ограничена  $660\text{ }^\circ\text{C}$ . При этой температуре происходит фазовый переход, в котором изменяется кристаллическая структура урана. Фазовый переход сопровождается увеличением объёма урана, что может привести к разрушению оболочки ТВЭЛов. При длительном облучении в температурном интервале  $200\text{—}500\text{ }^\circ\text{C}$  уран подвержен радиационному росту. Это явление заключается в том, что

облучённый урановый стержень удлиняется. Экспериментально наблюдалось увеличение длины уранового стержня в полтора раза.

Использование металлического урана, особенно при температуре больше 500 °С, затруднено из-за его распухания. После деления ядра образуются два осколка деления, суммарный объём которых больше объёма атома урана (плутония). Часть атомов — осколков деления являются атомами газов (криптона, ксенона и др.). Атомы газов накапливаются в порах урана и создают внутреннее давление, которое увеличивается с повышением температуры. За счёт изменения объёма атомов в процессе деления и повышения внутреннего давления газов уран и другие ядерные топлива начинают распухать. Под распуханием понимают относительное изменение объёма ядерного топлива, связанное с делением ядер.

Распухание зависит от выгорания и температуры ТВЭЛов. Количество осколков деления возрастает с увеличением выгорания, а внутреннее давление газа — с увеличением выгорания и температуры. Распухание ядерного топлива может привести к разрушению оболочки ТВЭЛа. Ядерное топливо менее подвержено распуханию, если оно обладает высокими механическими свойствами. Металлический уран как раз не относится к таким материалам. Поэтому применение металлического урана в качестве ядерного топлива ограничивает выгорание, которое является одной из главных оценок экономики атомной энергетики.

Радиационная стойкость и механические свойства топлива улучшаются после легирования урана, в процессе которого в уран добавляют небольшое количество молибдена, алюминия и других металлов. Леглирующие добавки снижают число нейтронов деления на один захват нейтрона ядерным топливом. Поэтому леглирующие добавки к урану стремятся выбрать из материалов, слабо поглощающих нейтроны.

К хорошим ядерным топливам относятся некоторые тугоплавкие соединения урана: окислы, карбиды и интерметаллические соединения. Наиболее широкое применение получила керамика — двуокись урана  $UO_2$ .

Её температура плавления равна  $2800\text{ }^{\circ}\text{C}$ , плотность —  $10,2\text{ т/м}^3$ . У двуокиси урана нет фазовых переходов, она менее подвержена набуханию, чем сплавы урана. Это позволяет повысить выгорание до нескольких процентов. Двуокись урана не взаимодействует с цирконием, ниобием, нержавеющей сталью и другими материалами при высоких температурах. Основным недостатком керамики — низкая теплопроводность —  $4,5\text{ кДж/(м}\cdot\text{К)}$ , которая ограничивает удельную мощность реактора по температуре плавления. Так, максимальная плотность теплового потока в реакторах ВВЭР на двуокиси урана не превышает  $1,4\cdot 10^3\text{ кВт/м}^2$ , при этом максимальная температура в стержневых ТВЭЛах достигает  $2200\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Кроме того, горячая керамика очень хрупка и может растрескиваться.

Плутоний относится к низкоплавким металлам. Его температура плавления равна  $640\text{ }^{\circ}\text{C}$ . У плутония плохие пластические свойства, поэтому он почти не поддаётся механической обработке. Технология изготовления ТВЭЛов усложняется ещё токсичностью плутония. Для приготовления ядерного топлива обычно идут двуокись плутония, смесь карбидов плутония с карбидами урана, сплавы плутония с металлами.

Высокими теплопроводностью и механическими свойствами обладают дисперсионные топлива, в которых мелкие частицы  $\text{UO}_2$ ,  $\text{UC}$ ,  $\text{PuO}_2$  и других соединений урана и плутония размещают гетерогенно в металлической матрице из алюминия, молибдена, нержавеющей стали и др. Материал матрицы и определяет радиационную стойкость и теплопроводность дисперсионного топлива. Например, дисперсионное топливо Первой АЭС состояло из частиц сплава урана с 9 % молибдена, залитых магнием.

**Условное топливо.** Различные виды энергетических ресурсов обладают разным качеством, которое характеризуется энергоёмкостью топлива. Удельной энергоёмкостью называется количество энергии, приходящееся на единицу массы физического тела энергоресурса.

Для сопоставления различных видов топлива, суммарного учёта его запасов, оценки эффективности использования энергетических ресурсов,

сравнения показателей теплоиспользующих устройств, принята единица измерения – условное топливо. Условное топливо – это такое топливо, при сгорании 1 кг которого выделяется 29309 кДж, или 7000 ккал энергии. Для сравнительного анализа используется 1 тонна условного топлива.

$$1 \text{ т.т.} = 29309 \text{ кДж} = 7000 \text{ ккал} = 8120 \text{ кВт}\cdot\text{ч.}$$

Этот показатель соответствует хорошему малозольному углю, который иногда называют угольным эквивалентом.

За рубежом для анализа используется условное топливо с теплотой сгорания 41900 кДж/кг (10000 ккал/кг). Этот показатель называется нефтяным эквивалентом. В нижеследующей таблице приведены значения удельной энергоёмкости для ряда энергетических ресурсов в сравнении с условным топливом.

## 2 Применение различных видов топлива

На сегодняшний день существуют три оптимальных вида топлива для ТЭЦ, такие как уголь, мазут, дизель, торф и природный газ. Рассмотрим их подробнее.

**Уголь.** Уголь известен человечеству с давних времён. Люди используют уголь в качестве топлива очень давно. Это связано, прежде всего с доступностью самого топлива — некоторые залежи угля становятся доступны буквально сняв 2-3 метра верхнего слоя земли. Также давнее применение угля в качестве топлива связано ещё с тем, что его легко можно хранить. Не нужно каких-то хитрых приспособлений и построек, достаточно сложить его в кучу.

В промышленности уголь активно начали использовать с конца 18 века.

Со становлением железнодорожного транспорта уголь начали использовать и там. Первые электростанции, работающие на угле, начали строить с конца 19 века и до сих пор уголь на ТЭЦ активно используется [6].

На первых ТЭЦ уголь сжигался в котлах на колосниковых решетках.

Сначала кочегары лопатами закидывали уголь в топку, шлак удаляли тоже вручную. Затем появились механизированные колосниковые решетки. На них уголь сыпался с верха из бункера, решетка двигалась и шлак падал с другого конца в приемник шлака. Это значительно облегчило труд кочегаров.

В настоящее время в котлах электростанций не жгут уголь в виде комков.

Сейчас сжигают угольную пыль. Угольная пыль получается после размола кусков угля в дробилках и различных мельницах (барабанные, молотковые, мельницы-вентиляторы и др.) [7]. Затем, угольная пыль

транспортируется воздухом к горелкам, установленных в котле. На выходе из горелок в топке, угольная пыль перемешиваясь с воздухом горит.

Данное топливо обладает химической энергией, которая при сгорании в котле преобразуется в тепловую энергию пара. Ещё тепловую энергию можно назвать потенциальной. Далее потенциальная энергия пара на соплах турбины преобразуется в кинетическую энергию. Кинетическую энергию мы назовем скоростью. Эта кинетическая энергия на выходе из сопел турбины толкает рабочие лопатки и вращает вал турбины. Здесь получается механическая энергия вращения. Вал нашей турбины жестко сцеплен с валом электрического генератора. Вот уже в электрическом генераторе механическая энергия вращения преобразуется в электрическую энергию — электричество.

У угольной электростанции есть как преимущества, так и недостатки по сравнению, например, с газовой электростанцией.

Преимущества угольных электростанций: — низкая стоимость топлива; — сравнительная независимость от поставок топлива (есть большой угольный склад).

Недостатки угольных электростанций: — низкая маневренность — обусловлена дополнительным ограничением по выходу шлака из котла, если он с жидким шлакоудалением; — высокие выбросы, по сравнению с газовыми; — более низкий КПД по отпуску электроэнергии — здесь добавляются потери в котле и увеличение собственных электрических нужд за счет системы угольного пылеприготовления; — больше, чем на газовых станциях затраты на ремонт основного и вспомогательного оборудования, связано с тем, что добавляется абразивный износ и большее количество вспомогательных установок [6].

Из этого небольшого сравнения видно, что угольные электростанции проигрывают газовым. Но все же мир не отказывается от их строительства. Это связано, прежде всего с экономической точки зрения.

Возьмем, к примеру, нашу страну. У нас есть некоторые места на карте, где добывают в больших количествах уголь. Самое известное — Кузбасс (Кузнецкий угольный бассейн), она же Кемеровская область. Там довольно много электростанций, самые крупные — Томь-Усинская ГРЭС и Беловская ГРЭС, кроме них есть еще несколько поменьше. Все они работают на угле, за исключением нескольких энергоблоков, где может использоваться в качестве резервного топлива газ. В Кемеровской области такое большое количество угольных электростанций обусловлено, конечно, тем, что уголь добывают «под боком». Практически отсутствует транспортная составляющая в цене угля для электрических станций. К тому же некоторые собственники ТЭС являются также собственниками угольных предприятий. Думается понятно, почему там не строят газовые станции [8].

К тому же разведанные запасы угля несравнимо больше, чем разведанные запасы природного газа. Это относится уже к энергетической безопасности страны.

В развитых странах шагнули дальше. Из угля делают так называемый синтетический газ, искусственный аналог природного газа. К этому газу приспособили уже некоторые газовые турбины, которые могут работать в составе ПГУ. А здесь уже совсем другие КПД (выше) и вредные выбросы (ниже), по сравнению с угольными станциями, да и со старыми газовыми.

Так что можно сделать вывод: уголь, как топливо для производства электричества, человечество будет использовать всегда [9].

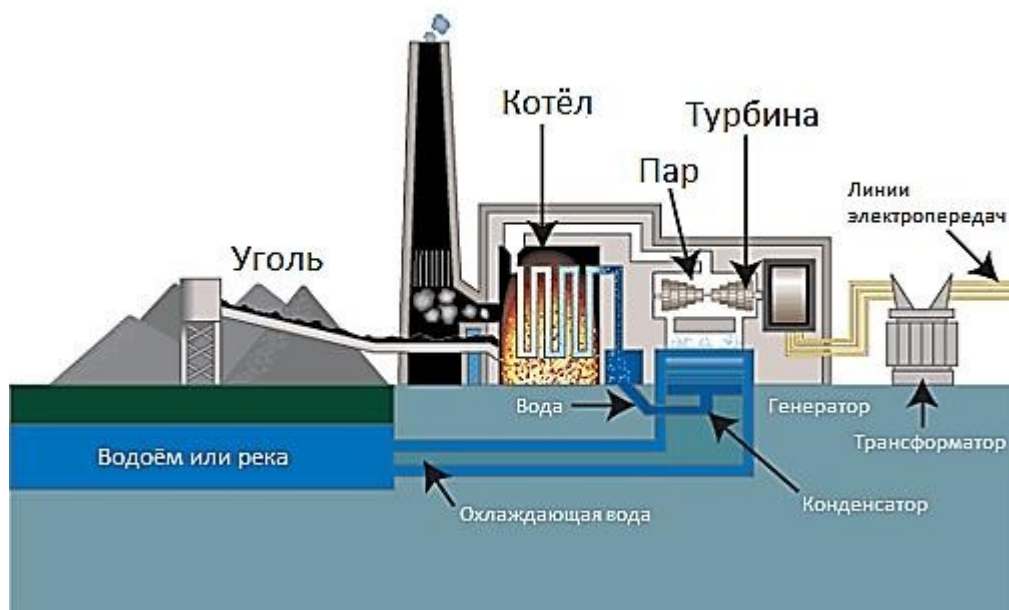


Рисунок 1 - Схема использования угля в качестве топлива для выработки электроэнергии

**Мазут, дизель, торф.** В середине двадцатого века на некоторых ТЭЦ активно использовался мазут в качестве топлива. В настоящее время мазут в качестве основного топлива не используется из-за его дороговизны. Но мазут продолжают использовать в качестве растопочного топлива на угольных электростанциях. По своим эксплуатационным свойствам мазут близок к природному газу. Стоит заметить, что при сжигании мазута выделяется много оксида серы, так как в нем большое содержание серы [30].

Также, в прошлом веке на некоторых ТЭЦ применялся в качестве топлива торф. Но из-за эксплуатационных особенностей и из-за экономической невыгодности сейчас его практически не используют.

Дизельное топливо используют только там, где не требуется производство большого количества электричества. Например, на северных и островных территориях нашей страны. Или там, где требуется временный источник электроснабжения. Дизель, как и мазут, сейчас дорог.

В настоящее время в современной тепловой энергетике большое разнообразие топлив — природный газ, уголь, мазут, дизельное топливо. Все эти виды топлива имеют как свои преимущества, так и свои недостатки.



Если говорить о большой энергетике, то здесь, конечно же, главными видами топлива являются каменный уголь и природный газ. Ранее был мазут, но теперь его из-за дороговизны практически никто не использует.

По-другому дело обстоит с малой тепловой энергетикой. Малая тепловая энергетика представлена установками, имеющими сравнительно небольшую электрическую мощность, как правило, не более 3-4 МВт и обеспечивающие электроснабжение для небольшой территории или отдельных объектов.

К установкам малой тепловой энергетике главным образом относятся небольшие дизель-генераторы и поршневые электростанции, работающие на дизельном топливе. Поршневые электростанции в настоящее время набирают всё больше популярности. Связано это с невысокой ценой, повышенной надежностью, быстрым временем пуска и невысокими требованиями к обслуживанию.

Поршневые электростанции, работающие на дизельном топливе, в настоящее время обеспечивают электроэнергией современные предприятия, социальные объекты, в том числе медицинские центры, при этом работая как основной источник питания [1].

**Природный газ.** Газ — это топливо, которое также, как и уголь, широко распространено на ТЭЦ [2]. У газа, по сравнению с углем, есть свои преимущества.

Во-первых, сжигая газ, мы получаем меньше вредных выбросов.

Практически отсутствуют такие составляющие как зола и шлак.

Во-вторых, упрощается эксплуатация ТЭЦ, так как отпадает такая работа, как пылеприготовление. Кроме установок пылеприготовления, на ТЭЦ много и другого оборудования. Газ практически не нужно подготавливать к сжиганию.

Также ТЭЦ, которая работает на газе, несколько маневренней, чем ТЭЦ, работающая на угле в плане изменения нагрузки [3].

По поводу эффективности можно сказать, что современные ТЭЦ, работающие по циклу ПГУ (парогазовая установка) могут работать только на газе. В ПГУ установлена газовая турбина, и именно в ней происходит сжигание топлива, а не в котле, как на старых электростанциях. Угольную пыль там сжечь невозможно. Хотя стоит сказать, что в настоящее время из угля можно получить синтетический газ, на котором уже могут работать некоторые зарубежные образцы газовых турбин.

Ведущее государственное аналитическое агентство США — Управление по энергетической информации (EIA) опубликовало свой отчет, в котором содержится прогноз того, какие виды топлива в производстве электричества будут востребованы, по мнению его аналитиков, в будущем.

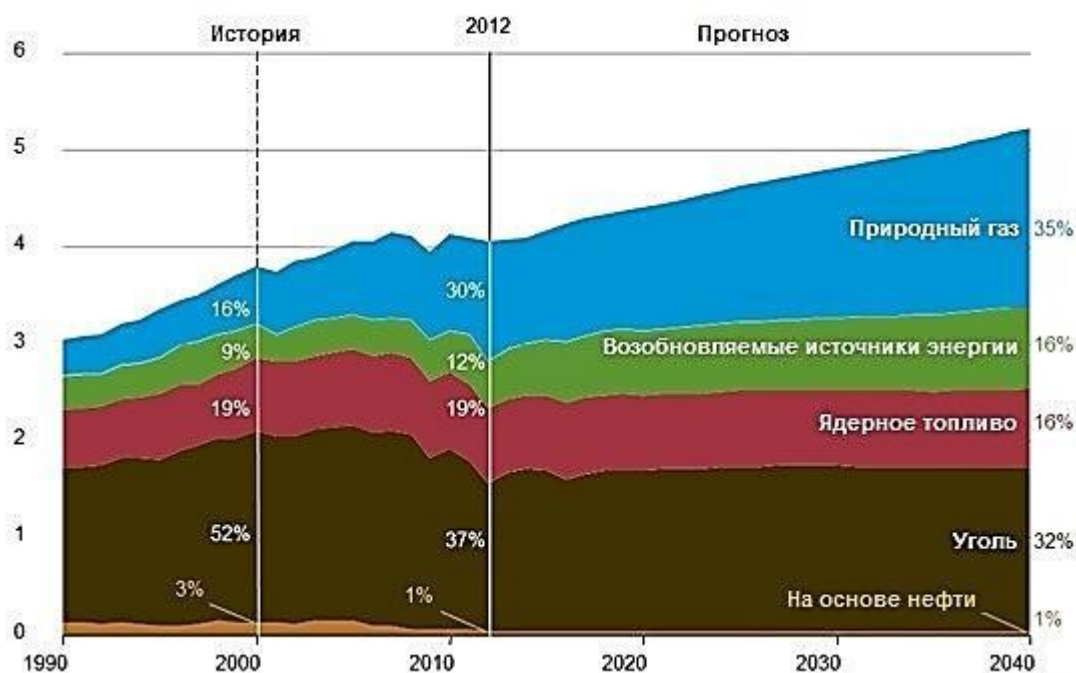


Рисунок 2 - Прогноз видов топлива используемых в производстве электричества

Вертикальная ось в диаграмме обозначает годовую мировую выработку электричества в триллионах кВт/час. По диаграмме можно судить, что доля газовой генерации к 2040 году вырастет с сегодняшних 30% до 35%.

Агентство это связывает, прежде всего, с невысокой прогнозируемой ценой на газ.

Угольная генерация в абсолютной величине сохранит свои позиции, но в относительной потеряет 5%. Эти 5% перейдут к газовой генерации.

С АЭС дело обстоит интереснее. В общем котле они должны потерять свой вес, но количество электричества, отпускаемого с них, немного должно увеличиться [4].

По возобновляемым источникам энергии дела обстоят так, как и прогнозирует большинство аналитиков: использование их будет увеличиваться, но довольно медленно.

Продукты на основе нефти, главным образом мазут и дизель, в энергетике практически не используются с середины прошлого века из-за их дороговизны.

Сдвиг в сторону газа и возобновляемых источников энергии приведёт к продолжающемуся сокращению выбросов углекислого газа CO<sub>2</sub>.

Прогнозируется, что в 2040 году выбросы CO<sub>2</sub> сократятся по сравнению с настоящими примерно на 7% [5].

**Организация сжигания органического топлива.** Для полного сгорания горючий газ можно смешивать с некоторым количеством воздуха до его сжигания. Принцип сжигания такой однородной газовой смеси с коэффициентом избытка воздуха  $\alpha \geq 1$  условно называют кинетическим. При таком сгорании скорость реакции зависит от режима течения и температуры газовой смеси. Горючий газ можно подавать в топку и отдельно от воздуха. Данный метод сжигания называется диффузионным. Совершенствуя смесеобразование, процессы горения можно сделать более эффективным и управлять их течением. В связи с тем, что протекание реакции горения зависит от концентраций реагирующих компонентов, температуры факела и времени взаимодействия компонентов в отдельных температурных участках, следовательно, необходимо изучать зависимость концентрации некоторых компонентов как раз от данных факторов.

$$CF=f(C_{xF}, CO_2, T_f, K_{кон}),$$

где  $CF$  – концентрация одного из продуктов горения;  $C_{xF}$  – концентрация исходных компонентов, влияющих на образование продукта  $F$ ;  $CO_2$  – концентрация кислорода;  $T_f$  – температура факела;  $K_{кон}$  – конструктивный параметр, определяющий время пребывания реагирующих компонентов в отдельных температурных зонах [6].

Вытекает, что первоначально необходимо изучить воздействие концентрации  $O_2$  определяющий интенсивность как выгорание продуктов неполного сгорания (таких как, бенз(а)пирена, сероводорода), так и образование противоположной группы продуктов (окислов азота и серного ангидрида). В топочных процессах участвует не только воздух, подаваемый на горелки, но и большая часть присосанного воздуха. Рационально использовать значение коэффициента избытка воздуха в конце топки  $\alpha_T$ . Следует обратить внимание на то, что  $CC_{20H_{12}}$  и  $CC$  при сжигании жидких топлив значительно выше, чем при сжигании газа, причем с ростом плотности и вязкости топлива, отражающим в нем доли высокомолекулярных соединений, концентрации  $C_{20H_{12}}$  возрастают.

Самое большее количество  $C_{20H_{12}}$  замечается на начальном участке факела. По мере выгорания мазута уровень бенз(а)пирена резко снижается. Одновременно с бенз(а)пиреном в продуктах горения газовых и жидких топлив присутствуют другие полициклические ароматические углеводороды (ПАУ). В таблице 2 приведены результаты определения концентрации ПАУ по длине газового факела в режимах [7].

Таблица 2 – Распределение сумм всех ПАУ, канцерогенных ПАУ 1–3 групп по длине факела, мкг/100м<sup>3</sup>

Сумма ПАУ	Режим горения	Расстояние от устья факела, калибры (l <sub>ф</sub> /d <sub>а</sub> )						
	<i>α</i>	0,8	1,2	1,7	2,1	3,0	6,1	8,9
Все	1,0	421970	–	814300	768690	662750	295580	270700
	1,4	214430	271400	330000	356500	270090	164390	16520
	1,0	355300	644250	680000	553100	557980	279190	260540
Канцерогенные	1,0	123810	–	275490	315110	265480	83390	64050
	1,4	39740	55900	104010	141420	99430	34220	28410
	1,0	84890	211650	230000	196540	221470	86720	71680
Канцерогенные 1 группы	1,0	24400	–	95810	150150	127760	28780	27750
	1,4	1640	3201	4560	5920	4210	2320	1960
	1,0	39060	89140	80000	99280	138170	42680	26680

Продолжение Таблицы 2

Сумма ПАУ	Режим горения	Расстояние от устья факела, калибры (l <sub>ф</sub> /d <sub>а</sub> )						
	<i>α</i>	0,8	1,2	1,7	2,1	3,0	6,1	8,9
Канцерогенные 2 группы	1,0	95500	–	147380	164560	117860	41240	25000
	1,4	27900	390100	74080	110700	77620	23280	17170
	1,0	41900	76400	120000	58100	68700	26880	20500
Канцерогенные 3 группы	1,0	3890	–	32200	30400	19860	13370	14300
	1,4	10200	136000	25400	24800	17600	8620	9280
	1,0	3930	46100	30000	39190	14600	17180	24500

Большой интерес представляет образование SO<sub>3</sub> при сжигании топлив, содержащих серу. В серосодержащих природных и искусственных газах сера представлена главным образом сероводородом и лишь в незначительной степени сероорганическими соединениями, в частности меркаптанами. В мазутах сера представлена в основном так называемой остаточной серой и высококипящими сероорганическими соединениями – сульфидами, тиофенами, меркаптанами, элементарной серой и сероводородом. При термическом превращении жидких топлив сложные сернистые соединения расщепляются в более простые, чаще всего в H<sub>2</sub>S. Из анализов

экспериментальных данных – об образовании вредных веществ при сжигании природного газа, не содержащего  $S_r$  и  $N_r$ , и при сжигании мазута, содержащего значительные количества серы и связанного азота, – следует, что при той неоднородности, которая наблюдается по всей длине факела, вряд ли можно говорить о какой-то однозначности механизмов образования или превращений в нем тех или иных компонентов. Поскольку в каждом участке факела имеются свои характерные концентрационные и температурные пределы, то можно полагать, что в факеле существует несколько зон, в каждой из которых протекают определенные реакции, приводящие к таким закономерностям, которые отражены на рис. 3. Вероятность протекания той или иной реакции в факеле можно предсказать по изменению в данном интервале температур значения  $\Delta G$ , которое вычисляется по формуле.

$$\Delta G = \Delta H_{298} - T_{\phi} \Delta S_{298}, \quad (5)$$

где  $\Delta H_{298}$  – энтальпия при 298 К, кДж/моль;  $\Delta S_{298}$  энтропия при 298 К, кДж/(моль К).

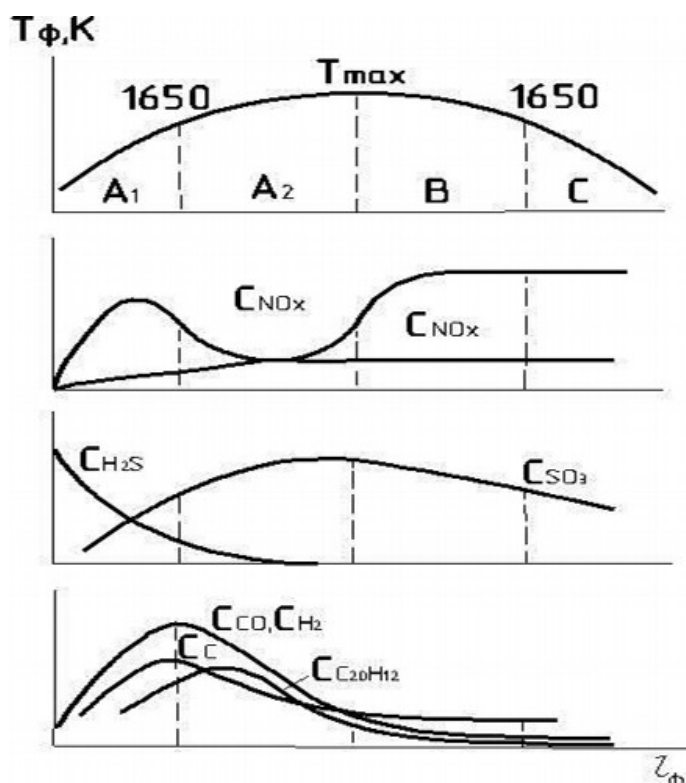


Рисунок 3 – Характер изменения концентраций продуктов горения и температуры в отдельных зонах факела

A1 – расположенную в начальной части факела, где происходит разложение исходных углеводородов, в основном завершается смесеобразование, начинается активное выгорание продуктов неполного сгорания; A2 – расположенную на участке от сечения факела с температурой 1650 К до сечения с  $T_{max}$ , где активно выгорает значительная часть газообразных и твердых продуктов неполного сгорания,  $H_2S$  почти полностью догорает, а  $CSO_3$  достигает максимума, образовавшиеся в зоне A1 топливные окислы азота в значительной мере восстанавливаются, а температура роста  $CNO_x$  наибольшая; B – расположенную на участке от сечения факела с  $T_{max}$  до сечения с  $T_f = 1650$  К, где практически завершается догорание газообразных и в значительной степени твердых горючих компонентов,  $CNO_x$  принимает максимальное значение, а  $CSO_3$  уменьшается почти до установленного значения; C – расположенную на участке от сечения факела с  $T_f = 1650$  К до выходного сечения топки, где не происходит существенных изменений концентраций продуктов горения, если в факеле нет веществ, способствующих дополнительному образованию или, наоборот, термическому восстановлению или разложению этих продуктов [8].

## **Заключение**

Таким образом, на основе вышеизложенного материала можно сделать следующие выводы:

-Топливо – это горючее вещество, применяемое для получения теплоты.

-По происхождению топливо бывает природное и искусственное.

-По агрегатному состоянию выделяют твёрдое, жидкое и газообразное топливо.

-По назначению при использовании топливо может быть энергетическим, технологическим и бытовым.

-Как самостоятельный вид выделяют ещё ядерное топливо.

-Для сравнения различных видов топлива по их теплотворной способности используют единицу измерения «условное топливо».



-Условное топливо – условно принятое топливо с теплотворной способностью 7000 ккал/кг (для жидких и твёрдых видов топлива) и 7000 ккал/нм<sup>3</sup> (для газообразных видов топлива).

### Список литературы

1. Газообразное и жидкое топливо.  
<http://kamenskih2.narod.ru/untitled41.htm> .
2. Данилов О.Л. Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологиях. Учебник. – 2014. – 188с.
3. Жидкое топливо. [http://www.knowhouse.ru/info\\_new.php?r=heating\\_system&uid=22](http://www.knowhouse.ru/info_new.php?r=heating_system&uid=22) .
4. Основные свойства жидкого топлива. Печи на жидком топливе.  
<http://www.bibliotekar.ru/spravochnik-4/26.htm> .
5. Твёрдое топливо – классификация, состав, характеристики. Энергетика и механика. – 2013. – 569с.  
[http://geyz.ru/news/tverdoe\\_toplivo\\_klassifikacija\\_sostav\\_kharakteristiki](http://geyz.ru/news/tverdoe_toplivo_klassifikacija_sostav_kharakteristiki).

6. Топливо и его характеристики. Лекции по теплотехнике.  
<http://stringer46.narod.ru/Fuel.htm>.
7. Трухний А.Д. Основы современной энергетики: учебник для вузов: в 2т/ под общей редакцией чл.-корр. РАН Е.В. Аметистова. – М.: Издательский дом МЭИ, 2008. – 472с.
8. Учебное пособие. Классификация нефтяных жидких топлив по назначению. – Санкт – Петербург 2005. <http://refdb.ru/look/3181006-p2.html>.
9. Элверс Б. Топлива. Производство. Применение. Свойства. Справочник. – 2012. – 416с.