**Основные виды топлива.**

Важнейшими характеристиками топлива являются состав, удель­ная теплота сгорания (теплотворная способность) и температура горе­ния.

По агрегатному состоянию топливо подразделяется на твердое, жидкое и газообразное; по способу получения - на естественное и ис­кусственное. К твердому топливу относятся каменный и бурый угли, сланцы, торф, древесина. К жидкому виду топлива относится нефть и продукты ее переработки. К газовому топливу относятся природный газ и газы, получаемые при переработке жидкого и твердого топлива.

**Твердое топливо.** Естественное топливо для увеличения его теп­лотворной способности, приведения в более удобное для сжигания сос­тояние, для извлечения ценных компонентов подвергается механичес­кой и химической переработке. Используются три основные способа об­работки твердого топлива: пиролиз (сухая перегонка), частичное окис­ление (конверсия) и гидрогенизация. Пиролиз заключается в нагреве уг­ля, древесины до определенных температур без доступа воздуха. При этом получается твердый остаток (кокс) и жидкая и газовые смеси орга­нических соединений, использующиеся в химическом производстве. После извлечения ценных химических веществ остается коксовый газ, состоящий в основном из водорода (50-60%) и метана (30%), который используется как топливо. При обработке раскаленного угля воздухом или водяным паром (конверсия) получают горючие газы. При гидроге­низации нагретое твердое топливо реагирует с водородом, процесс про­водят в присутствии катализаторов при температурах около 500СС и вы­соком давлении. В результате получают продукты более богатые водо­родом, чем сырье.

**Газовое топливо.** Газовое топливо имеет преимущества перед другими видами топлива. Оно легко транспортируется, при сгорании не требует избытка воздуха, не дает золы, имеет высокую температуру го­рения, образует незначительное количество соединений загрязняющих окружающую среду.

К естественным газам относятся природный газ, попутные нефтя­ные газы, газы газовых конденсатов, газовые гидраты. Природный газ является наиболее дешевым видом газового топлива; его удельная теп­лота сгорания 50 МДж/м3.

Искусственное газовое горючее получают при химической перера­ботке жидкого и твердого топлива.

**Генераторный** или **воздушный газ** образуется при продувании воздуха через раскаленный уголь. При этом протекает ряд процессов, основную реакцию можно представить уравнением: 2С + 02 + 4N2 = 2CO + 4N2, где 02 + 4N2 - техническая формула воздуха.

Воздушный газ в основном состоит из азота (65 об.%) и оксида уг­лерода (ЗЗоб.%), его техническая формула СО + 2N2. Из-за высокого со­держания азота удельная теплота сгорания генераторного газа невелика до 5 МДж/м3.

**Водяной** газ образуется при пропускании через раскаленный уголь водяного пара: С + Н20 = СО + Н2

Оба компонента водяного газа (СО и Н2) являются горючими, его удель­ная теплота сгорания до 12 МДж/м .

Образование генераторного газа сопровождается выделением теп­лоты, а водяного газа - поглощением теплоты. На практике, чтобы не за­трачивать теплоту, получают **смешанный газ** при одновременном про­пускании через раскаленный уголь смеси воздуха с водяным паром. Ос­новными компонентами смешанного газа являются *N2, СО, Н2, СН4, С02*, теплота сгорания 5- 6,7 МДж/м3.

При газификации нефтяного сырья часть его сжигается с образова­нием водяного пара и С02. Горючие газы получают также при высоко­температурном взаимодействии с окислителем (02, воздух, водяной пар, С02).

**Жидкое топливо.** Нефть является естественным жидким топли­вом. Она состоит из смеси различных углеводородов, главным образом парафиновых и нафтеновых, в меньшей степени - ароматических. Ее элементарный состав: 82 - 87% С, 11 - 14% Н, 0,1 -5,5% S; основные примеси: нафтеновые кислоты, асфальтово-смолистые вещества, мер­каптаны, моно- **и** дисульфиды, тиофены, сероводород и др. Теплота сго­рания нефти составляет 43-46 МДж/кг.

При добыче нефти, от нее отделяют попутные газы, далее отделя­ют пластовую воду с минеральными солями. Глубокая переработка неф­ти производится на нефтеперерабатывающих заводах, где она подверга­ется: дистилляции, крекингу, каталитическому риформингу, пиролизу нефтяного сырья.

**Дистилляция нефти** (прямая перегонка) производится после пре­дварительного обезвоживания и обессоливания, в результате получают, так называемые, легкие нефти. После стабилизации (отгонки пропан-пентановой фракции углеводородов) с целью обеспечения постоянного давления паров нефти, ее подают на нефтеперегонные установки, состо­ящие из трубчатых печей и ректификационных колонок. При перегонке при атмосферном давлении и температурах до 350°С получают бензин, керосин, дизельное топливо, остаток - мазут. При перегонке на атмосферно-вакуумных установках получают те же продукты, кроме мазута, а также дистиллятные масла, газойль и остаток - гудрон.

**Крекинг** - высокотемпературная переработка нефти для получе­ния продуктов меньшей молярной массы, имеющих более низкую тем­пературу кипения. Термический крекинг осуществляют при нагревании тяжелых фракций нефти до высоких температур. При температурах 440 — 500°С из мазута, гудрона и газойля получают котельное топливо; при температурах 530 - 600°С - получают в основном бензин. При глубоком крекинге получают нефтяной кокс. Каталитический крекинг проводят при сравнительно невысоких температурах (470 - 530°С), но в присут­ствии катализаторов. Этот метод применяется в основном для получе­ния высокооктановых бензинов. Катализаторы (алюмосиликаты состава$mAl\_{2}O\_{3}∙nSiO\_{2}$) обеспечивают изомеризацию и циклизацию углеводоро­дов, вследствие чего повышается их октановое число.

**Каталитический риформинг** - каталитическая переработка бен­зиновых фракций прямой перегонки нефти с помощью водорода под давлением с использованием катализаторов. Применяется для получе­ния высокооктановых моторных топлив и индивидуальных ароматичес­ких углеводородов (бензола, толуола, ксилолов).

**Пиролиз** нефтяного сырья осуществляется при температурах 650 -900°С в трубчатых печах, главным образом для получения этилена, про­пилена, а также ароматических углеводородов.

**Продукты переработки нефти.** Нефтяные топлива подразделяют­ся на моторные, применяемые для сжигания в двигателях внутреннего сгорания, газотурбинные и котельные, сжигаемые в топках и печах.

**Бензин** представляет собой жидкость, состоящую из смеси углево­дородов различного строения (C4 – С12), в зависимости от способа полу­чения. Теплота сгорания 25,5 - 26,2 МДж/кг, tкип 35 - 195°С, плотность 0,7 - 0,78 г/см3.

Прямогонный бензин получают дистилляцией нефти. Он содержит 3 — 10% ароматических, 12 - 30% нафтеновых, 60 - 80% нормальных па­рафиновых, 1 - 2% непредельных углеводородов и до 0,2% серы.

Бензин каталитического крекинга керосиногазойлевых и тяже­лых дистиллятных фракций имеет состав: 12 - 60% ароматических, до 50% непредельных углеводородов и до 0,2% серы.

Бензин, полученный каталитическим риформингом бензиновых фракций, содержит ароматические и изопарафиновые углеводороды, практически нет олефинов и серы.

Товарный бензин представляет собой смеси бензинов, полученных из разного сырья. Он применяется как топливо для авто и авиационных двигателей.

**Керосин** - смесь углеводородов (С10- C16), содержит 23 - 60% предельных алифатических, 24 - 58 % нафтеновых, 6 - 15 % аромати­ческих, до 1% непредельных. Получают дистилляцией нефти или кре­кингом тяжелых нефтепродуктов. Жидкость имеет плотность 0,790 -0,846 г/см3, кипит в интервале температур 160 - 300°С, tвсп= 4 - 62°С. Керосин применяют как реактивное топливо, горючее для тракторов, в аппаратах для резки металлов, в осветительных приборах, как раствори­тель, сырье для нефтеперерабатывающей промышленности.

**Газойль** - смесь углеводородов различного строения (С15 - С2о), получают дистилляцией нефти или продуктов ее переработки. Жид­кость, tкип 220 - 450°С, плотность 0,820 - 0,919 г/см3. Применяется как компонент дизельных топлив, сырье для пиролиза и крекинга.

**Дизельное топливо** (ДТ) представляет собой смесь углеводоро­дов, получаемых дистилляцией нефти с последующей гидроочисткой и депарафинизацией (для зимних марок), характеризуется малой вязко­стью. В некоторые сорта ДТ добавляют до 20% газойлевых фракций ка­талитического крекинга, при этом вязкость дизельного топлива повыша­ется. ДТ может содержать до 4% примесей: сера-, азот- и кислородсо­держащие производные углеводородов. Теплота сгорания дизельного топлива 42,6 МДж/кг, tкип.180 - 360°С, плотность 0,79 - 0,86 г/см3, вяз­кость может изменяться в пределах от 1,5 до 8 мм /с, tзаст от -10 до -60°С, tвсп от -38 до 110°С. ДТ используется в дизелях и газотурбинных установках.

**Мазут** - густая жидкость, темно-коричневого цвета, остаток после отгона от нефти бензина, керосина и фракций дизельного топлива. При­меняют как котельное топливо, для производства моторных топлив, би­тумов, кокса. Теплота сгорания 40,7 МДж/кг, плотность мазута 0,92 -0,95 г/см3, tвсп= 90°С.

**11.2 Основные физико-химические характеристики топлив**

Основные требования к топливам - это высокая теплота сгорания, так как удельный расход топлива обратно пропорционален его удельной теплоте сгорания; быстрое воспламенение и плавное горение. Топливо не должно содержать в больших количествах серосодержащих соедине­ний, органических кислот и других веществ, которые вызывают корро­зию деталей двигателей, трубопроводов и емкостей для хранения топли­ва. В горючем не должны также содержаться соединения, легко окисля­ющиеся и полимеризующиеся с образованием смол, так как последние образуют нагары в двигателях. В зависимости от состава топлива, пред­ставляющего собой смесь веществ, его испарение, кипение, застывание происходит в определенном интервале температур.

К числу основных физико-химических характеристик жидких топ­лив относятся: теплота сгорания, цетановое и октановое число, плот­ность, фракционный состав, вязкость, температуры вспышки и застыва­ния, содержание серы, коксуемость, зольность, кислотность, содержа­ние воды и механических примесей.

**Теплота сгорания топлива.** Главной горючей частью топлива яв­ляется углерод; в топливе также могут содержаться водород, кислород и сера. Водород углеводородов легко отщепляется и при взаимодействии с кислородом выделяет теплоту. Водород в составе топлива, но связан­ный в виде Н20, вреден, так как на испарение воды расходуется теплота, при этом снижается теплота сгорания топлива. Кислород в топливе по­лезен, если он входит в состав малопрочных соединений. Сера в составе сульфидов и органических соединений вредна, так как образующиеся при ее горении SO2, SO3 вызывают коррозию металлических частей то­пок.

К негорючей части топлива относят минеральные вещества, пере­ходящие при сжигании топлива в золу и влагу. В состав золы обычно входят SiO2 и оксиды различных металлов (*Al, Fe, Ca, Mg* и *др.).*

Теплота сгорания - это теплота, выделяющаяся при взаимодейст­вии горючего вещества с кислородом. В результате сгорания соответст­вующих простых веществ, входящих в состав горючего вещества, обра­зуются их оксиды.

Теплота сгорания топлива может быть рассчитана с использовани­ем следствия из закона Гесса, если известен его состав. **Теплотой сго­рания** вещества называют тепловой эффект реакции окисления кислоро­дом элементов, входящих в состав этого вещества до образования выс­ших оксидов. Если расчет проводят для стандартных условий и одного моля топлива, то в этом случае теплоту сгорания называют стандартной и обозначают $∆H^{0}$cr.

В технике обычно используют удельную теплоту сгорания QT, которая равна количеству теплоты, выделяющейся при сгорании 1 кг твердого или жидкого топлива и 1 м3 газового топлива до образования высших оксидов.

QT = -$∆$Hcr$∙$1000/M или QT = -$∆$Hcr-1000/22,4,

где М - масса моля вещества, 22,4 л - объем моля газа.

Удельная теплота сгорания, например, древесины 19 МДж/кг, ка­менного угля 32-35 МДж/кг, природного газа до 50 МДж/кг.

Различают высшую и низшую удельную теплоту сгорания топли­ва. Высшая теплота сгорания характеризуется количеством теплоты, вы­деляемой при полном сгорании 1кг (1м3) топлива с образованием жид­кой воды. Низшая теплота сгорания учитывает потери тепла при сгора­нии на парообразование воды, как содержащейся в топливе, так и обра­зующейся в результате сгорания водорода топлива. По умолчанию обы­чно имеют в виду высшую теплоту сгорания.

В результате горения топлива образуются в основном вещества: *СО, С02, Н20, S02, S03, NO, N02, 02* (не прореагировавший), N2 (из воз­духа), мелкие частицы топлива и зола.

Сгорание топлива считается эффективным, когда в отходящих га­зах высокое содержание С02 и низкое содержание СО и 02, т.е. до обра­зования высших оксидов. Если к горючему подводится недостаточно воздуха (атмосферного кислорода), сгорание становится неполным, в продуктах сгорания увеличивается доля СО и сажи. С другой стороны, при слишком большом подводе воздуха частицы топлива охлаждаются ниже своей температуры воспламенения, происходит неполное сгорание - частички твердого топлива остаются в топке, а газовое топливо улета­ет в трубу, при этом выделяющееся теплота расходуется на нагрев избы­точного воздуха. Поэтому должно соблюдаться оптимальное соотноше­ние между топливом и воздухом. Лучше всего контролировать это соот­ношение по содержанию СО и С02 в продуктах сгорания.

Оксиды серы образуются при окислении серы и серосодержащих соединений, а также разложения сульфидных соединений. Оксиды азота образуются за счет окисления азота воздуха и топлива. В реакции окис­ления принимают участие радикалы, образующиеся при окислении или разложении топлива, например:

СН• + N2 =HCN + N•

ОН• +N• = NO +H•

02 + N2 = N02 + N•

Продукты горения топлива содержат вредные вещества, например, бензапирен, обладающий канцерогенными свойствами, свинец, кадмий, ванадий и другие экологически опасные элементы.

**Цетановое число.** Цетановое число (ЦЧ) характеризует воспламе­няемость дизельного топлива. ЦЧ численно равно содержанию в объем­ных процентах цетана С16Н34 (ЦЧ этого соединения принято за 100) в его смеси с α- метилнафталином С11Н10 (ЦЧ равно 0), при котором смесь эквивалентна по самовоспламеняемости испытуемому топливу в стандартных условиях испытания. Цетановое число определяют на од­ноцилиндровой установке по методу совпадения вспышек.

В дизеле горючая смесь образуется в цилиндре и самовоспламеня­ется. Самовоспламенению предшествует индукционный период - время от момента подачи топлива в камеру сгорания до момента самовоспла­менения. Чем выше ЦЧ, тем быстрее воспламеняется топливо. Самовос­пламеняющееся топливо должно плавно сгорать, тогда давление в ци­линдре нарастает равномерно. Однако, при неправильно выбранных ус­ловиях сгорания и несоответствующем составе топлива возможно мгно­венное его сгорание вслед за воспламенением с образованием взрывной волны, вызывающей стук в дизеле и даже разрушение деталей двигате­ля. Это явление объясняется чрезмерной длительностью индукционного периода - запаздыванием самовоспламенения. Индукционный период уменьшается при увеличении степени сжатия, повышении температуры и давления всасываемого в цилиндр воздуха. Но решающее значение имеет состав топлива. При низком значении ЦЧ период задержки само­воспламенения удлиняется.

Наиболее легко воспламеняются парафиновые углеводороды и олефины нормального строения с длинной цепью Топлива, содержащие много ароматических углеводородов с короткими боковыми цепями, имеют высокую температуру самовоспламенения и длинный индукцион­ный период. Например, топливо, содержащее 51% ароматических, 8% нафтеновых и 41% парафиновых углеводородов, имеет ЦЧ 25; топливо, содержащее 12% ароматических, 13% нафтеновых и 75% парафиновых углеводородов, имеет ЦЧ 63.

Нормальную работу малооборотных двигателей обеспечивает ди­зельное топливо с ЦЧ 30 - 45, для высокооборотных двигателей с ЦЧ 40 - 60. ЦЧ дизельных топлив можно увеличить на 8 - 12 введением 0,5 - 1% присадок, например, перекиси ацетила, изопропилнитрата.

**Дизельный индекс** косвенно характеризует цетановое число и ис­паряемость топлива, является наилучшим показателем пусковых свойствтоплива при низких температурах. Дизельный индекс для высо­кооборотных двигателей равен 54, для среднеоборотных - 40.

**Октановое число.** Октановое число (ОЧ) характеризует детонаци­онную стойкость топлив для двигателей с воспламенением от искры. Октановое число численно равно содержанию в объемных процентах изооктана С8Н18 (ОЧ изооктана принято за 100) в его смеси с н-гептаном С7Н16 (ОЧ равно 0), при котором эта смесь эквивалентна по детона­ционной стойкости испытуемому топливу в стандартных условиях ис­пытания. Октановое число определяют, испытывая топливо на стандарт­ном четырехтактном одноцилиндровом двигателе с переменной степе­нью сжатия. При проведении испытания повышают степень сжатия до появления детонации.

Наименьшее октановое число имеют нормальные парафиновые уг­леводороды особенно с длинной цепью. Наибольшим ОЧ обладают аро­матические углеводороды и изопарафины. Детонационная стойкость по­следних зависит от числа и положения метальных групп в молекуле уг­леводорода. Например, 2,3 - диметилпентан имеет ОЧ 89, 2,3,4 - три-метилпентан ОЧ 96, 2,2,4 - триметилпентан (изооктан) ОЧ 100. Детона­ционная стойкость олефинов, за исключением этилена и пропилена, вы­ше, чем у нормальных парафинов. Причем, чем ближе к центру молеку­лы расположена двойная связь, тем выше антидетонационные свойства. Нафтены по детонационной стойкости занимают промежуточное поло­жение между нормальными парафинами и изопарафинами.

Октановые числа бензинов прямой перегонки 66 - 80 , в зависимо­сти от класса содержащихся в нем углеводородов. Бензин каталитичес­кого крекинга имеет ОЧ 80. Высокооктановые авиационные бензины представляют собой смесь бензинов с изопарафинами.

По теории А. Баха окисление органических веществ протекает че­рез образование промежуточных продуктов - перекисей алкилов. Пере­ход от нормального сгорания топлива к детонационному происходит то­гда, когда содержание перекисей алкилов в рабочей смеси достигает критического значения. Детонацию можно предотвратить введением в топливо антидетонаторов - веществ, захватывающих свободные ради­калы и способствующих обрыву цепей в цепных реакциях горения. В качестве антидетонатора обычно применяется тетраэтилсвинец Рb(С2Н5)4. Это бесцветная ядовитая жидкость, хорошо растворимая в углеводородах, кипит с частичным разложением при 200°С. Чтобы избе­жать отложений свинца и его оксидов на деталях двигателя, тетраэтил­свинец применяют в смеси с другими веществами, которые образуют в камере сгорания летучие соединения свинца, уходящие с выхлопными газами. Например, тетраэтилсвинец смешивают с бромистым этилом и монохлорнафталином, такая смесь называется этиловой жидкостью. До­бавление 1 мл этиловой жидкости на 1 кг топлива может повысить ОЧ с 74 до 84,а 4 мл - до 92.

**Плотность** - это отношение массы вещества к единице объема, выражают вг/см3 или кг/м3. Относительная плотность представляет собой отношение плотности данного вещества к плотности другого веще­ства при определенных условиях. Относительную плотность жидких и твердых веществ принято определять по отношению к плотности дис­тиллированной воды при определенной температуре. Для нефтепродук­тов в качестве показателя плотности используют отношение их плот­ности при 20°С к плотности дистиллированной воды при 4°С. Плотность косвенно характеризует фракционный состав топлива. Высокая плот­ность свидетельствует о содержании в нем тяжелых нефтяных фракций.

**Фракционный состав** топлива характеризуется испаряемостью углеводородных соединений. Испарение и кипение топлива происходит в определенном интервале температур. Показателем фракционного сос­тава является температура, при которой испаряется 10, 50, 90, 96 и 98% топлива. Температура испарения тем ниже, чем более легкие фракции содержатся в топливе. К легким относятся фракции кипящие при темпе­ратурах 180 - 200°С. Тяжелые фракции выкипают при температурах вы­ше 350°С. Присутствие тяжелых фракций в топливе повышает его вяз­кость.

**Вязкость** определяется способностью жидкости оказывать сопро­тивление к взаимному перемещению ее слоев. Кинематическая вязкость выражается отношением коэффициента внутреннего трения к плотности жидкости (или газа), измеряется в системе СИ в м2/с, стоксах (1 Ст = 10- м2 /с) или сантистоксах (1сСт =10-6 м2 /с = 1мм2 /с). Применяется также условная вязкость, измеряемая в градусах ВУ. Под условной вязкостью понимается отношение времени истечения 200 мл испытуемой жидкости из стандартного вискозиметра при данной температуре ко времени исте­чения 200 мл дистиллированной воды при температуре 20°С. Вязкость топлива зависит от температуры, поэтому для каждого вида топлива она измеряется при определенной температуре.

Вязкость топлива оказывает влияние на качество его распыления и смесеобразования. Вязкое топливо ухудшает смесеобразование и сгора­ние топлива, создает повышенное давление в магистралях, поэтому пе­ред подачей в систему его обычно подогревают. Если же топливо имеет очень малую вязкость, то оно может попадать в масло, снижать смазы­вающие свойства масла.

**Температура вспышки топлива** - это минимальная температура нагрева нефтепродукта, при которой его пары воспламеняются при под­несении открытого пламени. Она зависит от температуры кипения, ис­паряемости углеводородов, давления их насыщенных паров. С увеличе­нием вязкости и температуры застывания нефтепродукта температура вспышки повышается.

**Температура застывания** - это температура, при которой топли­во теряет текучесть настолько, что при наклоне пробирки на угол 45° оно остается неподвижным в течение 1 минуты. Эта характеристика важна для нормальной работы топливоперекачивающих систем. Темпе­ратуру застывания понижают, подогревая топливо, либо вводом в топ­ливо депрессорных присадок.

**Содержание серы** в топливе является важным показателем его ка­чества. Сера входит в состав соединений, содержащихся в топливе в ви­де меркаптанов, моно- и дисульфидов, тиофенов, сероводорода и др. При сгорании серосодержащих соединений происходит образование SO2, SO3 и H2S, которые вызывают химическую коррозию трубопрово­дов и конструктивных элементов двигателей. Присутствие воды в топ­ливе, попадающей в него в процессе бункеровки и хранения, а также об­разование воды при сгорании топлива приводит к созданию агрессивной кислой среды и возникновению электрохимической коррозии топливной аппаратуры. При использовании сернистых топлив увеличивается нагарообразование; образуются нагары высокой плотности и прочности.

**Кислотность** характеризует содержание органических кислот в топливе. Она определяется в мг гидроксида калия КОН, необходимого для нейтрализации кислот, содержащихся в 100 мл топлива. Кислая сре­да, в особенности в присутствии кислорода и воды, оказывает сильное коррозирующее воздействие на топливные цистерны, трубопроводы, те­плообменники, а также на топливную аппаратуру. В топливе, в основ­ном, содержатся нафтеновые кислоты - монокарбоновые кислоты ряда циклопентана и циклогексана, представляющие собой слабые электро­литы. Они обладают избирательным действием на металлы: наиболее сильно разрушают свинец, медь, цинк и слабо действуют на алюминий, чу-гун, сталь. При сгорании топлива образуются соединения серы H2S, SO2, SO3, которые, соединяясь с парами воды, образуют соответственно кислоты H2S, H2SO3, H2SO4. При снижении температуры или остановке двигателя эти кислоты конденсируются на внутренних поверхностях ци­линдра, вызывая их коррозию. Кроме того, кислотность топлива способ­ствует образованию нагаров.

**Содержание воды.** Топливо подается обводненным вследствие не­достаточно эффективной работы сепараторов, либо из-за образования стойкой водо-топливной эмульсии, которую не удается удалить ни в процессе отстаивания, ни в процессе фильтрации.

В зависимости от состава топлива образуются такие разновидно­сти водо-топливных эмульсий: водо-смолистые, водо-парафиновые, во-до-парафиносмолистые. Первые образуются в результате взаимодейст­вия водных ассоциатов (глобул) с поверхностно-активными асфальте-нами и смолами. Это наиболее стойкие эмульсии. Вторые образуются в топливах, содержащих парафиновые углеводороды при остывании то­плива и наличии в нем мельчайших глобул воды. Они разрушаются при подогреве топлива. Последние образуются в топливах, состоящих из углеводородов ароматического и парафиновых рядов при попадании воды. Вода в топливе находится в виде глобул, размером от 1 мк до 2-3 мм. Так как температура испарения воды в 2-3 раза ниже, чем темпера­тура испарения топлива, то под действием поверхностного натяжения пленки топлива, окружающего каплю воды, ее испарение тормозится. Чтобы испарение воды произошло, необходимо разорвать топливную оболочку, в результате происходит микровзрыв. Явление микровзрыва

способствует лучшему распиливанию топлива, если вода присутствует в виде мельчайших частиц. При больших размерах глобул, их разрыв приводит к разрушению масляной пленки, нарушает нормальное тече­ние процесса сгорания топлива. Разрушению эмульсий способствует нагрев топлива с деэмульгаторами, которые растворяют граничные пленки или коагулируют входящие в их состав вещества и вытесняют их с поверхности раздела фаз.

Обводнение топлива приводит к электрохимической коррозии. По­падание в топливо морской воды приводит к повышению его зольности.

**Коксуемость** характеризует склонность топлива к нагарообразова-нию на деталях топливной аппаратуры.

**11.3 Присадки к топливам.**

Для улучшения эксплуатационных свойств топлив к ним добавля­ются в небольших количествах (0,01 - 0,1%) растворимые в топливах присадки. Присадки делятся на основные группы: 1) улучшающие сго­рание, 2) повышающие химическую стабильность при хранении и при­менении, 3) предотвращающие вредное воздействие на двигатели, 4) об­легчающие эксплуатацию двигателей при низких температурах.

К присадкам первой группы относятся:

* антидетонаторы (тетраметил-, тетраэтилсвинец) и инициирующие депрессорные, снижающие температуру застывания котельных и ди­зельных топлив (полиметилакрилаты);
* препятствующие выделению кристаллов льда в реактивном топливе (этил — и метилцеллозольвы);
* антистатические, уменьшающие пожаро - и взрывоопасность топлив.
* воспламенение (изопропилнитрат), повышающие соответственно ок­тановое и цетановое число;
* снижающие склонность топлива к нагарообразованию (триметилфос-фат);
* противодымные присадки к дизельным топливам (метиланилин, аце-то нитрил).

Во вторую группу присадок входят:

* антиокислители (производные фенола), замедляющие процессы окис­ления и смолообразования;
* деактиваторы металлов, подавляющие их каталитическое действие на окисление топлив;
* диспергенты, замедляющие образование нерастворимых продуктов окисления (нафтенаты или сульфонаты бария и кальция).

К присадкам третьей группы относятся:

* противоизностные, улучшающие смазывающие свойства топлив (амины, фенолы, нафтолы);
* антикоррозионные, снижающие химическую и электрохимическую коррозию деталей двигателей, котлов, систем отвода продуктов сго­рания (масляный раствор сульфоната кальция, соли аминов и диал-килортофосфорной кислоты, аминопроизводные и аммонийные соли сульфанафтеновых кислот);
* устраняющие ванадиевую коррозию в котельных установках и в газо­вых турбинах.

В четвертую группу входят присадки:

**11.4 Судовые нефтяные топлива**

Топлива, применяемые в судовых энергетических установках, по основным физико-химическим показателям подразделяются: на дизель­ные, моторные, газотурбинные и мазуты.

Дизельные топлива, используемые на судах, характеризуется мар­ками: летнее, зимнее и арктическое. Летнее топливо предназначено для эксплуатации двигателей при температуре окружающего воздуха 0°С и выше. Зимнее - при температуре -20°С и выше, либо при температуре -30°С и выше. Арктическое топливо применяется при температурах воз­духа -50°С и выше. Зимние сорта дизтоплива отличаются от летних бо­лее легким фракционным составом, меньшей вязкостью. Например, лет­нее топливо Л-0,2-40 имеет цетановое число 45, кинематическую вяз­кость 3-6 мм2/с, температуру вспышки 40°С, содержание серы 0,2 %, кислотность не более 5 мг КОН /100 мл, зольность не более 0,01 %.

Моторные топлива отличаются от дизельных более высокой вязко­стью, р = 0,91 г/см , tвсп.= 110°C. Отрицательным качеством моторного топлива является его коксуемость, которая способствует образованию нагара. Они выпускаются двумя марками: ДТ применяется в среднеобо­ротных дизелях, не оборудованных системой подготовки топлива и ДМ

- в малооборотных. Топливо ДМ может использоваться только при на­личии систем подготовки топлива, его подогревают до 60 - 70°С.

Мазут по назначению подразделяют на топочный и флотский. Они используются в судовых дизелях и котлах. Флотский мазут менее вяз­кий по сравнению с топочным, его получают путем смешивания остато­чных или крекинг-продуктов и дистиллятных компонентов. Мазуты классифициируются по содержанию серы: малосернистые до 0,5% S, сернистые до 2% S, высокосернистые до 3,5% S. Флотские мазуты име­ют более низкую температуру застывания, чем топочные.

**11.5 Методы обработки топлива на судах.**

Физико-химический состав топлива и его физическое состояние имеют большое значение для надежности работы топливной аппарату­ры, поэтому подготовка топлива должна быть достаточно эффективной. Содержание в топливе смол, асфальтенов, солей, механических приме­сей, большого количества воды приводит к нарушениям в работе узлов и деталей двигателя. Примеси, не сгорающие в цилиндре дизеля, обра­зуют нагары на стенках камеры сгорания и газовыпускного тракта. Смо­листые образования, сгорающие частично, с образованием коксовых частиц вида карбенов и карбоидов, также образуют нагары. Присутствие воды в топливе снижает его калорийность, вызывает электрохимичес­кую коррозию, а образование больших глобул воды нарушает процесс сгорания.

Топливоподготовка на судах включает: его подогрев, очистку от примесей, отделение воды, гомогенизацию, ввод присадок.

Подогревают топливо в отстойных и расходных цистернах перед очисткой (сепарацией, фильтрацией), для изменения вязкости при про­качке по трубопроводам, перед подачей в цилиндры двигателя. В качес­тве обогревающих средств применяют теплообменники, паровые змее­вики в цистернах, паровые и электрические спутники трубопроводов.

Для очистки топлива от примесей используется: отстаивание топ­лива, его сепарация и фильтрация. При отстаивании топлива под дейст­вием гравитационных сил происходит осаждение твердых частиц орга­нического и неорганического происхождения и воды. Осаждение более эффективно в маловязких топливах. Для очистки топлива от примесей применяют также фильтрацию. При этом необходимо следить за состоя­нием фильтров и предварительно подогревать топливо. При сепарации топлива происходит отделение воды в барабане сепаратора под действи­ем центробежной силы. Вода и примеси отбрасываются к стенкам бара­бана, а очищенное топливо - ближе к оси вращения, а затем стекает по тарелкам и выводится.

При очистке топлива в отходы переходят смолистые образования. Эти образования являются горючей частью топлива, поэтому дробятся, а не удаляются. Вещества, входящие в топливо, обладают высокой по­верхностной активностью, поэтому они образуют с механическими при­месями конгломераты, а с водой - эмульсии.

Для дробления смолистых образований, разрушения водо-тошгав-ных эмульсий производят гомогенизацию топлива, делая его однород­ным. Гомогенизация включает в себя способы обработки топлива: гид­родинамический, вибромеханический, магнитный, электрический, уль­тразвуковой. Суть гидродинамического способа в сжатии топлива до 15 - 20 $∙$106 Па, а затем резком снижении давления. Вибромеханическая об­работка топлива - использование кавитационных явлений, возникающих в результате вибрации пружины. Под действием вибрации витков пру­жины прямоугольного сечения создаются чередующиеся местные ло­кальные разрежения и повышения давления топливной среды. В резуль­тате образуются кавитационные пузырьки, которые при повышении дав­ления «захлопываются», что и вызывает разрушение смолистоасфальто-вых образований. При применении электрического способа - под дейст­вием электрического поля глобула воды растягивается, преодолеваются силы поверхностного натяжения и она дробится.

Основные технико-эксплуатационные требования к композиции присадок для судовых топлив: 1) обеспечение диспергирования смоли-стоасфальтовых веществ и их стабилизация в топливной среде; 2) пре­дотвращение образования нагаров и лаковых пленок на рабочих поверхностях топливной аппаратуры; 3) защита от коррозии топливных цис­терн, трубопроводов, теплообменников, топливной аппаратуры; 4) обес­печение наибольшей полноты сгорания топлива.

Примером композиций присадок, применяемых для судовых топ-лив, являются: F.O.T. - это топливная добавка, разработанная как эмульгатор водно-топливной эмульсии, а также для раздробления и рас­творения шлаков во всех сортах топлива; F.O.T.10 используется при не­полном сгорании топлива, для диспергирования шлаков в состояние для сжигания; F.О.Т. 100 - для удаления отложений тяжелых металлов, серы, ванадия.

Подготовка топлива позволяет снизить его удельные расходы, сок­ратить расходы запасных деталей, уменьшить объем ремонта.