**ЛЕКЦІЯ 3. Основи хімотології - хімії та технології моторних палив**

3.1. Класифікація теплових двигунів і моторних палив. Принципи роботи двигунів внутрішнього згоряння

3.2. Вимоги до якості та марки бензинів

3.3. Вимоги до якості та марки дизельних палив

3.4. Альтернативні моторні палива

**3.1. Класифікація теплових двигунів і моторних палив. Принципи роботи двигунів внутрішнього згоряння**

В споживанні нафтопродуктів більш, ніж 50% припадає на моторні палива. Так, щорічно в світі споживається по над 1,5 млрд. т моторних палив, які спалюють в мільйонах двигунів внутрішнього згоряння, встановлених в автомобільних, залізно-дорожних, авіаційних транспортних машинах, річкових і морських суднах тощо. У наш час забезпечити потребу в паливі та мастильних маслах за рахунок збільшення обсягів нафтопереробки (тобто екстенсивного розвитку) практично неможливо. Поглиблення і хімізація переробки нафти дозволяє тільки частково, але не повністю, особливо в перспективі, вирішити проблему забезпечення народного господарства паливно-мастильними матеріалами. Для подолання невідповідності між потребами в паливно-мастильних матеріалах і можливостями нафтопереробки необхідні спільні зусилля насамперед виробників як паливно-мастильних матеріалів, так і двигунів внутрішнього згоряння, а також їх споживачів. Для вирішення цієї актуальної проблеми застосовані наступні три напрямки збалансованого розвитку паливно-мастильних матеріалів і двигунів внутрішнього згоряння та їх споживання:

1. Збільшення ресурсів паливно-мастильних матеріалів шляхом:

- поглиблення та хімізації переробки нафти;

-оптимізації якості паливно-мастильних матеріалів з метою розширення ресурсів і зниження фактичної їх витрати при експлуатації двигунів внутрішнього згоряння.

2. Зниження витрат паливно-мастильних матеріалів в двигунах внутрішнього згоряння шляхом:

- дизелізації автомобільного парку;

- конструктивного удосконалення двигунів внутрішнього згоряння і транспортної техніки;

- економічної експлуатації двигунів внутрішнього згоряння, техніки і раціонального застосуванням паливно -мастильних матеріалів

3. Застосування таких альтернативних палив, як:

- газоподібні, водневі палива і водень;

- паливо з вугілля, сланців і інших ненафтових горючих копалин;

-оксигенвмісні палива і їх компоненти (спирти, ефіри та ін.).

Для вирішення досить складних інженерно-технічних і наукових задач щодо перерахованих вище напрямках виникла і розвивається нова самостійна галузь науки, яка отримала назву хіммотологія.

Хіммотологія - це наука про якісне і раціональне застосування в техніці палив, масел, мастил і спеціальних рідин.

Хіммотологія спирається на такі науки, як хімічна технологія палив і олив, фізична хімія горіння палив, теплотехніка, машинознавство, кваліметрія (наука про якість продукції), трибологія (наука про тертя і знос механізмів), економіка і екологія тощо. Вона є по суті сполучною і координуючою ланкою в хіммотологічній системі паливно-мастильних матеріалів – двигунів внутрішнього згоряння-експлуатація.

Під якістю паливно-мастильних матеріалів розуміють сукупність властивостей, що зумовлюють їх придатність для користування за призначенням.

Всю сукупність властивостей, що визначають їх якість, можна поділити на наступні три групи:

1) фізико-хімічні .;

2) експлуатаційні .;

3) технічні.

До фізико-хімічних відносяться властивості, що характеризують стан паливно-мастильних матеріалів і їх склад (густину, в'язкість, теплоємність, елементний, фракційний і груповий вуглеводний склади). Ці методи дозволяють робити висновки про ту чи іншу експлуатаційну властивість. Наприклад, за фракційним складом судять про пускові властивості бензинів, за гестиною реактивного палива - про дальності польоту і т. д.

Експлуатаційні властивості паливно-мастильних матеріалів повинні забезпечувати надійність і економічність експлуатації двигунів, машин і механізмів та характеризують корисний ефект від їх використання за призначенням, визначають область їх застосування. До експлуатаційних властивостей паливно- мастильних матеріалів відносять випаровуваність, горючість, займистість, детонаційну стійкість, прокачуваність, схильність до утворення відкладень тощо).

Технічні (екологічні) властивості паливно-мастильних матеріалів визначають в процесах зберігання, транспортування і тривалої експлуатації. До них відносяться:

- фізична та хімічна стабільність, біологічна стійкість;

- токсичність, пожежо-вибухонебезпечність, схильність до електризації, корозійна активність і т. д.

Необхідно відзначити, що не всі властивості рівноцінні при оцінці якості паливно-мастильних матеріалів. Прийнято зазначати найбільш важливий показник при маркуванні паливно-мастильних матеріалів. Наприклад, для автобензину найбільш важливим експлуатаційним показником якості є детонаційна стійкість, тому вона знайшла відображення в марках бензинів у вигляді цифр, що характеризують октанові числа. Для дизельного пального визначальною властивістю є t застигання, яку і вказують при їх маркуванні (літні, зимові або арктичні палива) і т. д.

***Класифікація і принципи роботи теплових двигуні*в.** Теплові двигуни призначені для перетворення теплової енергії, що виділяється при згорянні палива, в механічну. Теплові двигуни підрозділяють на двигуни з зовнішнім згорянням (парові машини, парові турбіни) і двигуни внутрішнього згоряння.

Найбільшого поширення серед теплових двигунів отримали двигуни внутрішнього згоряння. У цих двигунах основніпроцеси - спалювання палива, виділення теплоти і її перетворення в механічну роботу - відбуваються всередині двигуна.

Двигуни внутрішнього згоряння поділяються на:

1) двигуни з періодичним згорянням палива (поршневі);

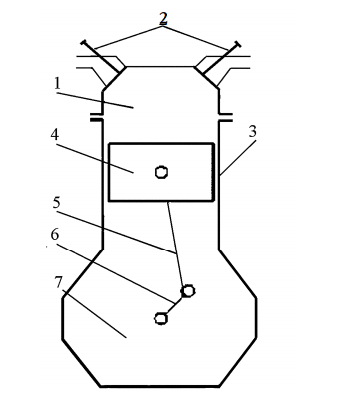
2) двигуни з безперервним згорянням палива.

Перша група двигунів внутрішнього згоряння, в свою чергу, підрозділяється на:

а) двигуни з примусовим займанням;

б) двигуни з самозаймання –швидкохідні і тихохідні дизелі.

Поршневі двигуни внутрішнього згоряння складаються (рис. 3.1) з камери згоряння 1, газорозподільних клапанів (впускних і випускних) 2, циліндра 3, поршня 4, шатуна 5, колінчастого вала 6, картера 7, маховика і т. д. Для забезпечення робочого циклу двигуни внутрішнього згоряння мають системи живлення, запалювання, змащення й охолодження.

  
Рис. 3.1. Схема поршневого двигуна внутрішнього згоряння

Друга група двигунів внутрішнього згоряння поділяється на:

а) (ракетні і повітряно-реактивні);

б) газові турбіни (транспортні та стаціонарні).

Паливо в поршневих двигунах згорає порціями. Поточний цикл в них складається з декількох операцій. Найбільш поширений 4-тактний двигун, в якому здійснюється послідовно впуск повітря або повітряно-паливної суміші в камеру згоряння, її стиснення, потім згоряння (робочий такт) і вихлоп відпрацьованих газів. 4-тактний двигун найбільш економічні і мають кращі за порівнянням з 2-тактними екологічні характеристики.

*Двигуни з примусовим запалюванням* . У двигунах цього типу запалення суміші палива і повітря здійснюється від зовнішнього джерела - електричної іскри (свічки).

За способом сумішоутворення двигуни, що працюють на бензині, поділяють на карбюраторні (старі) і з уприскуванням палива. Останні є більш економічними та екологічно чистими і активно витісняють карбюраторні двигуни.

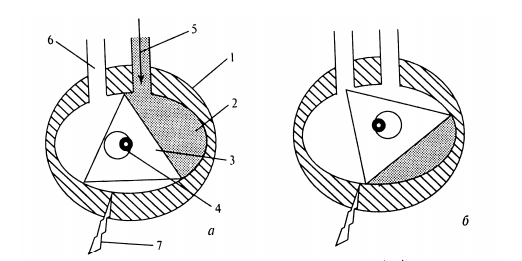
В останні роки (з середини XX ст.) були розроблені і впроваджуються роторно-поршневі двигуни, що працюють також на бензині.

В бензиновому двигуні горюча суміш піддається стиску (до ε = 7-9), при цьому паливо повністю випаровується, перемішується і нагрівається. В кінці такту стиснення в камеру згоряння подається від свічки електрична іскра, від якої суміш запалюється і згорає. В результаті різко підвищуються t і тиск над поршнем. Під дією тиску поршень переміщається в циліндрі (робочий хід) і виконує корисну роботу. Потім поршень виштовхує продукти згоряння в атмосферу (випуск). Робочі такти двигуна регулюються за допомогою впускних і випускних клапанів.

У двигунах внутрішнього згоряння робочий такт відбувається за рахунок енергії згоряння палива. Решта такти робочого циклу вдосконалення залишаються за рахунок енергії маховика, укріпленого на колінчастому валу. Для забезпечення рівномірної їх роботи в одному блоці розміщено кілька циліндрів, поршні яких брало через шатуни призводять в обертання колінчастий вал. Згоряння і робочі цикли в циліндрах відбуваються по черзі, що забезпечує стабільну і рівномірну роботу двигуна.

*Роторно-паливні двигуни.* Розроблено в 1954 році німецьким винахідником Ф. Ванкелем. Двигун Ванкеля має ряд переваг у порівнянні з традиційними поршневими: менш чутливий до октанового числа бензину, має менші масу і габарити, завдяки відсутності рухомих деталей (тільки ротор і вал) менше шумить і менше схильний до вібрацій; відсутність деталей, які роблять зворотньопоступальні рухи, полегшує форсування двигуна за оборотами (тому вони набули поширення на гоночних автомобілях).

У двигунах Ванкеля циліндричний поршень замінений на ротор трикутного перетину, що обертається в порожнині овальної форми. Система з ексцентрикового вала і шестерень забезпечує планетарний обертальний рух ротора. При цьому всі три вершини ротора постійно торкаються поверхні корпусу, розділяючи його на 3 камери. У корпусі двигуна виконані впускні і випускні вікна. Кожна з камер послідовно один за одним зазнає впуск і стиск горючої суміші, робочий хід і вихлоп (див.мал. 3.2).



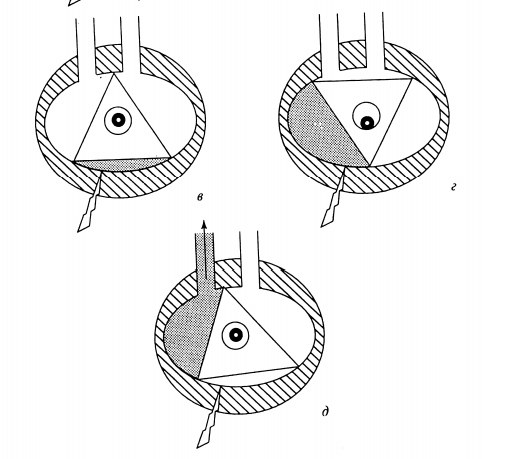


Рис. 3.2. Принциповий конструкція і схема роботи двигуна Ванкеля:

1- корпус; 2 - порожнина циклоїдної форми; 3 - ротор; 4 - планетарна передача з ексцентриковим валом; 5 - впускне вікно; 6 - випускне вікно; 7 - свічка спалювання. Фази роботи (по заштрихованій камері, обертання ротора здійснюється за годинниковою стрілкою): а - впускання горючої суміші; б - стиснення; в - займання стислої суміші; г - робочий хід; д - випуск

*Двигуни з самозайманням (дизелі)*. Особливістю робочого циклу дизельних двигунів є самозаймання горючої суміші без будь-якого зовнішнього джерела загоряння.

На відміну від бензинового двигуна у такті впуску дизеля в циліндр поступає не горюча суміш, а тільки повітря. Повітря потім піддається сильному стиску (ε = 16-20) і нагрівається до 500-600 ° С. В кінці такту стиснення в циліндр під великим тиском впорскується паливо через форсунку. При цьому паливо дрібно розпилюється, нагрівається, випаровується і перемішується з повітрям, утворюючи горючу суміш, яка при високій t самозаймається. Всі інші стадії робочого циклу відбуваються так само, як і в карбюраторному двигуні. Більш висока степінь стиснення в дизелі забезпечує більш високий коефіцієнт корисної дії двигуна. Однак високий тиск вимагає застосування більш міцних товстостінних деталей, що підвищує матеріалоємкість (масу) дизеля.

*Двигуни з безперервним згорянням палива*. Основний елемент таких двигунів - камера згоряння постійного обсягу. У неї безперервно подаються пальне і окислювач. Газовий потік продуктів згорання за рахунок високої t набуває велику кінетичну енергію, яка перетворюється в так звану реактивну силу тяги двигуна або енергію обертання ротора газової турбіни. Реактивна сила тяги, що виникає при витіканні газів з сопла, не залежить від швидкості руху реактивної установки і від щільності довкілля, як у гвинтових транспортних засобів, і може забезпечувати рух літальних апаратів в безповітряному міжпланетному просторі. Ця особливість реактивного руху лягла в основу створення ракет.

Переважна більшість сучасних літаків обладнані повітряно-реактивним двигуном. Зазвичай в повітряно-реактивних двигунах між камерою згоряння і реактивним соплом встановлюють газову турбіну. Частина кінетичної енергії газового потоку перетворюється в обертальний рух турбіни. На одному валу з турбіною зазвичай встановлюють компресор, який стискає повітря і подає його в камеру згоряння, а також генератор, масляний і паливний насоси і т. д. Після турбіни продукти згоряння надходять в реактивне сопло, де основна частина кінетичної енергії газів перетворюється в реактивну силу тяги. Подібні двигуни називають турбо-компресорними повітряно-реактивними двигунами. Вони отримали широке застосування в сучасній авіації. Турбо-компресорні повітряно-реактивні двигуни відносяться до двигунів з безперервно-протікаючим робочим процесом. Паливо подається до камери згоряння безперервно, і процес горіння протікає постійно. Зовнішнє запалювання необхідно тільки в початковий момент пуску двигуна.

Оскільки при згоранні палива в камері розвивається висока t (1500-1800 ° С), а матеріали камери, лопаток газової турбіни і реактивного сопла не витримують таких високих t, гарячі гази розбавляють вторинним повітрям безпосередньо після зони горіння палива. При змішуванні газового потоку з вторинним повітрям t суміші знижується до 850-900 ° С. У зоні горіння палива необхідно створювати умови для забезпечення стабільності процесу горіння без зривів полум'я. Швидкість поширенню фронту полум'я становить близько 40 м / с. Для зниження швидкості газоповітряного потоку до величин менше швидкості поширенню фронту полум'я в камерах згоряння встановлюють різні стабілізатори, обтічники, екрани і т. д. Ці пристрої, крім того, підвищують турбулентність руху горючої суміші і тим самим збільшують швидкість її згоряння.

Газотурбінні двигуни за принципом роботи майже аналогічні турбо-компресорним повітряно-реактивним двигунам, в них відсутнє тільки реактивне сопло. У газотурбінних двигунах вся кінетична енергія продуктів згоряння палива перетворюється повністю в обертальний рух вала газової турбіни і відповідно або в механічну, або електричну енергію.

**3.2. Вимоги до якості і марки бензину**

Детонаційна стійкість є основним показником якості авіа- і автобензину. Вона характеризує здатність бензину згорати в двигунах внутрішнього згоряння з займанням від іскри без детонації. Детонацією називається особливий ненормальний режим згоряння бензину в двигуні, при цьому тільки частина робочої суміші після займання від іскри згорає нормально зі звичайною швидкістю. Остання порція незгорілої робочої суміші, що знаходиться перед фронтом полум'я, миттєво самозаймається, в результаті швидкість поширення полум'я зростає до 1500-2000 м / с, а тиск зростає не плавно, а різкими стрибками. Цей різкий перепад тиску створює ударну детонаційну хвилю, яка поширюється з надзвуковою швидкістю. Удар такої хвилі об стінки циліндра і її багаторазове відбиття від них призводить до вібрації і викликає характерний дзвінкий металічний стукіт високих тонів. При детонаційному згорянні двигун перегрівається, появляються підвищені зноси циліндро-поршневої групи, збільшується димність відпрацьованих газів. При тривалій роботі на режимі інтенсивної детонації можливі і аварійні наслідки. Особливоале небезпечна детонація в авіаційних двигунах. На характер згоряння бензину і ймовірність виникнення детонації в бензиновому двигуні впливають як конструктивні особливості двигуна (степінь стиснення, діаметр циліндра, форма камери згоряння, розташування свічок, матеріал, з якого виготовлені поршні, циліндри і головка блоку циліндра, число оборотів колінчастого вала, кут випередження запалювання, коефіцієнт надлишку і вологість повітря, нагароутворення, тепловий режим в блоці циліндрів і інше), так і якість застосовуваного палива.

В бензиновому двигуні найбільш сприятливі для без детонаційного горіння такі значення параметрів, які забезпечують мінімальний час згоряння, низькі t і найкращі умови гомогенізації робочої суміші в камери згоряння. З цього принципу випливає, що при конструюванні бензинових двигунів слід прагнути до зменшення діаметра циліндрів, збільшення їх числа і кількості обертів колінчастого вала, забезпечення інтенсивного теплообміну в системі охолодження, використовувати для виготовлення блоку циліндрів метали з високою теплопровідністю, наприклад, алюмінію; слід віддати перевагу таким формам камери згоряння, які забезпечують найкращі умови для перемішування і одночасного відведення тепла робочої суміші і т. д. З підвищенням степеня стиснення зменшується час згоряння робочої суміші і суттєво покращуються техніко-економічні показники двигуна, однак при цьому у результаті підвищення t в камері згоряння зростає ймовірність виникнення детонації, а також неконтрольованого самозапалювання палива.

Імовірність виникнення детонації при роботі на даному двигуні істотно залежить і від хімічного складу застосовуваного автобензином: найбільш стійки до детонації арени і ізоалкани і схильні до детонації н-алкани бензину, які легко окислюються киснем повітря.

Оцінка детонаційної стійкості бензинів проводиться на стандартному одноциліндровому двигуні із змінним показником стиснення (УІТ-65). Визначення детонаційної стійкості зводиться до підбору суміші еталонних вуглеводів, яка при даному показнику стиснення стандартного двигуна згоряє з такою ж інтенсивністю детонації, як і випробовуваний бензин. У якості еталонних вуглеводнів прийняті ізооктан (2,2,4-триметилпентан) і н-гептан, а за міру детонаційної стійкості прийнято октанове число. Октанове число ізооктана прийнято рівним 100, а гептана - нулю.

Октанове число бензинів - показник детонаційної стійкості, чисельно рівний процентному вмісту ізооктана в еталонної суміші з н-гептаном, яка по детонаційній стійкості еквівалентна випробуваному бензину в умовах стандартного одноциліндрового двигуна. Октанове число бензинів вище 100 одиниць визначають порівнянням їх детонаційної стійкості з ізооктаном, в який додана антидетонаційна присадка - тетраетилсвинець . Визначення октанового числа на установці УІТ-65 ведуть при 2 режимах: в жорсткому режимі з частотою обертання колінчастого вала двигуна 900 об / хв (метод прийнято називати моторним) і в м'якому режимі з частотою обертання колінчастого вала двигуна 600 об / хв (дослідницький метод) . Октанове число бензину, знайдене за дослідним методом ,як правило, вище октанове число, визначене моторним методом. Різницю між октановим числом за дослідницьким методом і октановим числом за моторним методом називають «чутливістю». Остання залежить від хімічного складу бензину: найбільш у алкенів, декілька менше у аренів, далі йдуть циклонові і найнижча чутливість у алканів.

Основні закономірності впливу хімічної будови вуглеводнів бензинових компонентів на їх детонаційну стійкість наведені в табл. 3.1:

1. Найменшу детонаційну стійкість мають н-алкани, найвищу - арени. Детонаційна стійкість цикланів вища , ніж у алканів \*, але нижче, ніж у аренів з тим же числом атомів вуглецю в молекулі.

2. Детонаційна стійкість у н-алканів різко знижується зі збільшенням їх молярної маси.

3. Детонаційна стійкість ізоалканів значно вища, ніж у н-алканів. Збільшення степеня розгалуженості молекули, компактне і симетричне розташування метильних груп і наближення їх до центру молекули сприяє підвищенню детонаційної стійкості ізоалканів.

4. Алкени мають більш високу детонаційну стійкістьу порівнянні з алканами з тим же числом атомів вуглецю. Вплив будови алкенів на їх детонаційну стійкість підпорядковується тим самим закономірностям, що і у ізоалканів. Підвищенню детонаційної стійкості алкена сприяє розташування подвійного зв'язку в його молекулі ближче до центру. Серед діалкенів вищі детонаційні стійкості мають вуглеводні з парним розміщенням подвійних зв'язків.

5. Наявність і подовження бічних ланцюгів нормального будови у цикланів призводить до зниження їх детонаційної стійкості. Розгалуження бокових ланцюгів і збільшення їх числа підвищують детонаційна стійкість цикланів.

6. Детонаційна стійкість аренів, на відміну від інших класів вуглеводів, не знижується, а навпаки, дещо підвищується зі збільшенням числа вуглецевих атомів. Їх детонаційна стійкість поліпшується при зменшенні ступеня розгалуженості і симетричності розташування алкільних груп, а також наявності подвійних зв'язків в алкільних групах.

Кращими компонентами високооктанових авіа- і автобензинів є ізоалкани і до певної межі - арени (надмірно високий вміст аренів призводить до погіршення інших показників якості бензинів, таких як токсичність, нагароутворення і ін.).

Оцінку детонаційної стійкості авіаційних бензинів проводять на бідній і багатій сумішах в умовах наддуву. Їх детонаційну стійкість позначають дробом: чисельник – октанове число за дослідницьким методом на бідній суміші, а знаменник - сортність на багатій суміші в умовах наддуву. Сортністю авіабензину називають можливе збільшення потужності (виражена у відсотках) двигуна при роботі на випробуваному паливі за рахунок збільшення наддуву у порівнянні з потужністю, одержуваної на еталонному ізооктані, сортність другого приймається за 100 одиниць.

Випаровуваність автобензинів. Вона обумовлює найважливіші їх експлуатаційні властивості при застосуванні в двигунах внутрішнього згоряння з примусовим займанням. У найбільшому степені випаровуваність залежить від фракційного складубензинів.

З фракційного складу і тиску насичених парів бензинів пов'язані такі експлуатаційні характеристики двигуна, як можливість його пуску при низьких t і схильність до утворення парових пробок у системі живлення, прийомистість автомобіля, швидкість прогрівання двигуна, витрата пального та інші показники. Пускові властивості бензинів поліпшуються в міру полегшення їх фракційного складу.

Однак застосування бензинів з низькою t початку кипіння викликає інші експлуатаційні труднощі, наприклад, утворення парових пробок у системі живлення. Вимоги до вмісту низькокиплячих фракцій в бензині суперечливі. З позиції пускових властивостей бензинів бажано мати більший вміст, а з тим утворення парових пробок - переважно меншний вміст легкокиплячих фракцій. Їх оптимальнийвміст залежить від кліматичних умов експлуатації автомобіля. При перегонці 50% бензину t лімітують, виходячи з вимог до приємистості двигуна (тобто здібності забезпечити швидкий розгін до необхідної швидкості автомобіля) і часу його прогріву.

Економічність роботи двигуна і знос його деталей пов'язують з t перегонки 90% бензину і t кінця кипіння. При високих значеннях цих показників важкі фракції бензину не випаровуються і надходять в картер двигуна, розріджуючи мастило. Зниження 90% відгону і кінця кипіння покращує експлуатаційні властивості бензинів, але при цьому скорочуються їхні ресурси.

Хімічна стабільність бензинів визначає здатність протистояти хімічним змінам в процесах зберігання, транспортування і тривалої їх експлуатації. Для оцінки хімічної стабільності нормують наступні показники: вміст фактичних смол і індукційний період. Про хімічну стабільність бензинів можна судити по вмісту в них реакційно здатних алкенів або по йодному і бромному числах. Найгіршою хімічною стабільністюволодіють бензини термодеструктивних процесів – термічний крекінг, вісбрекінг, коксування і піроліз, а найкращою - бензини каталітичного реформінгу, алкілування, каталітична ізомеризація, гідрокрекінг і пряма гонка.

Корозійна активність бензинів обумовлюється наявністю в них невуглеводних домішок, в першу чергу, сірчистих і кисневих сполук і водорозчинних кислот і лугів.

В технічних умовах на автобензині регламентуєтся тільки загальний вміст сірки.

За техн. умовами поділяють на:

- бензини для експорту (ТУ 001165-97);

-бензини з марганцевими антидетонаторами (ГОСТ Р. 51105-97);

- бензини з обмеженим вмістом бензолу (<1%) і аренів (<42%)

В останні роки в США і західно-європейських країнах почали випускати більш екологічні неетильовані автобензини з обмеженим вмістом сумарної ароматики (<25%), бензолу (<1%), алкенів (<6,5%) і сірки (<0 , 01%), реформульованого бензину.

Авіаційні бензини випускаються 3 марок: Б-91/115, Б-95/130 і Б-92 (табл. 3.3). Вони відрізняються від автобензину значним чином по вмісту паливно-енергетичного комплексу, тиску насичених парів і додатковими вимогами до деяких інших показників їх якості.

**3.3 Вимоги до якості і марки дизельних і реактивних палив .**

***Дизельні палива***. Розрізняють швидкохідні (з числом обертів колінчастого вала понад 1000 хв-1) і тихохідні дизелі. Значна частина вантажних автомобілів і сільськогосподарської техніки в наш час оснащена швидкохідними дизелями, а судна річкового і морського флоту, а також стаціонарні силові установки - переважно тихохідними.

До найбільш важливих показників якості палив для швидкохідних дизелів відносяться займистість, випаровуваність, в'язкість, корозійна активність, низькотемпературні і екологічні властивості.

*Займистість* характеризує здатність дизельних пальних до самозаймання в середовищі розігрітого від адіабатичного стиснення в циліндрі двигуна повітря.

Було встановлено, що конструктивні та експлуатаційні фактори, які сприяють підвищенню t і тиску повітря, швидкому і інтенсивного перемішування його з паливом в циліндрі двигуна, покращують займистість, тим самим процес згоряння палива, і роблять роботу дизеля м'якою і економічною. Позитивний вплив на роботу дизеля виявляють:

- підвищення степені стиснення;

- збільшення числа оборотів колінчастого вала;

- застосування для виготовлення блоку циліндрів матеріалу з низькою теплопровідністю, наприклад, чавуну;

- застосування палив з оптимальною займистість.

Роботу дизеля погіршують підвищення вологості повітря і низькі t навколишнього повітря.

Визначення займистості дизельного палива проводиться на спеціальній установці зі стандартним одноциліндровим двигуном ІТ9-3 і полягає в порівнянні випробуваного палива з еталонними паливом. Мірою займистості дизельного палива прийнято вважати цетанове число. У якості еталонних палив застосовують цетан (н-гексадекан С16Н34), який має малий період затримки самозаймання, і його займистість прийнята за 100 одиниць метанового числа, і α-метилнафталін, який має великий період затримки самозаймання, і його займистість прийнята за 0.

Цетанове число - показник займистості дизельного пального, чисельно рівний процентному вмісту цетана в суміші з α-метилнафталіном, яка по самозаймистості в стандартному двигуні еквівалентна випробуваному паливу.

Товарні дизельні палива повинні мати цетанове число в певних оптимальних межах. Застосування палив з цитановим числом<40 призводить до жорсткої роботи дизеля і погіршення пускових властивостей палива. Підвищення цитанового числа > 55 також недоцільно, як наслідок зростає питома витрата палива в результаті зменшення повноти згоряння. Цетанове число дизельного палива залежить від його фізичних і хімічних властивостей. н-алкани і алкени мають найвищі цитанові числа, а арени - найнижчі цитанові числа. Цетанове число висококиплячих фракцій нафти зазвичай вище цитанового числа низкокиплящих.

У ГОСТах багатьох країн світу, цитанове число дизельного пального нормується в межах 45-55. При необхідності підвищення цетанового числа товарного дизельного пального, на практиці застосовують спеціальні присадки, що покращують займистість палив, такі як алкілнітрати (ізопропіл, аміл- або циклогексилнітрати і їх суміші). Їх додають до палива не більше 1% маси, переважно до зимових і арктичних сортів, а також палив низкоцетанових, що отримуються, наприклад, на базі газойлів каталітичного крекінгу. Крім підвищення цетанового числа (на 10-12 одиниць ), присадка дозволяє поліпшити пускові характеристики при низькій t і зменшити нагароутворення. Додавання 1,5-2% маси циклогексилнітрата, наприклад, до етилованого автобензину, дозволяє використовувати його як паливо для швидкохідних дизелів.

Випаровуваність дизельного пального. Характер процесу згоряння дизельного пального визначається крім їх займистості і повноти випаровування. Вона залежить від t і турбулентності руху повітря в циліндрі, якості розпилювання і випаровування палива.

Випаровуваність дизельного пального оцінюється його фракційним складом. Якщо пускові властивостіавтобензину визначалися t початкукипіння і t 10%, то для дизельного пального вони оцінюються t50%. Чим нижче ця температура, тим легше запуск дизеля. Вважається, що t початку кипіння дизельного пального повинна скласти 180-200 ° С, оскільки наявність бензинових фракцій погіршує їх займистість і тим самим пускові властивості, а також підвищує пожежонебезпечність. Нормована t96% в межах 330-360 ° С свідчить про присутність в паливі висококиплячих фракційй, які можуть погіршити сумішоутворення і збільшити димність відпрацьованих газів.

В'язкість дизельного пального*.* Паливо в системі живлення дизельного двигуна виконує одночасно і роль мастильного матеріалу. При недостатній в'язкості палива підвищується знос плунжерних пар насоса високого тиску і голок форсунок, а також зростає витік палива між плунжером і гільзою насоса. Паливо занадто в'язке буде погано прокачуватися по системі живлення, недостатньо тонко розпилюватись і неповністю згоряти. Тому обмежують як нижню, так і верхню межу нормальної кінематичної в'язкості при 20 ° С (в межах від 1,5 до 6,0 с судового палива).

Низькотемпературні властивості. На відміну від бензинів до складу дизельного пального входять високомолекулярні н-алкани, які мають досить високі t плавлення. При зниженні t ці вуглеводнівипадають з палива в вигляді кристалів різної форми, і паливо мутніє. Виникає небезпека забивання паливних фільтрів кристал ами парафінів. Прийнято вважати, що t помутніння характеризує нижню температурну межу можливого застосування дизельного пального. При подальшому охолодженні помутнілого палива кристали парафінів зрощуються між собою, утворюють просторову решітку, і паливо втрачає текучість. Для орієнтовного визначення можливих умов застосування палива використовується умовна величина – tзастигання. Цей показник прийнятий для маркування дизельного пального на наступні 3 марки: літній (t заст. менш - 10 ° С), зимовий (tзаст менш - 35-45 ° С) і арктичний(tзаст менш - 55 ° С).

Корозійна активність залежить, як і у бензинів, від вмісту в паливі корозійно-агресивних кисневих і сіркорганічних з’єднань: нафтенові кислоти, сірка, сірководень й меркаптани. Вона оцінюється вмістом: загальної сірки, меркаптанової, сірководню, водорозчинних кислот, а також кислотності і випробуванням на мідній пластинці. Для боротьби з корозійним зносом деталей дизеля випускають малосірчисті палива і додають до них різні присадки (антикорозійні, захисні, протизносні та ін.).

Екологічні властивості. У порівнянні з автобензином, дизельним пальним характеризуються значно меншою пожежонебезпекою. Ця гідність є вирішальною при виборі типу двигуна для установки на тому чи іншому вигляді техніки. Наприклад, через меншу пожежонебезпеку палива дизелі застосовують на суднах річкового і морськогофлоту, комбайнах, підводних човнах, танках, бронетранспортерах і т. д.

Пожежонебезпека дизельного пального оцінюють по t спалаху в закритому тиглі. Для всіх марок швидкохідних дизельних палив вона нормується не нижче 30-35 ° С. Для палив, призначених для застосування на кораблях, t спалаху повинна бути не нижче 61 ° С, а в особливо небезпечних умовах, наприклад в підводних човнах, - не нижче 90 ° С.

Залежно від умов застосування встановлені згідно із законодавством з ГОСТ 305-82 наступні марки палив для швидкохідних дизелів: Л (літнє), З (зимове) і А (арктичне) (табл. 3.4). У стандарт введена наступні форма умовного позначення палив: до марки Л додають цифри, відповідно до вмісту сірки і t спалаху, наприкладЛ-0,2-40; до марки З – вміст сірки і tзастигання, наприклад, З-0,2 мінус 35. В умовні позначення марки палива А входить тільки вміст сірки, наприклад А-0,4.

За технічними умовами випускаються дизельні пальні:

- експортні ДЛЕ, ДЗЕ;

- з депресорними присадками ДЗп, ДАП;

- екологічно чисті і з поліпшеними екологічними властивостями (вміст сірки 0,01 і 0,005%) ДЕК-Л, ДЕК-З, ДЛЕЧ, ДЗЕЧ і ін. В західно-європейських країнах і США розпочато виробництво екологічних дизельних пальних з наднизьким вмістом сірки (<0,05%).

***Палива для тихохідних дизелів***. Дизелі з невеликою частотою обертання колінчастого валу (<1000 об / хв) найбільш широко використовують в стаціонарних установках, що дозволяє попередньо провести підігрів, відстій і фільтрацію палива, тим самим знижує вимоги до його експлуатаційних властивостей . В'язкість палива для тихохідних дизелів значно вища, ніж для швидкохідних, тому її нормують при 50 ° С. Тихохідні дизелі зазвичай працюють в закритих приміщеннях, тому паливо повинне мати вищу t спалаху. Для тихохідних дизелів випускається 2 марки палив: дизельне паливо і дизельний мазут (табл. 3.5).

Марка дизельного пального є сумішшю дистилятів та кінцевих продуктів і залишкових продуктів. Його використовують в середньовічних оборотних і малооборотних дизелях, не обладнаних засобами попередньої підготовки палива. Марка дизельний мазут рекомендується для тихохідних суднових дизелів, встановлених в приміщеннях, обладнаних системою підготовки палива.

***Реактивне пали*во.** Серед моторного пального до реактивного пального висунено підвищені вимоги до якості - піддають більш ретельному контролю технологію як при виготовленні, так і транспортуванні, зберіганні і застосуванні.

До палива для повітряно-реактивного двигуна висунено наступні основні вимоги:

- воно повинно повністю випаровуватися, легко займатися і швидко згоряти в двигуні без зриву і проскоку полум'я, не утворюючи парових пробок у системі живлення, нагару та інших відкладень в двигуні;

- об'ємна теплота згоряння його повинна бути якомога більш високою; - воно повинно легко прокачуватися по системі живлення при будь-якій, в тому числі екстремальній, t його експлуатації;

- паливо і продукти його згоряння не повинні викликати корозії деталей двигуна;

- воно повинно бути стабільним і менш пожежонебезпечним при зберіганні і застосуванні.

У повітряно-реактивних двигунах знайшли застосування 2 типи по фракційному складу палив: для дозвукових двигунів ТС-1 і РТ і для надзвукових - Т6 і Т-8В. Нормуються наступні показники: щільність, фракційний склад, в'язкість, теплота згоряння, висота коптить полум'я і люмінометричне число, вміст аренів, термічна стабільність, t початку кристалізації (-60 ºС), йодне число, вміст загальної та меркаптанової сірки, t спалаху та ін.

**3.4. Альтернативні моторні палива.**

Безперервне зростання потрібності в рідких моторних паливах і обмеженість ресурсів нафти обумовлюють необхідність пошуків нових видів палив, що отримуються з нафтової сировини. Одним з перспективних напрямків є отримання моторного палива з вугілля, сланцю, важких нафтових і природних бітумів, торфу, біомаси, природного газу та газогідратів. За допомогою тієї чи іншої технології вони можуть бути перероблені в синтетичні моторні палива типу бензину, гасу, дизельного палива або в кисневмісних вуглеводнях - спирти, ефіри, кетони, альдегіди, які можуть стати замінником нафтового палива або служити в якості добавок, покращуючи основні експлуатаційні властивості палив, наприклад, детонаційні. В наш час розроблені (або ведуться інтенсивні дослідні роботи) багатьох технологій виробництва синтетичних моторних палив. У нашій країні ведуться дослідження з отримання моторного палива з вугілля (прямим його зрідження або шляхом попередньої газифікації в синтез-газі) в рамках спеціальної комплексної програми.

Виключно перспективним є пряме використання природного газу в транспортних і енергетичних установках. Появляється все більше автомобілів, розрахованих на використання газового палива в стислому або зрідженому стані.

На автомобілях зжатий природний газ, що складається переважно з метану, зберігають і експлуатують в балонах при тиску до 20 МПа. Природний газ володіє високими антидетонаційними властивостями (октанове число по дослідницькому методу біля 110), що дозволяє істотно підвищити степінь стиснення двигуна і тим сам им його літрову потужність, знизити питомі витрати палива.

При роботі двигуна на зжатому природному газі міжремонтний пробіг в 2 рази вище, ніж на бензині, і істотно менша витрата масла. Недоліком зжатого природного газу є необхідність використання спеціальних товстостінних балонів. Зріджені нафтові гази , що містять переважно пропан і бутан, в якості автомобільних палив мають ряд перевг перед стисненими газами і тому в наш час знаходять більш широке застосування. Сепаратор низького тиску - якісне вуглеводне паливо з високими антидетонаційними властивостями (октанове число по дослідницькому методу біля 110), широкими межами займання, добре перемішується з повітрям і практично повністю згорає в циліндрах. В результаті автомобіль на сепараторі низького тиску має в 4-5 разів меншу токсичність у порівнянні з бензиновим. При роботі на сепараторі низького тиску повністю виключається конденсація парів палива в циліндрах двигуна, в результаті не відбувається зрідження картерного мастила. Утворення нагару вкрай незначне. До недоліків сепараторів низького тиску слід віднести їх високу летючість і велику вибухонебезпечність.

У зв'язку з подорожчанням нафти та обмеженням застосування ТЕС в останні роки у багатьох країнах світу намітилася тенденція до дедалі вищого використання кисневмісних сполук в товарних високооктанових автобензинах. Серед них досить широке застосування знаходять метиловий , етиловий і третбутиловий спирти і, особливо, метилтретбутиловий ефір, що володіють (табл. 3.8) високими октановими числами, низькими t кипіння, що дозволяє підвищити октанові числа головних фракцій і тим самим поліпшити коефіцієнт розподілу детонаційної стійкості, а також досить високою теплотою згоряння.

**Таблиця 3.8 - Характеристики кисневмісних сполук і високооктанових бензинів**

*З спиртів* найбільш широкими сировинними ресурсами володіє метанол. Його можна виготовляти з газу, вугілля, деревини, біомаси і різного роду відходів. Безводний метанол добре змішується з бензином в будь-яких співвідношеннях, проте найменше попадання води викликає розшарування суміші. У метанолу нижча теплота згоряння, ніж у бензину, він більш токсичний. Проте метанол розглядають як паливо майбутнього. Ведуться також дослідження по непрямому використанню метанолу в якості моторного палива. Так, розроблені процеси отримання бензину з метанолу на цеолітах типу ZSM.

*Етанол* в якості добавки до автобензину представляє більший інтерес, ніж метанол. Краще розчиняється в вуглеводнях і менш токсичний і гігроскопічний. Широко відомо застосування газохолу (суміші бензину з 10-20% етанолу) в США і Бразилії, котра володіє великими ресурсами спирту, що виробляється з цукрової тростини.

Серед кисневмісних високооктанових компонентів найбільш перспективними, і нині широко використовуваними оксигенатами в складі закордонних автобензинів є ефіри. Володіючи високими октановими числами, вони добре поєднуються з бензинами, практично не викликають корозії і не вимагають переробок в системах живлення автомобілів,вони мають меншу щільність, виміряну з вуглеводнями теплоту випаровування, переважно підвищують детонаційну стійкість головних фракцій автобензину.

Серед ефірів за ресурсами виробництва найбільш перспективними є метилтретбутиловий ефір. Установки з виробництваметилтретбутилового ефіру побудовані на ряді нафтопереробних заводів в складі комбінованих установок Г-43-107 на базі газів каталітичного крекінгу. При додаванні метилтретбутилового ефіру в бензини знижується вміст оксиду вугілля роду, вуглеводнів і поліциклічних ароматичних сполук в вихлопних газах автомобілів. Деяким недоліком метилтретбутилового ефіру є підвищений тиск насичених парів, що іноді перешкоджають його застосуванню в літній період у зв'язку з вимогами щодо випаровуваності (табл. 3.9).

**Таблиця 3.9 - Характеристика простих ефірів С5-С8, придатних в якості компонентів бензинів**

За антидетонаційними властивостями метилтретбутиловий ефір поступається *етилтрет*бутиловому ефіру, а за екологічним впливом - етилтретбутиловому ефіру і *трет*амілметиловому ефіру. Проблема виробництва етилтретбутилового ефіру пов'язана з ресурсами етанолу, який є дорожчий метанолу. Третамілметиловий ефір можна отримувати на базі продуктів каталітичного крекінгу за технологією синтезу метилтретбутилового ефіру. В фракції С5 міститься близько 20-30% *ізо*аміленів. Введення в бензин третамілметиловому ефіру сприяє поліпшенню показників випаровуваності товарних автобензинів. Диметиловий ефір розглядається в останні роки як екологічно чисте, вельми перспективне газобалонне дизельне паливо.

Його основні фізико-хімічні властивості:

Цетанове число . . . . . . . . . . . . . . . . . 55–60

Густина, ρ4 20 . . . . . . . . . . . . . . . . 0,66

t кипіння, °С, при тиску:

1 атм . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .–23,7

5 атм . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 21,5

8 атм . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 38,3

10 атм . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 46,4

Критична t, °С. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 127

Критичний тиск, атм . . . . . . . . . . . . . . . .52,6

t самозаймання °С . . . . . . . . . . . . …… . .235

У наш час організовано промислове виробництво диметилового ефіру, який використовують в якості наповнювача при отриманні аерозолів замість фреонів. У Данії провели тривалі польові випробування автобусів з його використанням в якості дизельного палива. Головними превагами диметилового ефіру є високе цетанове число, паливна економічність, низька температура кипіння, що забезпечує чисті викиди, легкий запуск в умовах низьких температур і тривалий міжремонтний пробіг дизеля. Промислове виробництво диметилового ефіру засноване на здійсненні каталітичної реакціїції дегідратації метанолу, одержуваного, як відомо, з синтез-газу (СО + СО2 + Н2) - продуктів газифікації природного газу, твердого палива або важкого нафтового залишку.

*Рослинні олії* розглядаються в якості перспективного дизельного палива. Їх отримують з олійних культур, наприклад, ріпаку, з насіння якого можна витягти до 40% олії. Зазвичай ці олії переробляють, переважно алкілуючи та отримуючи метилові ефіри. Найбільш поширеним паливом цього типу є метиловий ефір ріпакової олії, який використовується в Швеції, Німеччині, Франції і деяких ін. країнах. Вартість метилових ефіру ріпакової олії в наш час в 2 рази вища, ніж нафтового дизельного палива. Вони характеризуються підвищеним цетановим числом - від 50 до 60, а у метилових ефірів пальмової олії - до 70 і в зв'язку з цим можуть використовуватися як високоцетановий компонент дизельного палива.

*Водень як перспективне паливо*. В останні роки у багатьох розвинених країнах світу (США, Німеччина, Японія, Канада) розпочаті інтенсивні широкомасштабні дослідження з розробки абсолютно екологічних двигунів, працюючих на водні Перехід на водневе паливо (а також в цілому на водневу енергетику) неминучий в історичному плані з багатьох причин, перш за все через обмеженість невідновлюваних енергоресурсів і, найголовніше - глобальної екологічної та демографічної небезпеки традиційних транспортних засобів, які споживають нафтогазові палива.