МІНІСТЕРСТВО ВНУТРІШНІХ СПРАВ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ВНУТРІШНІХ СПРАВ
КРЕМЕНЧУЦЬКИЙ ЛЬОТНИЙ КОЛЕДЖ

Циклова комісія технічного обслуговування авіаційної техніки

ТЕКСТ ЛЕКЦІЇ

навчальної дисципліни «Термодинаміка та теплопередача»
обов'язкових компонент
освітньої програми першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

Аеронавігація

за темою – «Теплообмінні апарати»

.

Харків 2021

ЗАТВЕРДЖЕНО
Науково-методичною радою
Харківського національного
університету внутрішніх справ
Протокол від 23.09.2021 № 8

СХВАЛЕНО
Методичною радою
Кременчуцького льотного коледжу
Харківського національного
університету внутрішніх справ
Протокол від 22.09.2021 № 2

ПОГОДЖЕНО
Секцією науково-методичної ради
ХНУВС з технічних дисциплін
Протокол від 22.09.2021 № 8

Розглянуто на засіданні циклової комісії технічного обслуговування авіаційної техніки, протокол від 30.08.21 № 1

Розробники: викладач циклової комісії технічного обслуговування авіаційної техніки Яніцький А.А.

Рецензенти:

1. Завідувач кафедри технологій аеропортів Національного авіаційного університету, д.т.н., професор Тамаргазін О.А.
2. Викладач циклової комісії технічного обслуговування авіаційної техніки Кременчуцького льотного коледжу Харківського національного університету внутрішніх справ, к.т.н.,с.н.с. Тягній В.Г.

План лекції

1. Основні типи теплообмінних апаратів та їх застосування;
2. Теплопередача в рекуперативних теплообмінниках;
3. Зміна температури теплоносіїв в теплообміннику. Визначення величини площі робочої поверхні теплообмінника. Визначення середнього температурного напору. Визначення середніх температур теплоносіїв;

Рекомендована література (основна, допоміжна), інформаційні ресурси в інтернеті

Основна література:

1. Котовський В. Н. Технічна термодинаміка: тексти лекцій / В. Н.Котовський. - К.: НАУ, 2015.-88 с.
2. Котовський В. Н. Теплопередача: тексти лекцій / В. Н. Котовський. - К.: НАУ, 2015. - 76 с.

Додаткова література:

1. Базаров І. П. Термодинаміка: підручник / І. П. Базаров. - СПб: Видавництво «Лань», 2010. - 384 с.
2. Баранов В. М. Термодинаміка і теплопередача: навчальний посібник; 2-е видання, перероблене / В. М. Базаров, А. Ю. Коньков. - Хабаровськ: Видавництво ДВГУПС, 2004. - 91 с.
3. Кудінов В. А. Технічна термодинаміка і теплопередача: підручник для академічного бакалаврату; 3-е изд., Испр. і доп. / В. А. Кудінов, Е. М. Карташов, Є. В. Стефанюк. - М.: Видавництво «Юрайт», 2016. - 442 с.

Інформаційні ресурси в Інтернеті

1. http://klk.univd.edu.ua/uk/dir/177/biblioteka
2. https://works.doklad.ru/view/SvJcm0v0liM.html
3. https://uchitel.pro/
4. http://www.dstu.dp.ua/Portal/Data/6/29/6-29-kl76.pdf

Текст лекції

11.1 Основні типи теплообмінних апаратів та їх застосування

Пристрої, призначені для передачі теплоти від гарячих теплоносіїв до холодних, називаються теплообмінними апаратами або теплообмінниками. Теплоносіями в них можуть бути гази, пари, рідини. Залежно від призначення теплообмінні апарати можуть використовуватися як нагрівачі або як охолоджувачі.

Теплообмінники широко поширені в сучасній техніці різного призначення (наземної, водно-морський, повітряно-космічної). Вони є, наприклад, одним з основних елементів в паливних і масляних системах теплових двигунів, в холодильних установках і системах кондиціонування. У ряді випадків за допомогою теплообмінних апаратів забезпечується необхідна температура теплоносіїв, які використовуються в якості охолоджувачів в системах охолодження теплонавантаженому елементів, наприклад, лопаток газових турбін високотемпературних ГТД. Часто теплообмінники використовують для розсіювання за допомогою конвекції в навколишнє середовище теплоти, що відводиться від гарячого теплоносія. У цих випадках їх прийнято називати радіаторами. Застосовуються теплообмінні апарати і в побуті.

випромінювачами або радіаційними холодильниками називаються теплообмінники, у яких розсіювання теплоти в навколишнє середовище відбувається тепловим випромінюванням.

Основними вимогами, що пред'являються до теплообмінників, використовуваним в авіаційній і ракетно-космічній техніці, є: велика щільність теплового потоку в теплообміннику; мінімальні маса і габарити; малі витрати енергії на прокачування (переміщення) теплоносіїв через теплообмінник; висока надійність роботи; висока есплуатаціонная і ремонтна технологічність; низька ціна виробництва. Ці вимоги частково суперечливі і, як правило, вибір схеми того чи іншого теплообмінного апарату пов'язаний з компромісом між які висуває до нього вимогами.

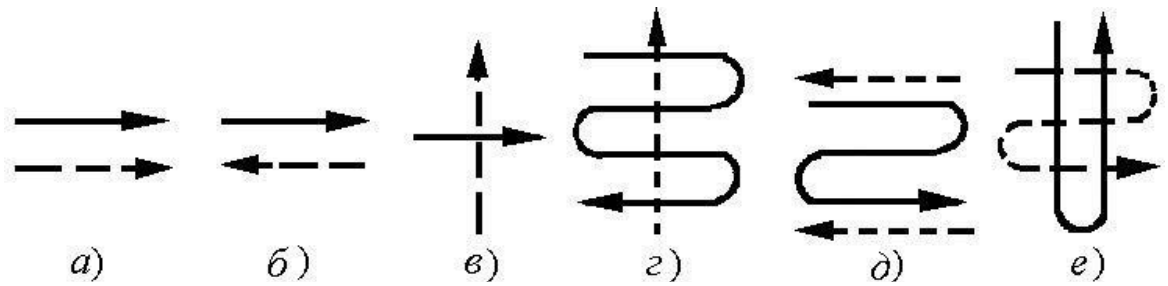
За принципом дії теплообмінні апарати поділяють на три основних типи: рекуперативні, регенеративні і змішувальні.

У рекуперативних теплообмінниках передача теплоти від одного теплоносія до іншого здійснюється через поверхню розділяє їх теплопровідної стінки, званої робочої поверхнею теплообмінника. При роботі цих теплообмінників напрямок теплового потоку через стінку не змінюється, і процес теплопередачі є найчастіше стаціонарним.

Рекуперативні теплообмінники класифікують за рядом ознак.

1. **У напрямку руху теплоносіїв.** Теплообмінники поділяють на такі типи:

а) прямоточні (а), коли обидва теплоносія рухаються паралельно в одному напрямку;

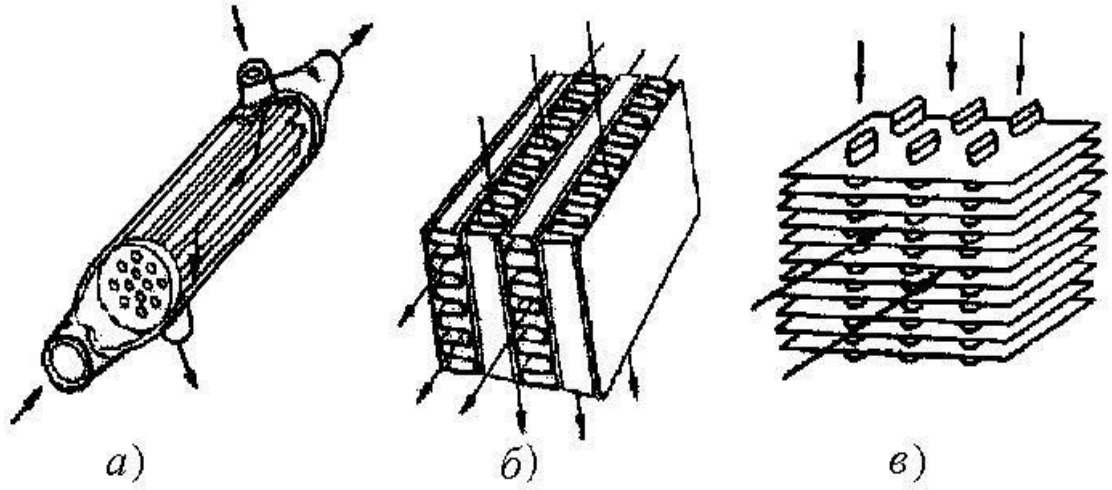


б) протиточні (б), коли теплоносії рухаються в протилежних напрямках;

в) теплообмінники з перехресним струмом (в і г), коли теплоносії рухаються у взаємно перпендикулярних напрямках; при цьому перехресний струм може бути одноразовим і багаторазовим;

г) комбіновані (д і е), в яких поєднуються елементи прямотока, противотока і перехресного струму.

2. По конфігурації робочої поверхні. Робоча поверхня теплообмінників може виконуватися у вигляді трубок або пластин (гладких або оребренних). Відповідно до цього розрізняють трубчасті (а), пластинчасті (б) і ребристі (в) теплообмінники.



3. За агрегатним станом і роду теплоносіїв. Гарячими і холодними теплоносіями можуть бути самі різні речовини, що знаходяться або в рідкому, або в газоподібному станах. Відповідно до стану теплоносіїв теплообмінники можуть бути: рідинно-рідинними (наприклад, паливо-олійними), рідинно-газовими (наприклад, паливо-повітряними) або газо-газовими (наприклад, повітро-повітряними). Агрегатний стан теплоносіїв може змінюватися при їхньому проходженні через теплообмінний апарат. До таких теплообмінників відносяться: теплообмінник - конденсатор, в якому в результаті охолодження відбувається перехід газоподібного (пароподібного) теплоносія частково або повністю в рідку фа-зу; випарний теплообмінник, де рідкий теплоносій, сприймаючи теплоту, випаровується, тобто переходить в газову фазу.

В регенеративних теплообмінниках одна і та ж робоча поверхня, так звана насадка, по черзі омивається то гарячим, то холодним теплоносієм. При зіткненні з гарячим теплоносієм насадка акумулює одержувану теплоту, а потім при обтіканні холодним теплоносієм віддає йому цю теплоту. Насадка повинна мати значну теплоємність і розвиненою робочою поверхнею контактує з теплоносієм.

Щоб процес теплообміну протікав безперервно, теплообмінник має зазвичай дві паралельно працюють секції. Конструктивно ці секції можуть бути виконані або у вигляді двох камер, які по черзі підключаються то до холодного, то до гарячого теплоносія, або в них розміщується обертається теплообмінник, елементи якого також по черзі взаємодіють з гарячим і холодним теплоносіями.

У змішувальних теплообмінниках процес теплообміну відбувається при безпосередньому контакті (перемішуванні) теплоносіїв один з одним. Тому змішувальні теплообмінники називаються також контактними.

Цей принцип теплообміну використовується, наприклад, при охолодженні масла в картері поршневого двигуна (при розбризкуванні мастила В навколишньому повітрі).

11.2 Теплопередача в рекуперативних теплообмінніках

При відсутності втрат теплоти в навколишнє середовище теплової баланс теплообмінника зводиться до рівності кількості теплоти, що відбирається від гарячого теплоносія, і кількості теплоти, що віддається холодного теплоносія.

11.3 Зміна температури теплоносіїв в теплообміннику.

Визначення величини площі робочої поверхні теплообмінника.

Визначення середнього температурного напору.

Визначення середніх температур теплоносіїв.

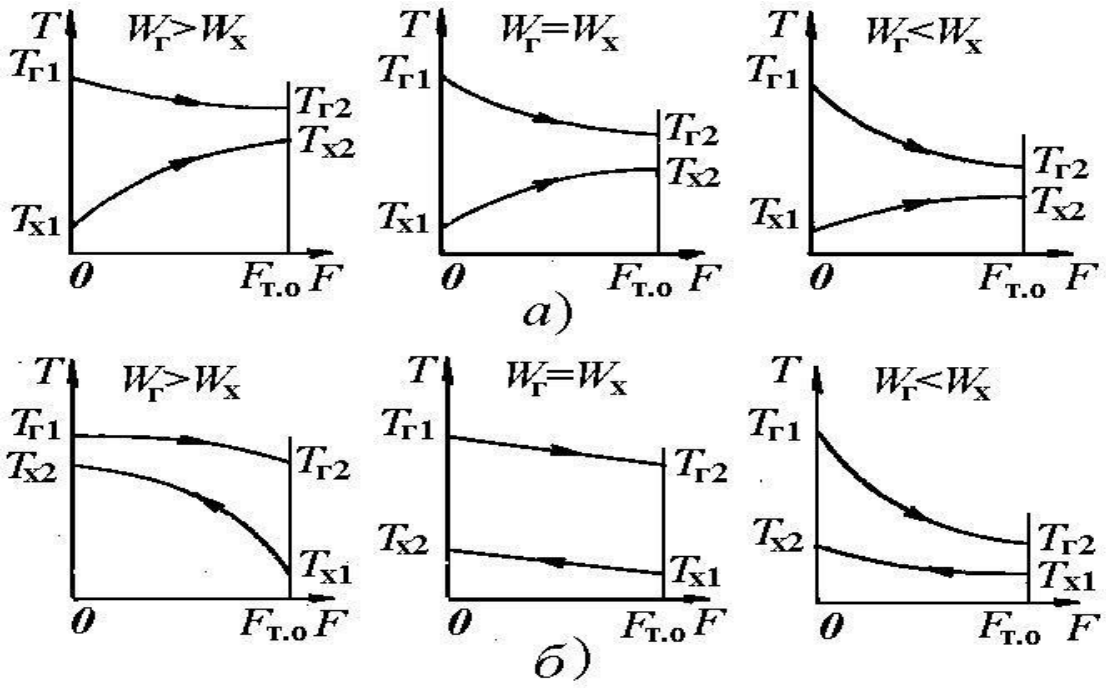
Позначимо через W повну теплоємність маси теплоносія,

що проходить через теплообмінник в одиницю часу, яку прийнято називати водяним еквівалентом.

Розглянемо характер зміни температур гарячого Тг і холодного Тх теплоносіїв (малюнок) по ходу їх руху від входу в теплообмінник (F = 0) до виходу з нього (F = Fт.о), умовно відкладаючи по осі абсцис частку загальної площі теплообміну, омивається кожним теплоносієм спочатку надходження його в теплообмінник.

У прямоточном теплообміннику (а) температурний напір на вході $(\Delta T_1 = T_{г1} - T_{x1})$ максимальний.

У протіточном теплообміннику (б) температурний напір на вході менше, а на виході більше, ніж в прямоточном теплообміннику.



Fто = Q/к·Δ$T_{ср}$

Значення площі залежить від коефіцієнта тепловіддачі Q і середнього температурного напору.

$$\Delta T^{ср} \approx \Delta \frac{T_1+\Delta T_2}{2}$$

Середній температурний напір дорівнює среднеарифметическому значенням крайніх напорів.

Схема прямоточного теплообмінника

Температури теплоносіїв на виході з теплообмінника:

ТГ2 = ТГ1 - Q / Wг

Тх2 = Тх1 - Q / Wх