

**TẬP ĐOÀN DẦU KHÍ VIỆT NAM
TRƯỜNG CAO ĐẲNG DẦU KHÍ**



GIÁO TRÌNH

MÔ ĐUN: VẬN HÀNH THIẾT BỊ NHIỆT

NGHỀ: VẬN HÀNH THIẾT BỊ KHAI THÁC DẦU KHÍ

TRÌNH ĐỘ: CAO ĐẲNG

*(Ban hành kèm theo Quyết định số: 210/QĐ-CĐDK ngày 01 tháng 3 năm 2022 của
Trường Cao Đẳng Dầu Khí)*

Bà Rịa-Vũng Tàu, năm 2022

(Lưu hành nội bộ)

TUYÊN BỐ BẢN QUYỀN

Tài liệu này thuộc loại sách giáo trình nên các nguồn thông tin có thể được phép dùng nguyên bản hoặc trích dùng cho các mục đích về đào tạo và tham khảo.

Mọi mục đích khác mang tính lệch lạc hoặc sử dụng với mục đích kinh doanh thiếu lành mạnh sẽ bị nghiêm cấm.

TaiLieu.vn

LỜI GIỚI THIỆU

Giáo trình **VẬN HÀNH THIẾT BỊ NHIỆT** được biên soạn theo chương trình đào tạo của Bộ Lao động – Thương binh và Xã hội. Giáo trình dựa trên sự tham khảo nhiều tài liệu, sách, giáo trình của cùng môn học cũng như các môn liên quan khác dành cho các hệ đào tạo đại học, cao đẳng, đào tạo nghề và trung học chuyên nghiệp trong nước. Các kiến thức trong toàn bộ giáo trình có mối liên hệ logic chặt chẽ. Tuy vậy, giáo trình cũng chỉ là một phần trong nội dung của chuyên ngành đào tạo nên người dạy, người học cần tham khảo thêm các giáo trình có liên quan đối với ngành học để việc sử dụng giáo trình có hiệu quả hơn.

Giáo trình “**Vận hành thiết bị nhiệt**” là tài liệu bắt buộc đối với học viên nghề Vận hành thiết bị khai thác dầu khí hệ Cao đẳng của Trường Cao Đẳng Dầu Khí, ngoài ra, có thể dùng làm tài liệu tham khảo thêm cho giáo viên và học viên nghề Vận hành thiết bị khai thác dầu khí, nghề Sửa chữa thiết bị chế biến dầu khí, Hàn, Vận hành thiết bị chế biến dầu khí và Vận hành nhà máy điện của Trường. Nội dung của giáo trình được biên soạn gồm 3 bài:

Bài 1: Giới thiệu về sự truyền nhiệt

Bài 2: Cấu tạo, nguyên lý hoạt động của các loại thiết bị trao đổi nhiệt

Bài 3: Vận hành, bảo dưỡng và sửa chữa các loại thiết bị trao đổi nhiệt

Giáo trình này chỉ lưu hành trong nội bộ nhà Trường. Trong quá trình biên soạn sẽ không tránh khỏi những thiếu sót, rất mong được người sử dụng và các đồng nghiệp đóng góp nhằm làm cho giáo trình ngày một hoàn thiện hơn.

Trân trọng cảm ơn./.

Bà Rịa - Vũng Tàu, tháng 3 năm 2022

Tham gia biên soạn

1. Chủ biên: Ks. Phạm Thế Anh
2. Ks. Nguyễn Ngọc Thanh Trung
3. ThS. Hoàng Trọng Quang

MỤC LỤC

GIÁO TRÌNH MÔ ĐUN.....	7
BÀI 1: GIỚI THIỆU VỀ SỰ TRUYỀN NHIỆT.....	12
1.1. CÁC HÌNH THỨC TRAO ĐỔI NHIỆT	13
1.1.1. Dẫn nhiệt.....	13
1.1.2. Đối lưu	17
1.1.3. Bức xạ nhiệt.....	21
1.2. CÁC YẾU TỐ ẢNH HƯỞNG ĐẾN QUÁ TRÌNH TRAO ĐỔI NHIỆT	23
1.2.1. Hệ số truyền nhiệt chung	23
1.2.2. Phương trình cân bằng nhiệt.....	25
1.2.3. Chế độ dòng chảy	25
1.2.4. Các cách bố trí dòng chảy trong thiết bị trao đổi nhiệt.....	28
1.2.5. Các yếu tố ảnh hưởng đến hiệu suất của thiết bị trao đổi nhiệt.....	29
BÀI 2: CẤU TẠO, NGUYÊN LÝ HOẠT ĐỘNG CỦA CÁC LOẠI THIẾT BỊ TRAO ĐỔI NHIỆT	33
2.1. THIẾT BỊ TRAO ĐỔI NHIỆT HÌNH CHỮ U	34
2.1.1. Giới thiệu chung	34
2.1.2. Yêu cầu đối với một thiết bị trao đổi nhiệt.....	35
2.1.3. Cấu tạo và phân loại thiết bị trao đổi nhiệt.....	35
2.2. THIẾT BỊ TRAO ĐỔI NHIỆT CÓ ĐẦU CỐ ĐỊNH	54
2.3. THIẾT BỊ TRAO ĐỔI NHIỆT CÓ ĐẦU DI ĐỘNG.....	57
2.4. THIẾT BỊ TRAO ĐỔI NHIỆT DẠNG TẮM	58
BÀI 3: VẬN HÀNH, BẢO DƯỠNG VÀ SỬA CHỮA CÁC LOẠI THIẾT BỊ TRAO ĐỔI NHIỆT	63
3.1. VẬN HÀNH THIẾT BỊ TRAO ĐỔI NHIỆT.....	64
3.1.1. Giới thiệu chung về vận hành	64
3.1.2. Vận hành thiết bị trao đổi nhiệt	65
3.1.3. Khởi động hệ thống thiết bị trao đổi nhiệt.....	66
3.1.4. Ngừng hoạt động hệ thống thiết bị trao đổi nhiệt.....	67
3.1.5. Các sự cố thường xảy ra trong thiết bị trao đổi nhiệt	67
3.2. BẢO DƯỠNG VÀ SỬA CHỮA CÁC LOẠI THIẾT BỊ TRAO ĐỔI NHIỆT	73
3.2.1. Tháo lắp, kiểm tra thiết bị trao đổi nhiệt có hai đầu cố định	73
3.2.2. Tháo lắp, kiểm tra thiết bị trao đổi nhiệt có đầu không cố định	76
3.2.3. Tháo lắp, kiểm tra thiết bị trao đổi nhiệt bằng gió có sử dụng quạt	78

3.2.4. Thực tập vận hành thiết bị trao đổi nhiệt trên mô hình.....	79
TÀI LIỆU THAM KHẢO.....	94

TaiLieu.vn

DANH MỤC CÁC HÌNH VẼ

Hình 1. 1: Dẫn nhiệt qua vách phẳng	15
Hình 1. 2: Thí nghiệm Reynolds	26
Hình 1. 3: Dòng chảy tầng.....	28
Hình 1. 4: Dòng chảy rối	28
Hình 1. 5: Đặc tính biến thiên nhiệt độ của các chất lỏng chuyển động.....	29
Hình 2. 1: Thiết bị trao đổi nhiệt hình chữ U	53
Hình 2. 2: Đường đi của lưu chất trong thiết bị trao đổi nhiệt hình chữ U	54
Hình 2. 3: Thiết bị trao đổi nhiệt có đầu cố định 1 pass phía ống và 1 pass phía vỏ ống	54
Hình 2. 4: Cấu tạo thiết bị trao đổi nhiệt có đầu cố định.....	55
Hình 2. 5. Thiết bị trao đổi nhiệt có đầu cố định 2 pass phía ống và 1 pass phía vỏ ống	56
Hình 2. 6: Thiết bị trao đổi nhiệt có đầu di động	58
Hình 2. 7: Cấu tạo thiết bị trao đổi nhiệt dạng tấm	59
Hình 2. 8. Bố trí dòng chảy đi bên trong thiết bị trao đổi nhiệt dạng tấm	61
Hình 3. 1: Hiện tượng đóng cặn gây giảm bề mặt trao đổi nhiệt	70
Hình 3. 2: Sử dụng nước áp lực để làm sạch cặn bám trong và ngoài ống	71
Hình 3. 3: Cấu tạo của thiết bị trao đổi nhiệt có đầu cố định.....	73
Hình 3. 4: Thiết bị trao đổi nhiệt có đầu cố định có tubesheet và vỏ được hàn cố định với nhau	74
Hình 3. 5: Vỏ và nếp bù trên vỏ	74
Hình 3. 6: Cấu tạo của thiết bị trao đổi nhiệt có đầu di động.....	77
Hình 3. 7: Cấu tạo của thiết bị trao đổi nhiệt bằng gió có sử dụng quạt.....	79

DANH MỤC CÁC BẢNG

Bảng 3. 1: Thống kê lại những trường hợp có thể xảy ra khi tiến hành khởi động và ngưng hoạt động thiết bị trao đổi nhiệt:	68
Bảng 3. 2: Quy trình thực hiện tháo lắp, kiểm tra thiết bị trao đổi nhiệt có hai đầu cố định	74
Bảng 3. 3: Quy trình tháo lắp, kiểm tra thiết bị trao đổi nhiệt có đầu không cố định....	77
Bảng 3. 4: Quy trình tháo lắp, kiểm tra thiết bị trao đổi nhiệt bằng gió có sử dụng quạt	79

TaiLieu.vn

GIÁO TRÌNH MÔ ĐUN

1. Tên mô đun: Vận hành thiết bị nhiệt

2. Mã mô đun: PETP63156

3. Vị trí, tính chất của mô đun:

3.1. Vị trí: Đây là mô đun chuyên môn nghề của chương trình đào tạo vận hành thiết bị thác dầu khí hệ Cao đẳng. Mô đun này được bố trí trước mô đun vận hành khai thác dầu khí trên mô hình và dạy sau các mô đun chuyên ngành khác..

3.2. Tính chất: Mô đun này trang bị những kiến thức về cấu tạo, nguyên lý hoạt động của thiết bị nhiệt (lò gia nhiệt, thiết bị trao đổi nhiệt) cho HSSV.

3.3. Ý nghĩa và vai trò của mô đun: Mô đun này đóng vai trò vô cùng quan trọng cho việc vận chuyển, tách dầu trên các giàn khai thác

4. Mục tiêu của môn học:

4.1. Về kiến thức:

A1. Phân loại được các loại: lò gia nhiệt, thiết bị trao đổi nhiệt.

A2. Trình bày được cấu tạo và nguyên lý hoạt động của các loại lò gia nhiệt, thiết bị trao đổi nhiệt.

4.2. Về kỹ năng:

B1. Vận hành lò gia nhiệt, thiết bị trao đổi nhiệt đúng quy trình.

B2. Tháo lắp và bảo dưỡng lò gia nhiệt, thiết bị trao đổi nhiệt theo đúng quy trình.

B3. Phát hiện và xử lý được các sự cố thường gặp trong quá trình vận hành lò gia nhiệt, thiết bị trao đổi nhiệt.

4.3. Về năng lực tự chủ và trách nhiệm:

C1. Tuân thủ tuyệt đối các qui định về an toàn, PCCC, nội quy phòng học thí nghiệm và quy chế của nhà trường.

C2. Tuân thủ các qui trình vận hành các thiết bị cơ khí, điện, tự động hóa có liên quan.

C3. Xác định được công việc phải thực hiện, hoàn thành các công việc theo yêu cầu, không để xảy ra sự cố, hư hỏng đối với hệ thống thiết bị.

5. Nội dung của mô đun:

5.1. Chương trình khung

Mã MH/MĐ/HP	Tên môn học, mô đun	Số tín	Thời gian đào tạo (giờ)	
			Tổng	Trong đó

		chỉ	số	Lý thuyết	Thực hành/ thí nghiệm/ bài tập/ thảo luận	Thi/ Kiểm tra	
						LT	TH
I	Các môn học chung/ đại cương	23	465	180	260	17	8
COMP64002	Giáo dục chính trị	4	75	41	29	5	0
COMP62004	Pháp luật	2	30	18	10	2	0
COMP62008	Giáo dục thể chất	2	60	5	51	0	4
COMP64010	Giáo dục quốc phòng và An ninh	4	75	36	35	2	2
COMP63006	Tin học	3	75	15	58	0	2
FORL66001	Tiếng Anh	6	120	42	72	6	0
SAEN52001	An toàn vệ sinh lao động	2	30	23	5	2	0
II.	Các môn học, mô đun chuyên môn ngành, nghề	63	1560	429	1052	30	49
II.1.	Môn học, mô đun kỹ thuật cơ sở	13	255	120	122	9	4
MECM52003	Vẽ kỹ thuật - 1	2	45	14	29	1	1
ELEO53012	Điện kỹ thuật cơ bản	3	45	36	6	3	0
AUTM52111	Cơ sở điều khiển quá trình	2	45	14	29	1	1
PETR63001	Hóa Đại cương	3	45	42	0	3	0
PETD53031	Địa chất cơ sở	3	75	14	58	1	2
II.2.	Môn học, mô đun chuyên môn ngành, nghề	50	1305	309	930	21	45
PETD62032	Địa chất dầu khí	2	30	28	0	2	0
PETD63033	Cơ sở khoan	3	45	42	0	3	0
PETD53034	Cơ sở khai thác	3	45	42	0	3	0
PETD62035	Địa chất môi trường	2	30	28	0	2	0
PETP53151	Vận hành van	3	75	14	58	1	2
PETP53152	Thiết bị hoàn thiện giếng khai thác	3	75	14	58	1	2
PETP54153	Vận hành Bơm	4	105	14	87	1	3
PETP53154	Vận hành máy nén	3	75	14	58	1	2
PETP54155	Vận hành thiết bị tách dầu khí	4	105	14	87	1	3
PETP63156	Vận hành thiết bị nhiệt	3	75	14	58	1	2
PETP53157	Hệ thống thu gom và vận chuyển dầu khí	3	75	14	58	1	2
PETP62158	Công nghệ khí	2	45	14	29	1	1
PETP55159	Vận hành hệ thống khai thác trên mô hình 1	5	135	14	116	1	4
PETP63160	Vận hành hệ thống khai thác trên mô hình 2	3	75	14	58	1	2
PETR54261	Thực tập sản xuất	4	180	15	155	0	10
PETR63262	Khóa luận tốt nghiệp	3	135	14	108	1	12

Tổng cộng	86	2025	609	1312	47	57
------------------	-----------	-------------	------------	-------------	-----------	-----------

5.2. Chương trình mô đun chi tiết

Số TT	Tên chương, mục	Thời gian (giờ)			
		Tổng số	Lý thuyết	Thực hành	Kiểm tra
1	Bài 1. Quá trình truyền nhiệt	2	2	0	0
2	Bài 2. Lò gia nhiệt	40	9	29	2
3	Bài 3. Thiết bị trao đổi nhiệt	33	3	29	1
	Cộng	75	14	58	3

6. Điều kiện thực hiện mô đun:

6.1. Phòng học Lý thuyết/Thực hành: Đáp ứng phòng học chuẩn

6.2. Trang thiết bị dạy học: Projektor, máy vi tính, bảng, phấn

6.3. Học liệu, dụng cụ, mô hình, phương tiện: Giáo trình, mô hình học tập,...

6.4. Các điều kiện khác: Phòng mô hình khai thác, xưởng thiết bị.

7. Nội dung và phương pháp đánh giá:

7.1. Nội dung:

- Kiến thức: Đánh giá tất cả nội dung đã nêu trong mục tiêu kiến thức
- Kỹ năng: Đánh giá tất cả nội dung đã nêu trong mục tiêu kỹ năng.
- Năng lực tự chủ và trách nhiệm: Trong quá trình học tập, người học cần:
 - + Nghiên cứu bài trước khi đến lớp.
 - + Chuẩn bị đầy đủ tài liệu học tập.
 - + Tham gia đầy đủ thời lượng môn học.
 - + Nghiêm túc trong quá trình học tập.

7.2. Phương pháp:

Người học được đánh giá tích lũy môn học như sau:

7.2.1. Cách đánh giá

- Áp dụng quy chế đào tạo Cao đẳng hệ chính quy ban hành kèm theo Thông tư số 09/2017/TT-LĐTBXH, ngày 13/3/2017 của Bộ trưởng Bộ Lao động – Thương binh và Xã hội.

- Hướng dẫn thực hiện quy chế đào tạo áp dụng tại Trường Cao đẳng Dầu khí như sau:

Điểm đánh giá	Trọng số
+ Điểm kiểm tra thường xuyên (Hệ số 1)	40%
+ Điểm kiểm tra định kỳ (Hệ số 2)	
+ Điểm thi kết thúc mô đun	60%

7.2.2. Phương pháp đánh giá

Phương pháp đánh giá	Phương pháp tổ chức	Hình thức kiểm tra	Chuẩn đầu ra đánh giá	Số cột	Thời điểm kiểm tra
Thường xuyên	Viết/ Thuyết trình	Tự luận/ Trắc nghiệm/ Báo cáo	A1, C1, C2, C3	1	Sau 2 giờ.
Định kỳ	Viết/ Thuyết trình	Tự luận/ Trắc nghiệm/ Báo cáo	A2, B1, B3, C1, C2, C3	2	Sau 42 giờ
			A2, B2, C1, C2, C3	1	Sau 74 giờ
Kết thúc môn đun	Viết	Tự luận và trắc nghiệm	A1, A2, B1, B2, B3, C1, C2	1	Sau 75 giờ

7.2.3. Cách tính điểm

- Điểm đánh giá thành phần và điểm thi kết thúc mô đun được chấm theo thang điểm 10 (từ 0 đến 10), làm tròn đến một chữ số thập phân.

- Điểm môn học là tổng điểm của tất cả điểm đánh giá thành phần của mô đun nhân với trọng số tương ứng. Điểm mô đun theo thang điểm 10 làm tròn đến một chữ số thập phân, sau đó được quy đổi sang điểm chữ và điểm số theo thang điểm 4 theo quy định của Bộ Lao động Thương binh và Xã hội về đào tạo theo tín chỉ.

8. Hướng dẫn thực hiện mô đun

8.1. Phạm vi, đối tượng áp dụng: Đối tượng HSSV Trường Cao đẳng Dầu khí

8.2. Phương pháp giảng dạy, học tập mô đun

8.2.1. Đối với người dạy

* **Lý thuyết:** Áp dụng phương pháp dạy học tích cực bao gồm: thuyết trình ngắn, nêu vấn đề, hướng dẫn đọc tài liệu, bài tập tình huống, câu hỏi thảo luận....

* **Bài tập:** Phân chia nhóm nhỏ thực hiện bài tập theo nội dung đề ra.

* **Thảo luận:** Phân chia nhóm nhỏ thảo luận theo nội dung đề ra.

*** Hướng dẫn tự học theo nhóm:** Nhóm trưởng phân công các thành viên trong nhóm tìm hiểu, nghiên cứu theo yêu cầu nội dung trong bài học, cả nhóm thảo luận, trình bày nội dung, ghi chép và viết báo cáo nhóm.

8.2.2. Đối với người học: Người học phải thực hiện các nhiệm vụ như sau:

- Nghiên cứu kỹ bài học tại nhà trước khi đến lớp. Các tài liệu tham khảo sẽ được cung cấp nguồn trước khi người học vào học môn học này (trang web, thư viện, tài liệu...)

- Tham dự tối thiểu 70% các buổi giảng lý thuyết và 100% các buổi giảng thực hành. Nếu người học vắng >30% số tiết lý thuyết hoặc > 0% số tiết thực hành phải học lại mô đun mới được tham dự kì thi lần sau.

- Tự học và thảo luận nhóm: là một phương pháp học tập kết hợp giữa làm việc theo nhóm và làm việc cá nhân. Một nhóm gồm 8-10 người học sẽ được cung cấp chủ đề thảo luận trước khi học lý thuyết, thực hành. Mỗi người học sẽ chịu trách nhiệm về 1 hoặc một số nội dung trong chủ đề mà nhóm đã phân công để phát triển và hoàn thiện tốt nhất toàn bộ chủ đề thảo luận của nhóm.

- Tham dự đủ các bài kiểm tra thường xuyên, định kỳ.

- Tham dự thi kết thúc mô đun.

- Chủ động tổ chức thực hiện giờ tự học.

9. Tài liệu tham khảo:

- Tài liệu tiếng Việt:

[1] Trường Cao đẳng dầu khí, *Giáo trình vận hành lò gia nhiệt, thiết bị nhiệt*, Lưu hành nội bộ, 2017

- Tài liệu tiếng nước ngoài:

[1] Prosimulator (2015), *Heater with APH HT001*, 3th Edition.

BÀI 1: GIỚI THIỆU VỀ SỰ TRUYỀN NHIỆT

❖ GIỚI THIỆU BÀI 1

Bài 1 là bài giới thiệu bức tranh tổng quan về sự truyền nhiệt trong tự nhiên để người học có kiến thức cơ bản và dễ dàng tiếp cận nội dung mô đun ở bài sau.

❖ MỤC TIÊU BÀI 1

Sau khi học xong bài này, người học có khả năng:

➤ Về kiến thức:

- Trình bày được khái niệm và các yếu tố ảnh hưởng tới quá trình truyền nhiệt

➤ Về năng lực tự chủ và trách nhiệm:

- Tuân thủ tuyệt đối các quy định về an toàn, PCCC, nội quy phòng học/ phòng mô hình/ xưởng thiết bị và quy chế của nhà trường.

❖ PHƯƠNG PHÁP GIẢNG DẠY VÀ HỌC TẬP BÀI 1

- Đối với người dạy: sử dụng phương pháp giảng dạy tích cực (diễn giảng, vấn đáp, dạy học theo vấn đề); yêu cầu người học thực hiện câu hỏi thảo luận và bài tập bài 1 (cá nhân hoặc nhóm).
- Đối với người học: chủ động đọc trước giáo trình (bài 1) trước buổi học; hoàn thành đầy đủ câu hỏi thảo luận và bài tập tình huống bài 1 theo cá nhân hoặc nhóm và nộp lại cho người dạy đúng thời gian quy định.

❖ ĐIỀU KIỆN THỰC HIỆN BÀI 1

- **Phòng học chuyên môn hóa/nhà xưởng:** Phòng mô hình khai thác dầu khí, xưởng thiết bị trao đổi nhiệt.
- **Trang thiết bị máy móc:** Máy chiếu và các thiết bị dạy học khác
- **Học liệu, dụng cụ, nguyên vật liệu:** Chương trình môn học, giáo trình, tài liệu tham khảo, giáo án, phim ảnh, và các tài liệu liên quan.
- **Các điều kiện khác:** Không có

❖ KIỂM TRA VÀ ĐÁNH GIÁ BÀI 1

- **Nội dung:**
 - ✓ **Kiến thức:** Kiểm tra và đánh giá tất cả nội dung đã nêu trong mục tiêu kiến thức

- ✓ *Kỹ năng: Đánh giá tất cả nội dung đã nêu trong mục tiêu kỹ năng.*
- ✓ *Năng lực tự chủ và trách nhiệm: Trong quá trình học tập, người học cần:*
 - + *Nghiên cứu bài trước khi đến lớp*
 - + *Chuẩn bị đầy đủ tài liệu học tập.*
 - + *Tham gia đầy đủ thời lượng môn học.*
 - + *Nghiêm túc trong quá trình học tập.*
- **Phương pháp:**
 - ✓ **Điểm kiểm tra thường xuyên:** 1 điểm kiểm tra (hình thức: vấn đáp)
 - ✓ **Kiểm tra định kỳ lý thuyết:** không có

❖ NỘI DUNG BÀI 1

1.1. CÁC HÌNH THỨC TRAO ĐỔI NHIỆT

Trao đổi nhiệt hay còn gọi là truyền nhiệt là quá trình vận chuyển nhiệt từ một lưu thể này sang lưu thể khác. Quá trình truyền nhiệt là quá trình một chiều, dòng nhiệt chỉ truyền từ vùng có nhiệt độ cao sang vùng có nhiệt độ thấp. Vì vậy, sự truyền nhiệt chỉ xảy ra khi có sự chênh lệch về nhiệt độ trong hệ hay nói cách khác là hệ tồn tại một gradient nhiệt độ. Năng lượng được truyền đi dưới dạng dòng nhiệt nên không thể đo trực tiếp giá trị nhiệt lượng mà xác định thông qua đại lượng vật lý có thể đo được là nhiệt độ.

Sự phân bố nhiệt độ và giá trị của dòng nhiệt (lượng nhiệt truyền qua một đơn vị diện tích bề mặt trong một đơn vị thời gian) là những vấn đề quan tâm hàng đầu trong nghiên cứu và thiết kế các thiết bị trao đổi nhiệt. Các phân tích về quá trình truyền nhiệt là điều cốt lõi quyết định kích thước và kết cấu của thiết bị từ đó đưa ra những giải pháp kỹ thuật và kinh tế cho một thiết bị trao đổi nhiệt.

Người ta phân biệt quá trình truyền nhiệt ổn định và quá trình truyền nhiệt không ổn định, trong quá trình truyền nhiệt ổn định, nhiệt độ có thể thay đổi theo không gian nhưng không thay đổi theo thời gian, còn quá trình truyền nhiệt không ổn định thì nhiệt độ thay đổi theo cả không gian và thời gian. Quá trình truyền nhiệt ổn định chỉ xảy ra trong các thiết bị làm việc liên tục, quá trình truyền nhiệt không ổn định xảy ra trong các thiết bị làm việc gián đoạn hoặc trong giai đoạn đầu và cuối của quá trình liên tục.

Nhiệt được truyền từ vật này sang vật khác theo các phương thức sau đây:

1.1.1. Dẫn nhiệt

Dẫn nhiệt là một dạng truyền nhiệt năng từ vùng có nhiệt độ cao đến vùng có nhiệt độ thấp do sự truyền động năng hoặc sự va chạm của các phân tử và nguyên tử. Hiện tượng dẫn nhiệt luôn liên quan với sự chuyển động vi mô của vật chất, khi ấy sự truyền năng lượng trong chất khí là do khuếch tán của các phân tử và nguyên tử, trong chất lỏng và chất cách điện là sóng đàn hồi, còn trong kim loại chủ yếu do sự khuếch tán của các điện tử tự do còn dao động đàn hồi của mạng tinh thể đóng vai trò thứ yếu.

Ví dụ: cho 2 dòng khí nóng và lạnh tiếp xúc với nhau thì nhiệt độ của dòng khí nóng sẽ giảm xuống và nhiệt độ của dòng khí lạnh sẽ tăng lên.

Sự truyền nhiệt bằng dẫn nhiệt phụ thuộc vào vật liệu dẫn nhiệt. Nhiệt được truyền qua kim loại tốt hơn khi truyền qua gỗ hoặc các vật liệu phi kim loại khác. Các kim loại khác nhau cũng có tính dẫn nhiệt khác nhau. Vật liệu thường dùng là đồng, hợp kim của đồng, hợp kim thép...

❖ Định luật Fourier về dẫn nhiệt:

Quá trình dẫn nhiệt tuân theo định luật Fourier: Một nguyên tố nhiệt lượng dQ truyền qua một nguyên tố bề mặt dA , trong khoảng thời gian $d\tau$ tỷ lệ với gradient nhiệt độ, với đại lượng bề mặt và thời gian, nghĩa là:

$$dQ = -\lambda \cdot \frac{dt}{dn} \cdot dA \cdot d\tau.$$

Trong đó: λ : độ dẫn nhiệt (W/m.°K).

Q : lượng nhiệt trao đổi (J).

A : diện tích bề mặt vuông góc với dòng nhiệt truyền (m²).

n : khoảng cách (m).

Dấu (–) ở vế phải của phương trình chứng tỏ là dòng nhiệt biến đổi theo chiều giảm nhiệt độ.

Giả sử lượng nhiệt truyền không phụ thuộc vào thời gian ta có:

Lượng nhiệt truyền đi:

$$dQ = -\lambda \cdot \frac{\partial t}{\partial n} \cdot dA$$

Dòng nhiệt truyền qua một đơn vị diện tích bề mặt:

$$\Phi = \frac{dQ}{dA} = -\lambda \cdot \frac{\partial t}{\partial n}.$$

➤ Dẫn nhiệt qua vách phẳng:

*** Dẫn nhiệt qua vách phẳng một lớp:**

Xét quá trình dẫn nhiệt qua vách phẳng, đồng nhất. Theo định luật Fourier ta có:

Lưu lượng nhiệt truyền qua vách :

$$\Delta Q = \lambda \cdot \Delta A \cdot \frac{\theta_1 - \theta_2}{e}$$

Dòng nhiệt truyền qua một đơn vị diện tích bề mặt :

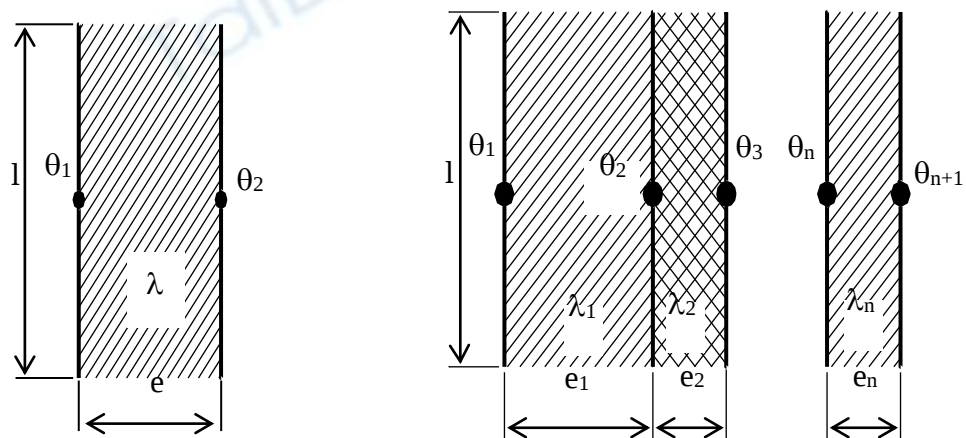
$$\Phi = \frac{dQ}{dA} = \frac{\Delta \theta}{\frac{e}{\lambda_m}}$$

Với:

$$R = e/\lambda_m.$$

e: chiều dày của vách (m).

λ_m : nhiệt trở của vách ($m^2 \cdot K/W$).



Hình 1. 1: Dẫn nhiệt qua vách phẳng

*** Dẫn nhiệt qua vách phẳng nhiều lớp:**

$$R = \sum \frac{e_i}{\lambda_i}$$

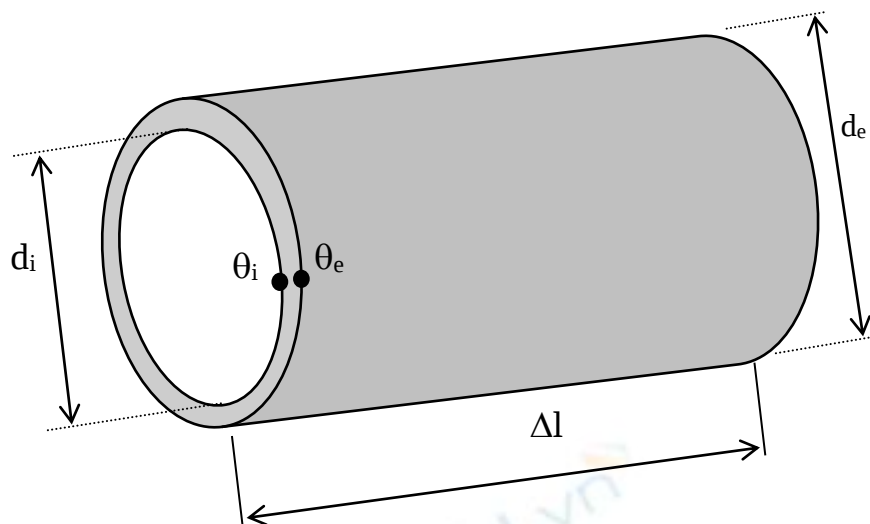
Với:

e_i, λ_i : bề dày và độ dẫn nhiệt vách thứ i.

Như vậy: Lưu lượng nhiệt trao đổi càng lớn nếu đạt được một hoặc tất cả các yếu tố sau đây:

- Bề mặt truyền nhiệt lớn.
- Chênh lệch nhiệt độ giữa các lưu thể lớn.
- Trở nhiệt nhỏ.

*** Dẫn nhiệt qua vách ống:**



Hình 1.2: Dẫn nhiệt qua vách ống

Xét quá trình dẫn nhiệt qua một ống kim loại có đường kính ngoài d_e , đường kính trong d_i , độ dẫn nhiệt λ .

Với một nguyên tố chiều dài Δl của ống, lưu lượng nhiệt trao đổi được tính như sau :

$$\Delta Q = \frac{2.\pi.\lambda(\theta_i - \theta_e)}{\ln \frac{d_e}{d_i}} .$$

Dòng nhiệt truyền qua một đơn vị diện tích bề mặt :

$$\Phi = \frac{\Delta Q}{\pi.d_e.\Delta l} = \frac{\theta_i - \theta_e}{\frac{d_e}{2.\lambda} . \ln \frac{d_e}{d_i}}$$

Nhiệt trở:

$$R = \frac{d_e}{2.\lambda} . \ln \frac{d_e}{d_i}$$

Trường hợp nhiều vách trụ kép :

$$R = d_e . \left(\frac{1}{2.\lambda} . \ln \frac{d_m}{d_i} + \frac{1}{2.\lambda_e} . \ln \frac{d_e}{d_m} \right)$$

1.1.2. Đối lưu

Khi có một chất lỏng chảy qua bề mặt vật rắn và có sự chênh lệch nhiệt độ giữa bề mặt và môi trường chất lỏng thì giữa bề mặt và chất lỏng sẽ có quá trình trao đổi nhiệt được gọi là trao đổi nhiệt đối lưu (hoặc tỏa nhiệt đối lưu). Sự truyền nhiệt xảy ra trong trường hợp này là do hệ quả của sự chuyển dịch tương đối giữa bề mặt và chất lỏng đồng thời với sự chênh lệch nhiệt độ. Nếu sự dịch chuyển của chất lỏng là do nhân tạo (như dùng bơm, quạt, máy nén...) thì quá trình truyền nhiệt này được gọi là trao đổi nhiệt đối lưu cưỡng bức. Nếu sự chuyển động của chất lỏng được tạo nên bởi lực nâng do sự chênh lệch khối lượng riêng (mà nguyên nhân gây nên sự chênh lệch khối lượng riêng này là do chênh lệch về nhiệt độ) thì quá trình truyền nhiệt này được gọi là trao đổi nhiệt đối lưu tự nhiên.

Quá trình trao đổi nhiệt đối lưu chỉ xảy ra khi có sự trao đổi nhiệt giữa bề mặt vật rắn với chất lỏng chuyển động, quá trình này luôn luôn tồn tại dẫn nhiệt và trao đổi nhiệt bằng đối lưu một cách đồng thời. Trao đổi nhiệt bằng đối lưu là quá trình truyền nhiệt năng khi chất lỏng chuyển dịch trong không gian từ vùng có nhiệt độ này đến vùng có nhiệt độ khác.

Các định luật về truyền nhiệt đối lưu rất phức tạp do chúng liên quan đến chế độ chuyển động của dòng chảy. Chế độ thủy động đóng vai trò chủ đạo trong động lực của quá trình trao đổi nhiệt, hơn nữa còn liên quan đến các định luật về dẫn nhiệt. Về thực chất quá trình trao đổi nhiệt đối lưu đơn thuần không tồn tại mà luôn đi kèm với quá trình dẫn nhiệt, quá trình này còn được gọi là tỏa nhiệt đối lưu. Tỏa nhiệt đối lưu xảy ra khi có sự trao đổi nhiệt giữa bề mặt vật rắn với chất lỏng chuyển động, quá trình này rất phổ biến trong truyền nhiệt.

Trao đổi nhiệt đối lưu phụ thuộc vào rất nhiều yếu tố như : nguyên nhân gây ra chuyển động của các lưu thể, sự thay đổi trạng thái của lưu thể trong quá trình truyền nhiệt (truyền nhiệt có chuyển pha hay không chuyển pha) chế độ chuyển động, tính chất vật lý của các lưu thể và hình dáng, kích thước của bề mặt trao đổi nhiệt.

Một cách tổng quát, dòng nhiệt trong trường hợp trao đổi nhiệt đối lưu được viết như sau:

$$\Phi = \frac{\Delta\theta}{R} = h.\Delta\theta.$$

$$h = \frac{1}{R} : \text{hệ số cấp nhiệt hay hệ số màng.}$$

Hệ số cấp nhiệt trong trường hợp trao đổi nhiệt không có sự thay đổi pha:

Hệ số cấp nhiệt là đặc trưng của quá trình trao đổi nhiệt đối lưu nên cũng phụ

thuộc vào các yếu tố liên quan đến quá trình: thông số hình học của thiết bị, điều kiện làm việc và tính chất dòng chảy. Do sự phụ thuộc phức tạp đó, không thể thiết lập được một công thức tổng quát để xác định hệ số cấp nhiệt h mà tùy từng trường hợp cụ thể người ta đưa ra những công thức thực nghiệm để tính. Các công thức này được xây dựng trên cơ sở các chuẩn số sau:

Trường hợp đối lưu cưỡng bức, hệ số cấp nhiệt h được suy ra từ công thức sau:

$$Nu = a.Re^n.Pr^m.$$

$$\text{Hoặc: } St = a.Re^{n-1}.Pr^{m-1}.$$

Các hệ số: a, n, m được xác định theo từng trường hợp cụ thể.

Các chuẩn số: Nu, Re, St được thiết lập từ đồng dạng nhiệt.

Chuẩn số Nusselt: $Nu = \frac{h.l}{\lambda}.$

h: Hệ số cấp nhiệt.

l: Kích thước hình học đặc trưng của thiết bị(m).

λ : hệ số dẫn nhiệt(W/m².K),

Chuẩn số Reynolds: $Re = \frac{\omega.\rho.l}{\mu}.$

l: chiều dài hình học đặc trưng của thiết bị.

ω : vận tốc trung bình của dòng chảy.

ρ : khối lượng riêng của lưu thể.

μ : độ nhớt động lực.

Chuẩn số Re đặc trưng cho chế độ chuyển động của dòng chảy.

Re<2100: Chảy lỏng chảy dòng.

2100<Re<10000: Chảy lỏng chảy quá độ.

Re>10000: Chảy lỏng chảy xoáy.

Chuẩn số Prandtl: $Pr = \frac{C.\mu}{\lambda}$

C: nhiệt dung riêng của lưu chất.

Chuẩn số Pr là một hàm của các thông số vật lý, biểu thị ảnh hưởng của các thông số vật lý lên quá trình trao đổi nhiệt.

Chuẩn số Stauton: $St = \frac{h}{C \cdot \rho \cdot \omega}$

Như vậy khi biết điều kiện làm việc của quá trình, các thông số đặc trưng của chất lỏng ở điều kiện đó, kích thước của thiết bị thì các chuẩn số trên được xác định và ta tìm được hệ số cấp nhiệt h.

Hệ số cấp nhiệt trong trường hợp trao đổi nhiệt không có sự thay đổi pha:

Sự chuyển pha trong quá trình trao đổi nhiệt có thể xảy ra trong các trường hợp ngưng tụ hoặc bốc hơi.

Xét quá trình ngưng tụ: Khi sử dụng một lưu thể có nhiệt độ thấp để ngưng tụ một hỗn hợp hơi thì trong quá trình cấp nhiệt, hơi sẽ ngưng tụ trên bề mặt truyền nhiệt thành các giọt lỏng hoặc một màng lỏng ngưng tụ. Hệ số cấp nhiệt trong trường hợp này bao gồm hệ số cấp nhiệt của phần hơi chưa ngưng tụ và phần lỏng đã ngưng tụ được. Như vậy, lượng lỏng ngưng tụ được ảnh hưởng lớn sự cấp nhiệt vì nó liên quan đến chế độ chảy của phần chất lỏng trong thiết bị. Mặt khác, sự cấp nhiệt do hơi ngưng tụ còn phụ thuộc vào vận tốc và chiều chuyển động của hơi, vào trạng thái bề mặt ngưng tụ, thành phần của hơi.

Khi vận tốc của pha hơi bé, chế độ chuyển động chỉ được khống chế bởi trọng lực, hệ số cấp nhiệt bé. Khi vận tốc pha hơi tăng lên, sự chuyển động của dòng hơi gây nên ma sát trên bề mặt phân chia pha làm tăng tốc độ của màng nước ngưng, hệ số cấp nhiệt.

Bề mặt ngưng tụ càng nhám thì càng làm tăng trở lực chuyển động của màng ngưng tụ, làm giảm tốc độ chảy và giảm hệ số cấp nhiệt.

Lượng khí không ngưng tụ trong hơi cũng ảnh hưởng lớn đến quá trình cấp nhiệt. Các khí này tích tụ lại trên bề mặt ngoài của màng ngưng tụ và tạo thành một lớp đệm làm tăng nhiệt trở cấp nhiệt đồng thời ngăn cản hơi tiến đến bề mặt truyền nhiệt, làm giảm hệ số cấp nhiệt của hơi.

Hệ số cấp nhiệt khi quá trình ngưng tụ chỉ bị khống chế bởi trọng lực:

$$Nu = 1.51 Re^{-1/3}$$

Hệ số cấp nhiệt khi quá trình ngưng tụ bị khống chế bởi ma sát giữa 2 pha lỏng-hơi:

$$Nu = 0.22 Re^{0.6} Pr^{0.4}$$

Đối với quá trình ngưng tụ hoàn toàn: $= 0.5 \left(1 + \sqrt{\frac{\rho_L}{\rho_V}} \right)$

$\rho_{v, l}$: Khối lượng riêng của hơi và lỏng ngưng tụ.