

NGHIÊN CỨU MỘT SỐ YẾU TỐ ẢNH HƯỞNG ĐẾN ĐỘC TÍNH CỦA SẢN PHẨM CHÁY SINH RA TRONG QUÁ TRÌNH ĐỐT CHÁY VẬT LIỆU NHỰA

Khúc Quang Trung
Đỗ Minh Thảo, Đặng Sỹ Lân

Trường Đại học Phòng Cháy Chữa Cháy

**Email: Trungkhuc1981@gmail.com*

Ngày nhận bài: 19/2/2019

Ngày PB đánh giá: 05/3/2019

Ngày duyệt đăng: 08/3/2019

TÓM TẮT

Theo thống kê của cục Phòng cháy chữa cháy và Cứu nạn Cứu hộ, năm 2017 cả nước đã xảy ra 4074 vụ cháy gây thiệt hại lớn về người và tài sản: chết 96 người và bị thương 203 người, về tài sản khoảng 2120 tỷ đồng. Trong các đám cháy, nguyên nhân chính gây chết người là do hít phải lượng lớn khí độc. Đặc biệt, các đám cháy vật liệu nhựa thường có nhiều sản phẩm cháy độc hại với con người. Chính vì vậy, chúng tôi đã tiến hành xác định độc tính và nghiên cứu một số yếu tố ảnh hưởng đến độc tính của sản phẩm cháy khi đốt cháy vật liệu nhựa trên cơ sở thiết bị Smoke density chamber (SDC) và thiết bị FTIR tại Trường Đại học Phòng cháy Chữa cháy.

Từ khóa: độc tính, sản phẩm cháy, vật liệu nhựa.

FACTORS AFFECTING THE TOXICITY OF FIRE PRODUCTS EMITTED WHEN BURNING PLASTIC MATERIALS

ABSTRACT

According to the statistic of General Department of Fire Prevention, Fire Fighting and Rescue, in 2017, there were 4074 cases of fire incidents nationwide causing a great loss to human and properties: 96 people were killed, 203 people were injured, the lost properties were estimated at about 2120 billions VND. In fires, the victim was killed mainly because of inhaling a great amount of poisonous gases. Especially, fires of plastic materials usually produce a variety of poisonous products to human lives. Hence, we conducted a study to determine the toxicity and factors affecting the toxicity of fire products emitted when burning plastic materials by using Smoke Density Chamber (SDC) and FTIR device at The University of Fire Fighting and Prevention.

Keywords: the toxicity, fire products, plastic materials.

I. GIỚI THIỆU

Hiện nay, các loại vật liệu được sử dụng nhiều trong xây dựng và dân dụng là gỗ, nhựa, thủy tinh,... Trong các vật liệu đó, vật liệu nhựa được sử dụng phổ biến bởi những ưu việt như: giá thành rẻ, dễ dàng biến đổi phù hợp yêu cầu, dễ trang trí [1], [2], [3]... Tuy nhiên, nhựa là vật liệu có tính nguy hiểm cháy, nổ cao. Trong các đám cháy ở nhà và công trình có sử dụng vật liệu nhựa thường có nhiều sản phẩm cháy gây độc hại đối với con người. Độc tính của sản phẩm cháy khi đốt cháy vật liệu được xác định theo các mô hình trong tiêu chuẩn ISO 13571[4].



Hình 1. Thiết bị SDC xuất xứ từ Anh được lắp đặt và vận hành Trường Đại học PCCC

- Độc tính của sản phẩm cháy dựa trên mô hình khí ngạt

$$FED = \sum_{t_1}^{t_2} \frac{[CO]}{35000 \text{ ppm} \cdot \text{min}} \Delta t + \sum_{t_1}^{t_2} \frac{\exp([HCN]/43)}{220 \text{ min}} \Delta t$$

Trong đó:

[CO] nồng độ trung bình của CO trong một đơn vị thời gian (ppm)

[HCN] nồng độ trung bình của HCN trong một đơn vị thời gian (ppm)

Δt : Đơn vị thời gian (phút).

- Độc tính của sản phẩm cháy được xác định dựa trên mô hình khí kích ứng:

Trong đó

$$FEC = \frac{[HCl]}{F_{HCl}} + \frac{[HBr]}{F_{HBr}} + \frac{[HF]}{F_{HF}} + \frac{[SO_2]}{F_{SO_2}} + \frac{[NO_2]}{F_{NO_2}} + \frac{[acrolein]}{F_{acrolein}} + \frac{[formaldehyd]}{F_{formaldehyd}}$$

[] nồng độ khí kích ứng (ppm)

F: nồng độ khí kích ứng ảnh hưởng nghiêm trọng đến khả năng thoát nạn (ppm).

Giá trị này được xác định theo [7] như sau:

$F_{HCl} = 1000 \text{ ppm}$; $F_{NO_2} = 250 \text{ ppm}$; $F_{HBr} = 1000 \text{ ppm}$; $F_{acrolein} = 30 \text{ ppm}$; $F_{HF} = 500 \text{ ppm}$; $F_{formaldehyd} = 250 \text{ ppm}$ và $F_{SO_2} = 150 \text{ ppm}$

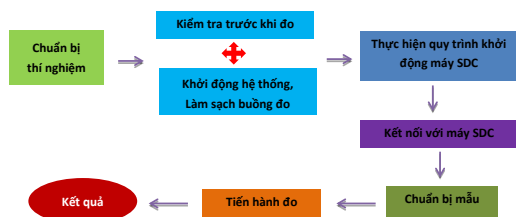
Từ các mô hình trên, độc tính của sản

phẩm cháy được xác định theo mô hình khí kích ứng (FEC) hoặc khí ngạt (FED). Mô hình nào có giá trị cao hơn, độc tính của sản phẩm cháy sẽ được xác định theo mô hình đó. Hiện nay việc nghiên cứu xác định độc tính của sản phẩm cháy khi đốt cháy các vật liệu nói chung và vật liệu nhựa nói riêng đã được một số nhóm nghiên cứu tham gia. G.Prado giáo sư người Pháp đã nghiên cứu

các sản phẩm cháy trong quá trình đốt các vật liệu polymer [7]. Bên cạnh đó, Michel Bert và Evans cũng đã nghiên cứu các sản phẩm cháy trong quá trình đốt vật liệu nhựa PVC và vật liệu gỗ [8]. Các nghiên cứu chỉ ra rằng, các vật liệu nhựa, gỗ được đốt cháy sẽ sinh ra các sản phẩm cháy có độc tính cao. Tuy nhiên, các nghiên cứu toàn diện về độc tính và các yếu tố ảnh hưởng đến độc tính khi đốt cháy các vật liệu nhựa vẫn chưa được công bố. Hiện tại, các nhóm vẫn tập trung vào việc xác định các ảnh hưởng về sức khỏe khi hít khói khí độc trong các đám cháy. Trước thực trạng trên, chúng tôi đã xác định độc tính và nghiên cứu các yếu tố ảnh hưởng đến độc tính của sản phẩm cháy sinh ra trong quá trình đốt cháy vật liệu nhựa.

II. THỰC NGHIỆM

Chúng tôi đã tiến hành xác định độc tính của sản phẩm cháy sinh ra khi đốt vật liệu nhựa với quy trình thực nghiệm theo tiêu chuẩn ISO 5659 như sau:



Hình 2. Quy trình xác định độc tính của sản phẩm cháy sinh ra khi đốt cháy vật liệu nhựa trên thiết bị DSC và FTIR.

1. Chuẩn bị mẫu
2. Kiểm tra trước khi đo và khởi động hệ thống, làm sạch buồng đo
3. Khởi động máy SDC
4. Kết nối với máy SDC
5. Mở hệ thống thông gió

6. Nhấn load cell, bỏ mẫu ban đầu ra bắt đầu đưa mẫu thử chưa có vật liệu cần đo vào và đưa vào vị trí tâm giá đỡ (yêu cầu chính xác vì có ảnh hưởng đến độ chính xác của phép đo), nhấn load cell và tare để chuẩn giá trị khối lượng là 0.

7. Bắt đầu đưa mẫu thử có chứa vật liệu cần đo vào và đóng cửa SDC, đóng cả lower vent và upper vent.

8. Bắt đầu đo bằng cách thực hiện đồng thời nhấn ignition, nhấn công tắc chân và chọn “Smoke chamber” trên màn hình cảm ứng.

9. Thời gian tiến hành đo phụ thuộc vào thiết lập (Mặc định là 600s = 10’).

10. Sau khi phép đo kết thúc.

- Máy SDC: nhấn ignition lower vent (upper vent sẽ tự động mở) và nhấn extraction (thoát khí).

- Máy FTIR : chọn “Air Sample”

11. Nhấn ok -> record -> ok.

III. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

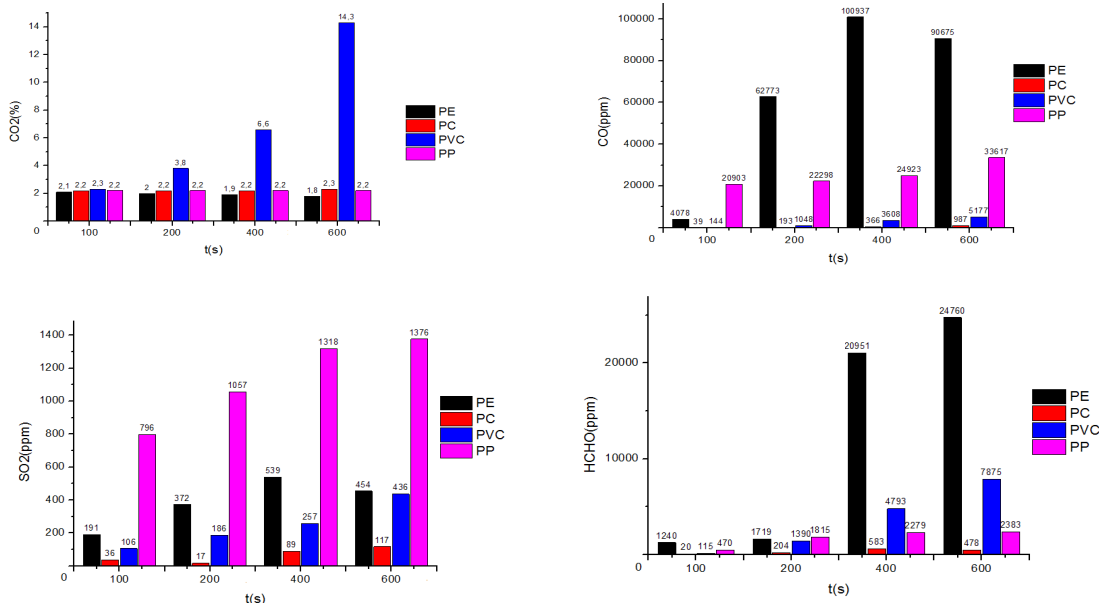
3.1. Kết quả xác định độc tính của sản phẩm cháy sinh ra khi đốt cháy vật liệu nhựa.

Nhóm nghiên cứu đã tiến hành thử nghiệm xác định độc tính của sản phẩm cháy sinh ra khi đốt cháy của 04 mẫu vật liệu nhựa khác nhau: nhựa PE, nhựa PP, nhựa PC, nhựa PVC với cùng một điều kiện thực nghiệm, cường độ nguồn nhiệt 25 kW/m² và chiều dày mẫu 3mm. Đây là 04 loại nhựa được sử dụng rất phổ biến hiện nay.

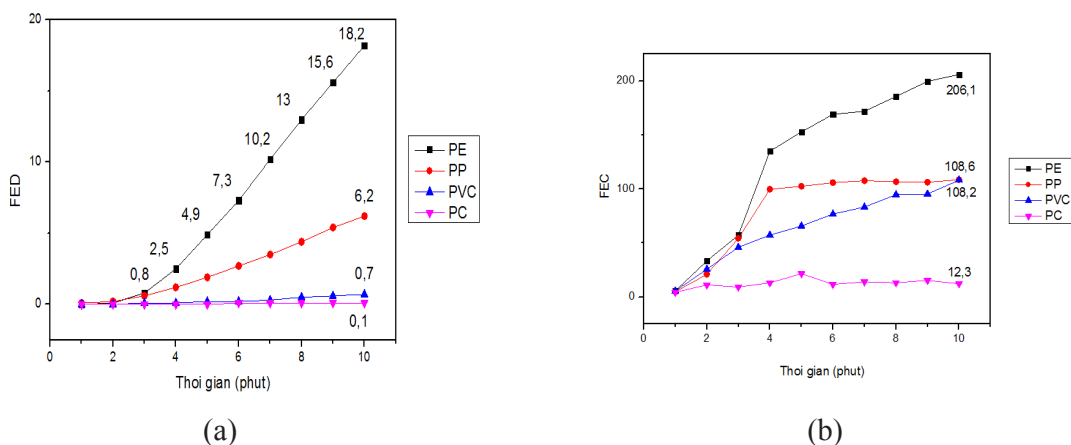
Kết quả chỉ ra rằng, sản phẩm cháy sinh ra khi đốt cháy các mẫu nhựa là các

khí như: CO_2 , CO , HCHO , SO_2 ...với các nồng độ thay đổi theo thời gian. Kết quả xác định nồng độ một số loại khí độc của

khói sinh ra trong quá trình đốt cháy vật liệu nhựa thu được trên hình 3 như sau:



Hình 3. Kết quả nồng độ khí CO_2 , CO , SO_2 và HCHO đo được của khói khi đốt 4 loại vật liệu nhựa



Hình 4: Kết quả xác định độc tính của khói khi đốt 4 loại vật liệu nhựa theo mô hình khí khí ngạt (a) và kích ứng (b).

Từ nồng độ của các khí độc thu được khi đốt các vật liệu nhựa, chúng tôi sẽ xác định độc tính của sản phẩm cháy sinh ra khi đốt cháy vật liệu nhựa theo mô hình khí ngạt

và theo mô hình khí kích ứng. Hình 4 chỉ ra rằng, độc tính của sản phẩm cháy khi đốt cháy vật liệu nhựa theo mô hình khí kích ứng lớn hơn nhiều so với mô hình khí ngạt

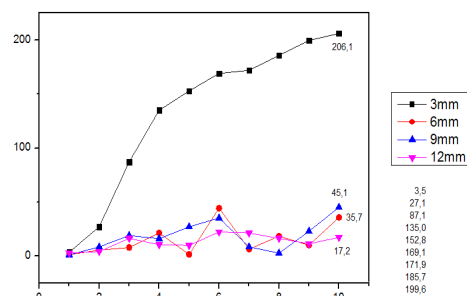
nên trong trường hợp này độc tính sản phẩm cháy khi đốt cháy vật liệu nhựa được xác định theo mô hình khí kích ứng với kết quả thu được theo hình 4b.

3.2. Các yếu tố ảnh hưởng đến độc tính của sản phẩm cháy sinh ra trong quá trình đốt vật liệu nhựa

a. Sự ảnh hưởng của bề dày mẫu

Để nghiên cứu ảnh hưởng độ dày của mẫu đến độc tính của sản phẩm cháy sinh ra trong quá trình đốt cháy vật liệu nhựa, chúng tôi tiến hành nghiên cứu với các mẫu nhựa PE với bề dày khác nhau. Từ nồng độ của các khí độc chúng tôi thu được khi đốt các vật liệu nhựa PE với bề dày khác nhau, kết quả chỉ ra trên hình 5. Kết quả cho thấy độc tính của sản phẩm cháy sinh ra khi đốt cháy mẫu nhựa PE 3mm cao hơn so với 3 mẫu nhựa còn lại. Như ta đã biết, chiều dày của mẫu ảnh hưởng chủ yếu tới vận tốc lan truyền của ngọn lửa. Người ta phân biệt mẫu dày nhiệt và mẫu mỏng nhiệt. Cơ sở của sự phân chia này là sự so sánh độ dài hình học hoặc vật lý đối với nhiệt. Nếu chiều dày vật lý lớn hơn chiều dày nhiệt, mẫu như vậy được gọi là mẫu dày nhiệt và ngược lại [4]. Rõ ràng, khi chiều dày của nó tăng lên vận tốc lan truyền của ngọn lửa giảm xuống. Khi độ dày của mẫu tăng lên, trong khoảng giới hạn của mẫu mỏng nhiệt, vận tốc lan truyền của ngọn lửa giảm xuống do lượng nhiệt chi phí từ bề mặt chất cháy để nung nóng theo chiều sâu tăng lên. Đối với mẫu dày nhiệt, vận tốc lan truyền của ngọn lửa không phụ thuộc vào độ dày của chúng. Nếu chiều dày vật lý vượt quá chiều dày nhiệt, thì khi tiếp

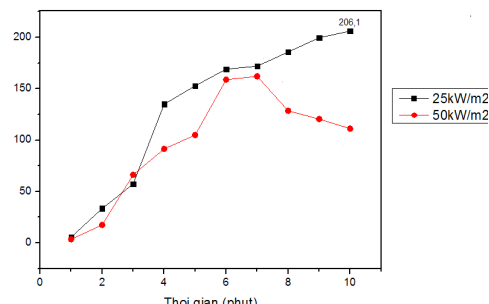
tục tăng chiều dày không làm thay đổi sự phân bố của nhiệt độ theo chiều sâu của vật liệu ở phía trước mặt lửa và vận tốc cháy trở lên không đổi.



Hình 5: Kết quả độc tính của khói khi đốt nhựa PE với bề dày khác nhau.

Như vậy, mẫu 1 là mẫu mỏng nhiệt và khi tăng độ dày mẫu lên 6, 9 và 12mm nồng độ sản phẩm cháy sinh ra chênh lệch không đáng kể nên chúng là các mẫu dày nhiệt. Điều này giải thích tại sao độc tính trong khói sinh ra khi đốt cháy nhựa PE ở độ dày 3 mm lớn hơn hẳn mẫu độ dày 6, 9 và 12 mm khi cùng tiến hành trong một điều kiện thực nghiệm.

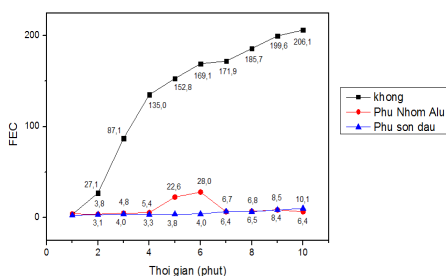
b. Sự ảnh hưởng của công suất nguồn nhiệt đến độc tính của sản phẩm cháy sinh ra trong quá trình đốt cháy vật liệu nhựa.



Để nghiên cứu sự ảnh hưởng của công suất nguồn nhiệt, quá trình thực nghiệm được tiến hành với 02 mẫu nhựa PE với công suất nguồn nhiệt khác nhau.

Từ nồng độ của các khí độc thu được khi đốt các vật liệu nhựa PE với công suất nhiệt khác nhau, chúng ta sẽ cũng xác định độc tính của khói sinh ra khi đốt cháy vật liệu nhựa PE với công suất nguồn nhiệt khác nhau theo mô hình khí kích ứng. Kết quả được chỉ ra theo hình 6. Như ta đã biết, khi chất cháy rắn bị nung nóng xảy ra sự phá vỡ các liên kết trong các phân tử của Arenius, theo phương trình đó, tốc độ của phản ứng tăng theo tỷ lệ hàm mũ với sự tăng của nhiệt độ. Do đó, khi tăng cường độ bức xạ nhiệt, nhiệt độ mẫu sẽ đạt tới giá trị nhiệt độ tự bốc cháy nhanh hơn. Quá trình cháy diễn ra với vận tốc nhanh hơn do đó chủ yếu là các sản phẩm cháy hoàn toàn sẽ thu được. Như vậy, độc tính của khói khi đốt cháy vật liệu nhựa PE có công suất nguồn nhiệt 25 kW/m^2 cao hơn so khi đốt cháy vật liệu nhựa PE có công suất nguồn nhiệt 50 kW/m^2

c. Sự ảnh hưởng của vật liệu đệm đến độc tính của sản phẩm cháy sinh ra trong quá trình đốt cháy vật liệu nhựa.



Hình 7: Kết quả độc tính của sản phẩm cháy khi đốt nhựa PE với vật liệu đệm khác nhau.

Trong thực tế, có nhiều đồ dùng, vật dụng được làm từ nhựa đã được phủ vật liệu đệm lên bề mặt bên ngoài như ốp trần, vách nhà, biển quảng cáo. Chúng là tấm

aluminium được ghép bởi 2 lớp nhôm chống ăn mòn, mỗi lớp dày 0,5 mm với lõi giữa làm bằng nhựa PE hoặc các vật dụng đơn giản chỉ quét sơn bên ngoài như cửa sổ, cửa ra vào hay một số đồ dùng trong gia đình.

Để nghiên cứu sự ảnh hưởng của vật liệu đệm, quá trình thực nghiệm được tiến hành với 03 mẫu: mẫu nhựa PE (bọc nhôm alu), mẫu nhựa PE (sơn dầu) và nhựa PE (không sử dụng vật liệu đệm) với các điều kiện thực nghiệm như nhau.

Từ nồng độ của các khí độc thu được khi đốt các vật liệu nhựa PE với các vật liệu đệm khác nhau, độc tính của khói sinh ra khi đốt cháy vật liệu nhựa PE với vật liệu đệm khác nhau được xác định theo mô hình khí kích ứng được chỉ ra theo hình 7.

Ta có thể nhận thấy độc tính có trong sản phẩm cháy sinh ra khi đốt cháy mẫu nhựa PE (không sử dụng vật liệu) cao hơn so với mẫu nhựa PE (sơn dầu) và mẫu nhựa PE (bọc nhôm alu).

Theo nghiên cứu cho thấy, trong sơn gồm có 3 thành phần cơ bản, đó là: chất tạo màng, dung môi, và phụ gia. Đối với mỗi loại sơn khác nhau thì thành phần các chất phụ gia cũng khác nhau. Chính thành phần chất phụ gia của sơn dầu làm thay đổi nồng độ khí độc sinh ra.

Bên cạnh đó lớp vật liệu đệm che phủ bề mặt vật liệu nhựa sẽ làm ngăn cản sự tác động của nhiệt đến bề mặt vật liệu nhựa, do đó sẽ làm chậm quá trình phân hủy nhiệt trên bề mặt, làm giảm nồng độ các khí độc có trong sản phẩm cháy sinh ra. Khả năng ngăn cản sự tác động nhiệt của lớp nhôm aluminium là rất lớn, do đó nồng độ các khí

độc sinh ra trong quá trình đốt cháy mẫu nhựa được bọc lớp vật liệu này thấp hơn so với mẫu không có vật liệu đệm.

IV. KẾT LUẬN

Sau khi nghiên cứu độc tính của sản phẩm cháy khi đốt vật liệu nhựa, kết quả thu được cho thấy, độc tính trong sản phẩm cháy sinh ra khi đốt cháy mẫu nhựa PE cao hơn với 3 mẫu nhựa còn lại. Bên cạnh đó, nhóm nghiên cứu đã tiến hành khảo sát các yếu tố ảnh hưởng đến độc tính của sản phẩm

cháy sinh ra trong quá trình đốt cháy vật liệu nhựa kết quả thu được như sau:

+ Chiều dày mẫu nhựa càng mỏng, độc tính của khói sinh ra khi đốt cháy vật liệu nhựa càng cao.

+ Công suất nguồn nhiệt càng lớn, độc tính càng giảm.

+ Độc tính có trong sản phẩm cháy sinh ra khi đốt cháy mẫu nhựa không sử dụng vật liệu đệm cao hơn so với mẫu nhựa quét sơn dầu và bọc nhôm aluminium.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Trịnh Thế Dũng (2002), “*Vật liệu xây dựng trong điều kiện cháy*”, NXB Khoa học và kỹ thuật, Hà Nội.
2. Tiêu chuẩn ISO 5660-2: reaction to fire tests – heat release, smoke production and mass loss rate – part 2: smoke production rate (dynamic measurement).
3. Tiêu chuẩn ISO 13571 “*Life threat from fires– Guidance on the estimation of time available for escape using fire data*”.
4. Đặng Tùng, Đào Quốc Hợp, Cao Đắc Phong (2004), “*Lý thuyết quá trình cháy*”, NXB Khoa học và kỹ thuật, Hà Nội.
5. Nguyễn Đức Việt (2010), “*Nghiên cứu xác định các chỉ số nguy hiểm cháy của vật liệu nhựa tổng hợp trong xây dựng và dân dụng*”, Đề tài khoa học cấp cơ sở, Hà Nội.
6. Purer, D. A., (1995) “*Toxicity Assessment of Combustion Products*”, in SFPE Handbook of Fire Protection Engineering, National Fire Protection Association, Quincy, MA, Sect. 2, pp.85- 146.
7. G.Prado, J.Agoda, (1978) “*Smoke formation by combustion of Polymeric Materials*” Elsevier Sequoia SA, Printed in the Netherlands.
8. Michel Bert, Alain Michel and Alin Guyot, (1978) “*Reduction of smoke Generation in Poly (vinyl chloride) Combustion*”, Elsevier Sequoia SA, Printed in the Netherlands 1978.