

NGHIÊN CỨU ỨNG DỤNG HIỆU ỨNG CỦA DÒNG KHÔNG KHÍ XOÁY XÂY DỰNG NGUYÊN LÝ LỌC ỨC HƯỚNG TÂM

Đình Xuân Thắng

Viện Môi Trường và Tài Nguyên – ĐHQG-HCM

(Bài nhận ngày 28 tháng 6 năm 2004)

TÓM TẮT: Quá trình lọc bụi và khí độc thực chất là quá trình lôi kéo bụi và khí độc ra khỏi dòng khí bị ô nhiễm trước khi thải ra môi trường và có thể thực hiện bằng nhiều cách khác nhau. Trong thực tế người ta thường kết hợp xử lý bụi và khí độc bằng phương pháp ỨC VỚI CÁC THIẾT BỊ: tháp rửa khí rộng, tháp đệm, sủi bọt, ly tâm, thiết bị lọc quán tính và thiết bị Ventury. Phương pháp lọc ỨC này có những ưu điểm sau:

- Thiết bị lọc kiểu ỨC dễ chế tạo, giá thành thấp nhưng hiệu quả rất cao.
- Có thể lọc được bụi có kích thước nhỏ dưới $0,1\mu$ (Thiết bị Ventury)
- Có thể làm việc với khí có nhiệt độ, độ ẩm cao mà các thiết bị khác không đáp ứng được. Thiết bị này không những lọc được bụi mà có thể dùng xử lý cả khí độc.

Tuy nhiên khi áp dụng ở Việt Nam, thường xảy ra các hiện tượng sau:

- Thiết bị làm việc không ổn định, hiệu suất thấp.
- Bản chất của khí thải trong điều kiện Việt Nam thường trong dòng khí thải có chứa cả bụi và khí độc, nhiệt độ cao, thành phần rất đa dạng và phức tạp nên dễ gây hiện tượng “sặc” hoặc tắc nghẽn thiết bị.

Phương pháp lọc bụi ỨC HƯỚNG TÂM được nghiên cứu trên mô hình thực nghiệm tương tự ngoài thực tế dựa trên cơ sở ứng dụng hiệu ứng của dòng không khí xoáy kết hợp với việc tạo xung va đập tạo ra các hạt sương mịn, mật độ dày nhằm tăng hiệu quả lọc bụi. Kết quả nghiên cứu đã đề xuất một nguyên lý lọc bụi ỨC mới khác với các nguyên lý lọc thông thường. Thiết bị chế tạo từ nguyên lý này cho giá thành rẻ hơn các loại khác nhưng lại cho hiệu suất lọc rất cao, vận hành đơn giản và đặc biệt là thiết bị làm việc với hiệu suất rất ổn định.

CÁC NGHIÊN CỨU TRONG VÀ NGOÀI NƯỚC

Ở nước ngoài có rất nhiều các tác giả như [8] Ianischevsky. V.1976, [9] Xtepanov B.B .1980, [10] Sui.Kh.1966, Alimov.P.1970.... của Liên Xô, Tiệp Khắc và Ba Lan... đã có nhiều nghiên cứu ứng dụng dòng không khí xoáy để thông gió cho các nhà xưởng và hầm mỏ.

Một số tác giả trong nước cũng đã ứng dụng hiệu ứng của dòng không khí xoáy để thông gió và khử độc hại trong xưởng như các công trình nghiên cứu của [2] Tiến sỹ Nguyễn Văn Quán, *Thông gió xuyên phòng*, TP.HCM.1995, [3] Tiến sỹ Nguyễn Văn Quán, Đặc thù phân bố bụi và khí độc trong sơ đồ thông gió xuyên phòng, Tạp chí lao động số 4/1997.

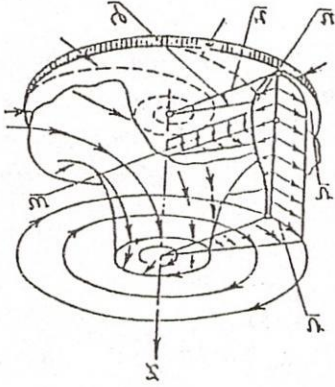
Các nghiên cứu nêu trên khi ứng dụng vào thực tế có những hạn chế sau:

- Kích thước phòng phải nhỏ hoặc tròn là tốt nhất.
- Các thiết bị trong xưởng là cản trở và dễ tạo ra vùng gió quẩn.
- Bụi và khí độc tập trung vào giữa có nồng độ cao sẽ là mối nguy hiểm cho công nhân nếu không xử lý kịp thời.

[8] V. Ianischevsky đã nghiên cứu dòng không khí xoáy trên mô hình được tạo ra từ một thiết bị phân phối khí đặt ở góc công trình và không khí ô nhiễm được đưa qua một lỗ ở đỉnh công trình ra ngoài. Kết quả cho thấy, phương pháp này đảm bảo cả không gian phòng được thông gió và không tạo vùng “chết” tại trung tâm công trình.

Một số tác giả của [6] Ba Lan, Liên Xô và Châu Âu trước đây cũng có các nghiên cứu tương tự khi ứng dụng dòng không khí xoáy. Hình 1.1. cho thấy, do ảnh hưởng của lực hướng tâm, dòng xoáy có xu hướng thu nhỏ tiết diện khi chuyển động lên cao. Đặc điểm của dòng không khí xoáy là có khả năng gom bụi vào tâm của lõi xoáy. Các hạt bụi, hơi khí độc trong dòng xoáy sẽ chuyển động với

quãng đường đi dài hơn, đây là nguyên nhân chính làm tăng diện tích tiếp xúc giữa các hạt bụi, khí độc với các giọt lỏng trong không gian trên. Từ hiện tượng này khi cho dòng không khí xoáy tiếp xúc với những hạt sương mịn, kích thước nhỏ ($100 \div 300 \mu$), mật độ dày ở ngay vùng lõi xoáy đó sẽ có tác dụng rất lớn để tăng hiệu quả lọc bụi và khí độc. Quá trình này thực chất là sự cường hoá quá trình tiếp xúc giữa bụi, khí độc và các hạt dung môi.



Trong đó :

- u : vận tốc hướng tâm
- v : vận tốc bao quanh
- w : vận tốc hướng trục
- φ, r, z : là các trục tọa độ.

Hình 1.1: Chuyển động xoáy của dòng không khí trên bề mặt đáy.

XÂY DỰNG MÔ HÌNH THÍ NGHIỆM.

Trên cơ sở ứng dụng ưu điểm của hiệu ứng dòng không khí xoáy và công nghệ tạo sương nêu trên, mô hình thí nghiệm được xây dựng với các kích thước cơ bản giống như một mô hình ngoài thực tế, cụ thể như sau:

- Chọn lưu lượng dòng khí: $L = 4.000 - 4.500 \text{ m}^3/\text{h}$
- Chọn vận tốc dòng khí qua tiết diện ngang: $v = 2,20 \div 2,50 \text{ m/s}$
- Đường kính thiết bị: 800mm
- Chiều cao: $H = 1.750 \text{ mm}$
- Công suất của quạt gió: $N_{qg} = 5 \text{ HP}$
- Thiết bị phun sương có công suất quạt: $0,5\text{HP}$
- Thiết bị tạo mẫu khí độc nhờ buồng đốt có bec phun, bộ hâm dầu và quạt cao áp $400 \text{ m}^3/\text{h}$, $h = 800 - 1.000 \text{ mmH}_2\text{O}$.

Nguyên lý làm việc của thiết bị

- Không khí có chứa bụi được đưa vào phía dưới thiết bị theo nguyên lý tạo ngẫu lực ngược chiều nhằm tạo sự xáo trộn giữa dòng khí và dòng chất lỏng chuyển động trong lõi dòng.
- Bụi hoặc khí độc sẽ được giữ lại trong chất lỏng theo các nguyên tắc va đập, tiếp xúc hoặc khuếch tán. Khí thải sau khi tiếp xúc với dung môi, khử bụi và khí độc sẽ được thải ra phía trên thiết bị qua lớp ngăn ẩm. Dòng chất lỏng sau khi tiếp xúc rơi xuống đáy thiết bị vào hệ thống thu gom. Chất lỏng này được tuần hoàn với chu kỳ được tính toán để duy trì hiệu suất lọc ướt của thiết bị.

KẾT QUẢ THÍ NGHIỆM.

Thành phần của hạt bụi được xác định với các thông số như sau:

Dung trọng rời tự nhiên: $\gamma_n = 0,899\text{g}/\text{cm}^3$

Độ ẩm: $w = 4,88 \%$

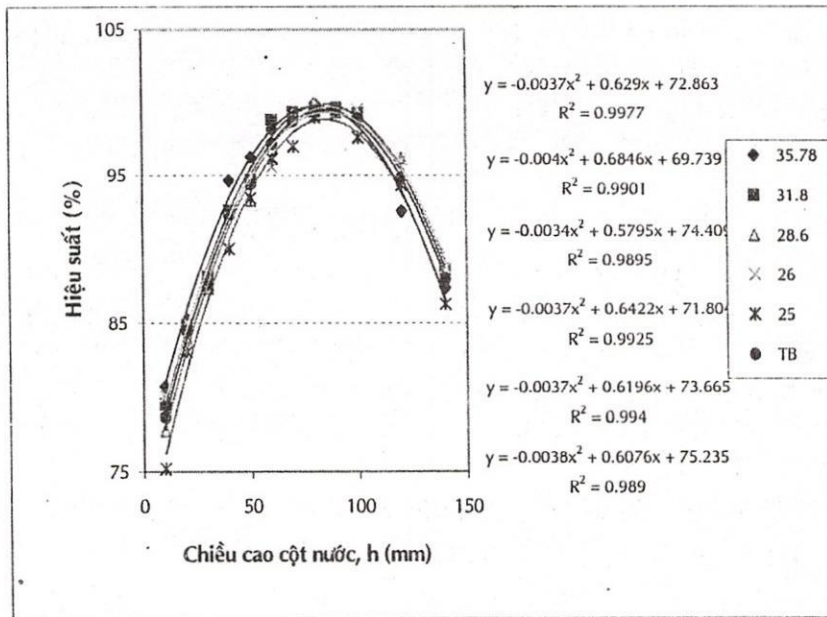
Dung trọng khô: $\gamma_k = 0,605 \text{ g}/\text{cm}^3$

Thành phần hạt qua phân tích tập trung chủ yếu ở kích thước $10 \div 50 \mu$ chiếm 85% , còn lại là cỡ hạt từ $10 \div 2 \mu$.

Kết quả thí nghiệm cho thấy vận tốc dòng khí thích hợp để tạo nên xoáy lốc tốt nhất nằm trong khoảng 26 đến 32 m/s và chiều cao lớp nước dưới đáy thiết bị để tạo ra lõi xoáy tốt nhất nằm trong

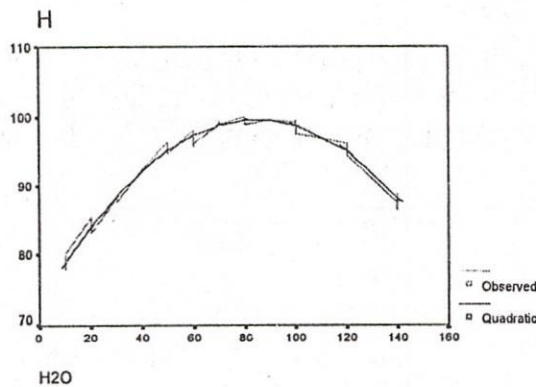
khoảng 8 đến 12 cm.

Trên cơ sở xác định được vận tốc không khí vào và chiều cao lớp nước dưới đáy thiết bị hợp lý, thí nghiệm được thực hiện ở nồng độ bụi từ khoảng vài trăm đến gần 10.000 mg/m³. Kết quả thí nghiệm được biểu diễn trên biểu đồ sau:



Hình 1.2. Tổng hợp hiệu suất thiết bị ở các vận tốc khác nhau

Cũng từ kết quả thí nghiệm nêu trên, khi dùng phần mềm SPSS for Window đã cho kết quả như sau:



$$\eta = -0,003759 x^2 + 0,636346 x + 72,731 \quad R^2 = 0,9883$$

Hình 1.3. Sự phụ thuộc của hiệu suất thiết bị vào chiều cao

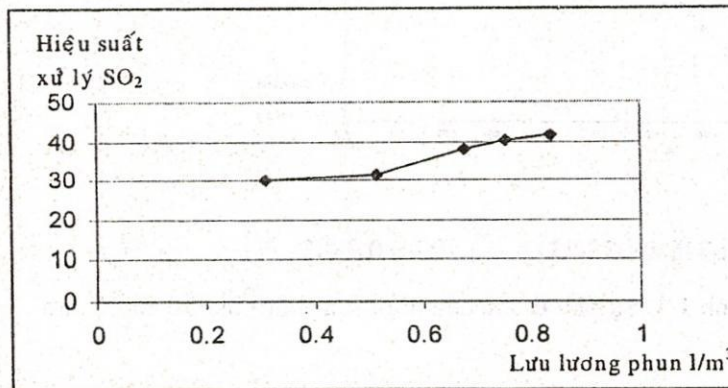
NHẬN XÉT:

1. Hiệu suất xử lý bụi của thiết bị đạt rất cao ở hầu hết các lần thí nghiệm đối với nồng độ bụi đầu vào thay đổi trong khoảng rất rộng từ vài trăm mg/m³ cho đến gần 10.000 mg/m³. Nghĩa là hiệu suất của thiết bị phụ thuộc rất nhỏ vào nồng độ và kích thước hạt bụi đầu vào ở trong khoảng nồng độ bụi được thí nghiệm.
2. Vận tốc thích hợp cho hiệu quả xử lý ổn định nhất nằm trong khoảng 26 ÷ 32 m/s. Giá trị này cũng hoàn toàn phù hợp với các giá trị vận tốc mà tác giả đã áp dụng ngoài thực tế ở một số công trình.
3. Trong khoảng chiều cao của lớp nước dưới đáy từ 60 ÷ 80 mm, hiệu suất của thiết bị đều đạt từ 97 % trở lên và tương đối ổn định. Hiệu suất đạt cực đại trên 99 % ở H = 80 mm trong hầu hết các lần thí nghiệm.

4. Qua quan sát bằng thực tế trên mô hình cho thấy chiều cao của xoáy lốc rồng tối đa đạt ở khoảng 700 ÷ 800 mm. Điều này cho thấy với chiều cao của các thiết bị xử lý thông thường (tháp đệm, mâm, sủi bọt...), thiết bị này có chiều cao thấp hơn nhiều và sự phụ thuộc của hiệu suất thiết bị vào chiều cao thiết bị là không đáng kể.
5. Tất cả các phương trình hồi quy trong cả hai phương pháp xử lý số liệu Excel và SPSS for Window đều có dạng giống nhau, các hệ số của các phương trình gần bằng nhau. Đặc biệt là hệ số hồi quy R^2 đều đạt giá trị trên 0,98 ÷ 0,99. Như vậy kết quả này hoàn toàn có thể chấp nhận được với độ tin cậy rất cao. Các phương trình này cho phép lựa chọn và thiết kế các thiết bị xử lý khá thuận lợi và dễ dàng.
6. Nếu sử dụng thiết bị này chỉ để xử lý bụi hoặc hỗn hợp khí thải chứa cả bụi và khí độc ở nồng độ thấp thì không cần sử dụng thiết bị tạo sương bằng nguyên tắc tạo xung như trên.
7. Trong trường hợp nồng độ khí độc trong hỗn hợp bụi và khí độc thấp chỉ cần sử dụng dung môi bằng nước là đủ. Điều này cho thấy tính kinh tế của thiết bị với chi phí vận hành khá thấp. Trong trường hợp nồng độ khí độc cao, bụi trong dòng hỗn hợp có hoạt tính hóa học hoặc vật lý cao, việc lựa chọn dung môi phù hợp là rất cần thiết, khi đó cần phải bố trí thêm thiết bị tạo sương theo nguyên tắc va đập như đã trình bày ở trên.
8. Tổn thất áp suất trong khoảng từ 80 đến tối đa 100 mmH₂O thấp hơn nhiều so với các thiết bị khác ở cùng điều kiện, do đó công suất điện tiêu tốn thấp hơn rất nhiều so với các loại thiết bị khác (5,5 HP so với 7,5HP).
9. Tiếng ồn cực đại của thiết bị là 87 dBA và thấp nhất 76,6 dBA. Các giá trị này còn thấp hơn tiêu chuẩn cho phép của tiếng ồn trong xưởng sản xuất (theo TCVN.1995 tiếng ồn trong xưởng sản xuất là 90 dBA).

THÍ NGHIỆM MỞ RỘNG CHO KHÍ ĐỘC.

Thiết bị được thí nghiệm với khói thải đốt dầu FO có hàm lượng lưu huỳnh 3 % trọng lượng, dung môi là nước với hệ số lưu lượng là 0,308 l/m³ đến 0,836 l/m³ không khí. Dầu được hâm nóng tới 90 0C, nhờ béc phun vào buồng đốt. Khí thải được làm nguội đến 350 0C. Hiệu quả xử lý đối với SO₂ được thể hiện trên biểu đồ sau:



Hình 1.4. Hiệu suất xử lý SO₂ trong khói thải đốt dầu

Kết quả của thí nghiệm cho phép tác giả một số nhận xét như sau:

1. Hiệu suất của thiết bị dao động từ 29,52 % ÷ 41,50 % đối với SO₂, trong khi ở cùng điều kiện tháp đệm và sủi bọt chỉ đạt 15 ÷ 20 %.
2. Hệ số phun $\mu = 0,5 \text{ lít/m}^3 \div 0,8 \text{ lít/m}^3$ là tương đối thích hợp. So với tháp rửa khí trần hệ số phun từ $\mu = 0,5 \text{ lít/m}^3 \div 8 \text{ lít/m}^3$ khí thải thì ở đây có lưu lượng nước nhỏ hơn nhưng hiệu suất thiết bị lại đạt cao hơn nhiều.
3. Việc chọn lựa dung môi để thí nghiệm mới chỉ là nước cho thấy hiệu suất của thiết bị đã tăng

lên khoảng 1,5 đến 2 lần và thiết bị làm việc khá ổn định. Tuy khí thải đầu ra có nồng độ của SO_2 còn cao hơn tiêu chuẩn thải (Tiêu chuẩn loại B. TCVN. 5939.1995) nhưng nếu sử dụng dung môi là dung dịch kiềm chắc chắn thiết bị này sẽ đạt hiệu xử lý cao hơn và khả năng đảm bảo nồng độ SO_2 sau khi ra khỏi thiết bị đạt nhỏ hơn 500 mg/m^3 (TCVN.5939-1995 – loại B) là hoàn toàn có thể thực hiện được.

4. Tổn thất của cả hệ thống từ 110 – 115 là nhỏ hơn so với tháp đệm $180 + 250 \text{ mmH}_2\text{O}$ ở trong cùng điều kiện. Từ đó cho thấy công suất điện tiêu thụ sẽ ít hơn.
5. Thiết bị này có thể khắc phục được các hiện tượng sặc, tắc nghẽn thiết bị.

KẾT LUẬN

1. Các phương pháp lọc ướt dùng để xử lý bụi và khí độc khi áp dụng ở Việt Nam cho thấy trong điều kiện Việt Nam một số trở ngại nhất định do bản chất của khí thải mang tính đặc thù của nền công nghiệp sản xuất vừa và nhỏ, công nghệ lạc hậu, nguyên vật liệu pha trộn, tái chế hoặc tận dụng.
2. Việc ứng dụng hiệu ứng của dòng không khí xoáy để xây dựng nguyên lý lọc bụi ướt hướng tâm cho phép tập trung bụi vào giữa thiết bị nhờ lực hướng tâm của dòng xoáy, kết hợp với công nghệ tạo sương bằng xung va đập cho phép xây dựng một nguyên lý lọc ướt mới – Nguyên lý lọc ướt hướng tâm. *Có thể coi đây là nguyên lý lọc ướt thứ 7* sau 6 nguyên lý lọc ướt hiện hành.
3. Thiết bị lọc ướt hướng tâm có rất nhiều ưu điểm: hiệu suất cao, giá thành rẻ, vận hành đơn giản, chi phí vận hành thấp, tránh được hiện tượng tắc nghẽn và hiện tượng sặc mà các thiết bị khác có thể gặp phải. Điều đặc biệt là thiết bị làm việc rất ổn định kể cả khi khí thải có nhiệt độ cao và thành phần của nó bao gồm cả bụi và khí độc.
4. Kết quả nghiên cứu trên một mô hình thực tế rất phổ biến ở các nước có nền công nghiệp vừa và nhỏ như Việt Nam cho thấy khả năng ứng dụng rất rộng rãi của thiết bị không những ở nước ta mà có thể áp dụng cả ở các nước có điều kiện tương tự.
5. Các đường cong xây dựng từ thực nghiệm cho phép việc thiết kế, lựa chọn thiết bị lọc ướt theo nguyên lý lọc ướt hướng tâm khá đơn giản và dễ dàng.
6. Các kết quả nghiên cứu mở rộng cho khí độc cho thấy với dung môi là nước, hiệu quả xử lý đối với SO_2 trong khói thải đốt dầu đã tăng lên gần 1,5 đến 2 lần so với các loại thiết bị khác, chứng tỏ thiết bị này có hiệu suất rất cao so với các loại thiết bị khác. Nếu lựa chọn dung môi là nước vôi hoặc xút thì hiệu quả lọc sẽ tăng lên rất nhiều và khí thải đầu ra sẽ có nồng độ thấp hơn TCVN.1995.

STUDYING AND APPLYING THE EFFECTION OF WHIRLING AIR STREAM ESTABLISHING CENTRIPETAL WET-FILTER PRINCIPLE

Dinh Xuan Thang

Institute for Environment and Resources (IER) – VNU-HCM

ABSTRACT: *Filtration is a process which removes Posion gas and Dust from polluted air jet with many different methods. In practice, One normally combines Wet Scrubber with another equipment such as: Cyclon, buffer tower, Ventury equipment...*

This method has some advantages:

- *Wet scrubber is easy to manufacture, lower price but high effcient.*
- *This equipment can remove dust which is 0.1μ .*
- *It is able work under hot temperature & moiture condition in which the others cannot satisfy. This equipment filters not only dust but also posionous gas.*

However, when this filter is applied in Vietnam, some phenomenons occur:

- *It sometimes works unstable, uneffcient.*

- *The essence of gas jet is that it usually contains variety of dust & toxicant in hot & changing condition so that it is likely to be stucked.*

Wet cyclon approach studied on practical models which are similar with realities base on the effects of whirling air which combine with vaseline to create tiny & thick density water drop for increasing its feasibility. The result puts forward a new principle of wet scrubber different with the other. The equipment made from this principle is more economy and more out put, easy & stable to operate.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] GS.TS. Trần Ngọc Chấn, *Ô nhiễm không khí và xử lý khí thải*. Tập 3. Nhà xuất bản KHKT (2000).
- [2] TS. Nguyễn Văn Quán, *Báo cáo tổng kết đề tài nghiên cứu khoa học TP.HCM “Thiết bị tạo sương bằng xung va đập theo nguyên lý quạt đĩa”* (1995).
- [3] TS. Nguyễn Văn Quán, *Đặc thù phân bố bụi và khí độc trong sơ đồ thông gió xuyên phòng* (4/1997).
- [4] TS.GVC. Đinh Xuân Thắng, *Ô nhiễm không khí*. Tập 1, Nhà Xuất bản ĐHQG TP. HCM (2004).
- [5] Akhmedob. R.B, *Đubue žazogopelotrnute uctroictva*. M. Nhedra (1970).
- [6] Alimob. R.Z, *Ghidravlitreckôie xovrotripvlinhie I treplomaccoobmen v zakrytrenom votoke. Inzenhernø phizitreckii zuznal*. T.10. N04 (1976).
- [7] Cobii.B.M Ersov A.I, *Iccledovanhie ctrykturur i ghidrođnhiamika protrivlenuc turbulentnovø zakrutreniovø potoka v katoruc trubãc*. Izbectria. AH. BCCP. Cer. Phiziko-enherghechitreckich nayk. N03 (1972).
- [8] Ianhisepxki.V. Bikhrevaia. *Obzor kolxkoi trekhnhiki*. N06 (1976).
- [9] Nuctre Kh, *Zatukhanhie zatukhanhi potoka v trubac krugloghø xetrenhie*. Izvectria AH ECCP. Phizika. Matrematrika. T.22. N01 (1973).
- [10] Xtepanov B. B, *Ixxledovanhie ephphekininoxtri mextnovo provetrivasiia v karutrax vikhrevitm xnoxobom*. Aphotoreph. Dix. Na xoixk. Ytrei. xtrepenhi kaid. Trekhi.Nauk. L (1979).
- [11] Xui Kh. Ivanov. IO, *Vzaimodeixtvie xoizmerimuc ctrui v ogranhitreinom proctraictrie*. Izvectri AH ECCP. Cer. Phiz.Mat. I trekhi. Nauk. T. N⁰1 (1966).
- [12] Chandler E. T, *Environmental protection*. New York. McGraw Hill BK Co (1973).
- [13] Cross F L, *Handbook on air pollution control*. Technomic. USA (1973).
- [14] Dorman R.G, *Dust control and Air cleaning*. Oxf (1974).
- [15] Gilpin Alan, *Control of air pollution*. London Butter – Worths (1963)