

## TUYỆT ĐỐI HOÁ CỒN ETHANOL BẰNG PHƯƠNG PHÁP KHÔNG DÙNG TÁC NHÂN HOÁ HỌC

V. S. LEONTYEV, TRƯƠNG TẤT HIẾU

### 1. MỞ ĐẦU

Cồn ethanol nhận được bằng các phương pháp chưng cất thông thường không thể có hàm lượng lớn hơn 95,7% khối lượng chất chính, bởi vì giá trị này tương ứng với hàm lượng của nó trong hỗn hợp đẳng phí, được tạo bởi ethanol với nước ở áp suất tiêu chuẩn.

Song đối với một số mục đích sử dụng như trong các ngành công nghiệp sơn, công nghiệp dược phẩm, mỹ phẩm và nước hoa yêu cầu ethanol hầu như không chứa nước. Cồn tuyệt đối được dùng trong công nghiệp tổng hợp hữu cơ, nó còn được sử dụng rộng rãi trong các phòng thí nghiệm.

Cồn tuyệt đối, tạo các hỗn hợp bền với xăng được sử dụng rộng rãi ở nhiều nước như nhiên liệu động cơ [1 - 7]. Đã khẳng định rằng việc cho thêm cồn tuyệt đối vào xăng sẽ nâng cao các tính chất chống kích nổ của nhiên liệu, do đó cho phép sử dụng mức độ nén nhiên liệu cao hơn.

Tại Mỹ, để nâng cao độ sạch sinh thái của nhiên liệu trong năm 2002 - 2003 đã xây dựng hơn 30 nhà máy sản xuất nhiên liệu ethanol từ ngô.

Tại viện Hoá học ứng dụng - Trung tâm Khoa học Nga, Liên bang Nga đang triển khai thành công các công trình về hợp kim hoá nhiên liệu động cơ bằng các chất phụ gia trên cơ sở cồn ethanol tuyệt đối chứa các phức chất cơ kim [8], và về nghiên cứu các công nghệ tiết kiệm năng lượng để sản xuất cồn ethanol tuyệt đối [9]. Các chất phụ gia này khi cho vào xăng cho phép nâng cao chỉ số octan lên 3 - 4 đơn vị, cũng như giảm độ độc hại của khí thải đến 30 - 50%, là một trong các giải pháp quan trọng nhất để giải quyết các vấn đề môi sinh.

Việc khử nước của cồn ethanol có thể được tiến hành như việc sử dụng các tác nhân phân tách (benzen, hexan, các tác nhân rắn) [7, 10 - 24], cũng như việc không sử dụng chúng (các phương pháp màng lọc) [25 - 30], , phương pháp không dùng tác nhân hoá học- PSD [9, 33].

Phương pháp khử nước trong cồn bằng chưng cất đẳng phí được sử dụng rộng rãi nhất trong công nghiệp [7, 10 - 15]. Phương pháp này lần đầu tiên đã được S. Iung [7] sử dụng để tách nước. Cấu tử tạo hỗn hợp đẳng phí được sử dụng là benzen, chất này tạo thành với ethanol và nước thành các hỗn hợp đẳng phí hai và ba cấu tử. Hỗn hợp ba cấu tử ethanol- benzen - nước có nhiệt độ sôi thấp nhất. Bởi vậy khi chưng cất hỗn hợp cồn nước với sự có mặt của benzen thì trước tiên hỗn hợp ba cấu tử này sẽ bay hơi như sản phẩm đầu mang theo hầu hết lượng nước có trong hệ chưng cất. Dung dịch đi vào hệ thống thiết bị tuyệt đối hoá cồn cần phải chứa không nhỏ hơn 80% khối lượng cồn. Kết quả của quá trình chưng cất là ở phần đáy thấp nhận được cồn tuyệt đối, trong trường hợp này nó là sản phẩm đuôi. Tác nhân tạo hỗn hợp đẳng phí có thể được sử dụng là hexan, tricloethylen, ...

Phương pháp chưng cất trích li là phương pháp ít được sử dụng nhất, ở đây cấu tử phân tách được đưa ra khỏi quá trình cùng với chất lỏng của buồng chưng, còn sản phẩm chính là phân

đoạn đầu [16 - 19]. Chất trích li được sử dụng là triethylenglycol, monoethylenglycol, hỗn hợp ethylcarbonitryl và ethylenglycol ...

Phương pháp tuyệt đối hoá cồn bằng các dung dịch muối cũng đã được đề xuất [20 - 24]. Nguyên lý của phương pháp đã được Marie S. [20] trình bày và được tóm tắt là hỗn hợp xử lý ở dạng hơi dịch chuyển trong tháp chưng cất ngược chiều với dung dịch muối chảy xuống. Chất hoà tan được sử dụng là: axetatkali, clorua canxi, muối ăn, axetatnatri ... Theo các số liệu của công trình [24] thì clorua canxi là chất cho khả năng tách tốt nhất.

Để làm khan cồn có thể sử dụng phương pháp hấp phụ [25, 26]. Zeolit dạng NaA, NaX, CaA, CaX cũng đã được nghiên cứu. Quá trình được tiến hành trong các điều kiện động với việc sử dụng 95,5% ethanol chưng cất. Đã xác định rằng hiệu suất khử nước bị giảm theo thứ tự các chất hấp phụ NaA > NaX > CaX > CaA. Nhược điểm của phương pháp này là mất mát một lượng cồn rất lớn do nó bị hút bởi zeolit.

Từ những điều trình bày trên đây cho thấy rằng hầu hết các phương pháp tuyệt đối hoá cồn ethanol đã nêu đều có các nhược điểm như làm bản sản phẩm chính bởi các tác nhân phân tách, các vấn đề môi trường, thiết bị cồng kềnh. Vấn đề tái sinh các chất phân tách dẫn đến làm tăng đáng kể các chi phí đầu tư và chi phí sản xuất, cũng như làm tăng năng lượng của quá trình sản xuất.

Đối với các ngành công nghiệp như dược phẩm, thực phẩm, nước hoa, điện tử, cũng như đối với các nghiên cứu chuyên ngành thì yêu cầu cồn tuyệt đối phải có độ sạch cao.

Để nhận được cồn ethanol tuyệt đối độ sạch cao ưu việt nhất là áp dụng các phương pháp khử nước không dùng tác nhân hoá học.

Hầu hết tất cả các phương pháp đã biết đều dựa trên việc tuyệt đối hoá cồn đã được làm sạch khỏi các tạp chất hữu cơ của cồn ethanol.

Phương pháp nhận cồn khan trực tiếp từ dịch lên men cũng đã được biết đến, song nó dựa trên việc sử dụng tác nhân phân tách bổ sung là benzen.

Phương pháp tuyệt đối hoá cồn nhờ màng lọc là phương pháp tương đối có triển vọng [27 - 32, 35], song phương pháp này yêu cầu phải sử dụng cồn độ sạch cao, đã tách các tạp chất hữu cơ ra khỏi cồn và chỉ cần tách lượng nước dư.

## **2. ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ KHÔNG DÙNG TÁC NHÂN HOÁ HỌC (PSD) ĐỂ SẢN XUẤT CỒN TUYỆT ĐỐI ĐỘ SẠCH CAO TẠI VIỆN HOÁ HỌC CÁC HỢP CHẤT THIÊN NHIÊN**

Tại Trung tâm Khoa học Nga, Liên bang Nga đã nghiên cứu thành công công nghệ tiết kiệm năng lượng hiệu năng cao, chứa đựng hàng loạt “know-how”, và thiết bị có bản quyền để nhận cồn tuyệt đối ethanol mà không sử dụng các tác nhân phân tách (hình 1) có khả năng đồng thời làm sạch khỏi các tạp chất hữu cơ trong quá trình tuyệt đối hoá cồn [9].

Bản chất của phương pháp được đề xuất là nằm trong việc sử dụng hệ thống các tháp chưng cất chuyên dụng hiệu năng cao, có trở lực thuỷ lực thấp và làm việc ở các áp suất khác nhau.

Nguyên liệu đầu vào có thể được sử dụng:

- Cồn ethanol chưng cất (có hàm lượng nước ~ dưới 4% thể tích);
- Cồn - nguyên liệu (có hàm lượng nước ~ 12%);
- Cồn thô (có hàm lượng nước ~ 60% thể tích).

Theo công nghệ này có thể nhận được cồn ethanol với hàm lượng nước không lớn hơn 0,3% khối lượng (0,2% thể tích). Phụ thuộc vào yêu cầu của bên đặt hàng hệ thiết bị tuyệt đối hoá cồn ethanol có thể sản xuất với công suất từ 100 lít đến 500.000 lít / ngày đêm.

Trong trường hợp tăng hàm lượng các tạp chất hữu cơ trong cồn ethanol đầu so với các chỉ tiêu yêu cầu, nó có thể được làm sạch bổ sung khỏi các este phức, dầu fusen, các axit hữu cơ...

Hệ thống thiết bị tuyệt đối hoá cồn có thể làm việc độc lập hoặc được sử dụng như một modul công nghệ ghép nối.

Khi sử dụng hệ thống thiết bị tuyệt đối hoá cồn độc lập (nguyên liệu đầu vào được sử dụng là cồn ethanol thương phẩm) chi phí năng lượng là 30 - 35 kg hơi nước / kg cồn tuyệt đối (hình 1).

Phương án có triển vọng và được quan tâm là khi công nghệ đề xuất được ghép nối với các nhà máy đang sản xuất cồn ethanol.

Sơ đồ mẫu để nhận cồn chung cất từ cồn thô hoặc cồn-nguyên liệu được trình bày trên hình 2.

Nó bao gồm tháp cồn thô (KЭ) và tháp tinh chế (KP), trên các tháp này xảy ra việc tách các tạp chất và tách nước ra khỏi hỗn hợp siêu đẳng phí. Nhu cầu năng lượng (chi phí hơi quá nhiệt) ở giai đoạn chung cất cồn thô là 1 - 1,2 kg/ kg, ở giai đoạn tinh chế là 2,8 - 3,0 kg/ kg.

Sơ đồ nhận cồn tuyệt đối ethanol trực tiếp từ cồn thô hay cồn nguyên liệu được trình bày trên hình 3.

Ở đây, phụ thuộc vào chế độ làm việc có thể sản xuất ra hoặc cồn thương phẩm hoặc cồn tuyệt đối với hàm lượng các tạp chất hữu cơ không lớn hơn 50 ppm. Năng lượng (chi phí hơi quá nhiệt) khi sản xuất cồn tuyệt đối từ cồn thô hoặc cồn nguyên liệu lớn hơn so với năng lượng sản xuất cồn tinh chế là từ 0,2 - 0,5 kg/kg. Chỉ tiêu này thấp hơn nhiều so với các phương pháp tuyệt đối hoá cồn khác.

Ví dụ khi tuyệt đối hoá cồn ethanol bằng benzen chi phí hơi quá nhiệt là 1,5 - 2,0 kg/ kg, còn trong sản xuất ethanol nhiên liệu với việc sử dụng hecxa [34] là 4,5 - 5,0 kg/kg.

Việc ghép nối modul tuyệt đối hoá cồn vào nhà máy sản xuất cồn đang hoạt động có thể thực hiện theo sơ đồ song song (hình 4). Trong trường hợp này sản xuất cồn tinh chế và cồn tuyệt đối được tiến hành đồng thời.

Công nghệ dễ dàng được ghép nối vào các nhà máy cồn đang hoạt động, thêm vào đó phương án khi tuyệt đối hoá cồn được tiến hành trực tiếp từ cồn thô với việc làm sạch đồng thời khỏi các tạp chất hữu cơ có nhiều ưu điểm hơn so với phương án nhận cồn ethanol sạch, rồi sau đó mới tiến hành tuyệt đối hoá cồn từ cồn sạch, vì các chi phí năng lượng bổ sung ở đây là nhỏ nhất.

Hệ thống thiết bị đầu tiên về nhận cồn ethanol tuyệt đối bằng phương pháp không dùng tác nhân hoá học với việc sử dụng các tháp chưng cất chuyên dụng đã được triển khai thực hiện tại Liên bang Nga vào năm 2007.

Vào năm 2008, Trung tâm Khoa học Nga, Liên bang Nga và Viện Hoá học các hợp chất thiên nhiên (INPC), Cộng hoà Xã hội chủ nghĩa Việt Nam đã hợp lực xây dựng tại Việt Nam một hệ thống thiết bị nhận cồn ethanol tuyệt đối độ sạch cao bằng phương pháp không dùng tác nhân hoá học từ cồn nguyên liệu với nồng độ cồn đầu là 95,5% thể tích.

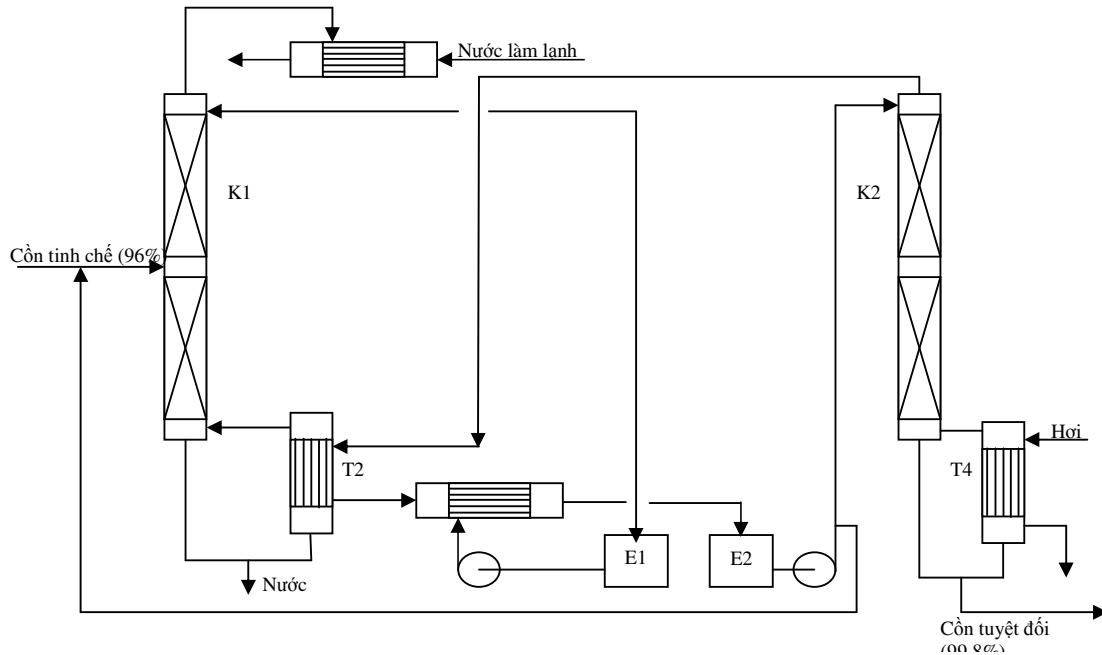
Phía Việt Nam đã chế tạo và lắp đặt thiết bị theo tài liệu kĩ thuật của Trung tâm Khoa học Nga một hệ thống thiết bị công suất 125 lít/ ngày đêm (hình 5).

Vào năm 2010 hệ thống thiết bị này đã được đưa vào vận hành ổn định.

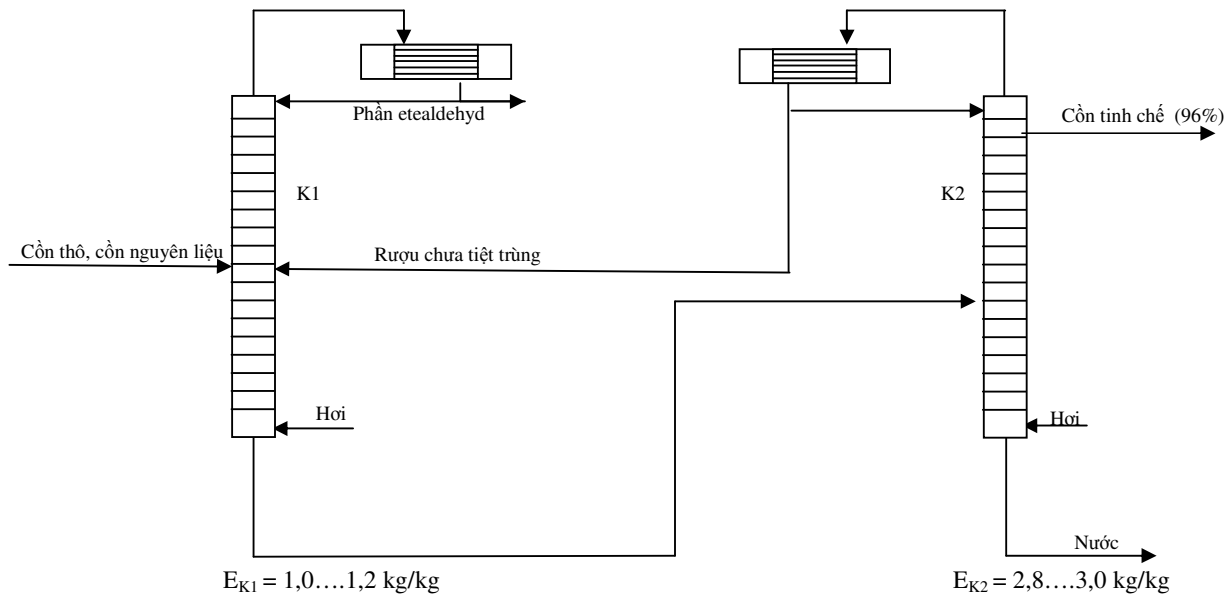
Hệ thống thiết bị dùng cho mục đích sản xuất cồn tuyệt đối gồm hai loại sản phẩm «A» và «B» (bảng 1).

Các chỉ tiêu thực tế do hệ thống thiết bị cung cấp được đưa ra trong bảng 2.

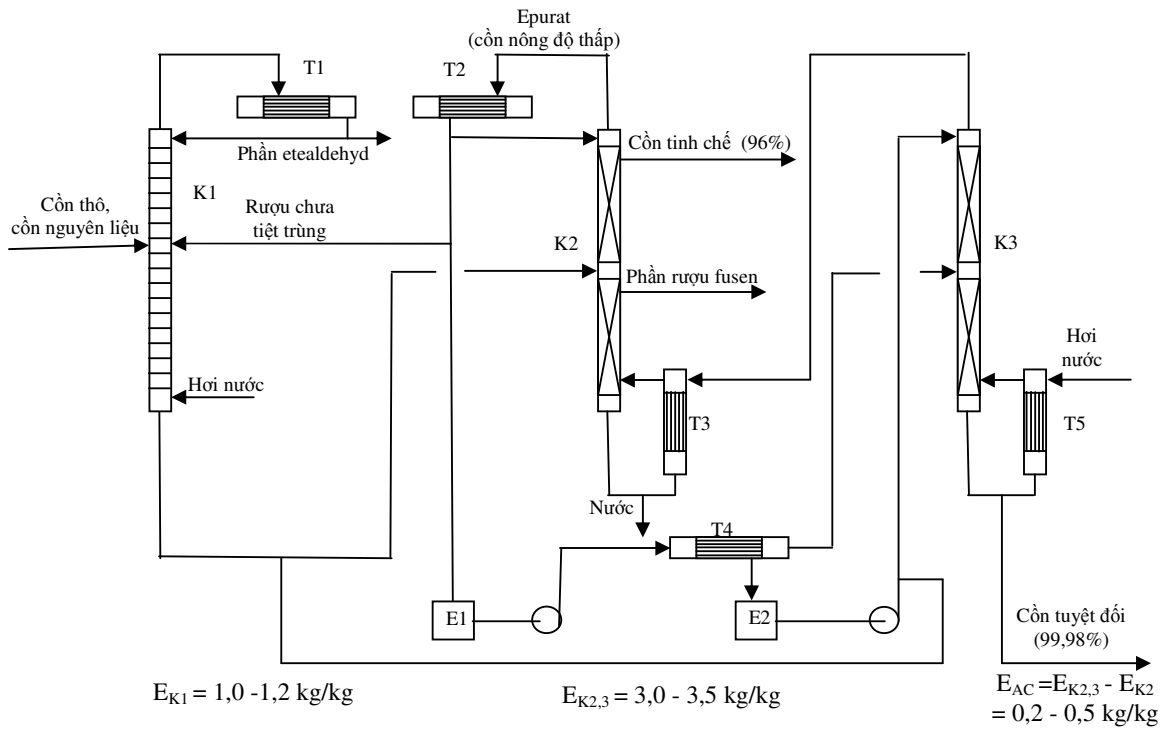
Nhờ việc sử dụng phương pháp tuyệt đối hoá cồn không dùng tác nhân hoá học, trên hệ thống thiết bị này đã sản xuất ra cồn tuyệt đối thương phẩm không chứa các tác nhân gây bản ngoại lai và có thể sử dụng không hạn chế trong công nghiệp dược, thực phẩm, nước hoa, điện tử, nghiên cứu khoa học...



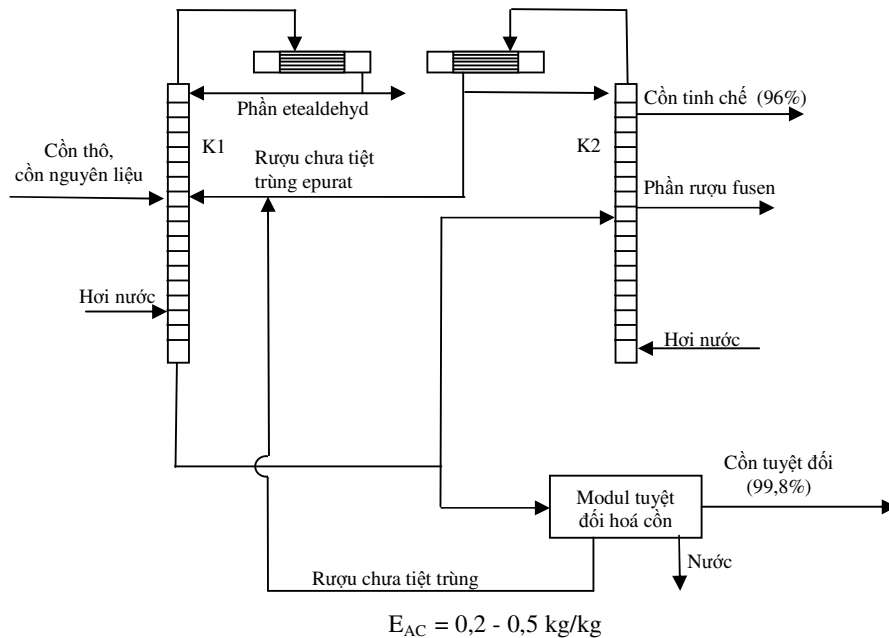
Hình 1. Sơ đồ tuyệt đối hoá cồn nguyên liệu bằng phương pháp mới không dùng tác nhân hoá học  
K1, K2: Tháp chưng cất; T1 - t4: Thiết bị trao đổi nhiệt; E1, E2: Bồn chứa



Hình 2. Sơ đồ nhận cồn tinh chế



Hình 3. Sơ đồ nhận cồn tuyệt đối từ cồn thô hoặc cồn nguyên liệu  
 K1, K2, K3: Tháp chưng cất; T1-T5: Thiết bị trao đổi nhiệt; E1, E2: Bồn chứa



Hình 4. Phương án tổ chức sản xuất đồng thời với việc sản xuất cồn tinh chế và cồn tuyệt đối

### 3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Bảng 1. Các chỉ tiêu đảm bảo chất lượng sản phẩm

Tên chỉ tiêu	Đặc tính	
	Loại B	Loại A
Hình dáng bên ngoài	chất lỏng trong suốt không có các hạt ngoại lai	
Màu sắc	chất lỏng không màu	
Phần trăm thể tích (phần trăm khối lượng) cồn ethanol, % không nhỏ hơn	99,5 (99,2)	99,8 (99,65)
Hàm lượng nước phần trăm thể tích (phần trăm khối lượng), % không lớn hơn	0,5 (0,8).	0,2 (0,35).
Tổng hàm lượng các tạp chất hữu cơ, ppm, không lớn hơn	20	18
Trong đó:		
Nồng độ khối lượng các aldehyd tính cho cồn không nước, ppm, không lớn hơn	0,5	0,5
Nồng độ khối lượng các rượu fusen (1-propanol, 2-propanol, rượu izobutylic, 1- butanol, rượu izoamylic) tính cho cồn không nước, ppm, không lớn hơn	2,5	2,0
Nồng độ khối lượng các ete phức tính cho cồn không nước, ppm, không lớn hơn	2,5	2,0
Nồng độ khối lượng rượu metylic tính cho cồn không nước, ppm, không lớn hơn	5,0	5,0
Nồng độ khối lượng các axit tự do (không tính CO <sub>2</sub> ) tính cho cồn không nước, ppm, không lớn hơn	5,0	5,0

Bảng 2. Các chỉ tiêu thực tế nhận được trên hệ thống thiết bị đặt tại Viện hoá học các hợp chất thiên nhiên

Tên chỉ tiêu	Đặc tính
Hình dạng bên ngoài	chất lỏng trong suốt không có các hạt ngoại lai
Màu sắc	Chất lỏng không màu
Phần trăm thể tích (phần trăm khối lượng) cồn ethanol, % không nhỏ hơn	99,98
Hàm lượng nước phần trăm thể tích (phần trăm khối lượng), % không lớn hơn	0,05
Tổng hàm lượng các tạp chất hữu cơ, ppm, không lớn hơn	16

Trong đó:	
Nồng độ khối lượng các aldehyd tính cho cồn không nước, ppm, không lớn hơn	0,5
Nồng độ khối lượng các rượu fusen ( 1-propanol, 2-propanol, rượu izobutylic, 1- butanol, rượu izoamylic) tính cho cồn không nước, ppm, không lớn hơn	1,95
Nồng độ khối lượng các ete phức tính cho cồn không nước, ppm, không lớn hơn	1,5
Nồng độ khối lượng rượu metylic tính cho cồn không nước, ppm, không lớn hơn	3,8
Nồng độ khối lượng các axit tự do (không tính CO <sub>2</sub> ) tính cho cồn không nước, ppm, không lớn hơn	4,8

Từ các kết quả nhận được cho thấy sản xuất cồn tuyệt đối bằng phương pháp không dùng tác nhân hoá học cho phép nhận được sản phẩm có chất lượng rất cao (tổng hàm lượng các tạp chất hữu cơ là 16 ppm hoặc thấp hơn, nồng độ cồn ethanol đạt lớn hơn 99,9%). So sánh với các sản phẩm cùng loại của các hãng sản xuất hoá chất có tiếng trên thị trường thế giới như sản phẩm của hãng Merck (Đức) thì sản phẩm nhận được trên Hệ thống thiết bị sản xuất cồn tuyệt đối bằng phương pháp không dùng tác nhân hoá học được đặt tại Viện Hoá học các hợp chất thiên nhiên có chất lượng cao hơn rất nhiều (sản phẩm của hãng Merck loại tốt nhất có nồng độ cồn là 99,98%, tổng hàm lượng các tạp chất hữu cơ là 730 ppm, được bán với giá 75 EURO /L).

#### 4. KẾT LUẬN

Công nghệ sản xuất cồn tuyệt đối bằng phương pháp không dùng tác nhân hoá học là công nghệ tiên tiến đã được triển khai áp dụng thành công tại Viện Hoá học các hợp chất thiên nhiên, cho phép nhận được sản phẩm cồn tuyệt đối độ sạch cao với tổng hàm lượng các tạp chất hữu cơ < 16 ppm, nồng độ cồn ethanol đạt > 99,98% và chi phí sản xuất thấp là sản phẩm có độ sạch cao nhất ở Châu Á và trên thế giới hiện nay.

Với công suất 125 lít/ ngày đêm, Hệ thống thiết bị có thể đáp ứng đầy đủ cho các nhu cầu nghiên cứu trong Viện, cũng như các nhu cầu về cồn tuyệt đối độ sạch cao cho các đơn vị nghiên cứu khác của Viện Khoa học và Công nghệ Việt Nam.

#### SUMMARY

##### DEHYDRATING ETHANOL BY REAGENTLESS METHOD

Dehydrating ethanol. Applications Absolute ethanol. Fuel ethanol. Technology for dehydration ethanol using separating agents (hexane, cyclohexane, benzene, etc.). Dehydration ethanol without separating agents. Experience in implementing the installation of dehydration ethanol by reagentless method in INPC, Socialist Republic of Vietnam.

MỘT SỐ HÌNH ẢNH VỀ HỆ THỐNG THIẾT BỊ TUYỆT ĐỐI HOÁ CỒN ETHANOL BẰNG PHƯƠNG PHÁP KHÔNG DÙNG TÁC NHÂN HOÁ HỌC ĐƯỢC XÂY DỰNG TẠI VIỆN HOÁ HỌC CÁC HỢP CHẤT THIÊN NHIÊN



Hệ thống thiết bị tuyệt đối hoá cồn bằng phương pháp không dùng tác nhân hoá học công suất 125 lít/ ngày đêm.

Một phần bộ phận chưng cất dưới áp suất âm (chân không) - Tháp K-1 nhìn từ phía trước, T.2



Hệ thống thiết bị tuyệt đối hoá cồn bằng phương pháp không dùng tác nhân hoá học công suất 125 lít/ ngày đêm.

Tầng 1 nhà khung thép 06 tầng cao 24 m, nơi bố trí modul tuyệt đối hoá cồn





Hệ thống thiết bị tuyệt đối hoá còn bằng phương pháp không dùng tác nhân hoá học công suất 125 lít/ ngày đêm.

Toàn cảnh khu vực bố trí hệ thống thiết bị tuyệt đối hoá còn bằng phương pháp không dùng tác nhân hoá học, bao gồm: Nhà khung thép, Trạm điều khiển, Bộ phân kiểm tra phân tích mẫu, bộ phận đóng chai, nhà nổi hơi, kho chứa nguyên liệu, kho chứa sản phẩm...

*Lời cảm ơn.* Các tác giả xin chân thành cảm ơn GS. VS. Đặng Vũ Minh, nguyên Chủ tịch Viện Khoa học và Công nghệ Việt Nam, GS. Nguyễn Khoa Sơn, nguyên phó Chủ tịch Viện Khoa học và Công nghệ Việt Nam, GS. Châu Văn Minh, Chủ tịch Viện Khoa học và Công nghệ Việt Nam, nguyên Viện trưởng viện Hoá học các hợp chất thiên nhiên và các Tổ chức giúp việc Chủ tịch viện đã nhiệt tình ủng hộ và giúp đỡ trong suốt quá trình xây dựng và triển khai Dự án, tạo điều kiện thuận lợi để thực hiện thành công Dự án này.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Klar M.- Fabrication de l'alcool absolu destine a`la carburation. Paris, Dunod, 1938.
2. Monick J.A.- Alcohols Their chemistry, properties and manufacture. N-Y., 1968
3. Стабников В.Н. и др.- Этиловый спирт. М., 1976.
4. Стабников В.Н.- Перегонка и ректификация этилового спирта. М., 1969.
5. Thomsen A.B., Schmidt A.S.- Further development of chemical and biological processes for production of bioethanol, Roskilde, Denmark, 1999.
6. Cantarella M.- State of the art on bioethanol production, Roma, 2001.
7. Юнг С., Праль В. - Теория перегонки. М., 1937.
8. В.С. Шпак, О.И. Шаповалов, Ю.И. Карташов и др.- Исследование процессов технологического горения-разложения для создания новых топлив и химических продуктов для их получения, Отчет о НИР, ФГУП "РНЦ "Прикладная химия" , СПб, 2002 г.
9. Леонтьев В. С.- Получение абсолютного этилового спирта безреагентным способом, Тезисы докладов Международной научно-практической конференции "Химия для топливно-энергетического комплекса России", С.-Пб., 2000, с. 99 - 100.
10. Пат. США 4256541, 1976.
11. Процок Т.Б. и др. - Изв. Вузов, Пищ.технология (1) (1969) 129.
12. Branntweinwirtschaft (5) (1976) 69.
13. Пат. США 3575718, 1971.
14. Касаткин А.Г.- Основные процессы и аппараты химической технологии. М., 1955.
15. Крель Э.- Руководство по лабораторной ректификации, М., 1960.
16. Коган В.Б.- Азеотропная и экстрактивная ректификация, Л., 1971.
17. Дымент О.Н. и др.- Гликоли и другие производные окисей этилена и пропилена, М., 1976
18. А.с. 424857 (СССР), Опубл. в Б.И. (15) (1974).
19. Соболев А.С, и др. - ЖПХ **60** (5) (1987) 1147.
20. Марийе Ш.- Перегонка и ректификация в спиртовой промышленности, М., 1934.
21. Ципарис И.Н. и др.- Солевая ректификация, Л., 1969.
22. Furter W.F. - Separ. and Purific. Methods **22** (1) (1993) 1.
23. Бремерс Г. и др. - Пром. Теплотехника **21** (2-3) (1999) 56.
24. Добросердов И.Н. - А/р к.т.н. КТИПП, 1959.
25. Кельцев Н.В.- Основы адсорбционной техники, М., 1976.
26. Андрионикашвили Т. Г. и др. - Сообщ. АН Груз. ССР **99** (1) (1980) 113.
27. Ballweg A.H.a.e. - 5-th Int. Symp. on Alcohol Fuel Technology, Auclend, New Zeland, 1982.

28. Tusel G.F., Ballweg A.H. - U.S. Pat. Appl. (440) (1983) 5409.
29. Sander U., Socup P. - J. Membr. Sci. **36** (1988) 463.
30. Neel J. - Pervaporation. Fundamentals and Engineering Aspects. Int. Symp. on Membranes for Gas and Vapour Separation, Suzdal, March 1989.
31. Mokhtari E.N.a.e. - Membrane and Membrane Processes, Plenum Press, N.Y.-London, 1986. p. 573.
32. Tusel G.F.a.e. - Membrane and Membrane Processes, Plenum Press, N.Y., London, 1986, p. 581.
33. Kirk-Othmer- Suppl. Vol, 1984.
34. Мищенко А. С., Кизюн Г. А., Михненко Е. А.- Производство биотоплива на спиртовых заводах Украины, IV Международная научно-практическая конференция "Прогрессивные технологии и современное оборудование – важнейшие составляющие успеха экономического развития спиртовой и ликероводочной промышленности, М.: Пищевая промышленность, 2003, с. 121 - 125.
35. Фролкова А. К., Раева В. М.- Абсолютирование биоэтанола - Современное состояние вопроса, Технология органических веществ **10** (8) (2009) 469-482.

*Địa chỉ:*

*Nhận bài ngày 25 tháng 2 năm 2010*

V. S. Leontyev

Viện Hoá học ứng dụng, Trung tâm Khoa học Nga, Liên bang Nga.

Trương Tất Hiếu

Viện Hoá học các hợp chất thiên nhiên, Cộng hoà xã hội chủ nghĩa Việt Nam.