

NGHIÊN CỨU QUÁ TRÌNH LẮNG - LỌC DẦU TỪ VỎ HẠT ĐIỀU VÀ GIẢI PHÁP TRIỂN KHAI THỰC TẾ

RESEARCH ON THE PROCESS OF SETTLING AND REFINING OIL FROM
CASHEW NUT SHELLS AND PRACTICAL SOLUTIONS

Nguyễn Thanh Trương

Trường Đại học Bách Khoa, Đại học Quốc gia Thành phố Hồ Chí Minh (HCMUT)

TÓM TẮT

Vỏ hạt điều được xem là một nguồn nguyên liệu tái tạo sinh học (renewable bio-materials) đa năng, đặc biệt trong việc ứng dụng chế tạo các vật liệu chức năng (functional materials) và hóa chất thay thế (alternative substances). Tuy vậy, tiềm năng kinh tế và ứng dụng kỹ thuật của nguyên liệu này vẫn còn chưa được khai thác đúng mức không chỉ ở Việt Nam mà cả trên thế giới. Bài báo này thuộc chuỗi các nghiên cứu, đánh giá một cách đầy đủ về kỹ thuật khai thác, xử lý, lưu trữ và sử dụng loại nguyên liệu này. Trong phần thứ hai này, bài báo trình bày về các vấn đề về lọc và lắng dầu CNSL (Cashew Nut Shell Liquid) từ vỏ hạt điều, cùng với các cơ sở khoa học của quá trình lắng để có thể đưa ra được quy trình lắng hiệu quả và sau đó là quá trình lọc ly tâm nhằm mục đích đạt được chất lượng dầu CNSL tinh khiết trước khi đưa vào công đoạn xử lý nhiệt.

Từ khóa: *Vỏ hạt điều; Trích xuất dầu điều; CNSL; Bể lắng; Máy ép ly tâm.*

ABSTRACT

Cashew nut shell is considered a versatile renewable bio-materials source, especially in the application of functional materials and alternative chemicals. However, the economic potential and technical application of this material have not been fully exploited not only in Vietnam but also in the world. This article belongs to a series of studies, fully evaluating techniques for exploitation, processing, storage and use of this material. In this second part, the paper presents the problems of filtering and settling CNSL (Cashew Nut Shell Liquid) oil from cashew nut shells, along with the scientific basis of the settling process so that the process can be proposed. Efficient sedimentation and then centrifugal filtration to achieve pure CNSL oil quality prior to heat treatment.

Keywords: *Cashew nut shell; Cashew oil extraction; CNSL; Settling tank; Centrifugal purifier.*

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Dầu CNSL là chất lỏng dạng dầu trong các khoang vỏ hạt điều có màu nâu đỏ sẫm có tính ăn mòn cao, chiếm khoảng 15-30% khối lượng vỏ, nghĩa là khoảng 9-18% khối lượng hạt. Dầu vỏ hạt điều (CNSL) chứa rất nhiều các chất béo phenolic mạch thẳng, có giá trị ứng dụng đa dạng trong công nghiệp (C. S. K. Lin, 2018).

Dầu vỏ hạt điều (CNSL) sau quá trình ép trực vít được lưu trữ trong các bể chứa và thùng chứa (D. J. Garkal, 2014). Một số vấn đề đặt ra trong lưu trữ vỏ hạt điều đầu tiên là đảm bảo an toàn cháy nổ, vì dầu CNSL rất dễ cháy. Trước khi tồn trữ CNSL, phải có phương pháp xử lý phù hợp để đảm bảo chất lượng cho dầu không bị biến tính. Nếu dầu CNSL không được xử lý nhiệt để loại bỏ nước và chuyển hóa acid anacardic thành cardanol, thì theo thời gian, tính chất của dầu có thể thay đổi theo chiều hướng xấu do lên men và oxy hóa (A. Chaudhari, 2012). Bên cạnh đó, dầu CNSL không được lọc kỹ thì lớp cặn lắng dưới đáy thùng chứa dày lên theo thời gian, vì vậy cần có giải pháp nhằm giải quyết các vấn đề trong tồn trữ dầu điều đảm bảo chất lượng của sản phẩm.

Việc lựa chọn các giải pháp lọc và lắng dầu CNSL sau khi ép là rất quan trọng nhằm đảm bảo chất lượng và độ sạch trước khi đưa vào công đoạn xử lý nhiệt kế tiếp (J. Y. Philip, 2008).

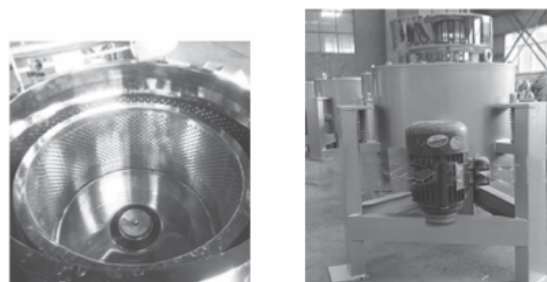
Bài báo trình bày cơ sở khoa học của quá trình lắng, từ đó thiết kế sơ đồ bố trí các bể lắng và lựa chọn thiết bị lọc phù hợp nhằm đạt được hiệu quả tách cặn lắng cao nhất.

2. LỌC LY TÂM

2.1. Nguyên lý và mục đích

Máy lọc ly tâm là thiết bị thùng quay có

thành thùng đục lỗ hoặc dạng lưới, bên trong phủ lớp vải lọc (Hình 1). Khu thùng quay, lực ly tâm làm dầu CNSL (pha lỏng liên tục, có khối lượng riêng nhỏ hơn) bị ép chảy văng ra khỏi thành thùng quay qua lớp vải lọc. Các hạt rắn (pha phân tán – dispersed phase, có khối lượng riêng lớn hơn) với kích thước hạt lớn hơn các lỗ xóp trên lớp lọc bị giữ lại trên bề mặt vải tạo thành lớp bã.



Hình 1. Hình ảnh thực tế một loại máy lọc ly tâm

Trong quá trình lắng ly tâm, tốc độ tách dầu CNSL khỏi cặn giảm dần từ giai đoạn đầu đến giai đoạn cuối do lớp bã giữ lại trên vải lọc ngày một tăng dần bề dày.

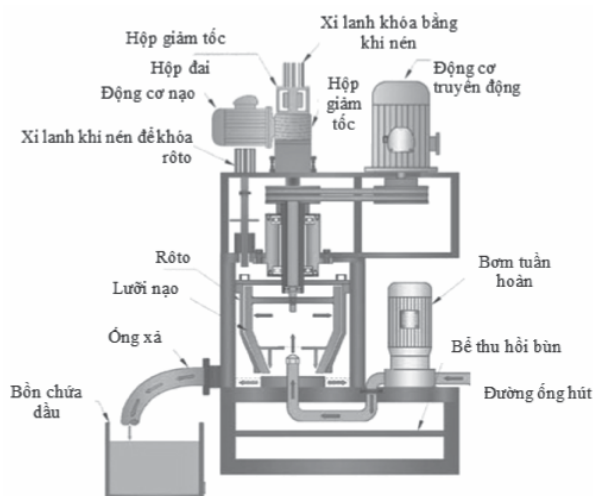
Năng suất lọc ly tâm:

$$V_1 = \frac{3600V}{\sum \tau}, m^3/h$$

Trong đó: V - Lượng dầu CNSL lọc trong thời gian τ , m^3 ; $\sum \tau$ - Tổng thời gian vận hành máy.

Khi túi lọc làm việc đến một thời gian nhất định thì lượng bã dày và nhiều, cản trở quá trình lọc sau đó nên cần tháo bã và làm sạch khỏi bộ lọc, giải pháp này được đánh giá có hiệu quả với hầu hết với các chất lỏng khác nhau. Để quá trình lọc hiệu quả, kéo dài thời gian làm việc của vải lọc, thì trước khi đưa vào máy lọc ly tâm, dầu CNSL cần được lọc

thô trước đó để loại các cặn có kích thước lớn. Hình 2 minh họa nguyên lý hoạt động của máy lọc ly tâm.



Hình 2. Nguyên lý hoạt động của máy lọc ly tâm

2.2. Vấn đề kỹ thuật cần giải quyết

- Cần tối thiểu trên 2 máy lọc ly tâm để phối hợp làm việc. Vì quá trình lọc cần phải dừng lại sau một thời gian để tháo bã, chế độ làm việc phải ở trạng thái luân phiên và có máy dự phòng.

- Trước khi vào máy lọc ly tâm, dầu CNSL cần được đi qua các lớp lưới lọc thô đặt phía trên các bể chứa thu gom dầu từ hệ thống máy ép dầu.

- Bã lọc ở dạng hạt nhỏ nhưng ước tính chỉ chiếm ít hơn 1% khối lượng dầu CNSL, nên có thể được đem đi đốt hủy trong lò đốt. Bã có chứa dầu nhưng số lượng rất ít, việc phát tán khói và mùi khi đốt cháy có thể xem như không đáng kể.

- Vải lọc sau một thời gian sẽ có các hạt cặn nhỏ mịn bít kín các lỗ vải lọc, nên cần được làm sạch bằng dung môi hoặc ethanol.

Trong trường hợp vải không thể làm sạch được nữa, có thể đem đi đốt tiêu hủy và thay mới. Số lượng vải lọc để xử lý một khối lượng dầu CNSL với nồng độ cặn phân tán nhất định là phụ thuộc vào nhà cung cấp của thiết bị.

2.3. Ưu điểm

- Thiết bị nhỏ gọn.
- Chi phí thiết bị thấp.
- Hiệu quả và có tính kinh tế.
- Dễ dàng nhập khẩu và vận chuyển.

2.4. Nhược điểm

- Không thể làm việc hoàn toàn liên tục mà phải dừng gián đoạn để tháo bã và làm sạch bã khỏi bộ lọc.

- Vải lọc có thời gian và số lần sử dụng giới hạn.

- Phải sử dụng nhiều máy để phối hợp giữa máy tiến hành lọc và máy tiến hành tháo bã.

2.5. Mô tả giải pháp cụ thể

Dầu CNSL từ hệ thống ép dầu được dẫn chảy vào bể thu gom qua lớp lưới lọc thô.

Dùng bơm màng (diaphragm pump) để bơm dầu có cặn chưa lọc qua bể chứa trung gian có lớp lưới lọc lần thứ hai. Từ đây, dầu được bơm vào các máy bơm ly tâm theo những đường ống phân phối có van đóng mở (thủ công hoặc tự động).

Dầu CNSL qua máy bơm ly tâm đã sạch cặn được bơm đến những công đoạn tiếp theo (xử lý nhiệt, chưng cất, lưu trữ, vận chuyển,...).

Bã lọc được thu gom để đốt trong lò đốt xử lý rác thải rắn, hoặc lò đốt thu nhiệt của trung tâm. Vải lọc sau một thời gian dùng cần được làm sạch bằng việc giặt (giũ, đập) với ethanol. Vải quá cũ có thể đem đi tiêu hủy, đốt cùng bã lọc.

3. LẮNG CẶN CNSL ĐỂ THU DẦU SẠCH

3.1. Nguyên lý và mục đích

Lắng là phương pháp phân riêng dựa vào sự khác nhau về khối lượng riêng và kích thước của hai pha dưới tác dụng của trường trọng lực.

Nguyên tắc cấu tạo thiết bị lắng:

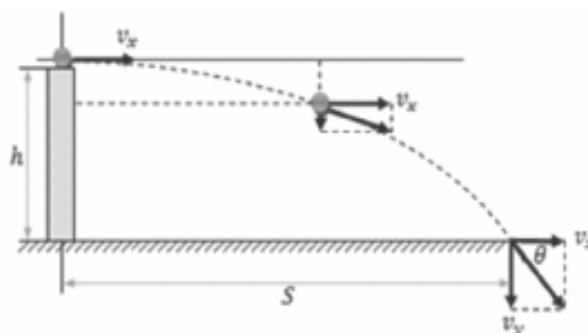
Một không gian kín có khối lập phương chiều dài S , chiều rộng B và chiều cao H với thể tích $S \times B \times H$. Dòng chảy của hỗn hợp vào thiết bị với tốc độ dòng v_x .

Khi vào không gian kín, với tốc độ dòng v_x thì hạt cặn lắng sẽ chịu tác dụng của trọng lực kéo nó rơi xuống. Ngược lại, lực cản của môi trường lắng dầu CNSL và lực đẩy Archimedes (boyant force) đẩy hạt nổi lên trên. Khi ba lực này cân bằng, hạt lơ lửng. Hạt nhẹ hơn dầu CNSL thì nổi lên trên, còn hạt nặng hơn thì lắng chìm xuống đáy. Kết quả là ta có thể tách dầu CNSL ra khỏi cặn bằng việc dẫn dầu chảy rất chậm vào các bể lắng kích thước $S \times B \times H$ sao cho tốc độ lắng (hoặc nổi) v_y của hạt cặn là đủ nhanh để hạt tách ra khỏi dầu (đi hết chiều cao H) trước khi dầu đi hết chiều dài S của bể lắng (James Mgay, 2019).

Năng suất của bể lắng được tính bằng diện tích đáy có thể thu nhận cặn lắng:

$$F = B.S \text{ [m}^2\text{]}$$

Khoảng thời gian mà dòng hỗn hợp đi hết chiều dài S phòng lắng được gọi là thời gian lưu, $\tau_l = S/v_x$, với v_x là tốc độ trôi của hạt theo dòng chảy CNSL vào bể lắng.



Hình 3. Nguyên tắc vật lý của quá trình lắng

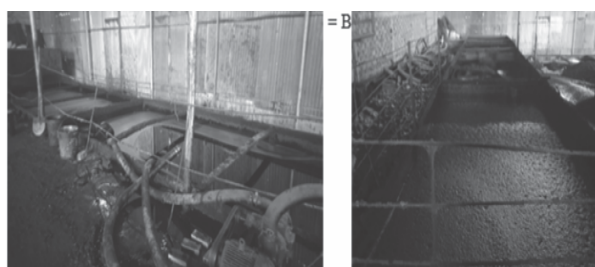
Khoảng thời gian mà các hạt pha phân tán rơi hết chiều cao H của phòng lắng, gọi là thời gian lắng, $\tau_0 = H/v_y$, với v_y là tốc độ lắng của hạt (m/s).

Muốn thiết bị lắng thực hiện được quá trình phân riêng được tốt, thì điều kiện cần thiết là:

$$\tau_l \geq \tau_0, \text{ do đó: } H \leq S.v_y/v_x$$

Nếu gọi V_s (m^3/s) là năng suất trong một đơn vị thời gian, thì áp dụng phương trình liên tục: $V_s = B.S.v_x, \text{m}^3/\text{s}$.

Từ đây tính ra bề mặt lắng của thiết bị: $F = B.S = V_s/v_x$.



Hình 4. Hình ảnh thực tế các bể lắng CNSL tại một cơ sở địa phương ở Việt Nam

3.2. Vấn đề kỹ thuật cần giải quyết

Để tách cặn rắn khỏi dầu CNSL bằng các bể lắng trọng lực, tốc độ làm việc được tính trước và không thể thay đổi (phụ thuộc vào tốc độ lắng và thời gian lưu cũng như kích thước bể). Do đó, kích thước bể thiết kế với công thức nguyên lý trình bày ở trên.

Bể lắng cần được xây dựng với chất liệu ngăn CNSL ngấm vào đất, hay rò rỉ ra môi trường. Vật liệu chống thấm phải không bị ăn mòn hay có thành phần hòa tan vào CNSL làm ảnh hưởng đến chất lượng, có thể sử dụng bể trong thời gian dài.

Bên cạnh yếu tố môi trường như phát tán mùi rất mạnh, vệ sinh kém vì dầu CNSL dễ dính và có màu đen, yếu tố an toàn lao động và an toàn cháy nổ là vô cùng nghiêm ngặt. Việc một khối lượng dầu dễ cháy lộ thiên như ở các bể lắng tại một số cơ sở địa phương tại Việt Nam là cực kỳ nguy hiểm.

Diện tích xây dựng cần đủ lớn, có thể lên đến vài ngàn m², vì tốc độ lắng cặn chậm do CNSL có độ nhớt cao.

3.3. Ưu điểm

- Nguyên tắc đơn giản, thô sơ.
- Vận hành thụ động.
- Gần như không khấu hao thiết bị.

3.4. Nhược điểm

- Chiếm nhiều diện tích, chi phí xây dựng lớn.
- Không thể thay đổi.
- Thiếu vệ sinh và yếu tố rủi ro cao trong an toàn lao động.
- Nguy cơ cháy nổ cực kỳ cao với hậu quả rất nghiêm trọng vì CNSL dễ cháy.

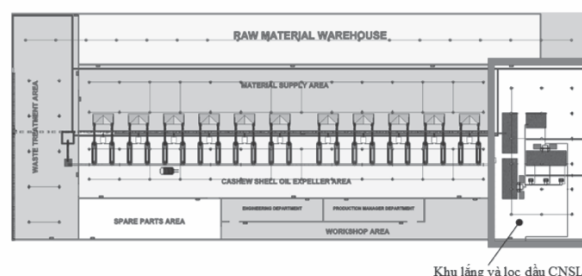
3.5. Mô tả giải pháp cụ thể

Để thiết kế bài bản hệ thống bể lắng, cần làm thực nghiệm quy mô pilot để tính được tốc độ lắng và thời gian lưu của pha rắn, từ đó lựa chọn phương án xây dựng phù hợp.

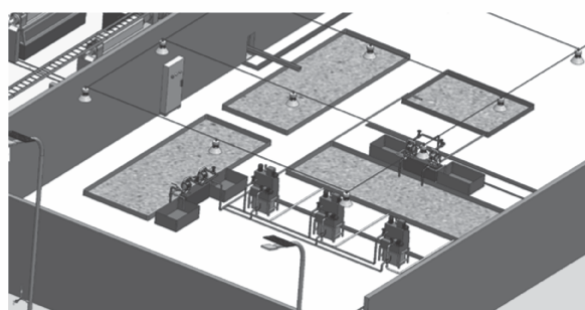
Bể lắng và sàn thao tác xây dựng bê tông có phủ sơn epoxy chống thấm.

Có phương án thu gom bã bằng cách vớt vớt bã thủ công. Bã còn chứa nhiều dầu có thể được đem trộn cùng vỏ điều để ép tận thu dầu.

Có an ninh nghiêm ngặt và hệ thống cảnh báo, phòng cháy chữa cháy cao nhất.



Hình 5. Sơ đồ tổng thể nhà máy ép dầu CNSL



Hình 6. Sơ đồ bố trí các bể lắng và máy lọc ly tâm

Nghiên cứu này đang được triển khai ở thủ đô Yamoussoukro, Bờ Biển Ngà với thiết kế mặt bằng và bố trí thiết bị hoàn chỉnh, trong đó vị trí khu lắng và lọc dầu CNSL được bố trí

như Hình 5; các bể lắng và các máy lọc ly tâm được bố trí như Hình 6.

4. KẾT LUẬN

Bài báo trình bày về các vấn đề về lọc và lắng dầu CNSL từ vỏ hạt điều, cùng với các cơ sở khoa học của quá trình lắng để có thể đưa ra được quy trình lắng hiệu quả và sau đó là quá trình lọc ly tâm nhằm mục đích đạt được chất lượng dầu CNSL tinh khiết trước khi đưa vào công đoạn xử lý nhiệt. Tùy thuộc vào yêu cầu về độ sạch của dầu sau quá trình lắng và lọc mà ta có thể thay đổi thời gian lắng và số chu kỳ lọc phù hợp. Đây là vấn đề thực nghiệm đã được nhóm nghiên cứu tiến hành thử nghiệm và sẽ trình bày trong các bài viết tiếp theo.

Lời cảm ơn:

Nghiên cứu này nằm trong dự án tiền khả thi: Thiết kế, xây dựng và vận hành thí điểm trung tâm thu hồi vỏ hạt điều (CVC) tại Yamoussoukro, Bờ Biển Ngà được thực hiện bởi nhóm nghiên cứu thuộc Trường Đại học Bách Khoa, Đại học Quốc gia Thành phố Hồ Chí Minh. Chúng tôi xin cảm ơn Trường Đại

học Bách Khoa, Đại học Quốc gia Thành phố Hồ Chí Minh đã hỗ trợ thời gian, phương tiện và cơ sở vật chất cho nghiên cứu này. ❖

Ngày nhận bài: **05/5/2022**

Ngày phản biện: **23/5/2022**

Tài liệu tham khảo:

- [1]. Lin, C. S. K. (2018); *Chemistry and Chemical Technologies in Waste Valorization*. Springer.
- [2]. D. J. Garkal, R. B. (2014); *Review on extraction and isolation of cashew nut shell liquid*. IJIERT., 1, 1.
- [3]. A. Chaudhari, N. J. Thakor, D. M. Mahale, P. M., & Haldankar, S. P. S. (2012); *Physical Properties of Cashew Nut Shell Liquid*. IJAIEEM., 1(172).
- [4]. J. Y. Philip, J. Da Cruz Francisco, E. S. Dey, J., & Buchweishaija, L. L. Mkayula, L. Y. (2008); *Isolation of Anacardic Acid from Natural Cashew Nut Shell Liquid (CNSL) Using Supercritical Carbon Dioxide*. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 56, 9350.
- [5]. James Mgay, Ginena B. Shombe, Siphamandla C. Masikane, Sixberth Mlowe, Egid B. Mubofuc, N. R. (2019); *Green Chemistry*. *Green Chemistry, In Publis*. <https://doi.org/10.1039/C8GC02972E>.

