

THIẾT KẾ VÀ SỬ DỤNG MỘT SỐ MÔ HÌNH ĐỘNG CƠ NHIỆT TRONG DẠY HỌC VẬT LÝ PHỔ THÔNG

DƯƠNG DIỆP THANH HIỀN*, NGUYỄN NGỌC MINH

Khoa Vật lý, Trường Đại học Quy Nhơn

TÓM TẮT

Bài báo trình bày nghiên cứu về việc thiết kế, chế tạo một số mô hình động cơ nhiệt từ các vật liệu thông dụng được ứng dụng trong dạy học vật lý THPT hiện hành nhằm phát triển năng lực cho học sinh, đáp ứng nhu cầu đổi mới giáo dục của nước ta hiện nay.

Từ khóa: Động cơ nhiệt, mô hình động cơ nhiệt, chủ đề động cơ nhiệt.

ABSTRACT

Design and use some heat engine models in teaching physics at high schools

The article presents a research on the design and manufacture of some heat engine models from common materials used in teaching physics in high schools with an aim to develop the students' capacity and to meet the demand of our country's education reform nowadays.

Keywords: Heat engine, model of heat engine, the subject of heat engine.

1. Mở đầu

Hiện nay, nền giáo dục của nước ta đang chuyển dần từ việc nặng trang bị kiến thức sang việc bồi dưỡng, phát triển năng lực cho học sinh. Để làm được việc này, thì trong dạy học nói chung và trong dạy học vật lý nói riêng cần đa dạng hóa các hình thức tổ chức hoạt động học tập của học sinh. Đặc biệt trong dạy học nói chung và dạy học vật lý nói riêng có sử dụng các thí nghiệm được chế tạo từ các vật liệu thông dụng mà học sinh dễ tìm kiếm, dễ bắt gặp trong cuộc sống hằng ngày sẽ kích thích được hứng thú, nhu cầu, sở thích của người học và sẽ giúp học sinh chủ động lĩnh hội tri thức một cách bền vững.

Kiến thức phần nhiệt học có nhiều ứng dụng kỹ thuật trong đời sống và thực tế đặc biệt là sự chuyển đổi năng lượng giữa nhiệt năng thành cơ năng. Nếu việc truyền đạt các kiến thức này chỉ bằng phương pháp đàm thoại hay thuyết trình thì rất trừu tượng, học sinh sẽ không hiểu rõ kiến thức cũng như không tạo điều kiện phát triển năng lực cho học sinh. Hiện nay, ở các trường phổ thông không trang bị các thí nghiệm về mô hình động cơ nhiệt để giảng dạy kiến thức về phần này nên không tạo được hứng thú và giúp gắn liền kiến thức với thực tiễn. Chúng tôi đã tiến hành nghiên cứu các loại động cơ nhiệt trong lịch sử và trong thực tế hiện nay để có thể lựa chọn và thiết kế, chế tạo một số mô hình động cơ nhiệt đơn giản nhưng vẫn đảm bảo nguyên tắc hoạt động của một động cơ nhiệt thật để có thể vận dụng trong dạy học vật lý phần nhiệt học nhằm phát triển năng lực cho học sinh.

*Email: duongdiepthanhvien@qnu.edu.vn

Ngày nhận bài: 27/11/2018; Ngày nhận đăng: 28/12/2018

Trong bài báo này, chúng tôi trình bày một số mô hình động cơ nhiệt đã thiết kế - chế tạo; hướng dẫn học sinh thiết kế - chế tạo động cơ nhiệt từ các vật liệu thông dụng và đề xuất phương án sử dụng các mô hình động cơ nhiệt trong dạy học một số kiến thức phần nhiệt học.

2. Nội dung

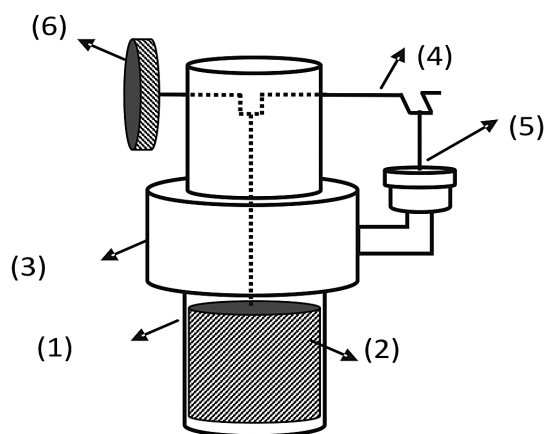
Trong quá trình nghiên cứu về lịch sử của các máy nhiệt nói chung và động cơ nhiệt nói riêng, chúng tôi thấy rằng động cơ nhiệt có nhiều ứng dụng trong đời sống và kỹ thuật. Động cơ nhiệt được chia làm hai loại: Động cơ đốt ngoài (động cơ hơi nước, động cơ Stirling) đây là những loại động cơ có thể sử dụng nhiều nguồn năng lượng khác nhau để cung cấp nhiệt lượng bên ngoài xy-lanh của động cơ. Các loại động cơ này được ứng dụng trong các nhà máy nhiệt điện, trên các con tàu vũ trụ và các loại động cơ Stirling với cấu tạo đơn giản, nhỏ gọn có thể vận hành được sử dụng trong học tập và giảng dạy. Mặc dù, các loại động cơ này không được sử dụng phổ biến như trước kia, nhưng với tình hình khan hiếm các nguồn nhiên liệu hóa thạch, cũng như nghiên cứu sử dụng các nguồn năng lượng tái tạo để thay thế, đặc biệt là năng lượng mặt trời thì các động cơ đốt ngoài là một sự lựa chọn tuyệt vời. Động cơ đốt trong (động cơ nổ 4 kỳ, động cơ nổ 2 kỳ, động cơ Diesel, động cơ phản lực): là động cơ nhiệt mà nhiên liệu được đốt cháy trực tiếp bên trong xy-lanh động cơ. Các loại động cơ này được ứng dụng rộng rãi nhất trong đời sống và kỹ thuật bao gồm các động cơ chạy bằng xăng hay dầu của động cơ xe máy, ô tô, máy bay... đến động cơ chạy bằng nhiên liệu đặc biệt như tên lửa, tàu vũ trụ...

Dựa trên những tìm hiểu, cũng như giới hạn của nghiên cứu, chúng tôi đã tiến tới thiết kế, chế tạo một số mô hình động cơ nhiệt đốt ngoài có cấu tạo đơn giản nhằm sử dụng trong dạy học vật lý ở trường phổ thông.

2.1. Thiết kế, chế tạo các mô hình động cơ nhiệt

2.1.1. Mô hình động cơ Stirling

Đây là mô hình động cơ Stirling giản hoạt động tự động khi được cung cấp nhiệt lượng từ bên ngoài. Động cơ được thiết kế gồm các bộ phận chính:



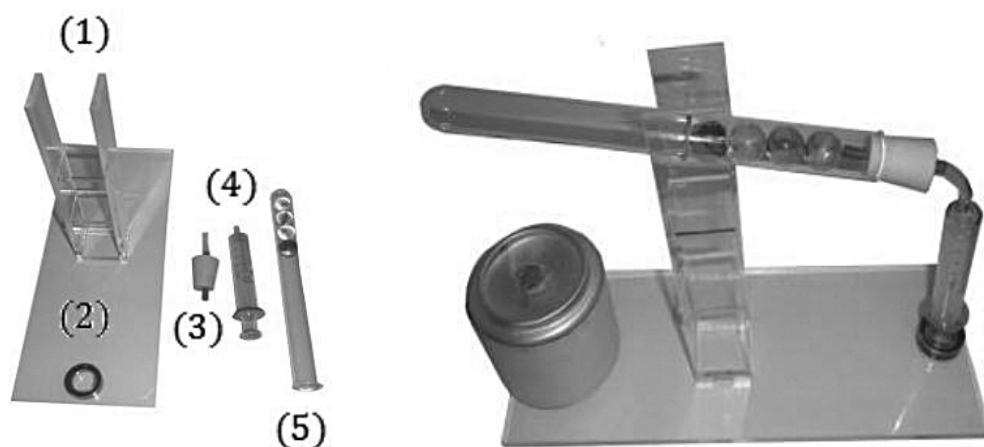
Hình 1. Mô hình động cơ Stirling

+ Thân xy-lanh của động cơ (1) được chế tạo từ lon nhôm (loại $\varnothing 7 - 25$ cm). Bên trong xy-lanh hoặc có chứa piston phụ (2) bằng lon nhôm (loại $\varnothing 6 - 15$ cm), nó có một phần được lồng vào bên trong xy-lanh và một phần được gắn vào trục quay của động cơ (4) được chế tạo từ thanh thép tròn nó có tác dụng luân chuyển khối tác nhân trong động cơ. Bên ngoài được gắn bộ phận làm mát động cơ (3) là lon nhôm (loại $\varnothing 10 - 13$ cm).

+ Piston lực (5) là màn bóng cao su: một phần được gắn bên ngoài thân xy-lanh động cơ và một phần gắn vào trục quay để sinh công cơ học. Bánh đà (6) (bằng gỗ hoặc đĩa CD) được gắn vào trục quay của động cơ, đây là nơi đồng thời tạo lực phát động ban đầu cho động cơ, đồng thời là bộ phận quay khi động cơ hoạt động. Khi cấp nhiệt từ bên ngoài, động cơ hoạt động như một động cơ nhiệt thực tế.

2.1.2. Mô hình động cơ nhiệt bập bênh

Đây là mô hình động cơ nhiệt đơn giản hoạt động được nhờ sự luân chuyển khối khí nóng - lạnh trong xy-lanh khi được cấp nhiệt trực tiếp từ bên ngoài. Mô hình động cơ được thiết kế gồm các bộ phận chính:



Hình 2. Mô hình động cơ bập bênh

+ Giá đỡ được từ các thanh mica nhựa (1) ghép với nhau và có độ cao được ghép phải cao hơn chiều cao của xy-lanh kim tiêm (4).

+ Đế của giá đỡ được làm bằng mica nhựa (2) được dùng để lắp đặt thanh (1) và xy-lanh kim tiêm (4).

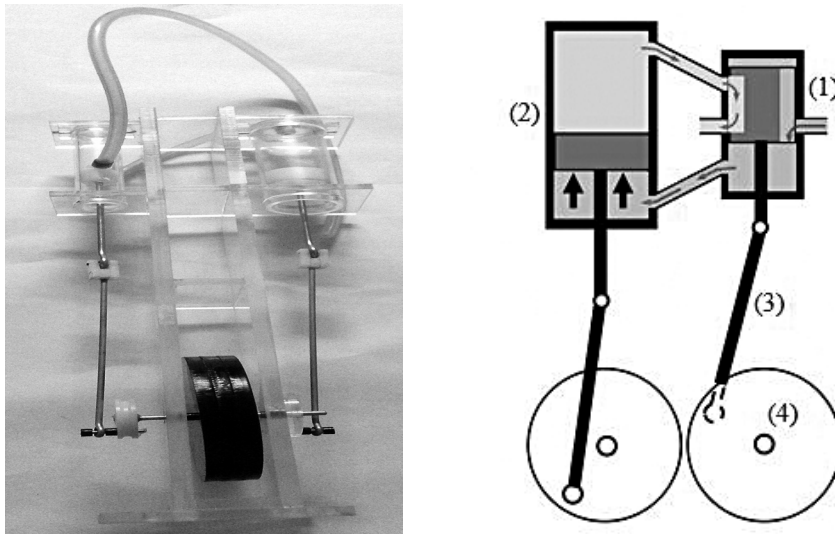
+ Nút cao su (3) là khớp nối giữa kim tiêm (4) với xy-lanh thủy tinh (5).

+ Piston lực là kim tiêm (4) nơi cấp lực trực tiếp cho động cơ hoạt động.

+ Thân động cơ là xy-lanh có chứa các viên bi nhỏ (5) ở đây được cấp nhiệt trực tiếp từ bên ngoài và môi chất không khí sẽ luân phiên chuyển dời từ xy-lanh sang kim tiêm (4).

2.1.3. Mô hình động cơ hơi nước

Đây là mô hình động cơ hơi nước đơn giản hoạt động tự động khi được cung cấp hơi nước từ bên ngoài. Động cơ được thiết kế gồm các bộ phận chính:



Hình 3. Mô hình động cơ hơi nước

+ Xy-lanh điều khí (1) được làm bằng nhựa trong suốt (đường kính $\varnothing 12$), bên trong có piston điều khí và được xẻ rãnh như sơ đồ bên. Bên thân xy-lanh có các khớp để nối với các bộ phận khác của động cơ.

+ Xy-lanh lực (2) được làm bằng nhựa trong suốt (đường kính $\varnothing 21$), bên trong có piston lực.

+ Các khớp nối đa năng (3) được chế tạo từ nhựa.

+ Bánh đà (4) vừa tạo lực phát động, đồng thời là nơi tạo sự lệch pha giữa piston lực và piston điều khí.

2.2. Sử dụng động cơ nhiệt trong dạy học Vật lí lớp 10

Trong quá trình nghiên cứu, chế tạo động cơ nhiệt từ các vật liệu đơn giản; chúng tôi nhận thấy rằng các mô hình động cơ nhiệt này có thể được sử dụng trong dạy học các kiến thức nhiệt động lực học nhằm:

- Củng cố kiến thức của học sinh về chương “Cơ sở nhiệt động lực học”, đồng thời khắc phục sai lầm về nội dung kiến thức của học sinh.

- Vận dụng kiến thức vào giải thích các hiện tượng có liên quan như: Trình bày được nguyên tắc cấu tạo, hoạt động của động cơ nhiệt.

- Rèn luyện các kỹ năng: Thiết kế, chế tạo các động cơ nhiệt từ các dụng cụ đơn giản, dự đoán các hiện tượng xảy ra từ thí nghiệm, kỹ năng giải thích các hiện tượng vật lí và các ứng dụng kỹ thuật, rèn luyện kỹ năng giao tiếp khi trình bày ý kiến, thảo luận báo cáo kết quả.

- Phát huy tính tích cực, tạo hứng thú cho học sinh qua các hoạt động: Học sinh tự chế tạo động cơ nhiệt, tự thảo luận nhóm và tự bố trí thời gian rảnh để chế tạo và làm thí nghiệm.

- Phát triển năng lực sáng tạo của học sinh thông qua các hoạt động: Học sinh biết lựa chọn và đánh giá các phương án chế tạo động cơ, biết tìm phương án thí nghiệm hợp lí nhất và đặc biệt, biết lựa chọn các vật liệu phù hợp để chế tạo động cơ sao cho bền, đẹp và có hiệu suất cao.

- Rèn luyện kỹ năng làm việc nhóm, có tinh thần đoàn kết, hợp tác và có trách nhiệm với nhiệm vụ đã được phân công.

Từ đó, chúng tôi nhận thấy, với các mô hình động cơ nhiệt đã thiết kế, chế tạo có thể được vận dụng trong dạy học các kiến thức nhiệt động lực học theo các phương pháp dạy học tích cực như dạy học dự án (mang tên dự án về chuyển đổi năng lượng và môi trường), dạy học theo góc (theo chủ đề động cơ nhiệt), dạy học định hướng Stem (chế tạo, vận hành động cơ nhiệt từ các dụng cụ chuẩn bị sẵn), dạy học ngoại khóa vật lí... Mặc dù, với các phương pháp dạy học khác nhau nhưng cốt lõi chính của các phương pháp vẫn là dạy học giải quyết vấn đề.

Chúng tôi trình bày một tiến trình dạy học giải quyết vấn đề cụ thể của một mô hình động cơ nhiệt khi dạy học về chủ đề động cơ nhiệt.

Tiến trình xây dựng kiến thức “Nguyên tắc cấu tạo và hoạt động của động cơ nhiệt Stirling”

Động cơ Stirling là một ứng dụng kỹ thuật của các kiến thức nhiệt động lực học và gắn liền với đời sống thực tế. Việc đề cập nguyên tắc, cấu tạo, hoạt động của nó trong dạy học ứng dụng kỹ thuật của vật lí là cần thiết và có thể diễn ra như sau:

1. Đề xuất vấn đề cần nghiên cứu:

- Xuất phát từ kiến thức HS đã biết: Động cơ nhiệt là thiết bị biến đổi nhiệt lượng sang công.
- Cho HS quan sát hoạt động của một động cơ Stirling. HS tự rút ra nhận xét: Khi cung cấp nhiệt lượng bên ngoài cho động cơ thì động cơ hoạt động.

Đặt vấn đề: *Động cơ Stirling phải có cấu tạo như thế nào? Nguyên tắc hoạt động ra sao để có thể biến đổi nhiệt lượng sang công? Hãy thiết kế, chế tạo một động cơ Stirling đơn giản dựa trên nguyên tắc cấu tạo - hoạt động đã tìm hiểu.*



2. Thiết kế phương án chế tạo thiết bị thí nghiệm

❖ *Suy đoán giải pháp giải quyết vấn đề nhờ suy luận lý thuyết từ các kiến thức đã biết*

Từ mô hình động cơ Stirling HS nhận xét cấu tạo động cơ:

- Động cơ phải có một xy-lanh chứa một lượng khí xác định, lượng khí này được nhốt bên trong xy-lanh và piston của động cơ.
- Động cơ phải có một piston để truyền lực từ lượng khí giãn nở bên trong xy-lanh.
- Động cơ khi được đốt nóng (đáy xy-lanh) thì lượng khí bên trong xy-lanh sẽ giãn nở thực hiện công làm nâng piston.
- Nếu chỉ có nguồn nóng thì piston chỉ có thể nâng lên và không hạ xuống được. Nên động cơ chỉ hoạt động một lần. Vậy, muốn cho động cơ tiếp tục hoạt động (piston đi xuống dưới) thì có hai cách:
 - + Một là: Thực hiện công để ấn piston xuống (tốn công thực hiện từ bên ngoài).
 - + Hai là: Làm cho khối khí bên trong nén. Muốn vậy, phải giảm áp suất khối khí bên trong xy-lanh bằng cách giảm nhiệt độ của khối khí (chẳng hạn phun nước lạnh vào thân động cơ từ bên ngoài). Cho nên động cơ cần có bộ phận làm mát.
- Động cơ cần có bánh đà để tạo lực phát động ban đầu đồng thời tạo quán tính chuyển động cho piston.

❖ *Thực hiện giải pháp đã suy đoán:* Đưa ra mô hình thiết kế về động cơ Stirling đơn giản gồm các bộ phận:

- Thân động cơ: Bên trong có chứa lượng khí không đổi.
- Piston: Là bộ phận tiếp nhận áp lực của khối khí khi giãn nở để sinh công cơ học.
- Nguồn nóng (bộ cấp nhiệt): Bộ phận có chức năng cấp nhiệt cho khối khí bên trong xy-lanh động cơ.
- Nguồn lạnh (bộ hồi nhiệt): Có chức năng thu nhận nhiệt của khối khí bên trong xy-lanh động cơ để làm khối khí này nén lại.
- Bánh đà: Để tạo lực phát động ban đầu đồng thời tạo quán tính chuyển động cho piston.
- Cơ cấu truyền lực: Bao gồm các bộ phận có chức năng tiếp nhận lực đẩy của khối khí bên trong động cơ và truyền lực đó đến các bộ phận tiêu thụ đồng thời phối hợp chuyển động của các piston.



3. Chế tạo, vận hành mô hình vật chất - chức năng của TBKT

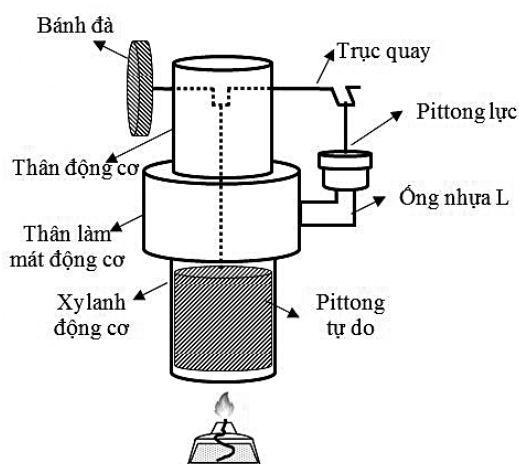
❖ **Chế tạo mô hình động cơ nhiệt đơn giản:** Dựa vào phương án đã thiết kế, chế tạo mô hình động cơ nhiệt đơn giản gồm các bộ phận chính:

- Thân động cơ được làm bằng lon nhôm (loại $\varnothing 7 - 25$ cm), bên trong chứa không khí và có đặt 1 piston tự do (loại $\varnothing 6 - 15$ cm).

- Nguồn lạnh của động cơ được chế tạo từ lon nhôm (loại $\varnothing 10 - 13$ cm). Phần lon nhôm này được lồng vào xy-lanh của động cơ bằng cách khoét 1 lỗ tròn có đường kính đúng bằng đường kính của xy-lanh ($\varnothing 7$). Sau đó tra nó vào thân trên của động cơ.

- Ngoài piston tự do, còn có piston lực được chế tạo bằng màn cao su. Một đầu ống nhựa L được gắn vào xy-lanh của động cơ sao cho nó được lồng qua bộ phận làm mát động cơ, một đầu ống được đậy kín bởi màn cao su.

- Bánh đà, nơi tạo ra lực phát động ban đầu của động cơ được chế tạo từ trụ gỗ (có thể thay thế bằng đĩa CD).



❖ **Vận hành mô hình động cơ nhiệt đơn giản**

- Rót nước lạnh vào phần làm mát của động cơ. Lượng nước được rót sao cho vừa đầy phần thân được làm mát.

- Đặt ngọn đèn cồn đang cháy bên phía mặt đáy dưới của xy-lanh.

- Tác động nhẹ bánh đà để tạo lực phát động, chúng ta sẽ thấy hiện tượng piston tự do và piston lực của động cơ sẽ tự động chuyển động lên xuống và làm quay bánh đà.



4. Bổ sung, hoàn thiện mô hình vật chất - chức năng về phương diện kỹ thuật, phù hợp với TBKT trong thực tế

- Tóm tắt nguyên tắc cấu tạo và hoạt động của động cơ Stirling

❖ **Nguyên tắc cấu tạo:** Động cơ Stirling được cấu tạo gồm 3 bộ phận chính: Thân động cơ có chứa lượng khí xác định; nguồn nóng để cung cấp nhiệt cho động cơ; nguồn lạnh để thu nhiệt lượng mà động cơ tỏa ra.

❖ **Nguyên tắc hoạt động:** Động cơ Stirling hoạt động theo một chu trình khép kín (tức là có các quá trình công tác nối tiếp nhau, mỗi quá trình công tác là một giai đoạn làm việc tương ứng với một lần sinh công) gồm 4 quá trình: nén đẳng nhiệt, nung nóng đẳng tích, giãn nở đẳng nhiệt, làm lạnh đẳng tích.

- Cho học sinh nghiên cứu ứng dụng của động cơ Stirling trong thực tế qua đó hoàn thiện động cơ các nhóm đã chế tạo.

- Tổ chức cho học sinh báo cáo kết quả đã thiết kế, chế tạo và vận hành động cơ.

3. Kết luận

Với việc nghiên cứu về các động cơ nhiệt, chúng tôi đã thiết kế và chế tạo thành công một số mô hình động cơ nhiệt: động cơ Stirling, động cơ bập bênh, động cơ hơi nước. Với mỗi mô hình động cơ, chúng tôi có trình bày cách thiết kế và chế tạo cụ thể. Những mô hình động cơ nhiệt đơn giản mà chúng tôi thiết kế sẽ góp phần giúp bổ sung thêm vào danh mục những thiết bị ở trường phổ thông nhằm giúp giáo viên có thể giảng dạy các kiến thức chương “Cơ sở của nhiệt động lực học” được sinh động hơn, với nhiều ý tưởng phương pháp dạy học hơn và tạo hứng thú trong học tập cho học sinh. Đồng thời góp phần nâng cao hơn nữa chất lượng dạy và học, đáp ứng với nhu cầu đổi mới giáo dục hiện nay ở nước ta.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Nguyễn Ngọc Hưng, *Thí nghiệm Vật lý với dụng cụ tự làm từ chai nhựa và vỏ lon*, Tập 1, 2, 3, Nxb ĐHSP, (2009).
2. Đỗ Hương Trà, *Các kiểu tổ chức dạy học hiện đại trong dạy học Vật lý ở trường phổ thông*, Nxb ĐHSP Hà Nội, (2011).
3. H. Snyman, T. M. Harms, J. M. Strauss, “*Design analysis methods for Stirling engines*”, Journal of Energy in Southern Africa, Vol 19 (No 3), (2008).
4. Hans - Joachim Wilke, “*Einfache Experimente zur Wirkungsweise eines Stirlingmotors*”, Physik in der Schule, pp. 143 - 150, (1997).
5. S. Wongwises, B. Kongtragool, “*A review of solar-powered Stirling engines and low temperature differential Stirling engines*”, Renewable and Sustainable Reviews, pp. 131 - 154, (2003).