



**DỰ ÁN HỖ TRỢ NÔNG NGHIỆP CÁC BÓN THẤP**  
Low Carbon Agricultural Support Project (LCASP)



# SỔ TAY VẬN HÀNH VÀ BẢO DƯỠNG CÔNG TRÌNH KHÍ SINH HỌC QUY MÔ VỪA VÀ LỚN CÔNG NGHỆ HDPE

---

NHÀ XUẤT BẢN LAO ĐỘNG

## LỜI NÓI ĐẦU

Ô nhiễm môi trường chăn nuôi, đặc biệt chăn nuôi quy mô trang trại, hiện đang là vấn đề bức xúc ở nhiều vùng nông thôn Việt Nam. Nhiều công nghệ xử lý ô nhiễm chất thải chăn nuôi đã và đang được áp dụng. Một trong các công nghệ đang được áp dụng hết sức phổ biến trong xử lý chất thải chăn nuôi quy mô trang trại tại Việt Nam là công nghệ khí sinh học hồ phủ bạt HDPE.

Mặc dù công nghệ hồ phủ bạt HDPE đã được áp dụng ở nước ta hơn 10 năm và trở thành một trong những công nghệ chủ yếu để xử lý chất thải chăn nuôi quy mô trang trại, công tác vận hành và bảo dưỡng các công trình khí sinh học dạng này còn chưa được quan tâm đầy đủ, đúng cách. Điều này dẫn đến thực trạng nhiều công trình khí sinh học hồ phủ bạt HDPE vẫn chưa thực sự phát huy hiệu quả vai trò giảm thiểu ô nhiễm môi trường chăn nuôi và tạo thu nhập bổ sung cho chủ trang trại nhằm phát triển chăn nuôi một cách bền vững. Trên thực tế, nhiều trang trại có công trình khí sinh học vẫn đang gây ô nhiễm nguồn nước và không khí do xả nước thải chưa xử lý triệt để và khí ga thừa ra ngoài môi trường.

Một trong những mục tiêu chính của Dự án Hỗ trợ Nông nghiệp Các bon thấp (LCASP) là hỗ trợ kỹ thuật cho các chủ trang trại nhằm xử lý bền vững môi trường chăn nuôi thông qua sử dụng chất thải chăn nuôi làm năng lượng sinh học và phân bón hữu cơ. Thực tế từ trước đến nay chưa có tài liệu nào hướng dẫn về vận hành và bảo dưỡng các công trình khí sinh học hồ phủ bạt HDPE một cách đầy đủ, Dự án LCASP biên soạn cuốn “Sổ tay vận hành và bảo dưỡng công trình khí sinh học quy mô vừa và lớn công nghệ hồ phủ bạt HDPE” nhằm giúp các chủ trang trại có công trình khí sinh học hồ phủ bạt HDPE có thêm kiến thức và kỹ năng để xử lý hiệu quả và bền vững môi trường chăn nuôi quy mô trang trại.

Nội dung cuốn sách được tham khảo, tổng hợp, trích dẫn từ các tài liệu kỹ thuật khác nhau trong lĩnh vực khí sinh học đã được phát hành trong nước và trên thế giới. Tuy nhiên, do giới hạn về thời gian và kinh nghiệm nên chắc chắn không tránh khỏi thiếu sót. Vì vậy, chúng tôi rất mong nhận được sự đóng góp ý kiến của độc giả để hoàn chỉnh cuốn sách trong lần tái bản tiếp theo.

Chúng tôi xin được bày tỏ lời cảm ơn chân thành tới các cán bộ của dự án LCASP, các bạn bè đồng nghiệp, Tư vấn LIC và cá nhân bà Hồ Thị Lan Hương, chuyên gia tư vấn dự án, đã đóng góp ý kiến chuyên môn và tạo mọi điều kiện tốt nhất để hoàn thành cuốn sách này.

Trân trọng giới thiệu cuốn sách cùng bạn đọc.

Hà Nội, tháng 4 năm 2016

Nguyễn Thế Hình

Giám đốc dự án LCASP

# MỤC LỤC

Lời nói đầu	2	
Danh mục bảng biểu và hình vẽ	7	
Các từ viết tắt	9	
Chương 1	Giới thiệu về công nghệ hồ khí sinh học phủ bạt HDPE	10
1.1	Giới thiệu chung	10
1.1.1	Phân loại và đặc điểm của kiểu hồ khí sinh học phủ bạt HDPE	10
1.1.2	Vật liệu phủ và ưu nhược điểm của hồ KSH phủ bạt HDPE	12
1.2	Cấu tạo và nguyên lý hoạt động của hồ khí sinh học phủ bạt HDPE.	14
1.2.1	Các bộ phận chính của hệ thống hồ KSH phủ bạt HDPE	14
1.2.2	Cấu tạo và nguyên lý hoạt động của hồ KSH che phủ HDPE	15
Chương 2	Vận hành công trình khí sinh học hồ phủ bạt HDPE	17
2.1	Đưa công trình vào hoạt động lần đầu	17
2.1.1	Chuẩn bị nguyên liệu nạp	17
2.1.2	Phương thức nạp nguyên liệu vào hồ	18

2.1.3	Theo dõi chất lượng khí và đưa khí vào sử dụng	19
2.2	Vận hành công trình thường xuyên	20
2.2.1	Nạp nguyên liệu hàng ngày	20
2.2.2	Theo dõi sản lượng khí và áp suất khí	21
2.2.3	An toàn trong vận hành	22
Chương 3	Bảo dưỡng công trình khí sinh học hồ phủ bạt HDPE	23
3.1	Bảo dưỡng hàng ngày và định kỳ công trình KSH hồ phủ bạt HDPE	23
3.1.1	Hệ thống bảo vệ công trình	23
3.1.2	Bảo dưỡng hồ KSH phủ bạt hàng ngày và định kỳ	23
3.2	Bảo dưỡng các công trình phụ trợ	27
3.2.1	Bảo dưỡng bể nạp phân và đường thoát nước ra	27
3.2.2	Bảo dưỡng đường ống dẫn khí và các phụ kiện	28
Chương 4	Sử dụng khí sinh học và phụ phẩm an toàn và hiệu quả	30
4.1	Sử dụng các thiết bị khí sinh học	30
4.1.1	Lọc khí sinh học	30
4.1.2	Bếp và đèn khí sinh học	31
4.1.3	Bình đun nước nóng bằng khí sinh học	35

4.1.4	Máy phát điện KSH	36
4.2	Sử dụng phụ phẩm KSH an toàn và hiệu quả	37
4.2.1	Ủ phân compost	37
4.2.2	Chế biến phân hữu cơ từ sản phẩm lắng cặn của hồ KSH	38
4.2.3	Sử dụng nước xả KSH để nuôi cá	39
4.3	Một số biện pháp sơ cứu và cấp cứu trong trường hợp cháy nổ hoặc ngạt khí	40
4.3.1	Đề phòng ngạt thở	40
4.3.2	Cấp cứu người bị ngạt thở	41
	Phụ lục	43
	Tài liệu tham khảo	47

## DANH MỤC BẢNG BIỂU VÀ HÌNH VẼ

Hình 1.1	Hồ che phủ kiểu CHEAP	10
Hình 1.2	Hồ che phủ kiểu CIGAR	10
Hình 1.3	Hồ che phủ kiểu khuấy trộn đều - CSL	11
Hình 1.4	Hồ che phủ kiểu CAP	11
Hình 1.5	Hồ che phủ kiểu AgCert	11
Hình 1.6	Hồ khí sinh học phủ bạt HDPE tại Việt Nam	12
Hình 1.7	Các tấm bạt HDPE	13
Hình 1.8	Các bộ phận chính của hệ thống hồ KSH phủ bạt HDPE	15
Hình 1.9	Mức nước vận hành trong hồ kỵ khí	16
Hình 1.10	Hoạt động của hồ che phủ HDPE	16
Hình 2.1	Nguyên liệu nạp là chất thải động vật	18
Hình 2.2	Ngọn lửa KSH chuẩn	19
Hình 2.3	Áp kế chữ U	19
Hình 2.4	Không châm lửa tại đầu ống dẫn khí và van khóa chính	20
Hình 2.5	Các chất không được nạp vào bể	21
Hình 2.6	Biển cảnh báo đặt tại các vị trí có nguy cơ cháy nổ	22
Hình 3.1	Rãnh thoát nước quanh hồ HDPE	23
Hình 3.2	Hàng rào bảo vệ quanh hồ HDPE	23
Hình 3.3	Vá bạt bằng phương pháp hàn đùn trong điều kiện hồ còn đầy khí	24

Hình 3.4	Cách hàn bạt HDPE với ống lấy khí xuyên qua	26
Hình 3.5	Thường xuyên kiểm tra độ kín của đường ống và van khí	26
Hình 3.6	Vệ sinh song chắn rác vào hồ KSH	27
Hình 3.7	Các phụ kiện thay thế khi đường ống bị hở khí	28
Hình 4.1	Các loại bình lọc khí H2S	31
Hình 4.2	Cách sử dụng bếp KSH có bộ phận đánh lửa	32
Hình 4.3	Cách sử dụng bếp KSH không có bộ phận đánh lửa	32
Hình 4.4	Tra dầu mỡ vào khóa khí vừa bôi trơn vừa làm kín khóa	33
Hình 4.5	Các bước sử dụng đèn KSH không có bộ phận đánh lửa	33
Hình 4.6	Đèn sưởi khí sinh học	34
Hình 4.7	Cấu tạo bên ngoài của bình đun nước nóng bằng KSH	36
Hình 4.8	Ủ phân compost bằng phương pháp kết hợp nước xả KSH và các loại phụ phẩm nông nghiệp khác	38
Hình 4.9	Sử dụng phụ phẩm KSH nuôi cá nước ngọt	39
Hình 4.10	Ngạt khí do rò rỉ khí	40
Hình 4.11	Cơ chế gây ngạt khí	41



## CÁC TỪ VIẾT TẮT

TT	Từ viết tắt	Giải thích từ
1	ADB	Ngân hàng Phát triển Châu Á
2	CPMU	Ban Quản lý Dự án Trung ương
3	HDPE	Bạt nhựa polyetylen mật độ cao
4	KSH	Khí sinh học
5	KTV	Kỹ thuật viên
6	LCASP	Dự án Hỗ trợ Nông nghiệp các bon thấp
7	LPG	Khí hóa lỏng công nghiệp
8	PPMU	Ban Quản lý Dự án tỉnh
9	$P_{max}$	Áp suất khí sinh học cao nhất
10	$P_o$	Áp suất khí sinh học có giá trị ngang bằng áp suất khí quyển

## Chương 1

# GIỚI THIỆU VỀ HỒ KHÍ SINH HỌC PHỦ BẠT HDPE

### 1.1 Giới thiệu chung

#### 1.1.1 Phân loại và đặc điểm của kiểu hồ khí sinh học phủ bạt HDPE

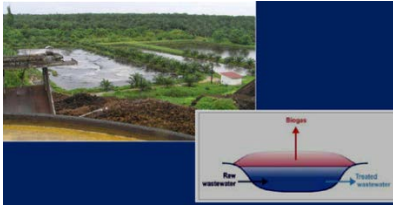
Công nghệ khí sinh học kiểu hồ phủ bạt HDPE đã phát triển trên thế giới từ rất lâu, nhất là ở các nước nhiệt đới với điều kiện tự nhiên thuận tiện về nhiệt độ và có nhiều diện tích đất. Hồ KSH phủ bạt là kiểu công trình KSH vừa kinh tế, vừa dễ sử dụng vì chi phí đầu tư ban đầu thấp và công tác vận hành bảo dưỡng cũng rất dễ dàng, không sử dụng nhiều nhân công, không mất nhiều thời gian và chi phí vận hành cũng thấp. Có rất nhiều kiểu hồ KSH phủ bạt đang ứng dụng như:

✚ Kiểu tiên tiến trong hồ có lắp bộ phận khuấy trộn và gia nhiệt để duy trì và đảm bảo các điều kiện tối ưu cho quá trình lên men kỵ khí như nhiệt độ luôn đạt trên 20°C, dịch lên men được khuấy trộn thường xuyên tạo thành một môi trường đồng nhất và hạn chế tối đa khả năng hình thành váng trên bề mặt dịch lên men, đồng thời làm cho vi khuẩn luôn được tiếp xúc với nguyên liệu mới nạp vào vì thế năng suất khí của các công trình này rất cao và hiệu quả xử lý cũng tốt. Kiểu này gồm có các loại như sau:

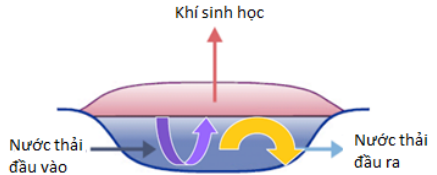
- Hồ che phủ kiểu CIGAR (Covered In-ground Anaerobic Reactor)
- Hồ che phủ khuấy trộn đều kiểu CSL (Completely stirred lagoon)
- Hồ che phủ hiệu suất cao kiểu CHEAP (Covered High Energy Anaerobic Pond)

✚ Kiểu hồ KSH che phủ đơn giản không có bộ phận khuấy trộn và gia nhiệt. Kiểu này nguyên lý hoạt động của công trình đơn giản, môi trường lên men kỵ khí của công trình hoàn toàn theo các điều kiện tự nhiên của môi trường xung quanh. Một số loại công trình thuộc kiểu này gồm:

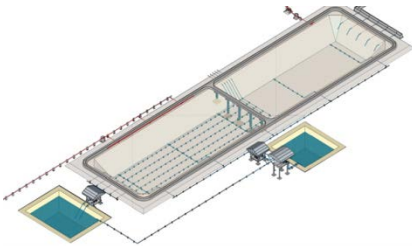
- Hồ phân hủy kỵ khí thông thường (CAP - Covered anaerobic pond)
- Hồ phân hủy kỵ khí có bộ phận lắng cặn (AgCert - Sedimentation lagoons) và chu kỳ lắng cặn của kiểu hồ này là 6-8 năm.



**Hình 1.1 – Hồ che phủ kiểu CHEAP**



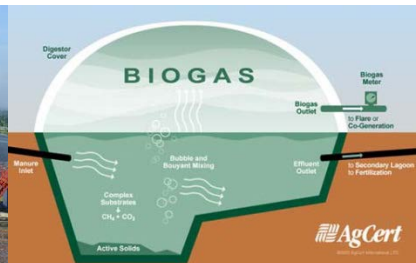
**Hình 1.2 – Hồ che phủ kiểu CIGAR**



**Hình 1.3 – Hồ che phủ kiểu khuấy trộn đều - CSL**

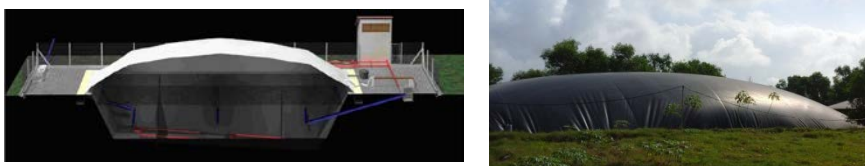


**Hình 1.4 – Hồ che phủ kiểu CAP**



**Hình 1.5 – Hồ che phủ kiểu AgCert**

Ở Việt Nam hồ KSH phủ bạt HDPE là loại đơn giản thông thường (CAP) bắt đầu được triển khai trong những năm đầu của thế kỷ 21 và phát triển mạnh ở những năm sau 2010. Đầu tiên các hồ phủ bạt được ứng dụng để xử lý nước thải có nồng độ chất hữu cơ từ mức độ từ vừa đến cao như nước thải của ngành chế biến tinh bột sắn, sản xuất nhiên liệu sinh học bio-ethanol hay nước thải của các nhà máy bia, sau đó bắt đầu được ứng dụng cho xử lý nước thải và chất thải chăn nuôi.... Kiểu công trình phổ biến nhất hiện nay là loại hồ phân hủy kỵ khí thông thường (CAP) nhập công nghệ Thái Lan, Trung Quốc và một số nước tiên tiến khác (Hình 1.6). Tuy nhiên các kiểu hồ này khi du nhập vào Việt Nam đã được nội địa hóa nhiều công đoạn trong cả thiết kế và xây dựng.



**Hình 1.6 – Hồ khí sinh học phủ bạt HDPE tại Việt Nam**

Kiểu hồ KSH phủ bạt HDPE phổ thông ở Việt Nam là kiểu công trình đơn giản nhất, nguyên liệu có thể tự chảy vào hồ, hoặc được bơm vào hồ trong điều kiện nước thải không tự chảy được. Công trình có cấu trúc là một hồ đất với độ sâu từ 2,5 – 6m (có thể sâu hơn đến 8m nếu hồ được làm ấm) để phù hợp cho quá trình phân hủy kỵ khí xảy ra, đáy hồ và thành hồ được lót cùng loại bạt với tấm phủ nhưng có độ dày mỏng hơn, thông thường người ta dùng loại bạt có độ dày là 0,5mm để làm tấm lót. Các tấm phủ được che kín toàn bộ mặt hồ có tác dụng đảm bảo môi trường kỵ khí trong hồ phân hủy và chứa khí sinh ra trong hồ. Bạt phủ HDPE có độ dày từ 0,75mm trở lên tùy thuộc vào thể tích của hồ phân hủy. Thể tích của hồ KSH phủ bạt rất linh động, có thể vài chục, vài trăm tới hàng nghìn và vài chục nghìn m<sup>3</sup>.

### **1.1.2 Vật liệu phủ và ưu nhược điểm của hồ KSH phủ bạt HDPE**

Bạt nhựa HDPE là một loại bạt địa kỹ thuật có tỷ trọng PE (polyetylen) cao so với các sản phẩm khác. Đặc điểm nổi bật của bạt HDPE là ít bị thủng, có khả năng chống bức xạ tia cực tím, chống nứt tốt dưới tác

động của môi trường. Bạt HDPE cũng có khả năng gắn kết tốt, chịu được nhiệt và hoá chất, mức độ đàn hồi cao nên dễ gia công bằng các kỹ thuật hàn nhiệt thông thường đảm bảo kín khí và kín nước tạo các điều kiện thuận tiện cho quá trình lên men trong bể phân huỷ. Bên cạnh đó HDPE có dạng mặt nhẵn (láng) và dạng mặt nhám dùng tăng ma sát khi trải trên sườn dốc/ mái dốc của các hồ có độ sâu lớn. Màu sắc chủ đạo của bạt HDPE là màu đen chuẩn, màu này cũng có tác dụng hấp thụ bức xạ mặt trời hỗ trợ nhiệt độ cho quá trình lên men trong hồ phân giải kỵ khí. Tỷ lệ tổn thất khí ở những hồ xây lắp đạt tiêu chuẩn chỉ ở mức 3-5% là mức độ cho phép của các hệ thống khí sinh học có phương thức nạp liên tục và cách vận hành đơn giản như các kiểu bể truyền thống khác .



**Hình 1.7 – Các tấm bạt HDPE**

Bạt HDPE ở Việt Nam sử dụng chế tạo hồ KSH gồm rất nhiều chủng loại và nguồn gốc khác nhau, nhưng phổ biến nhất là các loại được sản xuất từ 4 nước chủ yếu Thái Lan, Đài Loan, Trung Quốc và Việt Nam. Các loại bạt này được cuộn thành từng cuộn có độ dài 100m và 2 khổ rộng phổ biến là 5m và 8m với độ dày từ 0,3 đến 3mm (Hình 1.7). Đặc tính kỹ thuật của các loại bạt HDPE là yếu tố chính quyết định các ưu nhược điểm của hồ KSH phủ bạt như tóm tắt như sau:

**✚ Ưu điểm:**

- Chi phí đầu tư thấp so với công trình xây bằng gạch hoặc bê tông có cùng thể tích;
- Có thể thiết kế một cách linh hoạt cho các qui mô hồ KSH có thể tích khác nhau;
- Thi công đơn giản, xây dựng nhanh;

- Vận hành, bảo dưỡng đơn giản;
- Độ bền của bạt HDPE trong điều kiện nhiệt đới kéo dài 15-20 năm;

#### **Nhược điểm:**

- Chiếm diện tích mặt bằng lớn;
- Bạt HDPE dễ bị rách khi gặp lửa, hoặc cây cối lớn đổ vào;
- Hiệu quả sinh khí thấp hơn các bể xây.

## **1.2 Cấu tạo và nguyên lý hoạt động của hồ khí sinh học phủ bạt HDPE**

Hệ thống hồ KSH phủ bạt HDPE được ứng dụng rộng rãi để xử lý chất thải chăn nuôi ở cả quy mô vừa và lớn. Một hệ thống hồ KSH phủ bạt HDPE gồm rất nhiều bộ phận với những chức năng khác nhau, đảm bảo toàn hệ thống hoạt động bền vững và hiệu quả về cả khía cạnh môi trường và sản xuất năng lượng.

### **1.2.1 Các bộ phận chính của hệ thống hồ KSH phủ bạt HDPE**

Một hệ thống hồ KSH phủ bạt HDPE điển hình gồm các thành phần chính như sau (chi tiết trong Hình 1.8):

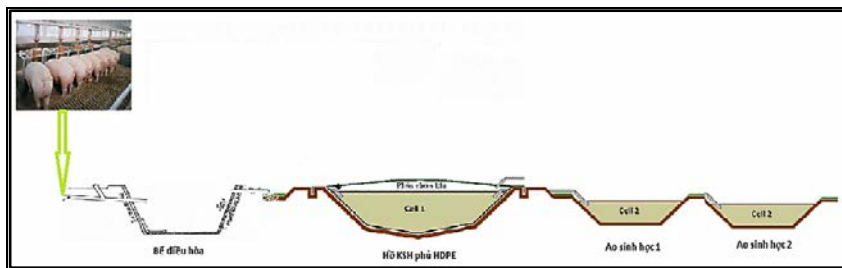
- Bể tiếp nhận và điều hòa lưu lượng nạp: chức năng chính của bộ phận này là tiếp nhận toàn bộ lượng chất thải và nước thải từ chuồng trại đưa xuống sau đó điều hòa lưu lượng nạp vào bể chính là hồ KSH;

- Hồ KSH phủ bạt HDPE: là bộ phận trung tâm của toàn hệ thống, có chức năng lưu trữ dịch lên men và tạo điều kiện thuận tiện cho quá trình phân giải xảy ra để tạo thành khí sinh học và dịch sau phân giải (phụ phẩm KSH hay nước xả);

- Hồ lắng hay hồ sinh học: là bộ phận lưu trữ dịch sau phân giải để tiếp tục xử lý hiếu khí dịch sau phân hủy đạt các tiêu chuẩn xả ra môi trường hoặc sử dụng nước xả làm phân bón lỏng tưới cho cây trồng. Hồ lắng có thể chỉ có một hồ (lắng cấp 1) hoặc 2 hồ (lắng cấp 2) tùy thuộc vào quy mô xử lý và đòi hỏi cấp độ tiêu chuẩn của nước xả ra môi trường.

- Hệ thống kênh dẫn chất thải từ chuồng trại ra hệ thống xử lý: đây là một trong những hệ thống phụ trợ chủ yếu với chức năng dẫn chất thải từ nguồn phát sinh về nơi xử lý. Hệ thống này có thể được xây bằng gạch hoặc ống nhựa có đường kính phù hợp.

- Hệ thống ống dẫn chất thải nối các bể với nhau, chức năng chính là kết nối các bộ phận của hệ thống xử lý và dẫn chất thải đi qua các hồ.



**Hình 1.8 – Các bộ phận chính của hệ thống hồ KSH phủ bạt HDPE**

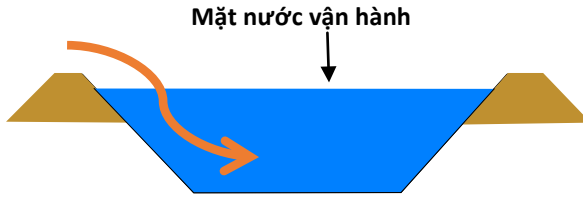
- Hệ thống các hố gas: trong trường hợp đường ống dẫn phân quá dài mà độ chênh lệch giữa cốt chuồng với đầu vào của hệ thống KSH lại nhỏ thì trên khoảng cách dẫn phân người ta có thể đặt một vài hố ga để lắng cát và các chất khó phân hủy không nạp xuống hệ thống xử lý.

- Song chắn rác

### **1.2.2 Cấu tạo và nguyên lý hoạt động của hồ KSH che phủ HDPE**

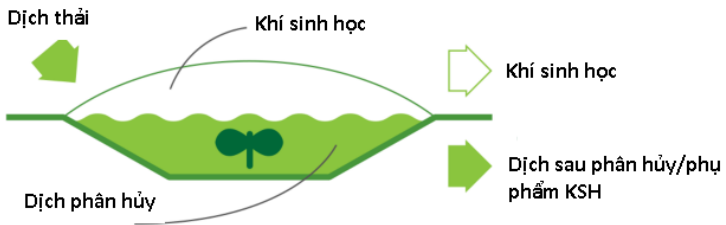
Hồ KSH che phủ được coi là trung tâm của toàn hệ thống. Hồ có cấu tạo là một bể hình chữ nhật hoặc hình ống có chiều dài gấp 2-3 lần chiều rộng. Hồ lớn gồm 2 khoang: khoang chứa dịch phân hủy nằm dưới mặt đất và khoang chứa khí ở phía trên được thiết kế chung. Dịch phân hủy theo các ống dẫn đi vào hồ qua lối nạp, dòng chất lỏng này di chuyển theo chiều dọc của hồ từ đầu vào cho tới đầu ra. Như vậy khi nguyên liệu mới nạp vào bể thì nguyên liệu cũ đã phân hủy nằm ở đầu cuối của hồ sẽ bị đẩy ra ngoài. Thời gian lưu của nguyên liệu trong hồ phân hủy tối thiểu là 30 ngày tùy theo điều kiện về nhiệt độ của môi trường bên ngoài.

Khoang chứa khí được phủ bởi bạt HDPE có độ dày tối thiểu là 1mm để đảm bảo độ bền của phần chứa khí.



**Hình 1.9 – Mức nước vận hành trong hồ kỵ khí**

Khi mới bắt đầu vận hành áp suất khí trong hồ có giá trị bằng không ( $P_0 = 0$ ) lúc này bạt phủ khoang chứa khí xếp xuống ngang bằng mặt nước vận hành. Khi khí sinh ra và được tích lại tại khoang chứa khí nằm phía trên của mặt nước vận hành. Khí càng sinh ra nhiều thì mức độ phồng lên của bạt phủ càng tăng lên và tạo ra áp suất khí trong hồ phân huỷ. Áp suất khí cực đại ( $P_{max}$ ) khi bạt phủ căng nhất. Mức nước mà tại đây dịch thải tràn ra ngoài qua ống thải được gọi là mức tràn. Khi lấy khí đi sử dụng thì độ co dãn của tấm phủ tạo thành áp suất đẩy khí ra ngoài. Với những trường hợp cần vận chuyển khí đi xa cần phải có bơm khí, công suất của bơm khí phụ thuộc lưu lượng khí cần vận chuyển và khoảng cách đưa khí đến.



**Hình 1.10 – Hoạt động của hồ che phủ HDPE**



## Chương 2

# VẬN HÀNH CÔNG TRÌNH KSH HỒ PHỦ BẠT HDPE

### 2.1. Đưa công trình vào hoạt động lần đầu

Khi công trình lắp đặt xong và được kiểm tra đảm bảo kín khí, kín nước người ta bắt đầu nạp nguyên liệu để đưa công trình vào vận hành..

#### 2.1.1 Chuẩn bị nguyên liệu nạp

Nguyên liệu nạp ban đầu vào hồ KSH phủ bạt phải đảm bảo các nguyên tắc cơ bản sau: là nguồn chất thải mới, ở những con vật khỏe mạnh (gồm cả phân và nước tiểu của động vật), không lẫn những tạp chất như:

- Các chất không phân giải được như nhựa, thủy tinh, sắt thép, đất, cát, gạch, đá... những chất này dễ làm đầy bể và chiếm chỗ của dịch phân giải làm giảm hiệu quả của công trình;
- Các chất khó phân giải như các mẫu gỗ, cành cây, mùn cưa, lõi ngô, trấu, rơm rạ... đây là những chất nhẹ dễ nổi trên mặt nước làm tắc khí hoặc dễ đóng váng;
- Những chất độc hại cho vi khuẩn như hóa chất, dầu mỡ, thuốc nhuộm, thuốc sát trùng, xà phòng, chất kháng sinh...những chất này ức chế làm cho vi khuẩn không hoạt động được hoặc giết chết vi khuẩn làm hỏng quá trình lên men.

Nguyên liệu nạp vào hồ tối ưu nhất thường có hàm lượng chất khô khoảng 3 – 6%. Tỷ lệ pha loãng khi nạp là 2-3 lít nước/1 kg chất thải. Cống, rãnh dẫn chất thải cần có độ dốc thích hợp để khi rửa chuồng trại hoặc quét dọn thì các chất thải này tự chảy về bể phân hủy hoặc chảy về bể nạp.

Trong trường hợp nguyên liệu quá đặc (Ví dụ phân gà, phân trâu bò nuôi nhốt, phân gia súc khác...) thì nguyên liệu này cần được hòa loãng theo những tỷ lệ đã nêu ở trên. Những loại phân có hàm lượng chất khô cao như phân gà sẽ được xử lý sơ bộ trước tại một hố ủ sau đó mới hòa loãng với nước và cho chảy vào hồ theo các cách nạp thông thường khác.



**Hình 2.1 – Nguyên liệu nạo là chất thải động vật**

### 2.1.2 Phương thức nạo nguyên liệu vào hồ

Ở quy mô vừa và lớn có nhiều phương pháp nạo nguyên liệu vào hồ KSH, tuy nhiên chúng ta chỉ xét hai phương pháp nạo chủ yếu là phương pháp nạo tự động và phương pháp nạo thủ động.

- **Nạo tự động**: là phương pháp nguyên liệu tự chảy trong toàn hệ thống từ các rãnh thu về hố thu, vào hồ phân hủy. Các nguyên liệu đã phân hủy tự chảy qua hồ sinh học cấp 1, cấp 2 cuối cùng xả ra hệ thống thải chung của khu vực. Phương pháp này vận hành đơn giản, không tốn nhân công nhưng khó kiểm soát độ pha loãng của dung dịch nạo. *Cần phải thường xuyên kiểm tra song chắn rác và lấy rác đi (nếu nhiều rác) để dòng chảy được lưu thông, đồng thời cũng thường xuyên lấy lắng cặn trong bể thu gom và hố nạo để lắng cặn không chiếm chỗ của nguồn nạo.*
- **Nạo thủ động**: ở những công trình nước và chất thải không thể tự chảy được thì phương thức nạo này sẽ được áp dụng. Có thể bố trí một bơm hoặc nhiều bơm để đẩy nguyên liệu vào các hồ theo trình tự thông thường của toàn hệ thống. Tần suất bơm sẽ được bố trí tự động theo tần suất dọn chuồng phù hợp công nghệ chăn nuôi đang áp dụng tại trang trại. *Phương pháp này cần nhân công, tiêu tốn năng lượng cho các máy bơm hoạt động nhưng lại có ưu điểm là kiểm soát được mức độ đồng nhất và tỷ lệ pha loãng của nguyên liệu giúp cho quá trình lên men diễn ra tốt hơn.*

*Một số lưu ý đảm bảo an toàn trong giai đoạn khởi động này: khi nguyên liệu bắt đầu nạp vào hồ phải mở hết các van trên đường ống để không khí trong đường ống thoát ra ngoài giúp cho đường ống không bị quá áp làm nứt vỡ và để xả hết các loại khí không cháy ra khỏi đường ống.*

### **2.1.3 Theo dõi chất lượng khí và đưa khí vào sử dụng**

Trong giai đoạn đầu hỗn hợp khí sinh ra có thành phần mê tan rất thấp và tỷ lệ cacbonic (CO<sub>2</sub>) cao nên hỗn hợp khí này chưa cháy được, cần phải xả hết các hỗn hợp khí này một vài lần. Số lần xả có thể là 2-3 lần/ngày hoặc căn cứ vào chỉ số trên áp kế.

Những công trình xây dựng đảm bảo chất lượng tốt và hoạt động đúng quy trình sẽ có thành phần khí cháy được sau khoảng 10-15 ngày sau khi nạp nguyên liệu và ổn định sau 4-6 tuần. Để kiểm tra xem khí đã cháy được hay chưa nên đốt khí trên các thiết bị sử dụng thông thường như bếp đun, đèn. Ngọn lửa KSH chuẩn có màu lơ nhạt (Hình 2.2)



**Hình 2.2 – Ngọn lửa KSH chuẩn**



**Hình 2.3 – Áp kế chữ U**

Áp suất khí trong các hồ KSH phủ bạt không cao như các bể KSH dạng xây, áp suất này được đo bằng cm cột nước hoặc kPa nên có thể lắp

áp kế đồng hồ hoặc áp kế chữ U để theo dõi áp suất khí trong bể. Những hồ KSH vận hành tốt áp suất khí trong hồ KSH rất ổn định và ít thay đổi.



**Hình 2.4 - Không châm lửa tại đầu ống dẫn khí và van khóa chính**

*An toàn khi thử khí: không bao giờ được thử khí bằng cách châm lửa trực tiếp tại đầu ống dẫn khí, nhất là công trình mới lắp đặt vì khí có thể cháy ngược, đồng thời cũng không được thử khí tại các van khóa chính vì các cách thử này dễ dàng gây hỏa hoạn.*

## **2.2. Vận hành công trình thường xuyên**

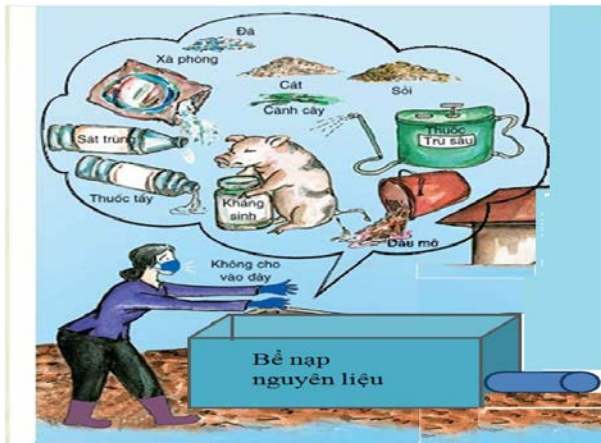
### **2.2.1 Nạp nguyên liệu hàng ngày**

Sau khi hồ KSH được nạp nguyên liệu với khối lượng đủ theo thiết kế thì thành phần khí bắt đầu ổn định, về mùa hè (thời gian này khoảng 30-40 ngày, mùa đông) thì dài hơn. Sau thời gian khởi động là giai đoạn nguyên liệu được nạp bổ sung hàng ngày. Lượng nạp bổ sung luôn cân bằng với lượng chất thải đã bị phân hủy và đẩy ra ngoài. Lượng dịch phân hủy trong hồ KSH luôn được giữ ổn định nhờ mức tràn của hệ thống.

Một số lưu ý đối với nguyên liệu nạp hàng ngày:

- Bể thu gom hoặc bể nạp nên có cửa tách nước thừa (như nước tắm rửa chuồng trại thuần túy); hoặc có hệ thống khuấy trộn giúp hòa trộn nguyên liệu thành một hợp chất đồng nhất trước khi chảy hoặc bơm vào hồ phân hủy giúp cho quá trình phân hủy của nguyên liệu được thuận lợi hơn.
- Các chất không được nạp vào hồ: i) **Tạp chất**: đất, cát, sỏi, đá, mẩu gỗ, cành cây... ; ii) **Chất độc** : xăng, dầu, mỡ, xà

phòng, thuốc tẩy, thuốc nhuộm, thuốc trừ sâu, thuốc sát trùng, phân và nước tiểu của động vật bị bệnh có tồn dư kháng sinh.



**Hình 2.5 - Các chất không được nạp vào bể**

### **2.2.2 Theo dõi sản lượng khí và áp suất khí**

Để theo dõi sản lượng khí, tốt nhất nên lắp đặt các thiết bị đo như đồng hồ đo lưu lượng khí, áp kế. Các thiết bị này được lắp sau bộ lọc và trước túi trữ KSH.

. Trong trường hợp nếu áp suất khí bất thường như xuống quá thấp ngay cả khi khí không được sử dụng cần phải kiểm tra các nguyên nhân sau:

- Hệ thống công trình KSH có chỗ rò rỉ: Cần tiến hành kiểm tra các khớp nối của đường ống, van khóa, bạt phủ trên hồ...;
- Đường ống dẫn khí bị tắc do có nước đọng; Điểm lấy khí bị vụn gây tắc khí...

Nếu sản lượng khí bị sụt giảm đột ngột có thể do các nguyên nhân sau:

- Nguyên liệu đầu vào không đủ hoặc bị nhiễm độc, cần kiểm tra ngay để có biện pháp khắc phục;

- Đường ống dẫn phân bị tắc do lắng cặn nhiều hoặc nguyên liệu vào quá đặc; Cũng có thể rác tại song chắn rác quá nhiều gây cản trở dòng nguyên liệu nạp;
- Hệ thống có chỗ rò rỉ khí.

### 2.2.3 An toàn trong vận hành

- Thường xuyên kiểm tra ống dẫn và các thiết bị sử dụng KSH đề phòng rò rỉ khí Tiến hành sửa chữa ngay lập tức các điểm rò rỉ để tránh tai nạn;
- Lắp đặt trang thiết bị chữa cháy gần những nơi có nguy cơ rò khí cao như bình/túi trữ khí, máy phát điện;
- Cấm hút thuốc và cấm lửa ở những vị trí như hồ KSH, bình/túi trữ khí, máy phát điện.
- Phải có biển báo cấm lửa, không hút thuốc ở những nơi dễ xảy ra cháy nổ (Hình 2.6);
- Người vận hành không mang vật nhọn hoặc các vật sắc tới gần túi chứa khí hoặc hồ phủ bạt biogas;



*Hình 2.6 - Biển cảnh báo đặt tại các vị trí có nguy cơ cháy nổ*

## Chương 3

### BẢO DƯỠNG CÔNG TRÌNH KSH HỒ PHỦ BẠT HDPE

#### 3.1 Bảo dưỡng hàng ngày và định kỳ đối với công trình KSH hồ phủ bạt.

##### 3.1.1 Hệ thống bảo vệ công trình

Công trình KSH phủ bạt HDPE thường có diện tích lớn và ở xa khu vực chuồng trại nên cần có hệ thống phụ trợ để bảo vệ như hàng rào, biển báo để ngăn trâu bò giẫm lên công trình hoặc các tác động khác (khi công trình gần đường giao thông) làm ảnh hưởng đến hoạt động của công trình (Hình 3.2).



*Hình 3.1 - Rãnh thoát nước quanh hồ HDPE*



*Hình 3.2 - Hàng rào bảo vệ quanh hồ HDPE*

Hệ thống thoát nước xung quanh hồ: đảm bảo cho bề mặt công trình không bị nước đọng làm hỏng bạt phủ hoặc các tác động không tốt lên các mối hàn. Đường thoát nước mưa và nước thừa là các rãnh bao quanh công trình. Rãnh nước mưa cũng có thể được kết hợp với rãnh chôn ống dẫn khí hay bộ phận thu nước đọng (Hình 3.1).

##### 3.1.2 Bảo dưỡng hồ KSH phủ bạt hàng ngày và định kỳ

Hồ phủ bạt không đòi hỏi nhiều công tác bảo dưỡng hàng ngày, tuy nhiên cần thường xuyên quan sát độ phồng của phần chứa khí và kiểm

tra nước đọng trên bề mặt bạt nhất là vào mùa mưa. Nếu có nước đọng trên bạt thì cần loại bỏ bằng cách: i) Nếu ít nước và vùng hẹp hẹp thì dùng một cây gậy có bọc vải mềm ở đầu gậy ấn thành một rãnh dẫn nước ra ngoài; ii) Trường hợp diện tích hẹp xuống rộng và nhiều nước thì phải dùng máy bơm để bơm nước đi.

Khi kiểm tra thấy bạt bị thủng thì cần phải hàn vá lại chỗ thủng, hoặc nếu chỗ thủng rộng thì phải thay thế tấm phủ bằng một tấm mới khác. Một số biện pháp hàn vá bạt phổ biến như sau:

### ***a. Phương pháp vá bạt HDPE khi trong hồ vẫn còn khí***

Nếu hồ KSH có dung tích nhỏ (dưới 500m<sup>3</sup> khí) thì trước khi hàn phải xả hết khí trong hồ bằng cách đốt cháy hết khí, đồng thời tạm ngừng nạp nguyên liệu vào hồ, khi bạt phủ xong hết cỡ sẽ tiến hành gia cố chỗ hở bằng máy hàn nhiệt hoặc keo dán HDPE chuyên dụng.

Nếu hồ KSH có dung tích lớn (trên 500m<sup>3</sup>) mà không có biện pháp khả thi để xả khí thì có thể áp dụng phương pháp hàn đùn (Hình 3.3). Phương này cũng tiện lợi khi hàn một miếng HDPE mới vào tấm phủ cũ mà không cần miếng nệm trần như trong phương pháp hàn nóng. Tuy nhiên vì vấn đề an toàn, chỉ trong trường hợp không có giải pháp nào khác mới áp dụng phương pháp này khi mà trong hồ vẫn còn đầy khí sinh học.



***Hình 3.3 - Vá bạt bằng phương pháp hàn đùn trong điều kiện hồ còn đầy khí***



### ***b. Phương pháp vá bọt HDPE khi trong hồ không còn khí***

Có nhiều phương pháp để sửa chữa bọt khi trong hồ không còn khí, sau đây chúng ta chỉ nêu những phương pháp thông dụng:

- Hàn vá: để hàn các lỗ thủng, vết xé
- Hàn đê và hàn lại: để chữa các phần nhỏ của mối hàn đùn
- Hàn điểm: để hàn các vết rạn nhỏ, khoanh vùng các vết rạn
- Hàn nhồi: để hàn đùn vào các mối hàn nóng thay cho hàn nắp
- Hàn nắp: dùng để sửa chữa các mối hàn hỏng
- Hàn đỉnh: dùng để nhỏ trực tiếp vật liệu hàn nóng chảy lên trên các mối hàn sẵn.

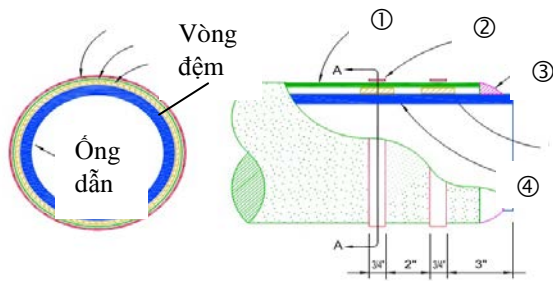
Để vết hàn kết nối tốt thì phải đảm bảo các điều kiện sau đây khi áp dụng tất cả các phương pháp hàn nêu trên:

- Bề mặt bọt nơi cần hàn hoặc sửa chữa và miếng vá phải được làm sạch bụi bẩn, lau khô và đánh nhám phần ráp vào nhau.
- Các miếng hàn và hàn đỉnh phải đủ rộng trùm ra ngoài đường hàn ít nhất là 100mm, các mối hàn vá phải hàn theo hình tròn.

### ***c. Phương pháp hàn vá tại điểm kết nối ống dẫn khí với bọt HDPE***

Vị trí nối ống dẫn khí với bọt thường có nguy cơ bị rò rỉ cao, nhất là các công trình có điểm nối trên đỉnh của khoang chứa khí. Ở điểm này nếu ống dẫn khí không cố định tốt, khi gió mạnh hay giông bão ống dẫn khí sẽ bị dịch chuyển và lay động mạnh gây ra rò rỉ ở các mối nối. Phương pháp hàn có thể tham khảo như Hình 3.4.

Trường hợp mối nối hở lớn thì có thể tháo bỏ hẳn ống dẫn khí ra và thay thế mặt bích mới sau đó hàn lại từ đầu theo phương pháp hàn đùn hoặc hàn kín như Hình 3.4



Chú thích:

- ① Màng HDPE
- ② Đai xiết chặt
- ③ Mối hàn đùn nếu ống là HDPE hoặc chất làm kín (silicol) với vị trí không thể hàn.
- ④ Ống dẫn khí

**Hình 3.4 - Cách hàn bạt HDPE với ống xuyên qua**



**Biển báo nguy hiểm**

H<sub>2</sub>S ☠

NH<sub>3</sub> ☠

CO<sub>2</sub> ☠

CH<sub>4</sub> 💣

**Hình 3.5 – Thường xuyên kiểm tra độ kín của đường ống và van khí**

**d. An toàn cháy nổ trong bảo dưỡng**

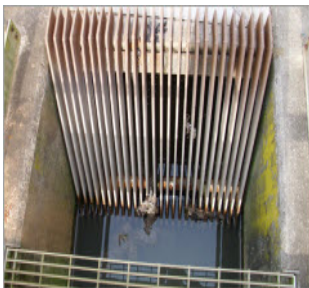
- Cần có biển báo ở những nơi nguy hiểm và dễ cháy nổ
- Khi sửa chữa và bảo dưỡng cần cấm biển “Không phận sự không được vào khu vực đang sửa chữa, bảo dưỡng”;
- Cấm lửa và không hút thuốc trong suốt quá trình bảo dưỡng;
- Thợ tiến hành bảo dưỡng phải mang bảo hộ và luôn có đủ người hỗ trợ cùng các phương tiện cần thiết bên cạnh;
- Đảm bảo thông gió tự nhiên hoặc cưỡng bức trong suốt quá trình bảo dưỡng tại khu làm việc;

- Nếu có rò rỉ KSH trong buồng máy phát điện thì không khởi động máy cho tới khi khắc phục xong sự cố rò rỉ.
- Khi thực hiện hàn vá mặt bạt phải kiểm tra kỹ vị trí vá và tình trạng khí có trong hồ KSH;

### 3.2 Bảo dưỡng hệ thống phụ trợ công trình

#### 3.2.1 Bảo dưỡng bể nạp phân và đường thoát nước ra

Để tránh các tạp chất không có lợi cho công trình như rác, túi nilông .... vào hồ HDPE người ta thường lắp các song chắn rác ở bể nạp hoặc trước hồ HDPE và lắp đặt các hố ga lắng cát trên cống dẫn chất thải. Vì thế các bộ phận này phải được kiểm tra thường xuyên và định kỳ ít nhất 1 tuần/lần gỡ bỏ rác và làm sạch các song chắn rác để không cản trở dòng chảy của nguyên liệu vào hồ phân hủy. Đối với các hố ga để tránh mùi phát tán vào không khí thì phải có nắp đậy. Khi làm vệ sinh song chắn rác cũng định kỳ mở nắp các hố ga để nạo vét cát để các chất lắng cặn không chiếm chỗ của nguyên liệu nạp vào bể phân hủy.



a) Hố lắng có song chắn rác phía trên và dưới



b) Hố lắng chỉ có song chắn rác phía dưới

#### ***Hình 3.6 - Vệ sinh song chắn rác vào hồ KSH***

Bình thường đầu ra của hồ KSH là nước xả có hàm lượng chất khô rất thấp nên loại nước xả này dễ dàng thoát qua ống xả sang hồ lắng hoặc ao sinh học. Tuy nhiên với những hồ hoạt động quá tải đôi khi ống xả vẫn bị tắc do các chất không phân hủy lẫn trong nguyên liệu nạp. Trong trường

hợp này có thể phải dùng gậy để thông ống xả hoặc trong trường hợp cần thiết thì dùng bơm hút để hút các chất gây tắc ra.

### **3.2.2 Bảo dưỡng đường ống dẫn khí và các phụ kiện**

#### **a) Bảo dưỡng bơm khí sinh học**

Trường hợp phải vận chuyển khí đi xa, người ta dùng bơm đẩy khí. Các bơm này cũng phải thường xuyên kiểm tra và bảo dưỡng định kỳ theo hướng dẫn của nhà cung cấp thiết bị, hoặc được bảo dưỡng như sau:

- Tắt nguồn điện trước khi bảo dưỡng;
- Tháo bơm để kiểm tra buồng hút và màng lọc (nếu có);
- Tra dầu mỡ bôi trơn vào các ổ trục quay của bơm;
- Lau chùi hoặc rửa cánh quạt, để khô sau đó bôi một lớp nước rửa bát lên bề mặt cánh, để ráo và cuối cùng lắp lại. Lớp xà phòng rửa bát có tác dụng giúp cho lần rửa cánh quạt sau được dễ dàng.

#### **b) Bảo dưỡng đường ống và van khóa**

Thường xuyên kiểm tra đường ống dẫn khí để phát hiện các điểm bị rò rỉ hoặc nứt vỡ, đồng thời xả nước đọng trên đường ống nhất là đường ống lắp đặt trên không; Có thể sử dụng nước xà phòng loãng bôi trên đường ống và các mối nối để kịp thời phát hiện các điểm rò rỉ. Nếu đường ống bị rò rỉ thì phải thay ngay đoạn ống này bằng cách cắt bỏ đoạn ống hỏng thay bằng đoạn ống khác. Sử dụng các loại măng xông như Hình 3.7 để nối ống được dễ dàng.



a) Nối ống bằng măng xông



b) Nối ống có sẵn

**Hình 3.7 - Các phụ kiện thay thế khi đường ống bị hở khí**

Các van khóa cũng được thường xuyên kiểm tra như đường ống. Định kỳ tra dầu mỡ để van khóa đóng mở được dễ dàng. Các van khóa cũ khó đóng mở cần được thay thế bằng các van khóa khác để đảm bảo khí không bị rò rỉ và thất thoát ra ngoài.

### **c) Đảm bảo an toàn cho đường ống và an toàn trong sửa chữa**

Đường ống thường xuyên được kiểm tra và xả nước đọng (nếu có). Khi sửa chữa hoặc bảo dưỡng đường ống tuyệt đối không hút thuốc, hoặc sử dụng các tác nhân gây lửa hoặc nhiệt. Trong trường hợp đặc biệt cần trang bị bảo hộ lao động cần thiết như khẩu trang, mặt nạ, kính ....

Tốt nhất không bảo dưỡng và sửa chữa đường ống trong các điều kiện thời tiết bất lợi (ngoại trừ trường hợp cần phải khắc phục ngay lập tức)

## Chương 4

# SỬ DỤNG KHÍ SINH HỌC, PHỤ PHẨM KHÍ SINH HỌC AN TOÀN VÀ HIỆU QUẢ

### 4.1 Sử dụng khí sinh học

#### 4.1.1 Lọc khí sinh học

KSH là một hỗn hợp khí bão hòa hơi nước, trong đó thành phần chủ yếu là mê tan ( $\text{CH}_4$ ) chiếm 50-75%, khí cacbonic ( $\text{CO}_2$ ) chiếm 19-38% còn lại là các khí khác như hydro sunfua ( $\text{H}_2\text{S}$ ), oxy ( $\text{O}_2$ ), ni tơ ( $\text{N}_2$ ),...Thành phần khí phụ thuộc vào loại nguyên liệu nạp.

Đối với các công trình KSH quy mô lớn và khí được sử dụng cho các loại thiết bị như bình đun nước nóng, máy phát điện ...thì người ta phải lọc bớt các khí tạp để nâng cao hiệu suất và tăng tuổi thọ cho các thiết bị sử dụng khí.

#### **☐ Loại hơi nước**

Phương pháp đơn giản nhất là lắp đường ống phải có độ dốc, đầu thấp nghiêng về hồ KSH và có các điểm thu nước đọng. Nếu đường ống dẫn khí dài thì khoảng 400-500m nên đặt một hộp kỹ thuật có lắp van xả nước đọng. Cuối cùng trước khi dẫn khí vào hệ thống lọc khí được dẫn qua một thiết bị ngưng để loại nốt lượng hơi nước có trong khí sinh học.

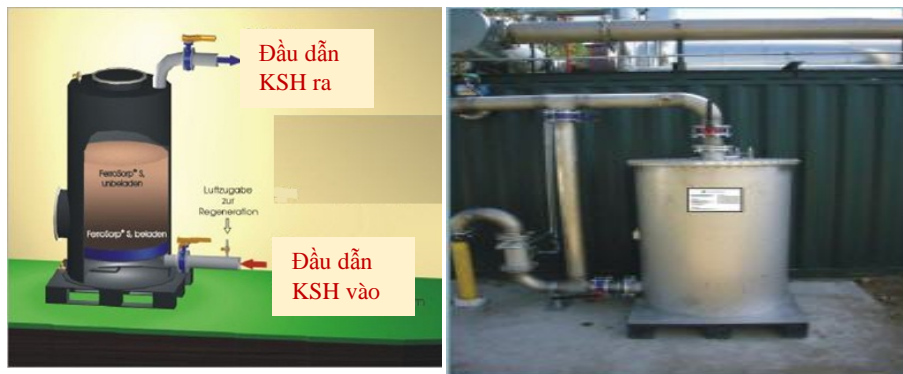
#### **☐ Lọc khí Hydro sunfua ( $\text{H}_2\text{S}$ )**

$\text{H}_2\text{S}$  là một loại khí không màu, có mùi trứng thối, khi tác dụng với nước tạo thành axit sunfuric ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) ăn mòn các bộ phận chế tạo bằng kim loại (kim phun của bếp, đèn KSH, máy phát điện...), vì thế cần phải loại bỏ  $\text{H}_2\text{S}$  ra khỏi KSH để bảo vệ thiết bị và góp phần tăng hiệu quả sử dụng của thiết bị.

Có nhiều phương pháp lọc  $\text{H}_2\text{S}$  trong KSH như phương pháp hóa học, phương pháp sinh học, lọc khô, lọc ướt. Tuy nhiên ở đây chỉ xét những phương pháp có chi phí hợp lý và hiệu suất lọc cao có thể áp dụng rộng rãi và thuận tiện. Phương pháp đầu tiên là sử dụng vật liệu lọc chế tạo từ than hoạt tính. Nguyên tắc của phương pháp này là các phân tử  $\text{H}_2\text{S}$

sẽ hấp thụ và bám vào bề mặt của than hoạt tính, nhờ phản ứng o xy hóa xảy ra như sau:  $2\text{H}_2\text{S} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{S} + \text{H}_2\text{O}$ .

Ngày nay các bình lọc được chế tạo sẵn đã rất phổ biến, được các nhà cung cấp thiết bị gắn cùng với hệ thống để đảm bảo cho thiết bị hoạt động ổn định và hiệu quả (Hình 4.1)



Hình 4.1 – Các loại bình lọc khí  $\text{H}_2\text{S}$

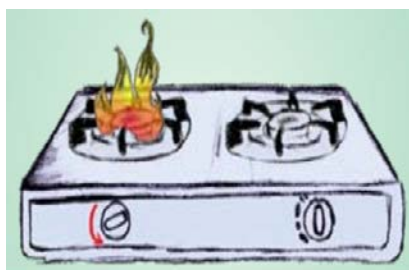
#### 4.1.2 Bếp và đèn khí sinh học

Bếp và đèn khí sinh học là các thiết bị sử dụng khí rất thông dụng hiện nay. Bếp khí sinh học cũng giống như các bếp ga thông thường có nhiều chủng loại, nhưng 2 loại phổ biến nhất là bếp đơn và bếp đôi, có bộ phận đánh lửa tự động hoặc không. Cách sử dụng bếp KSH như sau:

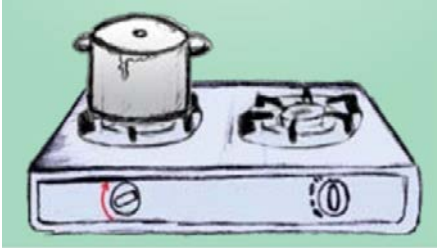
##### **Bếp đánh lửa tự động:**



① Khóa gas đánh lửa ở vị trí đóng



② Ấn và vặn khóa ga ngược chiều



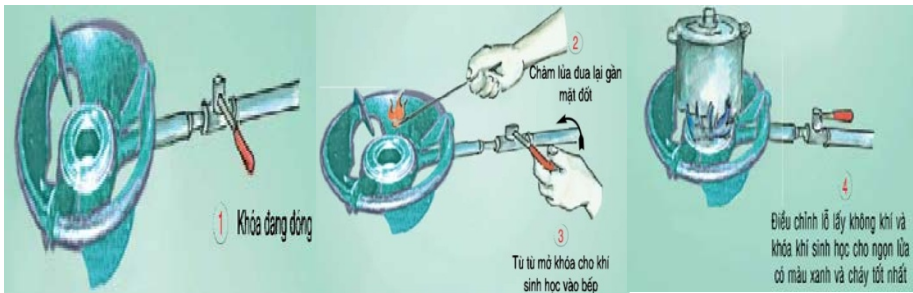
kim đồng hồ để bật bếp. Chú ý, nếu bật 5 lần liên tiếp mà bếp không cháy thì dùng môi lửa như hình 2.12 sau khi bếp cháy ổn định thì có thể tắt đi bật lại bằng khóa.

③ Từ từ xoay khóa ngược chiều kim đồng hồ để có ngọn lửa như ý muốn.

④ Vặn khóa thuận chiều kim đồng hồ để tắt bếp

### Hình 4.2 – Cách sử dụng bếp KSH có bộ phận đánh lửa

Đối với bếp không có bộ phận đánh lửa tự động thì quy trình thực hiện như sau: đưa môi lửa tới gần mặt bếp -> từ từ mở van khí -> điều chỉnh van khí và lá gió để có được ngọn lửa như ý muốn. Khi chưa đặt nồi nấu ngọn lửa có thể vượt lên cao nhưng sau khi đặt nồi nấu thì ngọn lửa sẽ dàn đều ra xung quanh đáy nồi.



### Hình 4.3 - Cách sử dụng bếp KSH không có bộ phận đánh lửa

Bảo dưỡng bếp thực hiện như sau:

- **Bàn bếp:** Vệ sinh sạch sẽ sau mỗi lần đun nấu bằng khăn mềm ẩm hoặc nước xà phòng loãng để lau các vết bẩn;
- **Mặt đốt:** Vệ sinh bằng bàn chải cứng để đảm bảo các lỗ đốt không bị bịt lại bởi thức ăn hoặc muội.
- **Đầu kim phun:** Vệ sinh thường xuyên bằng một sợi dây thép nhỏ (< 0,5 mm) thông sạch đầu kim phun không bị bám muội.

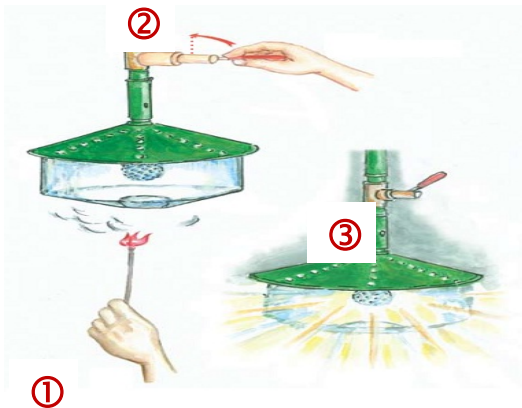




**Hình 4.4 - Tra dầu mỡ vào khóa khí vừa bôi trơn vừa làm kín khóa**

- Van khí: Định kỳ tra dầu mỡ vào khóa khí để vừa đóng mở khóa nhẹ nhàng vừa có lớp dầu có tác dụng làm kín (Hình 4.3).

Đèn khí sinh học hiện nay phổ biến có hai loại là đèn để thấp sáng và đèn đốt để lấy nhiệt. Hai loại đèn này đều có nguyên lý hoạt động giống bếp KSH nêu trên và cách sử dụng cũng tương tự nhau (Hình 4.4)



① Đưa đèn lại gần đầu đốt của đèn

② Từ từ mở van khí để bắt lửa

③ Điều chỉnh khóa khí để đèn sáng tốt nhất

**Hình 4.5 - Các bước sử dụng đèn KSH không có bộ phận đánh lửa**

Bảo dưỡng đèn KSH như sau:

- **Bóng đèn:** Là phần phát tán ánh sáng ra xung quanh nên phải đảm bảo bóng luôn được sạch;

- *Đầu đốt*: đầu đốt của đèn làm bằng gốm với nhiều lỗ đốt nên không được va đập mạnh và đầu đốt cũng được lau chùi nhẹ nhàng để không bị tắc khí.
- *Mạng đèn*: Mạng đèn sau lần sử dụng đầu tiên thì dòn và dễ vỡ nên không được chạm mạnh khi châm lửa. Khi thay mạng phải đeo khẩu trang để tránh hít phải bụi mạng là loại bụi có tính phóng xạ không tốt với sức khỏe con người.
- *Van đèn*: Van đèn cũng nên thường xuyên kiểm tra và tra dầu mỡ để dễ sử dụng.

Với các loại đèn cấp nhiệt để sưởi ấm: các loại đèn này cũng sử dụng đơn giản như loại bếp không có bộ phận đánh lửa nên công tác bảo dưỡng chủ yếu tập trung cho mặt đốt và phần cấp khí. Các bộ phận này được lau chùi định kỳ như đối với bếp và đèn (Hình 4.5)



**Hình 4.6 – Đèn sưởi khí sinh học**

### **An toàn trong sử dụng bếp và đèn KSH**

- Bếp và đèn KSH phải đảm bảo cách xa vật dễ cháy tối thiểu 50 cm;
- Nơi đặt bếp và đèn phải thoáng khí và có các dụng cụ chữa cháy tối thiểu để sử dụng khi cần thiết;

### **4.1.3 Bình đun nước nóng bằng khí sinh học**

#### **a) *Sử dụng thiết bị đun nước nóng bằng khí sinh học***

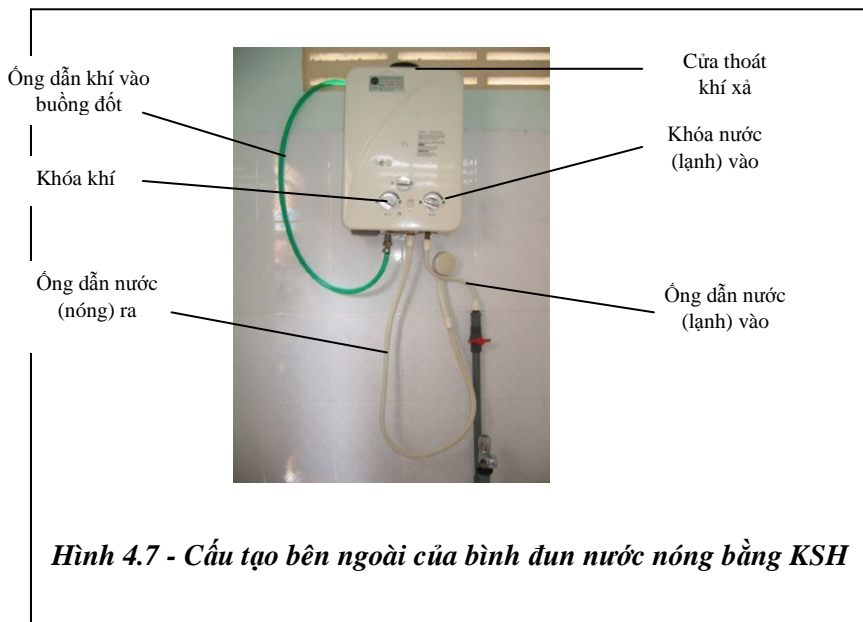
**Cấu tạo và nguyên lý:** bình đun nước nóng bằng khí sinh học (dùng cho hộ gia đình) có nguyên lý hoạt động giống với bình đun nước nóng bằng khí gas công nghiệp (LPG). Tức là nhờ áp lực cột nước để kích hoạt bộ phận đánh lửa đốt cháy khí sinh học trong buồng đốt, nhiệt lượng sinh ra từ quá trình cháy sẽ làm nước trong bình nóng lên và bị đẩy ra ngoài khi sử dụng. Quá trình ngược lại nước lạnh từ ống cấp sẽ chảy vào bình chiếm chỗ phần nước nóng đã bị đẩy ra. Cấu tạo phía ngoài của bình nước nóng dùng KSH được mô tả như Hình 4.6.

#### **Cách sử dụng:**

- Mở van cấp khí sinh học vào bình -> mở van cấp nước vào bình -> bộ phận đánh lửa sẽ hoạt động và đốt cháy khí sinh học làm nóng nước;
- Điều chỉnh van nước ra để thay đổi lượng nước và nhiệt độ của nước ra;
- Điều chỉnh khóa khí để thay đổi ngọn lửa và nhiệt độ của nước;
- Đóng khóa nước cấp để tắt hệ thống đánh lửa và bình sẽ dừng làm việc tức thời. Nếu sử dụng tiếp thì mở khóa nước vào lại để có nước nóng. Trường hợp ngừng sử dụng trong thời gian dài thì phải đóng cả van cấp KSH và van cấp nước.

#### **Lắp đặt và sử dụng an toàn bình nước nóng KSH:**

- Việc lắp đặt bình nước nóng phải đảm bảo khí xả thoát được ra ngoài qua lỗ thoát. Trường hợp phòng tắm kín không có lỗ thoát thì phải lắp một ống cửa xả với một điểm thoát gần nhất để dẫn khí thải ra ngoài tránh ngạt khí khi đang tắm.
- Đảm bảo nguồn cấp nước được đặt ở vị trí cao hơn vị trí lắp bình nước nóng tối thiểu 1,5 m;
- Không treo bình trực tiếp vào bề mặt tường làm bằng vật liệu dễ cháy như gỗ, giấy dán tường, tre, cốt ép, vv....
- Nên thử độ nóng của nước trước khi sử dụng để tránh bị bỏng.



### **Bảo dưỡng**

- Vệ sinh lưới lọc nước lạnh đầu vào định kỳ 6 tháng/lần; Nếu nguồn nước cấp từ giếng khoan thì tần suất là 3 tháng/lần;
- Vệ sinh kim phun KSH trong buồng đốt định kỳ 2 tháng/lần để đảm bảo kim phun không bị tắc;
- Kiểm tra và thay pin cho bộ phận đánh lửa để đảm bảo đốt bộ phận đánh lửa hoạt động tốt;
- Kiểm tra và vệ sinh ống dẫn khí xả để đảm bảo khí xả thoát ra dễ dàng.

#### **4.1.4 Máy phát điện khí sinh học**

Máy phát điện KSH có thể là loại chuyển đổi (từ máy phát điện chạy xăng, dầu chuyển sang dùng KSH) hoặc loại chế tạo cho chạy bằng KSH. Chỉ những động cơ 4 kỳ mới chuyển đổi được sang để dùng KSH. Công suất của máy phát điện tùy thuộc vào nhu cầu sử dụng hoặc sản lượng KSH có thể sản xuất được của các công trình KSH.

Người vận hành máy phát điện phải là người có hiểu biết và kiến thức về động cơ cũng như về điện để đảm bảo vận hành trơn tru hệ thống cũng như an toàn cho cả người và máy móc.

Một số lưu ý khi mua và sử dụng máy phát điện KSH như sau:

- Máy cần có xuất xứ, có chế độ bảo hành và tài liệu hướng dẫn sử dụng đầy đủ;
- Tuân thủ quy trình sử dụng như tài liệu của nhà cung cấp đã đưa;
- Máy cần có nhà để máy và bộ máy, đảm bảo các điều kiện an toàn trong vận hành và sử dụng.
- Các máy cải tạo từ động cơ cũ thường có chất lượng kém, tuổi thọ ngắn nên chế độ bảo dưỡng cần nghiêm ngặt hơn.

## 4.2 Sử dụng phụ phẩm KSH

Phụ phẩm KSH bao gồm cả nước xả và bã cặn rất giàu các chất dinh dưỡng cây trồng dễ hấp thụ như Ni tơ (N), Phốt pho ( $P_2O_5$ ), Kali (K) và các khoáng vi lượng khác. Người ta nghiên cứu và thấy rằng 1 m<sup>3</sup> phụ phẩm KSH chứa một lượng N tương đương với 1,2kg phân ure và một lượng  $P_2O_5$  tương đương với 1,9 kg supe phốt phát. Tuy nhiên khối lượng nước xả chiếm tỷ lệ lớn trong tổng khối lượng phụ phẩm KSH nên việc vận chuyển đi xa nơi sản xuất sẽ gây tốn kém, sử dụng trực tiếp sẽ hiệu quả hơn. Một số phương pháp chế biến phân hữu cơ từ phụ phẩm KSH sẽ mang lại rất nhiều lợi ích cho người sử dụng. Sau đây là một số biện pháp chế biến phân hữu cơ từ phụ phẩm KSH.

### 4.2.1 Ủ phân compost

Nguyên liệu chính để ủ phân compost là nước xả sau hồ KSH và các phụ liệu khác (rơm rạ, cỏ khô, bèo tây, hay thân cây đậu, lạc, vừng...). Các bước ủ phân compost như sau:

**Bước 1:** Các loại phụ liệu được phơi héo, băm nhỏ (dài 2 cm - 3 cm) sau đó xếp thành lớp. Sử dụng các chế phẩm vi sinh (Trichoderma, Compost Marker) theo tỉ lệ 0,25% - 0,6% so với trọng lượng của các loại phụ liệu tươi lên đồng nguyên liệu ủ trên và trộn đều;

**Bước 2:** Đưa toàn bộ hỗn hợp đã trộn chế phẩm vi sinh này bể ủ và tưới nước xả lên đống hỗn hợp theo tỉ lệ về khối lượng là 3 nước xả : 1 đơn vị nguyên liệu hỗn hợp sao cho toàn bộ khối nguyên liệu này được làm ướt bởi nước xả.



**Hình 4.8 - Ủ phân compost bằng phương pháp kết hợp nước xả KSH và các loại phụ phẩm nông nghiệp khác**

**Bước 3:** Hàng ngày tiếp tục tưới đều nước xả lên đống nguyên liệu ủ theo công thức: 15 lít nước xả/100 kg nguyên liệu hỗn hợp. Kiểm tra nhiệt độ trong đống ủ nếu thấy đống phân nóng lên thì tăng số lần bổ sung nước xả lên 2-3 lần trong ngày và nén chặt đống phân ủ hơn.

**Bước 4:** Sau 2-3 tuần ủ thì bổ sung supe lân theo tỉ lệ 2% - 5% về trọng lượng vào đống phân ủ, sau đó đảo trộn thật đều và nén chặt (Hình 4.7). Sau thời gian ủ thường kéo dài từ 40 - 60 ngày là có được phân compost sử dụng cho cây trồng.

#### **4.2.2 Chế biến phân hữu cơ từ sản phẩm lắng cặn của hồ KSH**

Nguyên liệu sử dụng: phụ phẩm cây trồng kết hợp với lắng cặn thu được từ hồ khí sinh học. Cách làm như sau:

Nguyên liệu được băm chặt nhỏ, trộn đều đổ thành từng lớp trong bể chế biến, giữa các lớp phụ phẩm nông nghiệp là một lớp lắng cặn. Các lớp nguyên liệu được xếp lần lượt như vậy cho đến khi đầy bể hoặc đống nguyên liệu có độ cao tới 1,5 m.. Bể nguyên liệu được đậy kín

bằng các loại như lá dừa, lá chuối hoặc bạt mỏng. Hàng ngày duy trì độ ẩm của hố ủ bằng cách tưới nước xả từ hồ KSH theo mức 15 lít/100 kg nguyên liệu tươi. Khi nhiệt độ trong hố ủ lên đến 40-50°C thì phải bổ sung nước xả nhiều lần trong ngày và nén chặt sau mỗi lần tưới nước xả đồng thời cũng phải đảo trộn vài lần để nguyên liệu được đồng đều. Lần đảo trộn đầu tiên thực hiện sau khi ủ được 1-2 tuần. Lần đảo trộn thứ hai sau lần thứ nhất khoảng 2 tuần. Sau khi đảo trộn lần thứ 2 cần tiếp tục ủ 3-4 tuần, đống ủ đã hoai, mục, có thể đem ra sử dụng được.

### **4.2.3 Sử dụng nước xả KSH để nuôi cá**

Nước xả có nhiều dinh dưỡng do đó có thể xả trực tiếp xuống các ao hồ nuôi cá. Dinh dưỡng trong phụ phẩm KSH sẽ kích thích sự phát triển của các loại tảo, rong rêu, bọ nước và các động vật phù du đây là nguồn thức ăn cho cá rất tốt. Nước xả chảy vào ao nuôi cá sẽ tạo màu nâu xám cho nước của ao, màu sắc này tăng độ hấp thụ nhiệt của nước và để duy trì độ pH ở mức thích hợp (pH= 6,5-8,5) cho cá nước ngọt là điều kiện rất tốt cho cá phát triển, tuy nhiên cần phải quan tâm đến liều lượng nước xả và loại cá nuôi để sử dụng cho thích hợp.

Liều lượng nước xả được tính theo diện tích mặt ao: theo kết quả nghiên cứu của dự án Khí sinh học cho ngành chăn nuôi thì có thể xả mức 0,5- 0,6 kg/m<sup>2</sup> với tần suất 3 ngày/1 lần trên bề mặt ao. Nếu bã đặc thì rắc đều trên mặt nước theo mức 0,3 – 0,4 kg/m<sup>2</sup>.



**Hình 4.9 – Sử dụng phụ phẩm KSH nuôi cá nước ngọt**

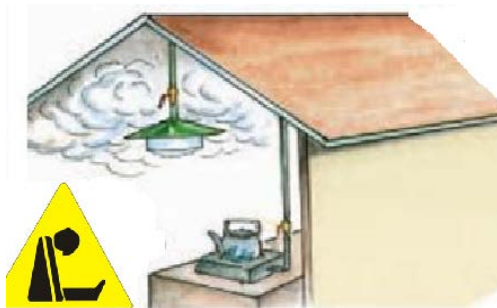
Tùy theo độ trong của nước mà đưa phụ phẩm vào ao cho hợp lý. Vào tháng 5, 6, 9, 10 độ trong của nước không nhỏ hơn 20 cm mới đưa phụ phẩm KSH vào ao, còn tháng 7, tháng 8 độ trong phải đạt từ 10 cm trở lên mới đưa phụ phẩm KSH vào ao.

### **4.3 Một số biện pháp sơ cứu và cấp cứu trong trường hợp cháy nổ hoặc ngạt khí**

#### **4.3.1 Đề phòng ngạt thở**

Một trong những tai nạn thường gặp của công trình KSH quy mô trung bình và lớn là ngạt khí, vì ở quy mô này các công trình KSH sẽ sản sinh một lượng khí rất nhiều và đậm đặc. Khi hở khí rủ ro và tai nạn ngạt khí xảy ra là do hàm lượng  $O_2$  - loại khí duy trì sự sống của con người và động vật giảm xuống quá ngưỡng an toàn:

- Hàm lượng  $O_2$  trong không khí bình thường là 21%, khi hàm lượng  $O_2$  giảm xuống dưới 16% sẽ gây ngạt thở;
- Trong thành phần của KSH có một hàm lượng nhất định  $CO_2$  và  $H_2S$  là loại khí không duy trì sự thở của con người, đặc biệt  $H_2S$  là loại khí độc gây ức chế trung khu thần kinh, thậm chí ở tỷ lệ rất nhỏ trong KSH;
- Khi hở khí ở một không gian chật hẹp các loại khí này nặng hơn không khí nên đã chiếm chỗ của oxy làm cho hàm lượng oxy trong không khí giảm xuống gây ngạt cho người và động vật.



**Hình 4.10 – Rò rỉ khí sinh học gây ngạt thở**

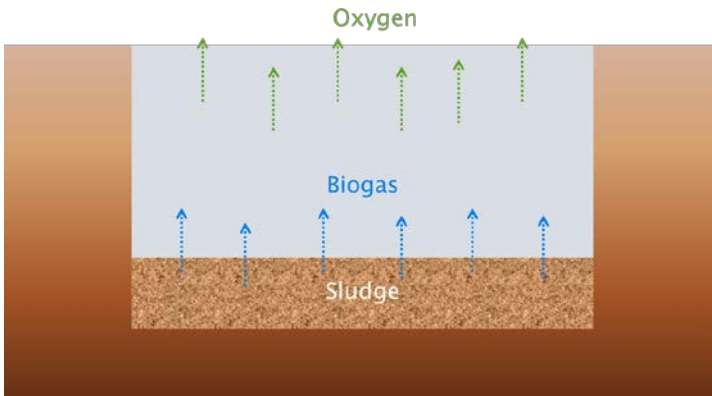


Tai nạn ngạt khí xảy ra trong các trường hợp sau:

- Hở khí ở hồ KSH
- Hở khí tại nơi đặt các thiết bị sử dụng KSH
- Ngạt khí khi sửa chữa hồ.

### *Lớp lắng cặn dưới đáy bể*

**Hình 4.11 – Cơ chế gây ngạt khí**



### **Cách phòng tránh:**

- Cần phải lọc khí trước khi sử dụng, tuân thủ quy trình bảo dưỡng và thay thế các thiết bị lọc khí;

- Tuyệt đối không tiến hành sửa chữa, bảo dưỡng công trình mà không mang các dụng cụ bảo hộ, nhất là các công việc liên quan đến hồ KSH;
- Không sửa chữa một mình; đảm bảo quy trình sửa chữa như hướng dẫn của nhà cung cấp như thắt dây an toàn, đảm bảo đã xả tối đa lượng khí có trong hồ, không tiến hành công việc quá lâu trong quá trình sửa chữa.

#### **4.3.2 Cấp cứu người bị ngạt thở**

Khi phát hiện người xuống hồ bị ngạt, cần nhanh chóng đưa người bị ngạt lên khỏi hồ và để ở nơi thoáng khí; Trong trường hợp không thể tự kéo được người tai nạn ra khỏi nơi có nồng độ khí quá đậm đặc phải lập tức gọi thêm người và mang các thiết bị bảo hộ để có thể đưa được người tai nạn ra khỏi nơi độc hại một cách nhanh nhất.

Sử dụng các phương tiện có thể làm thông thoáng không khí xung quanh nơi có mật độ KSH cao một cách nhanh nhất có thể để trợ giúp cho người bị nạn và ngay lập tức thông báo với cán bộ y tế đến trợ giúp;

Khi đã đưa được người bị ngạt ra khỏi khu vực nguy hiểm, nhanh chóng mở các cúc áo ở cổ và ngực, nới rộng thắt lưng, làm hô hấp nhân tạo và thổi ngạt để sơ cứu và lập tức đưa người bị nạn đến trạm y tế gần nhất để các cán bộ y tế cấp cứu cho người bị ngạt.

## Phụ lục 1: Mẫu bảng kiểm tra định kỳ hồ kỵ khí phủ bạt HDPE

### I. Thành phần kiểm tra

Người kiểm tra:.....

Người phụ trách vận hành:.....

Ngày kiểm tra:.....

Kiểm tra đợt thứ: .....

### II. Đánh giá tình trạng vận hành của công trình

TT	Hạng mục kiểm tra	Thiết kế	Kiểm tra thực tế	Đánh giá	Phương án khắc phục
1	Lượng phân nạp	..... tấn	.....tấn	Đạt <input type="checkbox"/> Không đạt <input type="checkbox"/>	
2	Lượng nước pha loãng	..... m <sup>3</sup>	.....m <sup>3</sup>	Đạt <input type="checkbox"/> Không đạt <input type="checkbox"/>	
3	Mức nước trong hồ biogas	..... m	.....m	Đạt <input type="checkbox"/> Không đạt <input type="checkbox"/>	
4	Độ pH của dung dịch trong hồ biogas	6,5-7,5	.....	Đạt <input type="checkbox"/> Không đạt <input type="checkbox"/>	
5	Tình trạng bề mặt trên của bạt HDPE	Căng, không rò khí	.....	Đạt <input type="checkbox"/> Không đạt <input type="checkbox"/>	
6	Tình trạng đường ống dẫn khí	Không rò khí	.....	Đạt <input type="checkbox"/> Không đạt <input type="checkbox"/>	
		Không đọng nước	.....	Đạt <input type="checkbox"/> Không đạt <input type="checkbox"/>	
7	Tình trạng van khí tổng	Chuyển động trơn tru, không rò khí	.....	Đạt <input type="checkbox"/> Không đạt <input type="checkbox"/>	
8	Tình trạng van khí nhánh	Chuyển động trơn tru, không rò khí	.....	Đạt <input type="checkbox"/> Không đạt <input type="checkbox"/>	

TT	Hạng mục kiểm tra	Thiết kế	Kiểm tra thực tế	Đánh giá	Phương án khắc phục
9	Lưu lượng khí qua đồng hồ	.....m <sup>3</sup> /giờ	.....m <sup>3</sup> /giờ	Đạt <input type="checkbox"/> Không đạt <input type="checkbox"/>	
10	Chỉ số áp kế đầu nguồn	Không ghi	.....kPa/cm/	Đạt <input type="checkbox"/> Không đạt <input type="checkbox"/>	
11	Chỉ số áp kế đầu vào túi trữ khí	Không ghi	.....kPa/cm/	Đạt <input type="checkbox"/> Không đạt <input type="checkbox"/>	
12	Tình trạng bếp KSH	Hoạt động bình thường	.....	Đạt <input type="checkbox"/> Không đạt <input type="checkbox"/>	
13	Tình trạng đèn KSH	Hoạt động bình thường	.....	Đạt <input type="checkbox"/> Không đạt <input type="checkbox"/>	
14	Tình trạng thiết bị KSH khác	Hoạt động bình thường	.....	Đạt <input type="checkbox"/> Không đạt <input type="checkbox"/>	
15	Tình trạng máy phát điện			Đạt <input type="checkbox"/> Không đạt <input type="checkbox"/>	
15.1	Hệ thống thoát khí xả	Thoát dễ dàng	.....	Đạt <input type="checkbox"/> Không đạt <input type="checkbox"/>	
15.2	Dầu bôi trơn cho động cơ	Đúng chủng loại và đủ	.....	Đạt <input type="checkbox"/> Không đạt <input type="checkbox"/>	
15.3	Hệ thống làm mát động cơ	Hoạt động tốt	.....	Đạt <input type="checkbox"/> Không đạt <input type="checkbox"/>	
15.4	Hệ thống cấp nhiên liệu	Hoạt động tốt	.....	Đạt <input type="checkbox"/> Không đạt <input type="checkbox"/>	
15.5	Hệ thống lọc H <sub>2</sub> O	Hoạt động tốt	.....	Đạt <input type="checkbox"/> Không đạt <input type="checkbox"/>	
15.6	Hệ thống lọc CO <sub>2</sub>	Hoạt động tốt	.....	Đạt <input type="checkbox"/> Không đạt <input type="checkbox"/>	
15.7	Hệ thống lọc H <sub>2</sub> S	Hoạt động tốt	.....	Đạt <input type="checkbox"/> Không đạt <input type="checkbox"/>	
16	Dụng cụ phòng cháy nổ	Còn thời hạn và có tem kiểm định	.....	Đạt <input type="checkbox"/> Không đạt <input type="checkbox"/>	

III. Các nhận xét khác

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Người kiểm tra  
(Ký & ghi rõ họ tên)

Người phụ trách vận hành  
(Ký & ghi rõ họ tên)

**Phụ lục 2: Mẫu Phiếu bảo hành công trình, thiết bị của hồ kỵ khí phủ bạt HDPE**

**I. Thông tin về công trình**

Thể tích công trình: ..... m<sup>3</sup>

Đơn vị thi công: .....

Người đại diện:.....

Số điện thoại:.....

Địa chỉ của đơn vị thi công: .....

Đơn vị giám sát (nếu có):.....

Người đại diện:.....

Số điện thoại:.....

Ngày bàn giao và nghiệm thu công trình: ngày.....tháng.....năm.....

Thời gian bảo hành là.....năm kể từ ngày nghiệm thu công trình

**II. Thông tin hoạt động sửa chữa, bảo hành**

Ngày thực hiện sửa chữa/bảo hành	Sự cố	Nội dung bảo hành	Người thực hiện	Xác nhận của chủ công trình

Những quy định về điều kiện được bảo dưỡng

Lỗi xảy ra có nguyên nhân từ nhà sản xuất mà sản phẩm còn trong thời gian bảo hành;

Lỗi xảy ra do đơn vị thi công không tuân thủ các yêu cầu/tiêu chuẩn kỹ thuật

Lỗi xảy ra do quá trình vận chuyển thực hiện bởi nhà cung cấp

## Tài liệu tham khảo

1. Biogas Utilization Handbook, published by the Environment, Health and Safety, Division, Georgia Tech Research Institute, Atlanta, Georgia, 1988
2. Bùi Văn Ga, Trương Lê Bích Trâm, *Hệ thống cung cấp biogas cho động cơ kéo máy phát điện 2HP*, 2010
3. Chương trình khí sinh học cho ngành chăn nuôi Việt Nam, 2008, 2011 – Tài liệu tập huấn kỹ thuật viên
4. Dieter Deublein and Angelika Steinhauser, *Biogas from Waste and Renewable Resources*, 2008
5. Nguyễn Thị Ngọc Bình, *Nghiên cứu Chuyển giao Kỹ thuật Chế biến phân hữu cơ vi sinh từ phế phụ phẩm nông nghiệp*, tháng 12/2011
6. Nguyễn Quang Khải, Nguyễn Gia Lượng, *Tủ sách khí sinh học tiết kiệm năng lượng*, , 2010
7. Quy chuẩn Việt Nam: QCVN 40-2011-BTNMT của Bộ Tài Nguyên Môi Trường
8. Sổ tay sử dụng khí sinh học, *Dự án chương trình khí sinh học cho ngành chăn nuôi Việt Nam*, 2013
9. Sổ tay hướng dẫn quản lý chất lượng một số loại bể KSH quy mô nông hộ ở Việt Nam, Bùi Văn Chính, Hồ Thị Lan Hương và cộng sự - Hiệp hội KSH Việt Nam, 2011
10. Training for the biogas industry: maintaining your biogas workforce, IBBK 2016

**SỔ TAY VẬN HÀNH VÀ BẢO DƯỠNG  
CÔNG TRÌNH KHÍ SINH HỌC QUY MÔ VỪA VÀ LỚN  
CÔNG NGHỆ HDPE**

---

Chịu trách nhiệm xuất bản:

**Võ Thị Kim Thanh**

Biên tập: **Mai Thị Thanh Hằng**

Trình bày bìa: **Công ty Cổ phần In Sao Việt**

**NHÀ XUẤT BẢN LAO ĐỘNG**

Địa chỉ: Số 175 Giảng Võ - Hà Nội

Điện thoại: 04 38515380; Fax: 04 38515381

Email: [info@nxblaodong.com.vn](mailto:info@nxblaodong.com.vn)

Website: [www.nxblaodong.com.vn](http://www.nxblaodong.com.vn)

**Chi nhánh phía Nam**

Số 85 Cách mạng Tháng Tám, Quận 1, Tp Hồ Chí Minh

ĐT: 08 38390970; Fax: 08 39257205

**LIÊN KẾT XUẤT BẢN**

**Công ty Cổ phần in Sao Việt**

ĐC: 9/40 Ngụy Như Kon Tum, P. Nhân Chính, Q. Thanh Xuân, Hà

Nội - Điện thoại: (04) 3557 4088 - Fax: (04) 3557 4089

---

In 2.400 bản khổ 14,5 x 20,5 cm tại Công ty Cổ phần In Sao Việt.  
Đăng ký KHXB số 1093-2016/CXBIPH/02-77/LĐ, ngày 15 tháng  
04 năm 2016. Quyết định xuất bản số 433/QĐ-NXBLĐ. Mã ISBN:  
978-604-59-6190-2. In xong và nộp lưu chiểu quý II/2016.