NGÀNH GIẤY VÀ BỘT GIẤY

Việt Nam, tháng 9 năm 2015

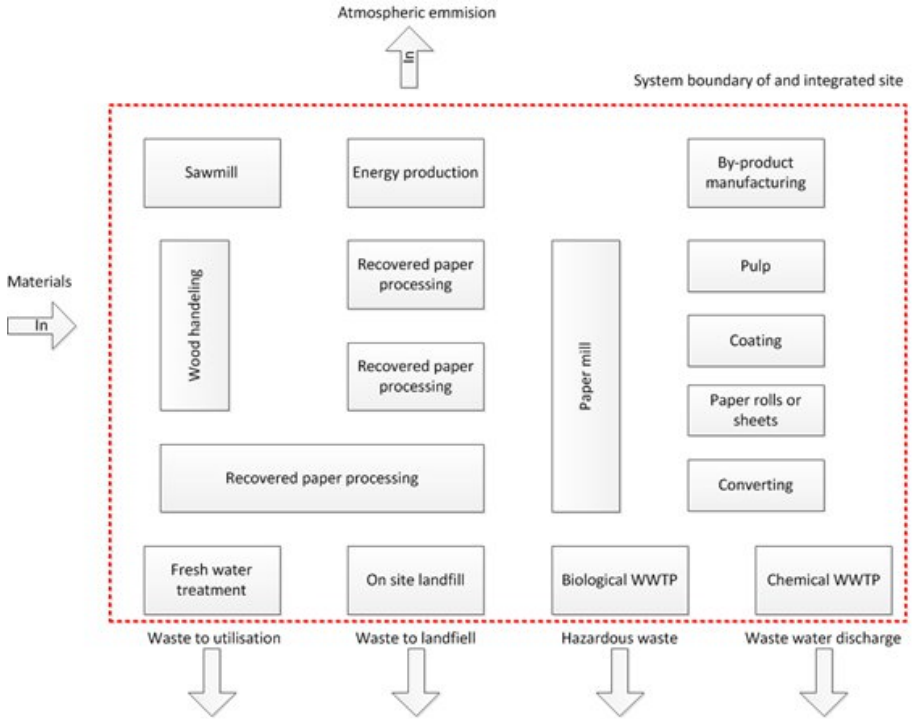


CHƯƠNG TRÌNH

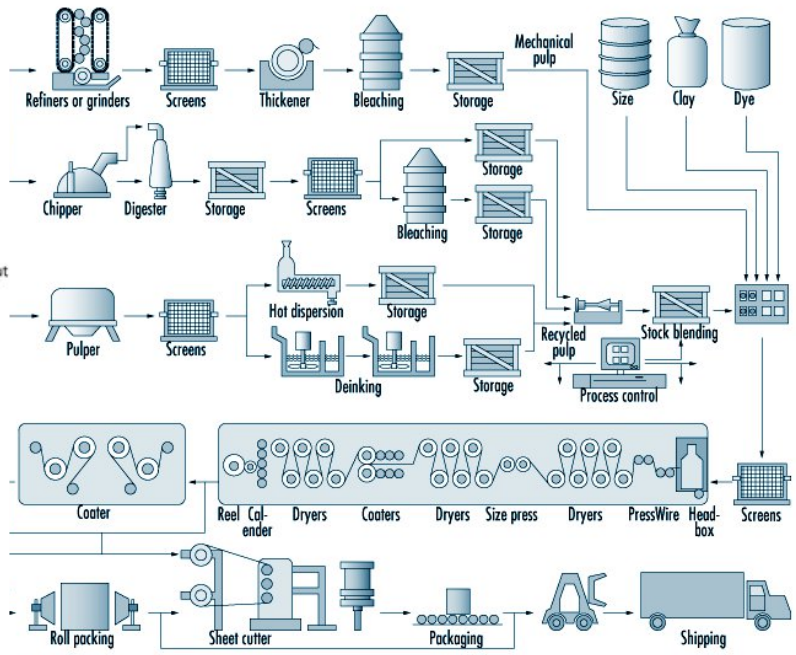
- Giới thiệu về Tài liệu hướng dẫn
- Giới thiệu chương trình đào tạo
  - Ngày 1: Kiểm toán
  - Ngày 2: Dây chuyền sản xuất
  - Ngày 3: Khu vực phụ trợ
  - Ngày 4: Tham quan nhà máy giấy

GIỚI THIỆU

Tổng quan – Làm thế nào để cải thiện việc sử dụng năng lượng?

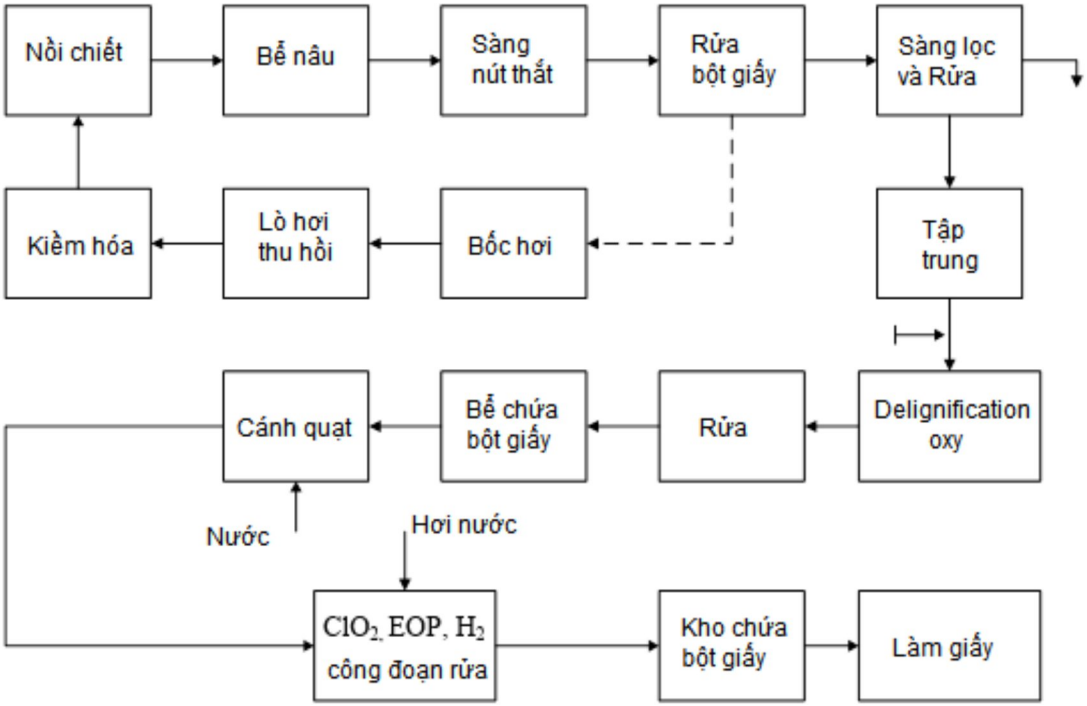


Out Products out



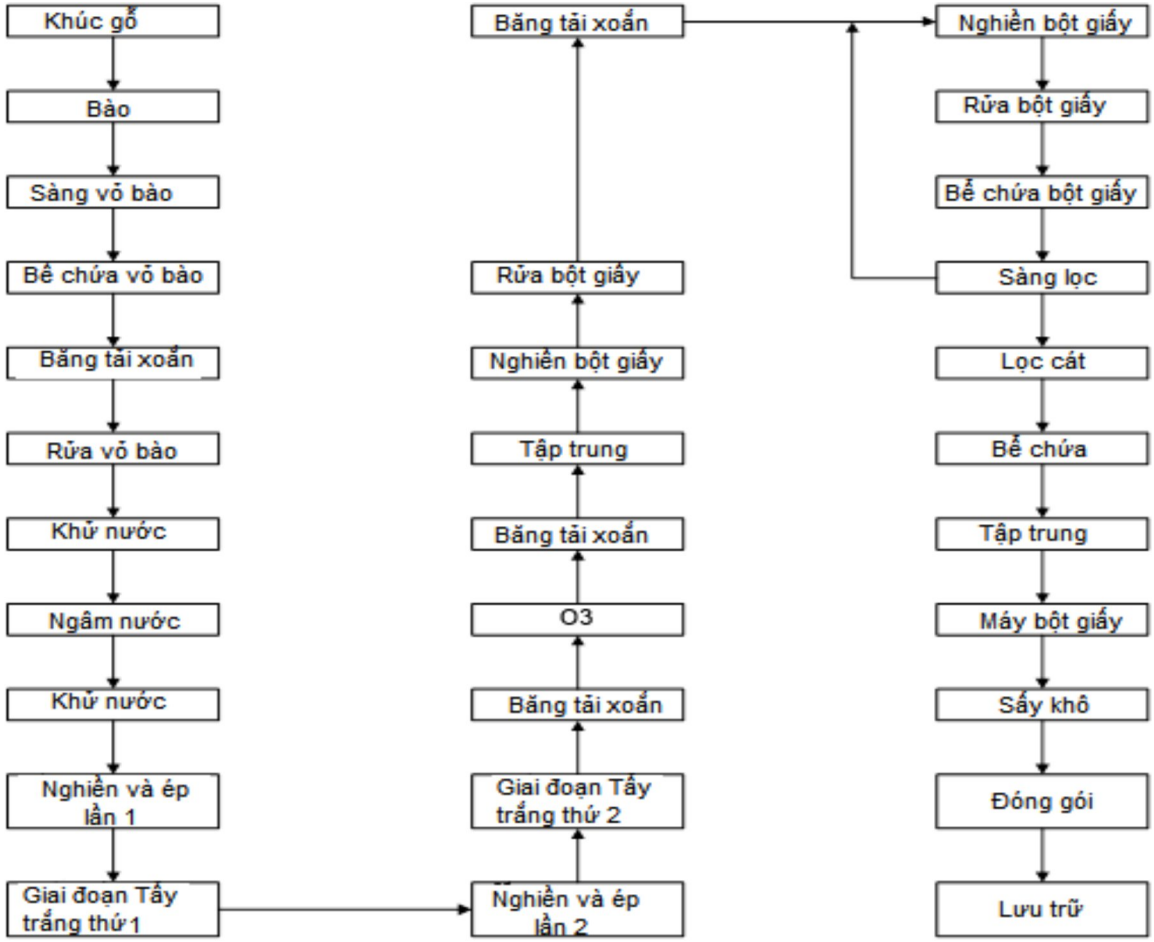
SẢN XUẤT BỘT GIẤY (I)

Công nghệ sản xuất Bột Kraft gỗ cứng tẩy trắng (BHKP)



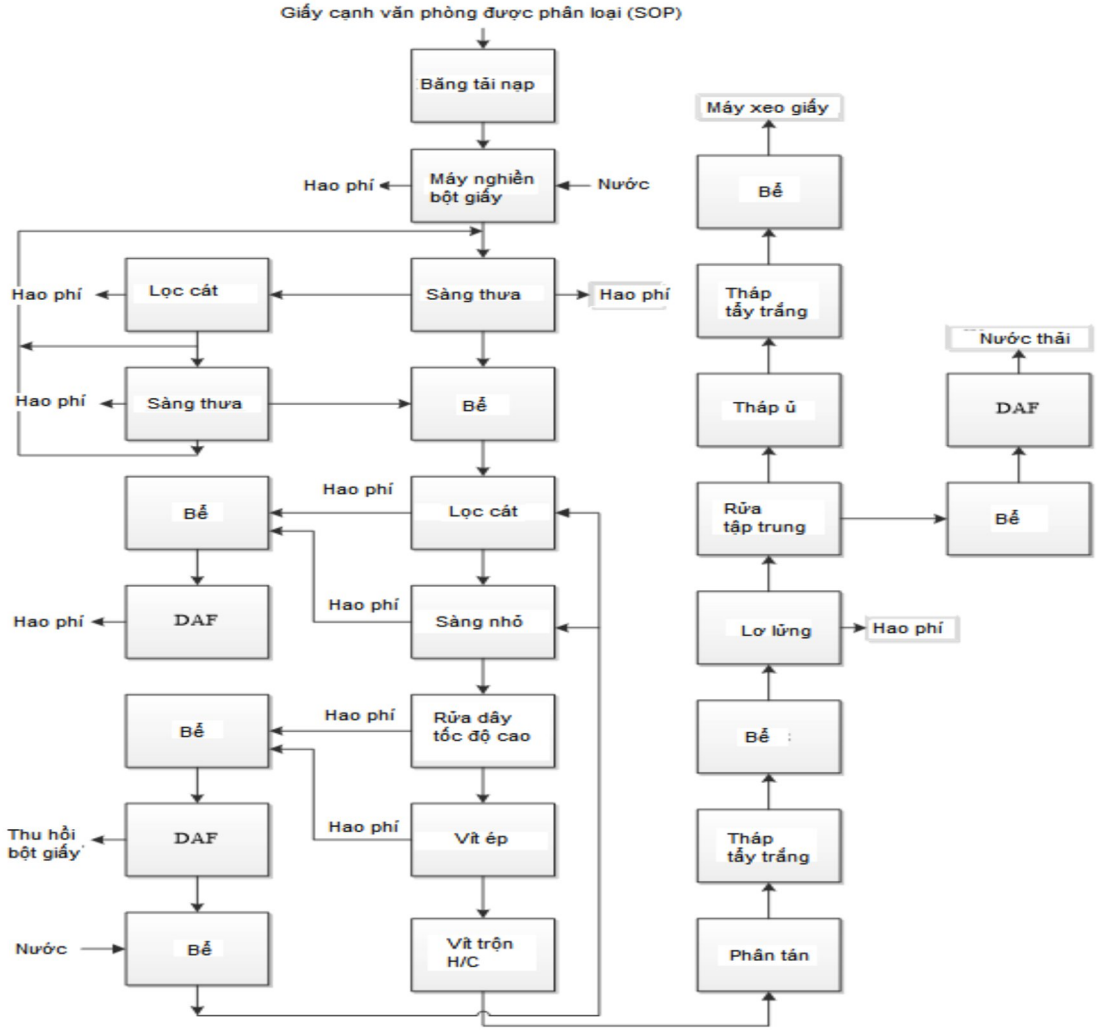
SẢN XUẤT BỘT GIẤY (II)

Công nghệ sản xuất Bột giấy hoá nhiệt cơ *(CTMP, PRC-APMP)*



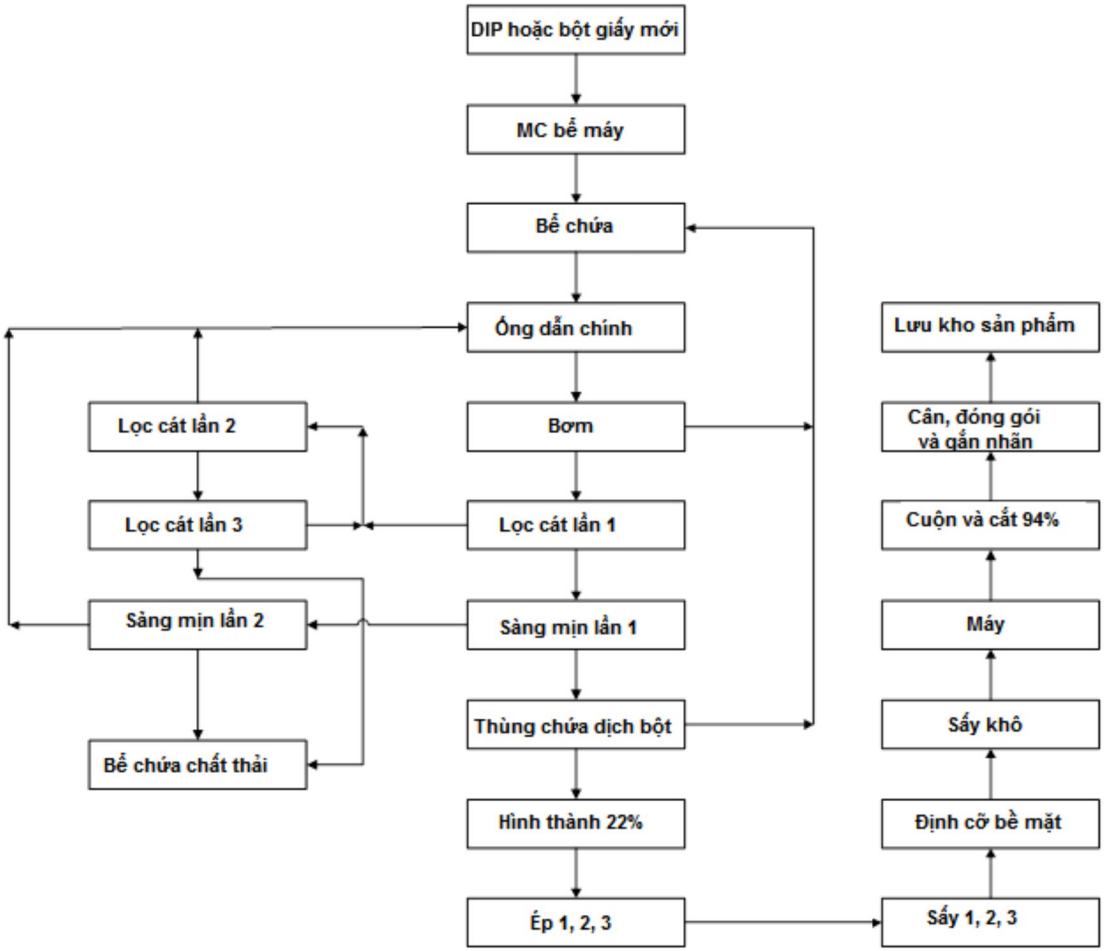
SẢN XUẤT BỘT GIẤY (III)

Công nghệ sản xuất bột giấy tái chế bằng phương pháp khử mực DIP



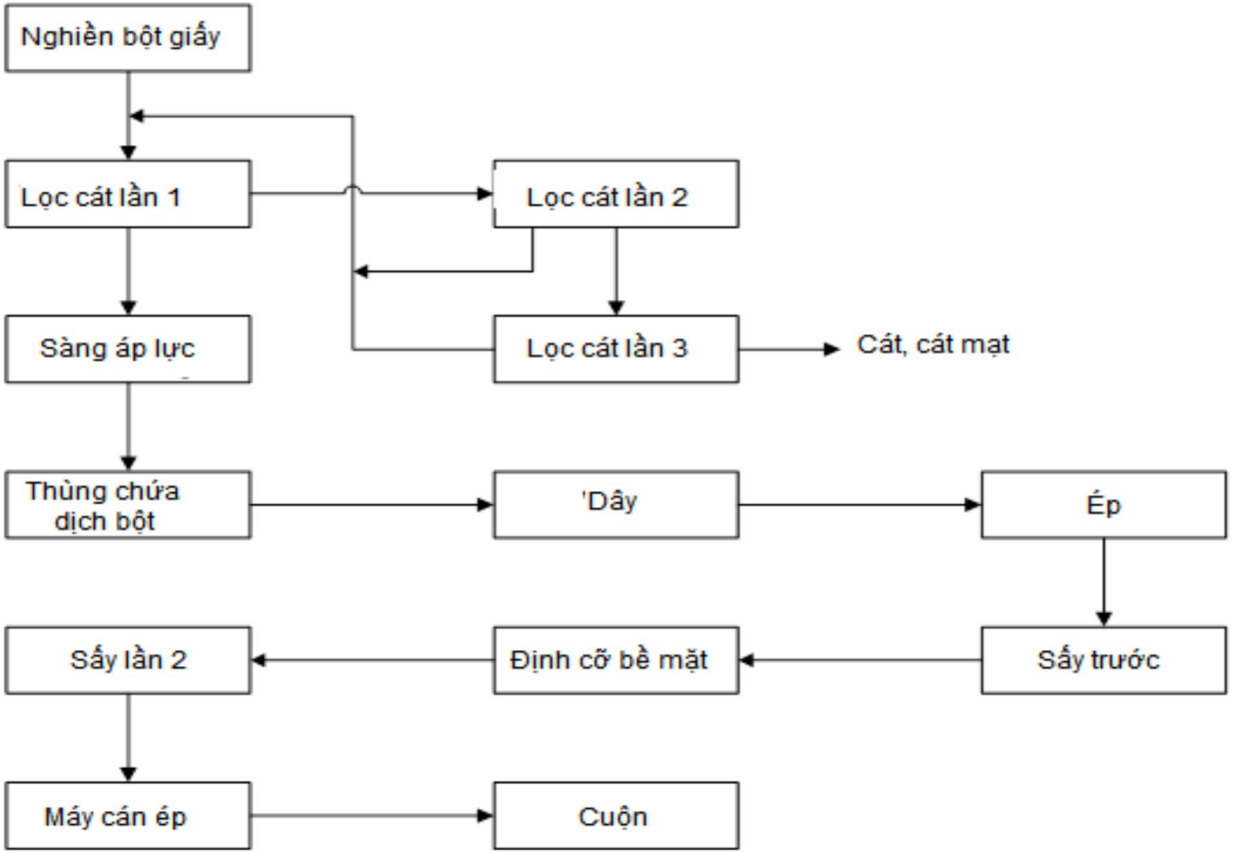
SẢN XUẤT GIẤY (I)

Công nghệ sản xuất giấy in báo



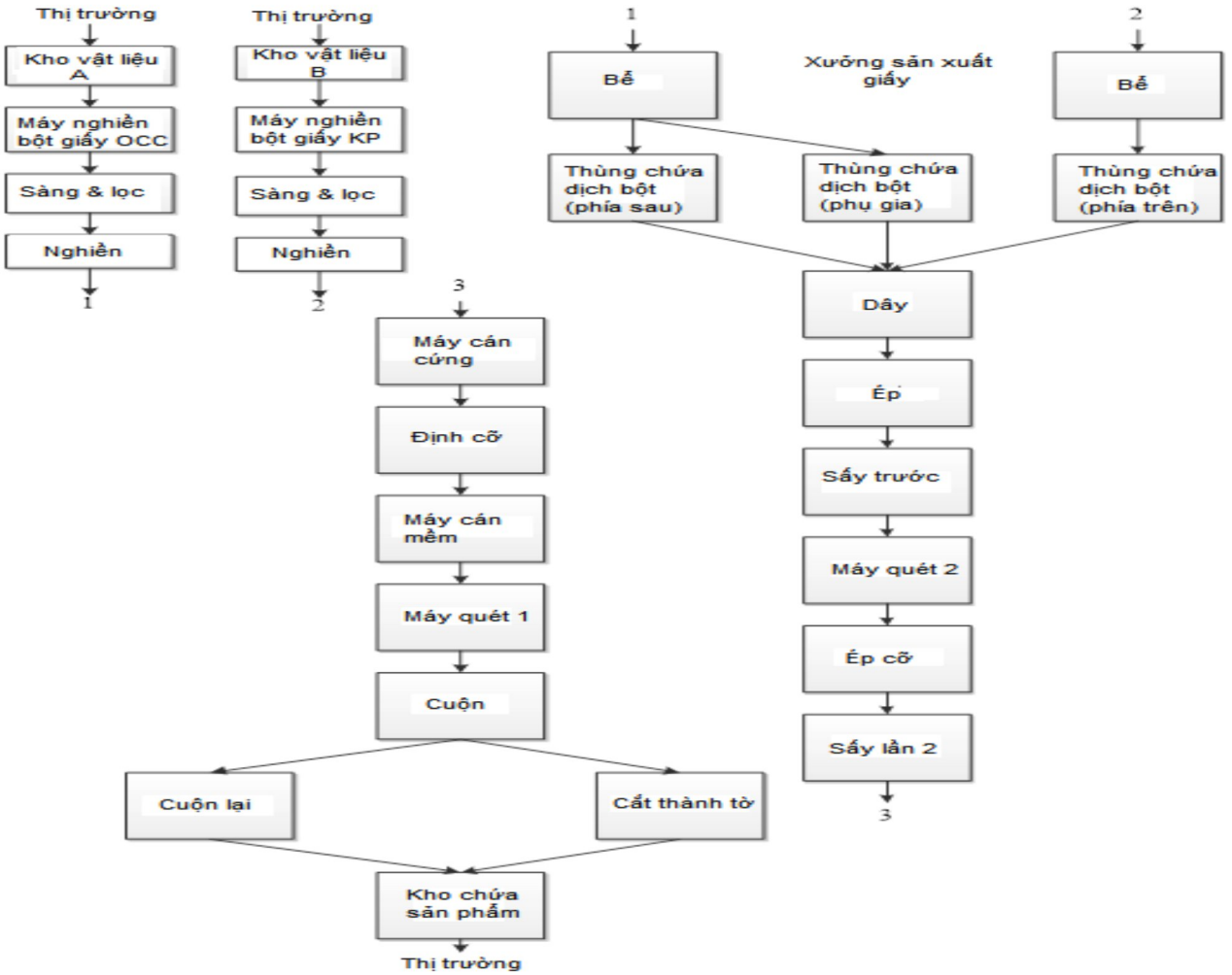
SẢN XUẤT GIẤY (II)

Công nghệ sản xuất giấy in, viết



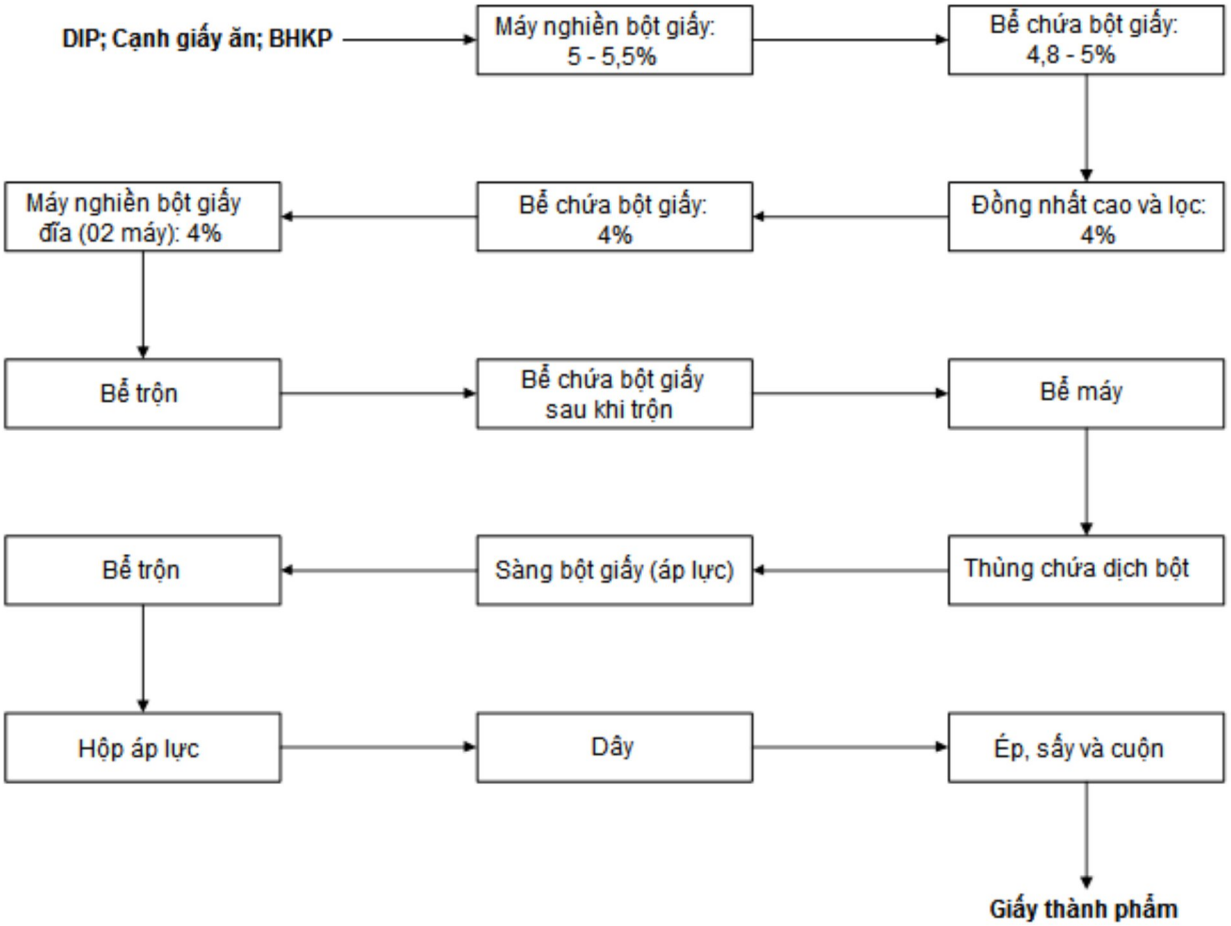
SẢN XUẤT GIẤY(III)

Công nghệ sản xuất giấy làm bao bì



SẢN XUẤT GIẤY(IV)

- Công nghệ sản xuất giấy Tissue



Những gì là quan trọng?

Dịch vụ Năng lượng là gì?

Tổn thất ở đâu?

Làm sao để xác định được những nơi có tổn thất?

Làm sao có thể giảm tổn thất?

Nguyên nhân gây ra tổn thất là gì?

Tổn thất có thể xảy ra cho những loại nguyên nhiên liệu nào?

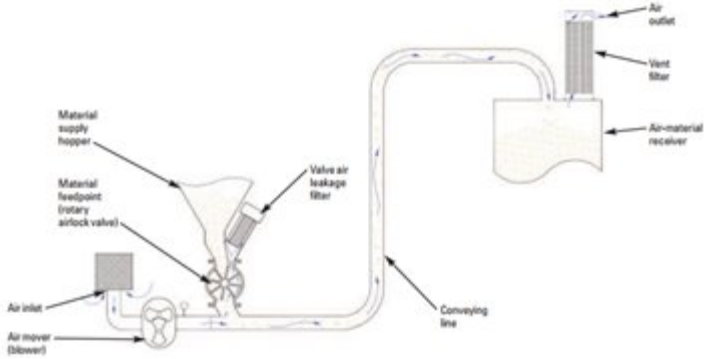
- **Nguyên liệu**
- **Nước**
- **Năng lượng**

Các biện pháp Hiệu quả năng lượng trong xử lý sơ bộ

Vd. - Thay thế các băng tải khí nén bằng băng chuyền tải

Băng tải khí nén:

- Hiệu suất động cơ
- Hiệu suất hệ truyền động
- Hiệu suất hệ truyền khí
- Tổn thất sản phẩm



Băng chuyền tải:

- Động cơ
- Hiệu suất hệ truyền động



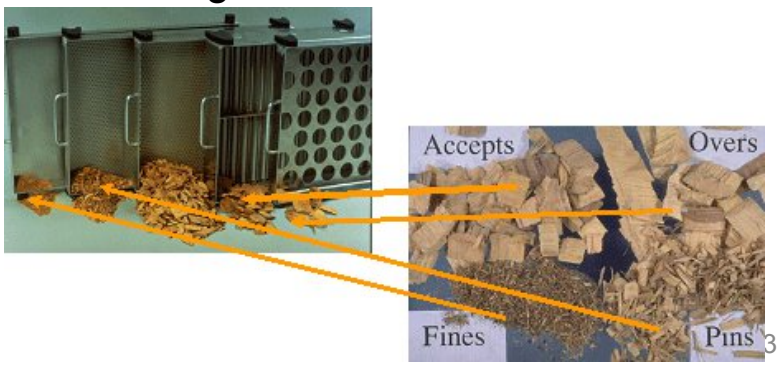
Tiết kiệm năng lượng 80-95 %, dăm vụn 1-2 %

Chi phí Bảo trì có thể cao hơn đáng kể

Các biện pháp Hiệu quả năng lượng trong xử lý sơ bộ

Vd. – Bốc dỡ dăm gỗ và kiểm tra độ dày tự động :

- Sàng lọc:
  - **Sàng theo độ dày**
  - Jet Screen
  - OPTI
  - **Sàng quay hồi chuyển**
  - CSCS gyratory chip screen (4 kích cỡ)
  - SCL gyratory chip screen (3 kích cỡ)
- Kết quả
  - Giảm năng lượng đun nấu
  - Tăng sản lượng bột giấy
  - Tăng sản lượng phụ phẩm
  - Ít hư hại dăm gỗ
- **Xử lý cá mảnh dăm không hợp cách**
  - HQ-sizer (quá khổ và quá dầy)
  - Định lại kết cấu của dăm mảnh bằng Chip optimizer (quá khổ và quá dầy)
  - Máy cắt lại (chỉ dành cho dăm gỗ quá khổ)
- **Loại khác**
  - Sàng đĩa



Các biện pháp Hiệu quả năng lượng trong xử lý sơ bộ

Lưới sàng lọc dăm gỗ dạng tấm

Những lợi ích:

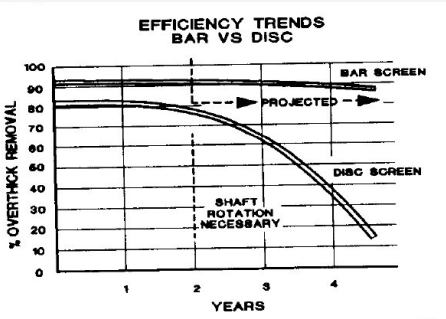
- Vòng đời dài
- Chi phí bảo trì thấp
- Tiêu thụ năng lượng thấp
- Tăng năng suất trong nghiền bột gỗ

Điều gì là quan trọng?

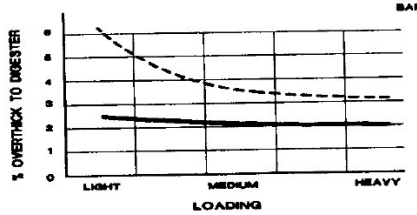
- Lượng thấp dăm gỗ quá dầy chuyển sang

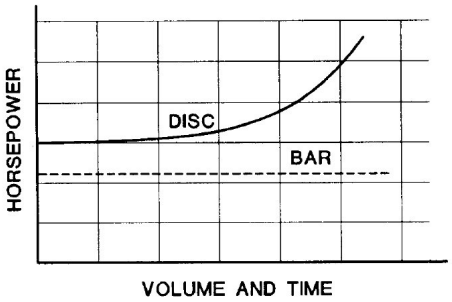
Lượng dăm gỗ quá khổ chuyển sang thấp

- Hiệu suất bảo trì với sự thay đổi về tốc độ và kích thước
- Hiệu suất nhất quán theo thời gian
- Không hư hại bởi dăm mảnh
- Giảm hao mòn trên bề mặt sàng









Tom E. Vala, P.E. Rader Companies, Portland, OR

Các biện pháp Hiệu quả năng lượng trong xử lý sơ bộ

Điều hoà nhiệt độ cho dăm gỗ- Dăm gỗ quá khổ?

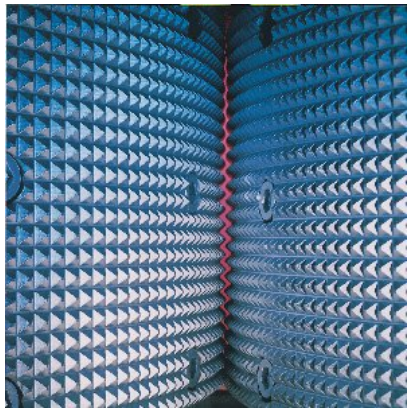
Trong quá khứ:

- Máy thái mỏng và máy cắt lại được sử dụng. Những máy này có mặt bất cập – tạo ra dăm vụn và pins.
- Máy cắt dăm gỗ điển hình có thể sản xuất lên tới 15% pins đi kèm với 2%-8% dăm vụn phụ thuộc vào điều kiện dao cắt, độ ẩm, phụ tải của máy. Loại máy chặt lại thông thường tạo ra tỷ lệ dăm vụn thậm chí cao hơn.

Điều hoà dăm gỗ Kim tự tháp

- Tạo các vết nứt dọc theo dăm vụn
- Gia tăng diện tích bề mặt
- Tăng cường thẩm thấu dung dịch
- Giảm dăm vụn





Bài tập số 1

- Liệt kê các cách nhằm cải tiến phần xử lý sơ bộ
- Xem xét làm sao để lượng hoá các cải tiến

Các gợi ý sẽ được thảo luận trong buổi họp chung

Các biện pháp Hiệu quả năng lượng trong sản xuất giấy hoá học

Sản xuất bột giấy Kraft – Sử dụng phụ gia hỗ trợ sản xuất bột giấy để tăng năng suất

Phụ gia hỗ trợ :

- Tăng cường thẩm thấu dung dịch
- Cải thiện tình trạng nấu cân bằng hơ
- Giảm thời gian nấu

Lợi ích:

- Tăng năng suất sản xuất bột giấy (giảm bột giấy bị loại bỏ)
- Giảm tiêu thụ năng lượng (36 kWh trên một tấn gỗ)
- Giảm nguyên liệu thô đầu vào
- Cải thiện năng suất
- Giảm hoá chất tẩy trắng
- Giảm phát thải lưu huỳnh

Các biện pháp Hiệu quả năng lượng trong sản xuất bột giấy hoá học

Sản xuất bột giấy Kraft– Tối ưu hoá việc kiểm soát hệ số pha loãng

Giảm thiểu tình trạng pha loãng dung dịch đen

- **Giảm lượng nước trung bình bốc hơi từ dịch đen loãng**

Tối ưu hoá bằng:

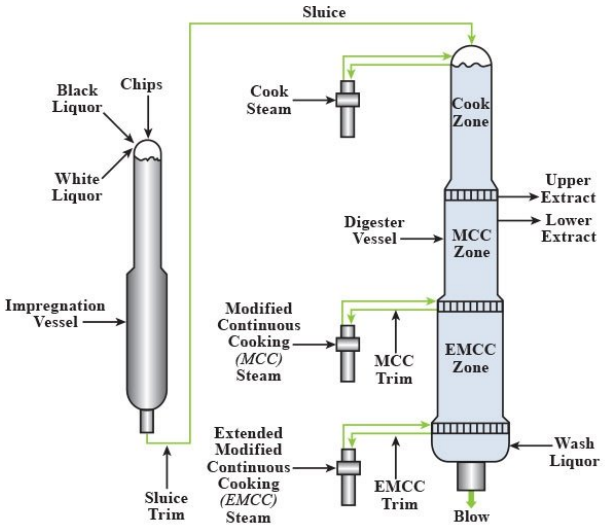
- **Kiểm soát dòng chảy nước từ vòi hoa sen trong công đoạn rửa cuối cùng tới mức tối ưu bằng cách:**
  - **Xem xét các chi phí hơi nước**
  - **Chi phí hoá chất tẩy trắng**
  - **Ảnh hưởng đối với chất lượng nước thải**
  - **Các thông số biến đổi khác**



Các biện pháp Hiệu quả năng lượng trong sản xuất bột giấy hoá học

Sản xuất bột giấy Kraft– Hệ thống kiểm soát nồi nấu liên tục

- Nồi nấu bột giấy được biết đến như một bộ phận quan trọng trong lưu đồ nghiền bột giấy vì nó đòi hỏi từ 5% đến 50% thời gian vận hành trực tuyến, làm cho hợp phần này của quá trình làm bột giấy đòi hỏi vốn đầu tư lớn.
- Cải thiện hiệu suất của nồi nấu có thể làm giảm đáng kể thất thoát khi sản xuất, chi phí vận hành và tác động tiêu cực về môi trường đồng làm tăng sản lượng và chất lượng của giấy.
- Sử dụng mô hình dựa trên máy tính và hệ thống kiểm soát cho nồi nấu liên tục có thể điều tiết quá trình nghiền, do đó giảm thiểu thời gian chết máy gây ra bởi các vấn đề của nồi nấu và tạo thuận lợi cho sản xuất bột giấy và vận hành liên tục.



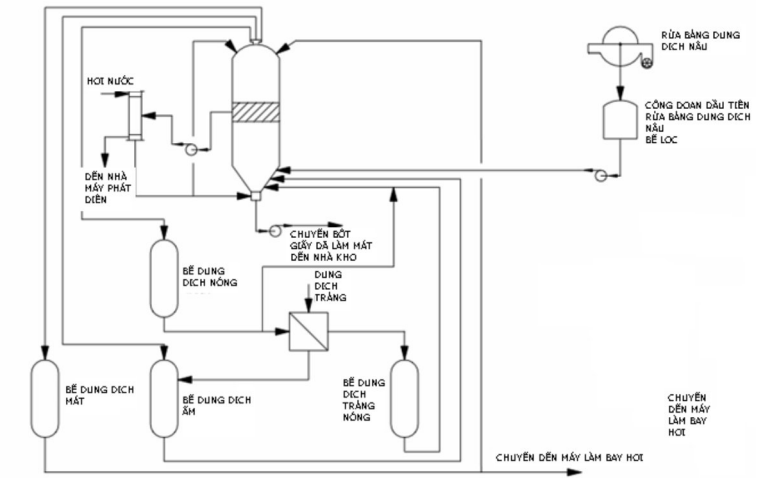
Các biện pháp Hiệu quả năng lượng trong sản xuất bột giấy hoá học

Sản xuất bột giấy Kraft– Chuyển đổi nồi nấu gián đoạn

Nồi nấu gián đoạn phù hợp với nhiều sản phẩm.

Sử dụng nhiệt gián tiếp và xả lạnh

- Sử dụng hơi nước gián tiếp thay cho hơi nước trực tiếp
- Nhiệt được thu hồi từ dung dịch còn thừa
  - **Hấp sơ bộ dăm gỗ**
  - **Làm nóng trước dung dịch trắng**
  - **Làm nóng trước nước sử dụng trong quy trình**



Các biện pháp Hiệu quả năng lượng trong sản xuất bột giấy hoá học

Sản xuất bột giấy Kraft– Xả nồi nấu/ thu hồi nhiệt giãn áp

Giảm áp suất trong nồi nấu tạo ra hơi nước có thể sử dụng để:

Hấp dăm gỗ – có hai cách:

1) giãn áp từ công đoạn đầu tiên thường được sử dụng để làm nóng dăm gỗ trong bình hấp

2) giãn áp từ công đoạn thứ hai có thể được sử dụng thay thế cho hơi nước trực tiếp trong thùng đựng dăm gỗ

Đun nước nóng tại cơ sở sản xuất

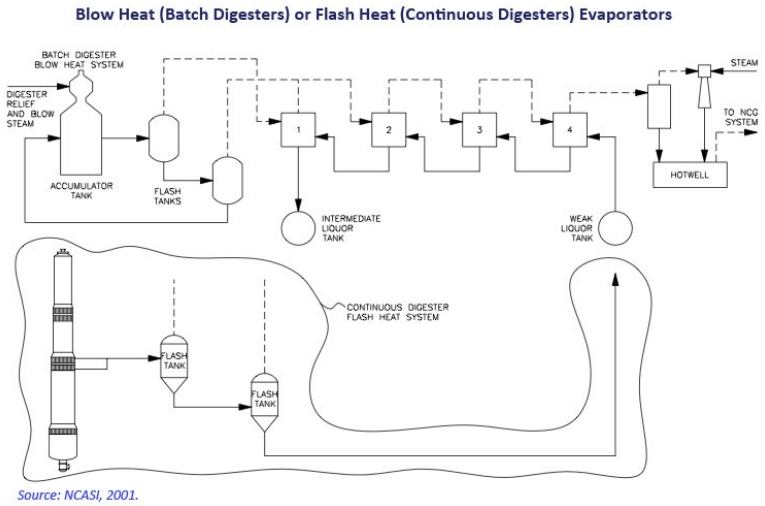
Bay hơi dung dịch đen được sử dụng như nhiệt năng trong thiết bị bay hơi nhiều giai đoạn.

Các biện pháp Hiệu quả năng lượng trong sản xuất bột giấy hoá học

Sản xuất bột giấy Kraft– Xả nồi nấu/ thu hồi nhiệt giãn áp

Giảm áp suất trong nồi nấu tạo ra hơi nước có thể sử dụng để:

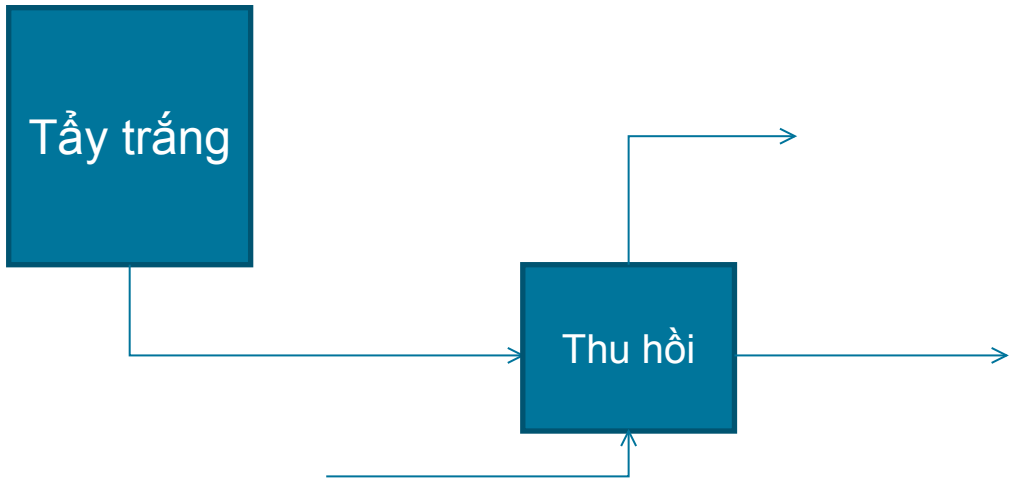
Hấp dăm gỗ – có hai cách:



Các biện pháp Hiệu quả năng lượng trong sản xuất bột giấy hoá học

Tẩy trắng – thu hồi nhiệt từ nước thải nhà máy tẩy trắng

Nước thải của nhà máy tẩy trắng có thể chứa một lượng lớn nhiệt và sẽ rất lãng phí nếu nước thải được thải ra mà không thu hồi nhiệt. Có thể lắp đặt các bộ trao đổi nhiệt để thu hồi một phần từ lượng nhiệt này cho các quy trình hữu ích khách xung quanh nhà máy, bao gồm sưởi ấm bằng nước nóng, including hot water heating



Các biện pháp Hiệu quả năng lượng trong sản xuất bột giấy hoá học

Tầy trắng – Cải thiện công nghệ rửa dung dịch nâu

Công nghệ rửa bằng dung dịch nâu truyền thống gồm gồm một chuỗi từ 3 đến 4 trống rửa, tại đó một tấm lót dạng sợi ở áp suất chân không được phun nước để hoà tan các chất rắn.

Các hệ thống rửa hiện đại thay thế các đơn vị áp suất chân không được khuyếch tán chân không hoặc máy ép rửa. Các hệ thống này loại bỏ chất rắn hiệu quả hơn;

- Đòi hỏi ít điện năng hoặc hơi nước hơn
- Giảm hoá chất tẩy trắng

Đặc biệt, máy ép rửa đã chứng minh hiệu quả được cải thiện và ngày càng trở lên phổ biến hơn trong ngành công nghiệp giấy.

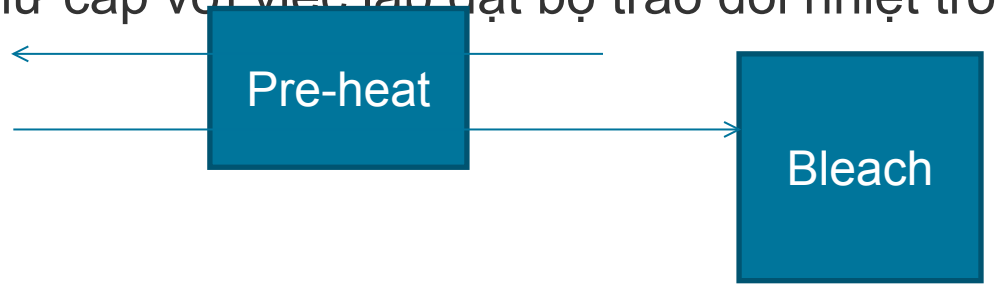
Các biện pháp Hiệu quả năng lượng trong sản xuất bột giấy hoá học

Tẩy trắng – Trao đổi nhiệt bằng Chlorine dioxide

Dung dịch ClO2 thường được ướp lạnh để tối đa hoá nồng độ ClO2 trước khi sử dụng trong nhà máy tẩy trắng.

Tuy nhiên, việc làm nóng ClO2 trước khi trộn vào hỗn hợp sẽ làm giảm nhu cầu sử dụng hơi nước trong nhà máy tẩy trắng, và đó là một phương pháp bảo tồn năng lượng quan trọng.

Làm nóng trước có thể được thực hiện bằng cách sử dụng nguồn nhiệt thứ cấp với việc lắp đặt bộ trao đổi nhiệt trong mạch cung cấp ClO2



Các biện pháp Hiệu quả năng lượng trong sản xuất bột giấy hoá học

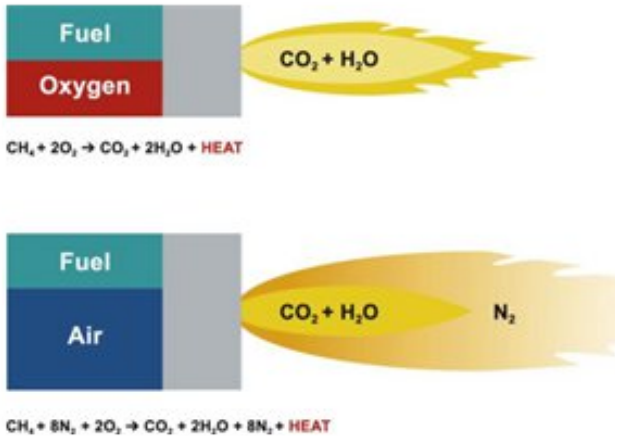
Tẩy trắng – Các biện pháp khác

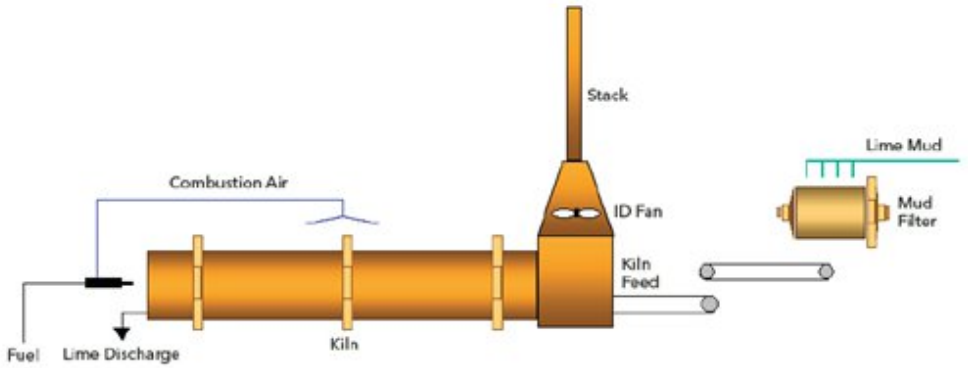
- Nấu mở rộng
- Loại bỏ chất gỗ sơ bộ bằng Oxy
- Tẩy trắng bằng Ozone
- Thu hồi oxy hoá hệ thống thu hồi kiềm trực tiếp
- Tẩy trắng sinh học
- Máy ép rửa

Các biện pháp Hiệu quả năng lượng trong sản xuất bột giấy hoá học

Thu hồi hoá chất – Làm giàu oxy cho lò nung vôi

- Làm giàu oxy là công nghệ được thiết lập để làm tăng hiệu quả của quá trình đốt cháy, và đã được áp dụng dưới nhiều hình thức khác nhau trong các ngành công nghiệp bằng các quy trình đốt ở nhiệt độ. Làm giàu oxy cho lò nung vôi có thể giảm nhu cầu nhiên liệu khoảng 7-12%
- Trong làm giàu Oxy, không khí để đốt cháy được thay bằng oxy (lượng khí thải giảm 70-80%).



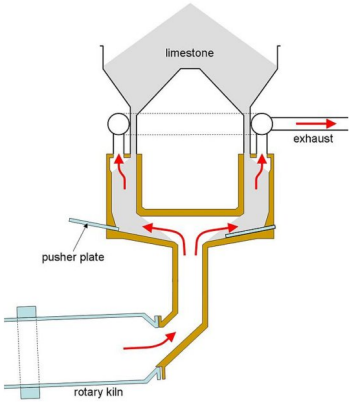


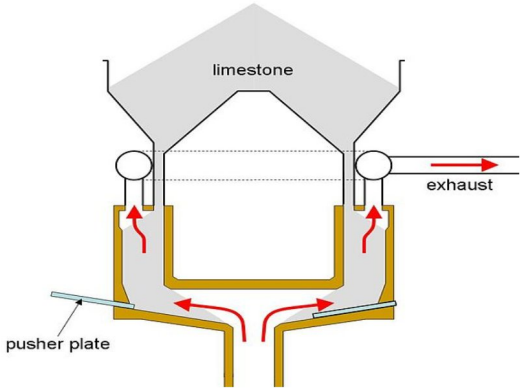
Các biện pháp Hiệu quả năng lượng trong sản xuất bột giấy hoá học

Thu hồi hoá chất – Chuyển đổi lò nung vôi

Một số chuyển đổi có thể làm giảm năng lượng thiêu thụ trong lò nung vôi.

- Có thể lắp đặt bộ lọc hiệu quả cáo để giảm lượng nước trong nguyên liệu đầu vào của lò, do đó làm giảm năng lượng bốc hơi.
- Gạch chịu lửa cách nhiệt hiệu quả cao có thể được lắp đặt để làm giảm hao hụt nhiệt bức xạ từ lò nung.
- Nhiệt có thể được giữ lại từ vôi và khí thải của lò nung vôi để làm nóng sơ bộ vôi và khí đốt tiếp theo. Tiết kiệm năng lượng có thể đạt được thông qua áp dụng kết hợp các phương pháp trên là khoảng 138 kWh/ tấn sản phẩm. Hơn nữa, những cải tiến này có thể cải thiện tốc độ thu hồi vôi từ dung dịch xanh, do đó giảm nhu cầu mua thêm vôi của nhà máy

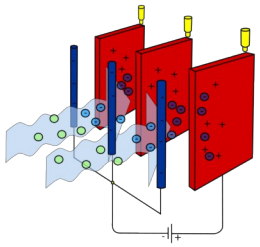


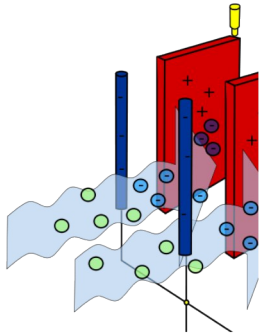


Các biện pháp Hiệu quả năng lượng trong sản xuất bột giấy hoá học

Thu hồi hoá chất – Máy kết tủa tĩnh điện cho lò nung vôi

- Máy kết tủa tĩnh điện có thể thay thế máy lọc ướt trong lò nung vôi và giúp tiết kiệm nước và năng lượng. Máy kết tủa tĩnh điện có thể thu bụi lò nung như một loại vật liệu khô và trực tiếp đưa trở lại hệ thống cung cấp nguyên liệu của lò mà không cần sử dụng bộ lọc bùn vôi.
- Ngược lại, máy lọc ướt đòi hỏi tái chế nước thải thông qua bộ lọc bùn và tiêu thụ lượng nước đáng kể.
- Các phân tích chỉ ra bằng cách tăng độ khô của bùn từ 70% to 75% sẽ giảm tiêu thụ nhiên liệu 117 kWh / tấn vôi

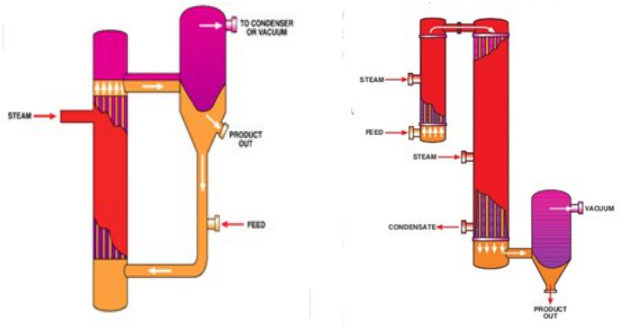




Các biện pháp Hiệu quả năng lượng trong sản xuất bột giấy hoá học

Thu hồi hoá chất- Cô đặc chất rắn trong dung dịch đen

- Máy cô đặc dung dịch đen được thiết kế để làm tăng hàm lượng chất rắn của dung dịch đen trước khi đốt cháy trong lò hơi thu hồi.
- Gia tăng hàm lượng chất rắn có nghĩa là lượng nước bốc hơi trong lò hơi thu hồi ít hơn từ đó có thể làm tăng hiệu quả của quy trình tạo hơi nước một cách đáng kể.
- Hiện nay có hai loại máy cô đặc dung dịch đen : Máy cô đặc dạng ống chìm và máy cô đặc dạng màng rơi



Các biện pháp Hiệu quả năng lượng trong sản xuất bột giấy hoá học

Thu hồi hoá chất– Ống composite hoàn thiện cho nồi hơi tái sinh

Nồi hơi tái sinh bao gồm các ống chuyển nước đã được điều áp để cho phép tạo ra hơi nước. Những ống này thường được làm bằng thép Carbon, tuy nhiên do bị bào mỏng do ăn mòn nghiêm trọng và do thường xuyên bị hỏng đã phát sinh nhu cầu tìm kiếm các hợp kim tiên tiếng hơn để sản xuất ống.

Các nghiên cứu đã dẫn đến sự phát triển của lớp phủ hàn mới các ống hợp kim dạng đúc ép. Những hợp kim tiên tiến này giúp chúng ta có thể sử dụng dung dịch đen với hàm lượng chất rắn khô cao hơn, từ đó làm tăng hiệu suất nhiệt của nồi hơi cũng như giảm số lần tắt máy.

Các biện pháp Hiệu quả năng lượng trong sản xuất bột giấy hoá học

Thu hồi hoá chất– Giám sát kết tủa của nồi hơi tái sinh

- Kiểm soát tình trạng kết tủa trên bề mặt truyền nhiệt trong nồi hơi tái sinh có thể làm tăng hiệu suất vận hành máy, giảm thời gian chết, và xây dựng kế hoạch tắt máy linh hoạt hơn.
- Hệ thống giám sát hồng ngoại cầm tay đã được phát triển có thể phát hiện sớm các chi tiết bị lỗi và hình thành xỉ, ngăn ngừa hư hỏng do va đập và cho phép vệ sinh sach hơn trước khi chất kết tủa đông đặc lại.
- Hệ thống này được cho là có thể cung cấp hình ảnh rõ nét bên trong nồi hơn tích tụ nhiều hạt và cho phép kiểm tra bất cứ khu vực nào bên trong buồng đốt.
- Lợi ích:
  - Tăng hiệu suất nhiệt
  - Cải thiện năng suất lò hơi
  - Giảm số lần tắt lò và phát thải khí
  - Cải thiện tính an toàn cho nồi hơi

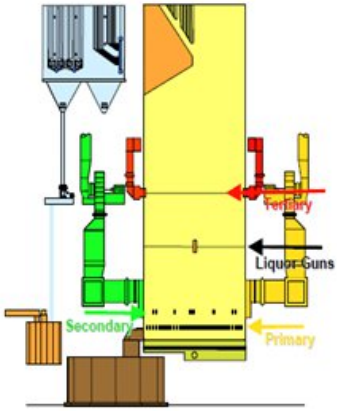
Các biện pháp Hiệu quả năng lượng trong sản xuất bột giấy hoá học

Thu hồi hoá chất– Phun không khí bốn giai đoạn

Nhiều nồi hơi tái sinh có 3 giai đoạn phu không khí nhưng lại sử dụng giai đoạn thứ 3 một cách hạn chế.

Bằng cách sử dụng đầy đủ giai đoạn thứ 3 và bổ sung thêm một cổng phun khí thứ tư, tình trạng chuyển khí sang và đường ống bị bám cặn được giảm bớt..

Điều này có thể làm giảm tần suất rửa nồi hơi tái sinh, từ đó tiết kiệm năng lượng vì có thể làm giảm số lần tắt nồi hơi và tình trạng gia nhiệt lại.



Bài tập số 2

Sử dụng dữ liệu dưới đây để tính năng lượng có thể được thu hồi từ chất thải tẩy trắng?

- Lưu lượng xả: 1.000 ton
- Công suất nhiệt: 3,8 kJ/kg K
- Nhiệt độ xả: 75^{o} C

Có thể được đưa vào sử dụng ở đâu?

Các biện pháp Hiệu quả năng lượng trong sản xuất bột giấy cơ học

Sản xuất bột giấy cơ học

Sản xuất bột giấy cơ học là hình thức sản xuất bột giấy lâu đời nhất. Quy trình này sử dụng năng lượng cơ học để làm suy yếu và tách sợi ra khỏi gỗ và nguyên liệu giấy thải qua thông qua công đoạn mài.

Lợi thế của sản xuất giấy cơ học là tạo ra sản lượng cao hơn so vơi sản xuất giáy hoá học (lên đến 95%). Tuy nhiên, vì quy trình này không phân huỷ chất gỗ, độ dai của sợi và độ bền của bột giấy thấp hơn.

Độ yếu của giấy càng trở lên nghiêm trọng hơn do quy trình nghiền cơ học cũng sản xuất ra sợi ngắn hơn. Kết quả là, hầu hết bột giấy cơ học thường được sử dụng cho các loại giấy chất lượng thấp như báo in, tạp chí, catalogue. Phương pháp sản xuất bột giấy cơ học đòi hỏi sàng lọc nguyên liệu kỹ hơn để loại bỏ các tạp chất như bụi, mảnh vụn, mạt gỗ hơn so với quy trình sản xuất bột giấy hoá học.

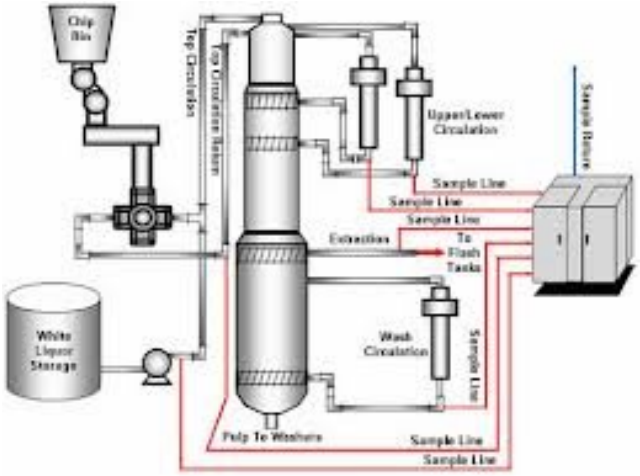
- Sản xuất bột giấy bằng phương pháp mài
- Sản xuất bột giấy bằng máy nghiền bột giấy
- Sản xuất bột giấy nghiền cơ nhiệt
- Sản xuất bột giấy hoá nhiệt cơ

Các biện pháp Hiệu quả năng lượng trong sản xuất bột giấy cơ học

Sản xuất bột giấy cơ học – Trợ nghiền liên tục

Quy trình trợ nghiền liên tục đối với bột giấy mua trên thị trường liên quan tới việc trộn các nguyên liệu bột khô với nước trong một bể lớn để tạo ra hồ giấy dạng chất xơ

Thông thường quy trình này được thực hiện gián đoạn tuy nhiên khi chuyển sang quy trình liên tục có thể giúp tiết kiệm năng lượng do hiệu suất của quy trình được cải thiện.Có thể tiết kiệm năng lượng lên đến 40% thông qua việc giảm yêu cầu sử dụng công suất động cơ trợ nghiền.



Các biện pháp Hiệu quả năng lượng trong sản xuất bột giấy cơ học

Sản xuất bột giấy cơ học – Cánh quạt trợ nghiền liên tục hiệu quả

Thiết kế cánh quạt của máy trợ nghiền mới đã được tối ưu hóa tiêu thụ điện năng bằng cách sử dụng mô phỏng thủy động lực học theo tính toán để nghiên cứu tương tác của cánh quạt với hồ giấy.

Theo báo cáo, việc thay thế một cánh quạt hiện có bằng một cánh quạt mới được tối ưu hóa về mặt hiệu quả có thể làm giảm tiêu thụ động cơ cánh quạt ở bất cứ cứ nơi nào từ 10% đến 30%

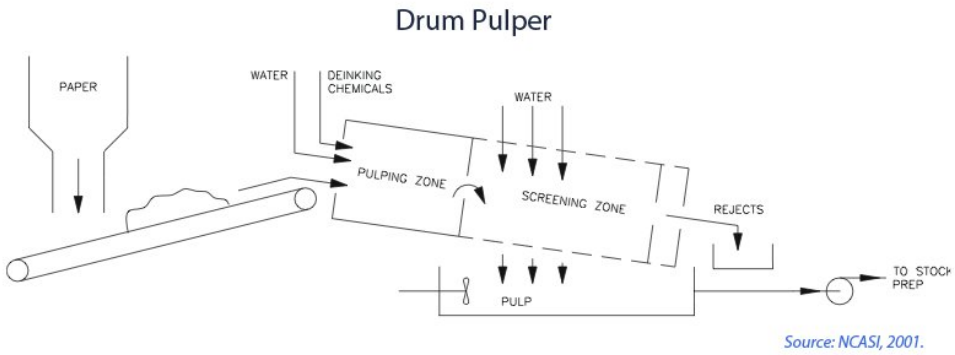




Các biện pháp Hiệu quả năng lượng trong sản xuất bột giấy cơ học

Sản xuất bột giấy cơ học – Máy nghiền bột giấy dạng trống

- Máy nghiền bột giấy dạng trống cho phép nhà máy sản xuất bột giấy từ giấy tái chế và sản phẩm giấy bao bì.
- Máy nghiền bột giấy dạng trống là máy nghiền quay, trống nghiêng có màng ngăn dùng để trộn các loại sợi giấy tái chế, nước và (khử mực) hóa chất khử mực. Hoạt động cơ học nhẹ hơn của máy nghiền cho phép giữ nguyên thành phần tạp chất trong quá trình tách sợi.
- Máy nghiền bột giấy dạng trống tiêu thụ năng lượng thấp hơn so với máy nghiền cơ học truyền thống, tiêu thụ ít nước hơn và giảm tình trạng đứt gãy sợi giấy.



Các biện pháp Hiệu quả năng lượng trong sản xuất bột giấy cơ học

Sản xuất bột giấy cơ học –Thu hồi nhiệt từ chất thải khử mực

- Nước thải tẩy mực in thường được thải ra ở nhiệt độ được làm nóng và là một nguồn thu hồi nhiệt độ cấp thấp tại nhà máy sản xuất bột giấy từ sợi giấy tái chế điển hình.
- Việc lắp đặt các bộ trao đổi nhiệt trong mạch nước thải có thể thu hồi một phần nhiệt để sử dụng cho các mục đích hữu ích, chẳng hạn như đun nước nóng tại cơ sở sản xuất.
- Ví dụ: Một nhà máy sản xuất giấy in báo và sản phẩm giấy chuyên dụng từ ba máy xeo giấy, sử dụng khoảng 60% sợi tái chế từ giấy báo và tạp chí cũ làm nguyên liệu. Dòng nước thải của nhà máy có nhiệt độ khoảng 48°C với tốc độ dòng chảy là m^3/h. Một hệ thống trao đổi nhiệt sẽ tạo ra nước ấm đã được lọc cho các máy xeo giấy của nhà máy, từ đó sẽ bù lại một phần nhu cầu hơi nước của nhà máy

Các biện pháp Hiệu quả năng lượng trong sản xuất bột giấy cơ học

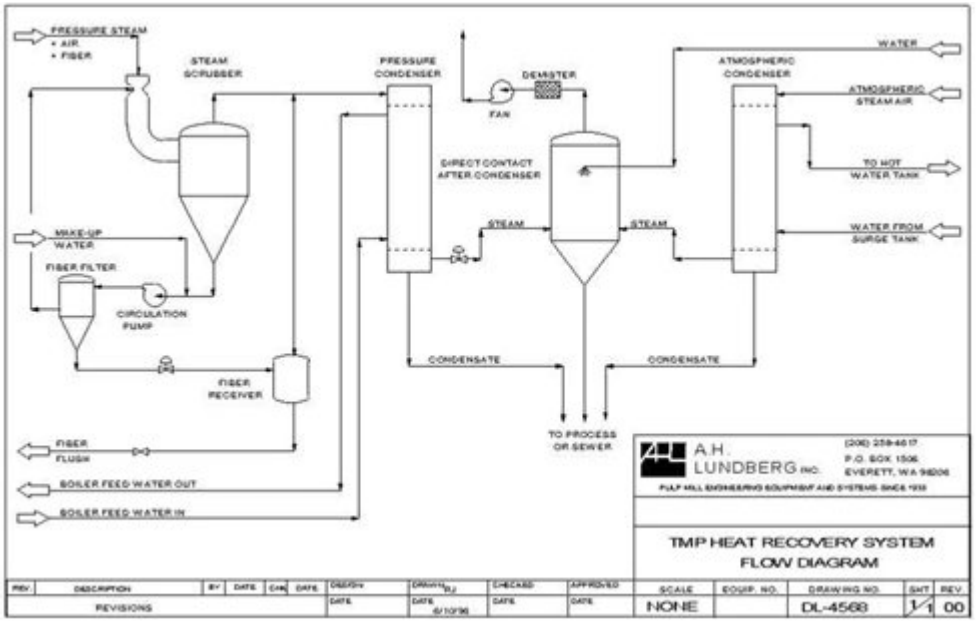
Sản xuất bột giấy cơ học – Thu hồi nhiệt trong quy trình TMP

- Một số lượng lớn hơi nước được tạo ra như là phụ phẩm của quy trình sản xuất bột giấy cơ nhiệt. Lượng hơi nước có áp suất thấp này thường bị nhiễm bẩn tuy nhiên hầu hết năng lượng có thể được tái sử dụng cho các quy trình khác của nhà máy thông qua thiết bị thu hồi nhiệt. Các phương pháp thu hồi nhiệt bao gồm:
  - Nén hơi nước bằng biệt pháp cơ học hoặc các nhà máy tích hợp, tại đó hơi nước sạch được tạo ra có thể được sử dụng trong công đoạn sấy khô của máy xeo giấy
  - Các bộ trao đổi nhiệt tiếp xúc trực tiếp tạo ra nước nóng để sử dụng cho máy xeo giấy và làm nước bổ sung thêm cho nồi hơi và hơi nước sạch sử dụng trong các quy trình
  - Nồi hơi để tạo ra hơi nước sạch sử dụng trong các quy trình
  - Các thiết bị khác hệ thống nén nơi nước bằng nhiệt và hệ thống bơm nhiệt xiclothem

Các biện pháp Hiệu quả năng lượng trong sản xuất bột giấy cơ học

Sản xuất bột giấy cơ học – Thu hồi nhiệt trong quy trình TMP

- Quy trình thu hồi nhiệt TMP được áp dụng cho bất kỳ nhà máy nào có sử máy nghiền điều áp và hiện tại không sử dụng quy trình thu hồi nhiệt (thường là các nhà máy cũ, bởi vì hầu hết các nhà máy TMP hiện đại đều được thiết kế có hệ thống thu hồi nhiệt).
- Một hệ thống thu hồi nhiệt điển hình của máy nghiền bột giấy điều áp có thể tạo ra 1,1-1,9 tấn hơi nước sạch tại máy sấy cho mỗi tấn bột giấy.



Các biện pháp Hiệu quả năng lượng trong sản xuất bột giấy cơ học

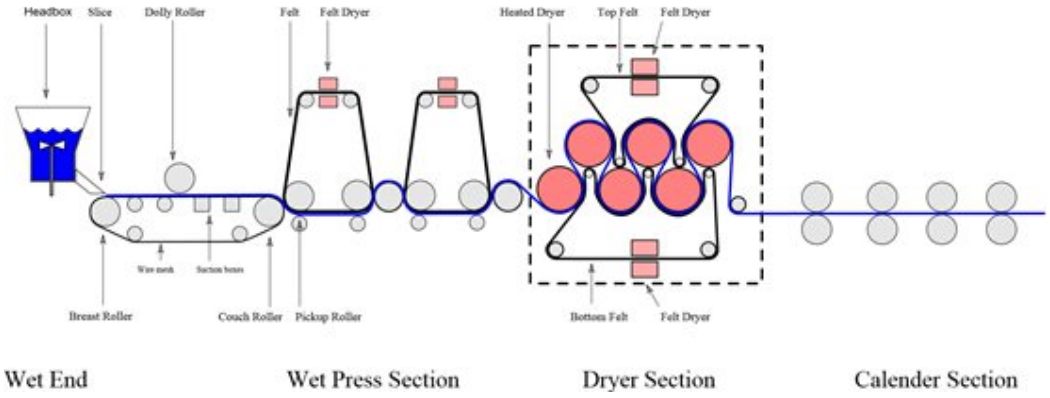
Sản xuất bột giấy cơ học – Các phương pháp khác

- Tăng cường sử dụng bột giấy tái chế
- Sản xuất bột giấy bằng phương pháp nhiệt học
- Sản xuất bột giấy theo quy trình RTS
- Tách sợi giấy tái chế

Các biện pháp Hiệu quả năng lượng trong sản xuất giấy

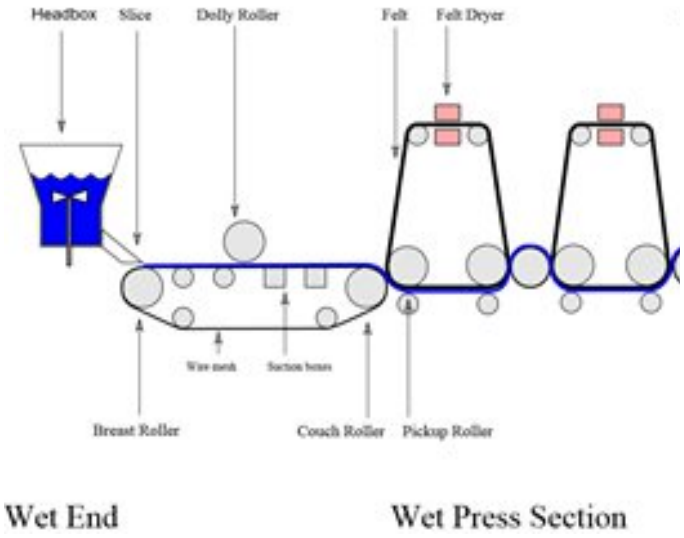
Sản xuất giấy:

- **Theo kinh nghiệm:**
  - Năng lượng cần tới bốn lần trong bộ phận ép so với bộ phận tạo hình dáng
  - Năng lượng cần tới 25 lần trong bộ phận sấy so với bộ phận tạo hình dạng



Các biện pháp Hiệu quả năng lượng trong sản xuất giấy

Bộ phận làm ẩm



Các biện pháp Hiệu quả năng lượng trong sản xuất giấy

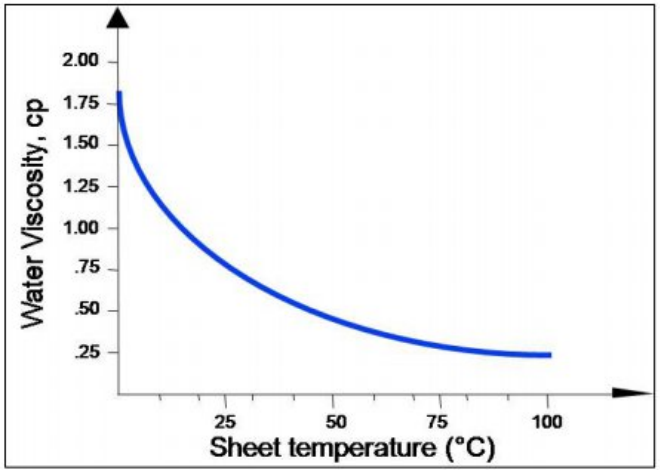
Bộ phận làm ẩm – Tối ưu hoá quá trình khử nước trong bộ phận tạo hình dạng và bộ phận ép

- Trong các máy seo giấy cũ:
  - Quá nhiều các bộ phận chân không cao dư thừa bổ sung năng lượng vận hành chân không
  - Làm tăng tải trọng kéo chất sợi tạo hình dạng và lực dẫn động liên quan.
- Giảm tái ngấm thấu
  - Sử dụng nỉ phù hợp cho mỗi lớp giấy đã sản xuất.
  - Tối ưu hóa hình dạng đường chạy băng giấy và đường chạy dây nỉ sao cho hai đường chạy này tách riêng càng sớm càng tốt
- Ép:
  - Tối đa hóa tải trọng níp ép trong giới hạn thiết kế
  - Tối ưu hoá trải cuộn các mẫu bề mặt
  - Thiết kế nỉ
  - Giảm thiểu giảm nhiệt độ

Các biện pháp Hiệu quả năng lượng trong sản xuất giấy

Bộ phận làm ẩm– Làm nóng sơ bộ các hộp hơi

- Thông thường một hộp hơi được cài đặt nhằm làm tăng nhiệt độ của băng giấy ẩm, trước khi ép, do đó độ nhớt nước sẽ giảm và hộp hơi sẽ ráo và khô dễ dàng hơn.
- Sau đó, hộp hơi sẽ cho phép máy xeo giấy hoạt động tại tốc độ nhanh nhất hoặc tiêu thụ ít năng lượng hơn. Hộp hơi sẽ sử dụng năng lượng dưới dạng hơi nước, nhưng việc tiết kiệm năng lượng trong bộ phận sấy khô sẽ cao hơn nhiều.
- Hơi nước bổ sung làm tăng nhiệt độ và độ nhớt
- Việc tiết kiệm năng lượng tương đương với lượng nước đó sẽ không còn bị bốc hơi.



Các biện pháp hiệu quả năng lượng trong ngành giấy

Bộ phận làm ẩm– Khử nước tại bộ phận ép

Khử nước trong các nhà máy sản xuất giấy được thực hiện bằng cách tăng áp lực nip và sử dụng áp lực nip thống nhất theo chiều ngang .

Để đảm bảo sử dụng hiệu quả các chức năng thiết bị, thì tại tất cả các thời điểm cần cung cấp đầy đủ hoạt động sửa chữa, bảo dưỡng và sửa đổi.

Nên cẩn thận trong việc kiểm soát hàng ngày nhằm đảm bảo rằng phôi ép đủ đàn hồi để có được lực hút đầy đủ.

W = (Pw-Dm) / (1-PW)

- W: là giá trị lượng ẩm bốc hơi từ 1 kg dm % giấy [kg]
- Dm: là độ ẩm cuộn giấy tại phần ống dẫn sấy [%]
- Pw: là độ ẩm cuộn giấy tại ống dẫn ép [%]
  Bảng hiển thị độ ẩm bốc hơi từ Pw % giấy ẩm khi sản 1 kg giấy , khi đó độ ẩm giấy ở cuối máy sấy (Dm) là 5 % hoặc 10 %

Pw %		65	64	63	62	61	60	59	58	57	56	55
W (kg)	Độ ẩm của giấy: 5 % (Dm)	1,71	1.64	1.57	1.50	1.44	1.38	1.32	1.26	1.21	1.16	1.11
	Độ ẩm của giấy 10% (Dm)	1.67	1.50	1.43	1.37	1.31	1.25	1.20	1.14	1.09	1.05	1.00

Bài tập số 3

Sử dụng Quy tắc ngón tay cái thì sẽ có ảnh hưởng nào đến các máy sấy nếu hàm lượng nước trong bộ phận áp lực đã giảm 2%?

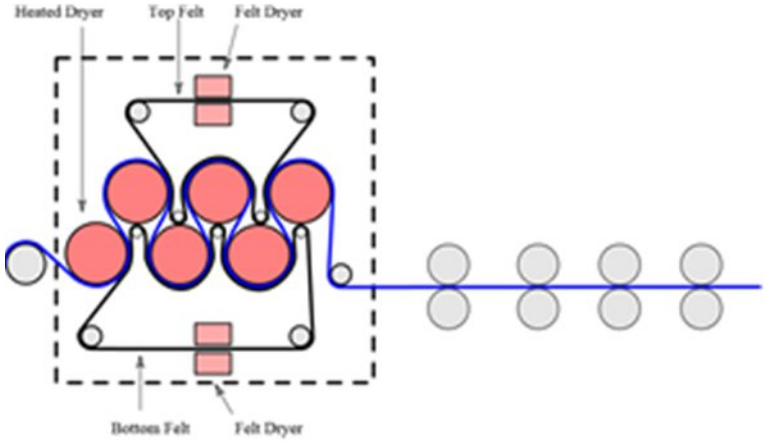
Các biện pháp hiệu quả năng lượng trong ngành giấy

Bộ phận sấy

Cần loại bỏ nước khỏi giấy, và sau bộ phận ép, cách duy nhất để loại bỏ nước là nhờ vào sự bốc hơi. Nước bay hơi cần rất nhiều năng lượng, nhưng đó là cách duy nhất

Điều quan trọng là chúng ta cần quan sát cách thức nước bốc hơi và nếu thiết bị được làm việc trong tình trạng tối ưu

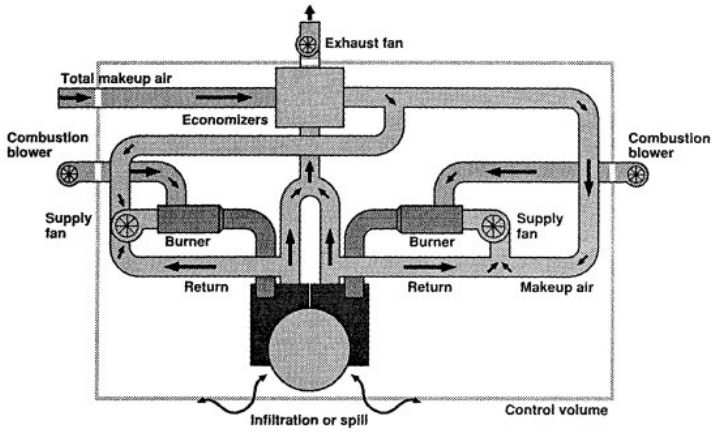
Có ba vị trí chính của bộ phận sấy khi chúng tôi cân nhắc mức tiêu thụ năng lượng. Đó là vị trí xử lý và nung nóng, vị trí tiêu thụ nước và hơi nước, vị trí đốt nóng trực tiếp



Các biện pháp hiệu quả năng lượng trong ngành giấy

Bộ phận sấy– Giảm và tái sử dụng khí ẩm

- Nước bốc hơi từ đường giấy được loại bỏ bằng khí hòa tan. Tại một số điểm, không khí sẽ được bão hòa với nước và không thể mang them nước và cần thay đổi bằng không khí sạch. Các tính chất vật lý của không khí là độ hòa tan của tăng cơ bản với sự gia tăng nhiệt độ .
- Điều quan trọng nhất là không khí đi ra là nhiệt độ được trao đổi với không khí đi vào. Thông thường, hoạt động trao đổi nhiệt này được lắp đặt trong mọi hệ thống và được coi là tiêu chuẩn. Hiệu suất trao đổi có thể khác nhau vì vậy cần kiểm tra.
- Bên cạnh đó, sử dụng toàn bộ năng suất sấy của khí trước khi khí được đưa tới môi trường xung quanh. Công suất làm khô của khí phụ thuộc vào độ ẩm tương đối, không cụ thể, công suất làm khô của khí phụ thuộc của nhiệt độ. Ý tưởng chung nhằm đo độ ẩm tương đối, nếu độ ẩm tương đối thấp, chúng ta cần quay lại hoạt động đưa khí vào bộ phận sấy.



Các biện pháp hiệu quả năng lượng trong ngành giấy

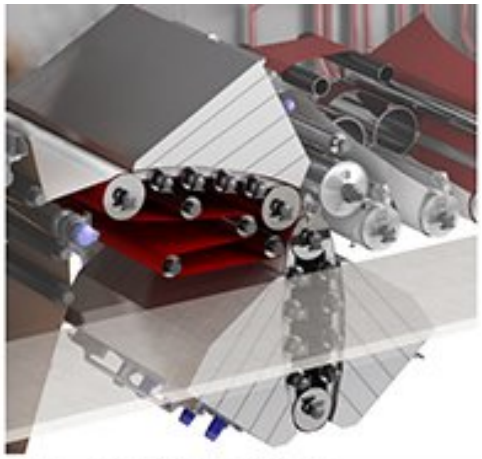
Bộ phận sấy – Thu hồi nhiệt từ hệ thống ống xả

- Trên một nhà máy sản xuất giấy có thể có nhiều nguồn khác nhau không khí nóng khác nhau để lại ống xả. Không khí nóng này chứa rất nhiều năng lượng có thể tái sử dụng trong các quá trình sản xuất giấy, dẫn đến năng lượng được tiết kiệm và tăng năng suất sản xuất. Bước đầu tiên trong việc tái sử dụng năng lượng là nhằm cân nhắc xem liệu có thể truyền nhiệt trực tiếp giữa dòng khi đi ra và dòng khí mới đi vào. Sau khi khả năng này được sử dụng càng nhiều càng tốt, thì bước tiếp theo là xem xét việc sử dụng năng lượng nhiệt thứ cấp.
- Cách phổ biến nhất là đặt khí cho các bộ trao đổi nhiệt nước trong ống khí nóng. Theo cách này, có rất nhiều năng lượng nhiệt có thể được chuyển tới ống nước phụ hay các loại nước có nhiệt độ thấp khác. Có thể sử dụng theo cách thức khác, đó là làm nóng lại nước, tăng nhiệt độ chung trên máy xeo giấy.
- Khí nóng bỏ lại trong quá trình sản xuất thường rất ẩm ướt, và có rất nhiều năng lượng tiềm ẩn bằng nước. Nếu nước ngưng tụ, thì có thể thu hồi được tất nhiều năng lượng. Thông thường, tình trạng này sẽ xảy ra tại nhiệt độ thấp và khó có thể tản nhiệt. Chúng ta có thể thực hiện giải pháp bơm nhiệt để nâng mức nhiệt độ, nhưng cần phải tính toán thêm và có ứng dụng khoa học .

Các biện pháp hiệu quả năng lượng trong ngành giấy

Bộ phận sấy– Sử dụng máy làm khô khí bằng phương pháp tác động

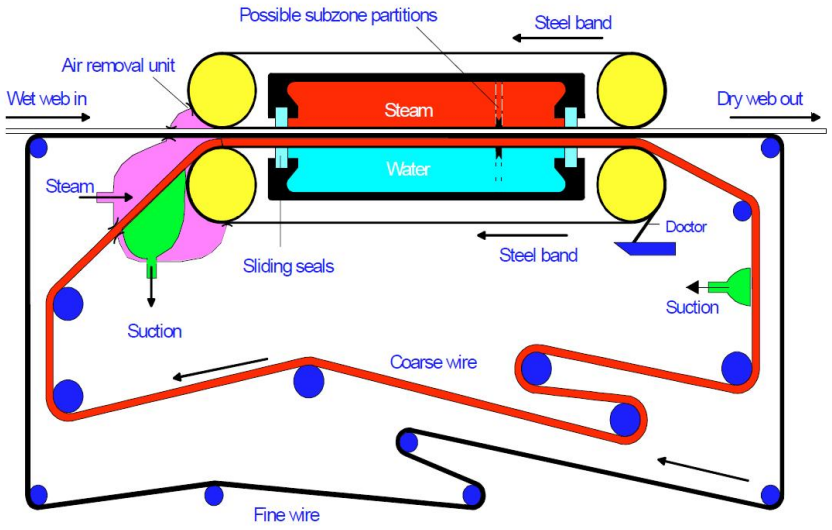
- Quá trình làm khô khí bằng phương pháp tác động liên quan đến việc thổi khí nóng (300C) bằng lò đốt khí tại tốc độ cao đối với các tờ giấy ẩm. Quá trình là khô khí tác động dẫn đến sử dụng hơi nước ít hơn và sử dụng điện cao hơn một chút. Công nghệ này là chủ yếu áp dụng để làm khô lớp phủ, nhưng cũng được chấp nhận để làm khô giấy nói chung thay cho xi lanh hơi nước truyền thống.
- Thực tế cho thấy biện pháp này liên quan đến sự cân bằng giữa việc sử dụng năng lượng nhiệt và điện, và mức độ cân bằng này có thể thay đổi thông qua cài đặt, cần xác định năng lượng tiết kiệm trên cơ sở theo từng cơ sở.



Các biện pháp hiệu quả năng lượng trong ngành giấy

Bộ phận sấy– Sử dụng máy sấy Condebelt(CJ)

- Máy sấy CondeBelt thương mại đầu tiên được lắp đặt tại Phần Lan vào năm 1996 và ở Hàn Quốc năm 1999. Trong máy sấy CondeBelt, giấy được làm khô trong một buồng sấy do tiếp xúc với dải thép nóng liên tục, được làm nóng bằng hơi nước hoặc bằng khí ga nóng. Nước từ giấy được bốc hơi do nhiệt từ dải kim loại này.
- Kỹ thuật sấy này có khả năng thay thế hoàn toàn bộ phận sấy cho nhà máy sản xuất giấy thường, với một tốc độ sấy cao gấp 5-15 lần máy sấy bằng hơi nước thông thường. Tuy nhiên, máy sấy CondeBelt không phù hợp với giấy trọng lượng cao và bị hạn chế sử dụng



Các biện pháp hiệu quả năng lượng trong ngành giấy

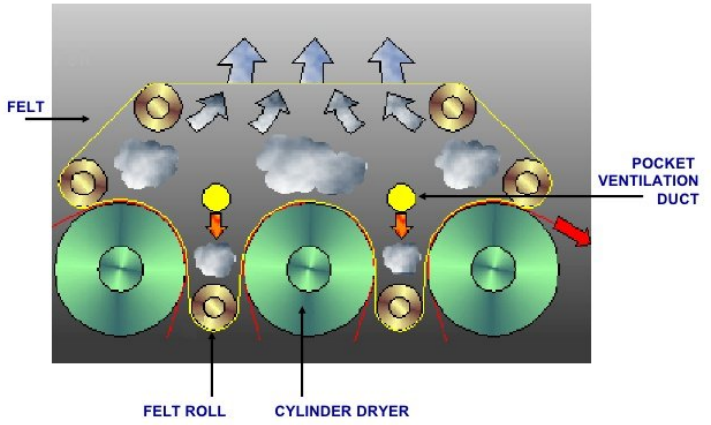
Bộ phận sấy khô – Tối ưu hóa nhiệt độ thông gió trong lỗ rỗng

Để sấy khô giấy hiệu quả, điều cực kỳ quan trọng là loại bỏ hơi nước xung quanh cuộn giấy để tăng lực dẫn động bốc hơi

Khi tăng nhiệt độ bề mặt xi lanh không cần thiết cải thiện tỷ lệ loại bỏ nước trong quá trình sấy khô, khi nước bốc hơi từ băng giấy phải được loại bỏ từ trong lô sấy bằng khí

khô đủ nóng. Các chức năng của thông gió:

- Thu và loại bỏ nước bốc hơi trong lô sấy
- Tạo ra môi trường thuận lợi và có kiểm soát trong quá trình sấy
- Cải thiện việc sử dụng năng lượng và tiết kiệm năng lượng trong quá trình sấy
- Cải thiện vận hành máy không chỉ bằng các thiết bị của hệ thống mà còn thông qua việc phân phối và kiểm soát thích hợp lượng hơi sử dụng trong toàn bộ công đoạn sấy
- Duy trì điều kiện làm việc trong phòng máy với điều kiện nhiệt độ, độ ẩm và tiếng ồn tốt
- Bảo vệ tòa nhà và máy móc khỏi hỏng hóc do độ ẩm gây ra
- Giảm phát thải và sương mù bên ngoài nhà máy.
-



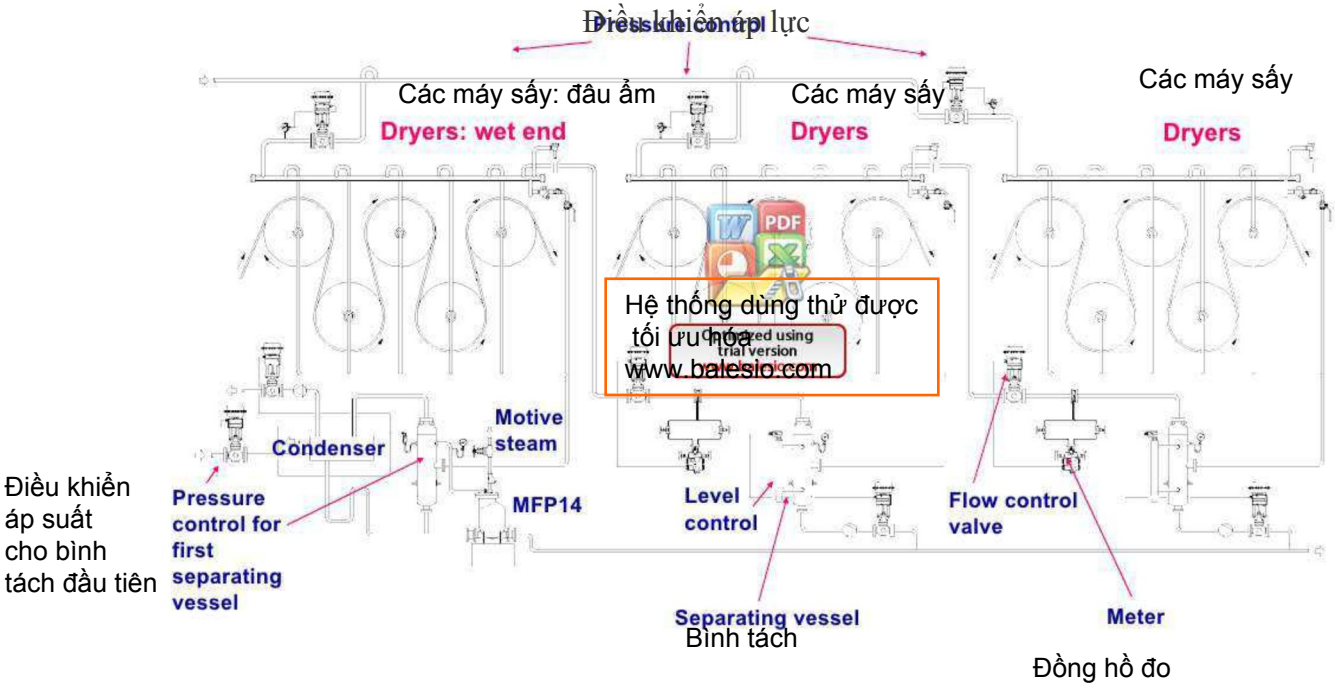
Các biện pháp hiệu quả năng lượng trong ngành giấy

Bộ phận sấy – Hệ thống nhiều tầng ép

- Hệ thống nhiều tầng ép có thể được phân loại là hệ thống khôi phục nhiệt, bởi vì dòng nhiệt đi qua và hơi nước ngắn phát sinh tại thời điểm hâm nóng máy sấy hoặc thuộc một nhóm bộ phận làm khô được sử dụng một lần nữa để làm nóng máy sấy.
- Hệ thống nhiều tầng ép đang hoạt động cách thức đi xuống từ đầu khô tới đầu ướt bằng áp suất khác nhau trong hệ thống làm nóng.
- Quá trình làm khô giấy bắt đầu ở nhiệt độ thấp trong bộ phận là khô sơ bộ nếu, tại đây giấy được làm nóng một cách nhẹ nhàng. Quá trình sấy tăng nước bắt đầu bốc hơi tới đầu khô của máy xeo giấy. Trong máy sấy, hơi nước ngưng tụ trong bề mặt bên trong của máy sấy. Từ máy sấy nước ngưng tụ được trả lại vào bình tách.
- Để ráo nước ngưng tụ, áp suất trong bình riêng phải gần với áp suất của hơi nước trực tiếp . Trong bình tách, gió thông qua hơi nước được giảm trong giai đoạn làm khô thứ hai trong Hệ thống nhiều tầng ép. tàu tách các đòn thông qua hơi nước sau đó được phát hành vào giai đoạn làm khô sec- cửa sổ mới của Hệ thống nhiều tầng ép.
- Ở giai đoạn thứ hai hơi nước ngắn được sử dụng như một phương tiện truyền thông làm khô. Nếu lượng hơi nước là không đủ để bảo đảm nhu cầu trực tiếp có thể được bổ sung bằng van điều khiển áp suất thứ hai

Các biện pháp hiệu quả năng lượng trong ngành giấy

Bộ phận sấy – Hệ thống nhiều tầng ép

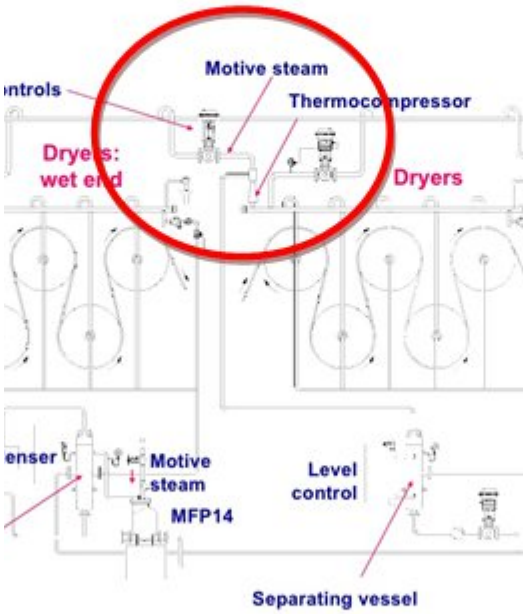


Các biện pháp hiệu quả năng lượng trong ngành giấy

Bộ phận sấy – Hệ thống nhiều tầng ép

Sử dụng máy nén nhiệt:

- Sử dụng máy nén nhiệt làm tăng hiệu quả năng lượng trong quá trình làm khô vì ít hơi nước tại các tụ điện. Máy nén nhiệt được sử dụng để tăng áp lực của hơi khí thải từ thiết bị tách.
- Hơi thải từ các thiết bị cuối cùng trong hệ thống ngưng tụ và hơi nước cấp có mức áp suất rất thấp không thể sử dụng trực tiếp trong quá trình làm khô.
- Với máy nén nhiệt hơi nước, nước thải này được đẩy mạnh với hơi áp suất cao tới mức áp suất có thể giúp thu hồi nước thải để tái sử dụng ch quá trình làm khô. Hình bên cạnh MINH HOẠ các nguyên tắc tích hợp của máy nén nhiệt.



Các biện pháp hiệu quả năng lượng trong ngành giấy

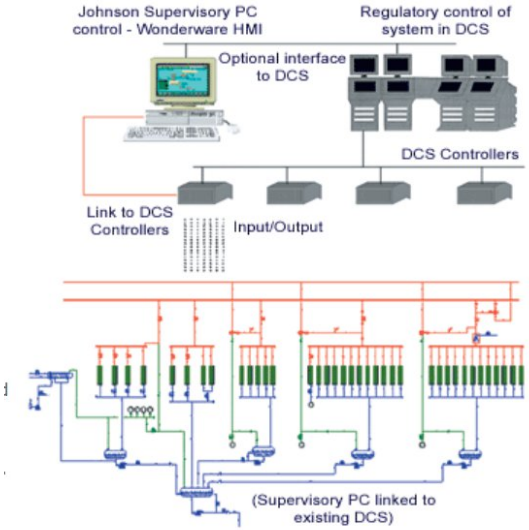
Bộ phận sấy khô - Khác

- Giảm yêu cầu khí
- Tạo hình dạng khoảng trống
- Tối ưu hoá hệ thống chân không
- Thiếu bề mặt máy sấy sạch
- Các cách khôi phục nhiệt lãng phí khác

Các biện pháp hiệu quả năng lượng trong ngành giấy

Hệ thống điều khiển – Điều khiển máy sấy tiên tiến

- Hệ thống điều khiển là một cách thức nổi tiếng để tối ưu hóa các thay đổi của quá trình sản xuất giấy và do đó làm giảm tiêu thụ năng lượng, tăng năng suất và nâng cao chất lượng của quá trình công nghiệp .
- Một ví dụ về một hệ thống điều khiển cho máy sấy là phần mềm điều khiển Dryer Management System TM, phần mềm này cung cấp cho hệ thống điều khiển tiên tiến về hệ thống máy sấy thiết lập và các thông số của quá trình nhằm giảm sử dụng hơi nước và tăng năng suất



Các biện pháp hiệu quả năng lượng trong ngành giấy

Hệ thống điều khiển– Kiểm soát điểm ngưng tự

Điểm ngưng tụ của hơi nước (trong lò sấy) quyết định hiệu suất trao đổi nhiệt, nhưng bị ảnh hưởng bởi việc thiết lập các quạt thông gió

Điểm ngưng tụ trong các lò sấy giấy nên được đo lường và kiểm soát để tối ưu hóa quy trình sấy. Tối ưu hóa hoạt động của lò sấy giúp kiểm soát chất lượng tốt hơn, làm cho sản phẩm đồng nhất hơn.

Ví dụ:

- Thiết bị ngưng đã giúp một công ty kiểm soát tỷ lệ bổ sung khi tái tuần hoàn hơi nhằm cải thiện hiệu quả năng lượng. Hệ quả có được có thể kể đến như cải thiện hiệu suất bộ gia nhiệt và đảm bảo chất lượng sản phẩm tốt hơn do giảm tình trạng nhỏ giọt trên hood.
- Công ty sử dụng điều khiển bằng tay, nhưng rõ ràng là người điều khiển trực tiếp thường không đủ thời gian để thực hiện những điều chỉnh kịp thời tỷ lệ hơi tuần hoàn / bổ sung trong điều kiện có biến động (như ảnh hưởng thời tiết) . Khi năng lực của máy được tăng lên đến giới hạn mà hood đã đạt đến tới công suất tới hạn, thì thường làm tăng lượng nước đọng sương cũng như nước ngưng trong hood.
- Các giọt nước ngưng rơi xuống giấy đang chạy ở tốc độ 3.800 FPM bao quanh lô sấy có thể gây ra lỗi sản phẩm - các điểm yếu trên giấy, lỗ rỗ, rách, và chi phí do dừng máy. Trước khi lắp đặt cảm biến điểm sương, nhà máythường duy trì lưu lượng hơi bổ sung cao vào lô sấy để loại bỏ hiện tượng nước ngưng đọng trong thiết bị sấy,đây là một phương pháp gây tiêu tốn năng lượng quá mức.

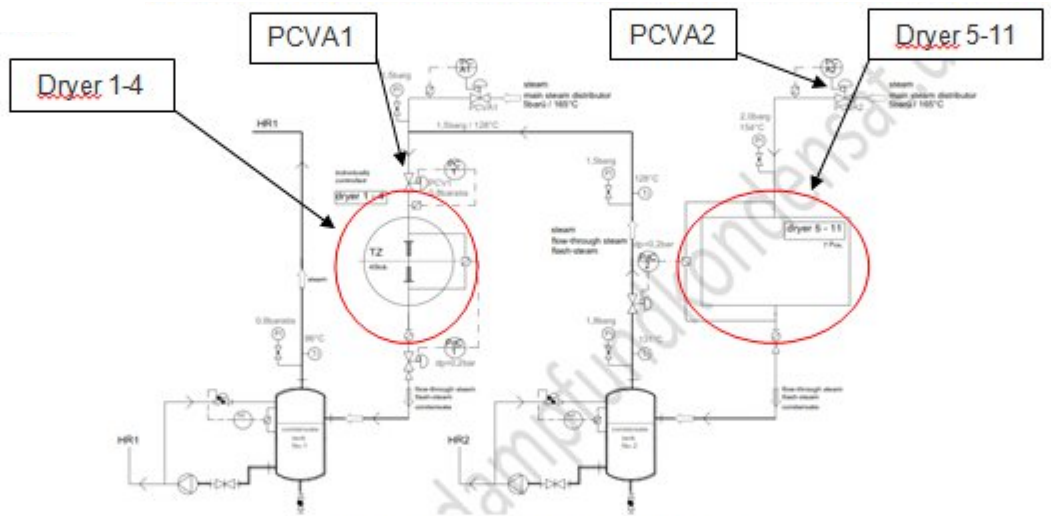
Source: Pulp & Paper Magazine

Các biện pháp hiệu quả năng lượng trong ngành giấy

Hệ thống điều khiển– Giảm hao phí thổi gió bằng cách giữ chênh lệch áp suất

Như đã đề cập trong mục trước đó, hao phí thổi gió có thể được phục hồi trong một hệ thống nhiều tầng ép. Để tối ưu hóa việc sử dụng hệ thống nhiều tầng ép, điều quan trọng là mỗi bộ phận của hệ thống phải cân bằng. Trong ví dụ dưới đây, hai nhóm máy sấy được cân bằng. .

Sự cân bằng giữa hai hệ thống do van áp lực tạo ra. Áp lực trong buồng ngưng tự sẽ thấp hơn van áp suất



Các biện pháp hiệu quả năng lượng trong ngành giấy

Hệ thống điều khiển– Giảm hao phí thổi gió bằng cách giữ chênh lệch áp suất

- Các yếu tố mang tính kiểm soát khác có thể ảnh hưởng đến việc điều khiển (giữ chênh lệch áp suất) của hệ thống nhiều tầng ép
- **Ngắt giấy:** Sự ngưng tụ trong các máy sấy giảm ngay lập tức, bởi vì máy sấy không còn được làm mát bởi giấy. Nếu không có gì ngưng tụ, không có gì chảy trong hệ thống, thì có nghĩa là mức tiêu thụ hơi nước giảm ngay sau khi ngắt giấy
- **Máy sấy bị ngập nước :** Do nhân viên vận hành điều chỉnh sai tại hệ thống điều khiển quy trình, hoặc sai sót trong công nghệ đo lường và kiểm soát, hoặc do các hư hại tại các bộ phận thoát nước hoặc các mối ghép hơi nước, áp suất chênh lệch giảm. Sau đó, sự ngưng tụ trong máy sấy tang và làm ngập đế ống xi phông. Việc này cũng có thể xảy ra nếu hệ thống thoát nước không được thiết kế đúng cách hoặc đo lường kích thước không tương ứng với yêu cầu về hơi nước thực tế. Nếu kích thước của ống xi phông hoặc đế ống xi phông quá nhỏ thì lượng nước ngưng tụ không thể được xả hoàn toàn.
- **Làm nóng máy xeo giấy:** Để làm nóng máy xeo giấy, chỉ cần một lượng hơi nước nhỏ và có các điều kiện tương tự như trường hợp ngắt giấy.

Các biện pháp hiệu quả năng lượng trong ngành giấy

Hệ thống điều khiển– Giảm thời gian máy hỏng

- Có một số cách để giảm thời gian máy hỏng trong ngành giấy. Phần này mô tả ví dụ về cách quan trọng nhất. Thời gian máy hỏng làm tăng mức tiêu thụ năng lượng cụ thể, chi phí lao động, mất sản phẩm, giảm sản lượng v.v.
- Các trường hợp sau được chọn làm ví dụ về việc gây ra thời gian máy hỏng:
  - Ngắt giấy: Ngắt giấy có thể được gây ra do có tạp chất (được mô tả chi tiết hơn trong phần tiếp theo), xơ giấy không đồng nhất trong thùng chứa dịch bột, hệ thống khử nước và sấy khô có hiệu suất kém v.v.
  - Tạp chất: Mảnh vụn, cát, nhựa, bùn và cặn được xác định là tạp chất. Trong sản xuất giấy, quy trình làm bột giấy, quy trình sơ chế vật liệu và quy trình làm giấy phải được trang bị các thiết bị loại bỏ tạp chất. Tạp chất có thể gây ngắt giấy, tăng độ làm khô, giảm chất lượng và gây hỏng hóc thiết bị.
  - Sản xuất thay đổi

Các biện pháp hiệu quả năng lượng trong ngành giấy

Tiết kiệm nước

Có mối quan hệ mật thiết giữa tiêu thụ năng lượng và nước trong ngành giấy và bột giấy và vì vậy giáo trình này có phần riêng về nước

- Sản xuất nước
- Tái sử dụng sợi
- Thu hồi nhiệt
- Etc.

Các biện pháp hiệu quả năng lượng trong ngành giấy

Tiết kiệm nước – Sử dụng hiệu quả nước trắng

Nước trắng thuộc về tài nguyên.

- Điện năng để bơm lên, vận hành máy trộn bột giấy và tinh lọc được chuyển thành nhiệt năng, và được lưu trữ trong hệ thống, tại đó nhiệt độ hệ thống tăng lên. Sau đó, nhiệt năng được sử dụng để điều chỉnh hơi nước. Nước trắng được tách bởi bộ lọc tập trung và dây của máy làm giấy có chứa sợi xơ và chất phụ gia, có thể được tái sử dụng như nguyên vật liệu.

Các điểm chính để tái sử dụng nước trắng

- Các yêu cầu về chất lượng và sản xuất là khác nhau theo mỗi nhà máy, vì vậy tính chất, phân phối và mức độ chia nhỏ của nhiệt độ, nồng độ, giá trị pH, sợ xơ, chất phụ gia, v.v. cũng khác nhau. Vật liệu được thu hồi, việc sử dụng nước trắng, chất lượng sản phẩm sau khi sử dụng, các yêu cầu về sản xuất đối với sợi xơ phải được nghiên cứu căn cứ vào giá trị phân tích hiện tại, kiểm tra độ lắng và kiểm tra lọc. Dựa trên kết quả của nghiên cứu này, lập lưu trình và cân bằng vật liệu, cân bằng nước. Việc cải tiến thiết bị hiện có và giới thiệu thiết bị mới nên được xác định bằng nghiên cứu cẩn thận, xem xét ý kiến của người vận hành.

Các biện pháp hiệu quả năng lượng trong ngành giấy

Tiết kiệm nước – Các biện pháp khác

- Chương trình quản lý nước chiến lược
- Quản lý nội bộ tốt.
- Tháp làm mát.
- Giảm sự tháo nước của tháp làm mát
- Tái sử dụng nước làm mát một lần.
- Giảm sử dụng nước từ vòi.
- Sử dụng thiết bị công trình hiệu quả về nước
- Tối ưu hóa việc sử dụng nước từ vòi xả.
- Tẩy trắng hiệu quả về nước
- Bảo lưu nước kín bằng bơm chân không.
- Tái sử dụng trực tiếp nước trắng.
- Bịt kín bơm cơ học
- Máy rửa (đai truyền) hóa chất
- Rửa bột dịch đen CO2

Các biện pháp hiệu quả năng lượng trong ngành giấy

Công nghệ mới nổi về Hiệu quả Sử dụng Năng lượng

- Khí hóa dung dịch đen.
- Động cơ điều chỉnh được tốc độ được nối ghép bằng từ.
- Cảm biến độ cứng súc giấy bằng laser-siêu âm.
- Máy rửa chu kỳ hơi nước dùng cho bột giấy không tẩy trắng
- Vi sóng súc gỗ.
- Máy sấy giấy vận hành bằng khí đốt.
- Chất phụ gia dạng sợi cao cấp.
- Xử lý sinh học.

Các biện pháp hiệu quả năng lượng trong ngành giấy

Công nghệ mới nổi về Hiệu quả Sử dụng Năng lượng

- Loại bỏ ô nhiễm bằng điện thủy lực.
- Máy tạo gợn sóng hai bên.
- Máy sấy nhiều cổng.
- Tạo bột giấy sử dụng dung dịch màu xanh lá cây định hướng.
- Sấy xung lực

Bài tập số 4

- Thảo luận nhóm về các công nghệ mới nổi
  –
  - Hiện trạng
  - Điểm mạnh và yếu
- Các công nghệ khác ?

FRIDOLIN MÜLLER HOLM

Chief Project Manager,
Master of Science in Engineering

Mobile: + 45 31 75 17 14
fmh@viegandmaagoe.dk