

**ĐẠI HỌC ĐÀ NẴNG
TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA
KHOA CƠ KHÍ**

**ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP
CAPSTONE PROJECT
NGÀNH: CÔNG NGHỆ CHẾ TẠO MÁY**

**ĐỀ TÀI:
THIẾT KẾ MÁY GHÉP SỢI**

Giáo viên hướng dẫn	: TS. Đinh Đức Hạnh ThS. Cao Mạnh Cường
Giáo viên phê duyệt	: TS. Võ Trần Anh
Sinh viên thực hiện	: Nguyễn Tiến Đức Lê Hoàng Huy
Số thẻ sinh viên	: 101200157 1012001647
Lớp	: 20C1C

Đà Nẵng, 06/2025

LỜI NÓI ĐẦU

Trong bối cảnh nền công nghiệp ngày càng phát triển mạnh mẽ, nhu cầu nâng cao chất lượng, năng suất và tự động hóa trong các ngành sản xuất trở nên cấp thiết hơn bao giờ hết. Ngành dệt may, vốn là một trong những ngành kinh tế mũi nhọn tại Việt Nam, cũng không nằm ngoài xu thế đó. Để đáp ứng các tiêu chuẩn ngày càng khắt khe về chất lượng sản phẩm, đồng thời nâng cao hiệu quả sản xuất, việc cải tiến, tối ưu hóa dây chuyền công nghệ – đặc biệt là khâu chuẩn bị sợi – đóng vai trò then chốt. Trong dây chuyền kéo sợi, máy ghép là một mắt xích quan trọng, đảm nhận chức năng làm đều, kéo thẳng, song song hóa và trộn các loại xơ đầu vào, giúp ổn định chất lượng sợi trước khi bước vào các công đoạn kéo chính tiếp theo.

Việc nghiên cứu, thiết kế máy ghép không chỉ đòi hỏi sự hiểu biết sâu sắc về nguyên lý hoạt động, cấu tạo và yêu cầu công nghệ của thiết bị, mà còn cần có khả năng tư duy hệ thống để lựa chọn các phương án truyền động, kết cấu, sơ đồ động phù hợp với đặc thù nguyên liệu, điều kiện vận hành và mục tiêu sản xuất. Với mong muốn tiếp cận thực tiễn sản xuất, vận dụng kiến thức đã học vào giải quyết các bài toán cụ thể của ngành cơ khí ứng dụng, em đã chọn thực hiện đề tài: “**Thiết kế máy ghép sợi**” làm nội dung cho đề án tốt nghiệp của mình.

Thông qua quá trình thực hiện đề án, chúng em không chỉ củng cố lại các kiến thức cơ bản về cơ học, chi tiết máy, nguyên lý và thiết kế máy công nghiệp, mà còn rèn luyện kỹ năng tư duy hệ thống, xử lý bài toán kỹ thuật tổng hợp, khả năng đọc hiểu tài liệu chuyên ngành, sử dụng phần mềm hỗ trợ và trình bày hồ sơ thiết kế theo đúng quy chuẩn. Đây là những hành trang rất quan trọng để em có thể tiếp tục học tập, nghiên cứu và làm việc hiệu quả trong lĩnh vực cơ khí - chế tạo máy sau khi ra trường.

Mặc dù đã nỗ lực hết mình trong suốt quá trình nghiên cứu và hoàn thiện đề án, nhưng do thời gian thực hiện có hạn, kiến thức và kinh nghiệm thực tế của bản thân còn hạn chế, nên không thể tránh khỏi những thiếu sót nhất định trong quá trình thiết kế và trình bày. Em rất mong nhận được sự góp ý, chỉ bảo tận tình của quý thầy cô để có thể hoàn thiện hơn đề án này, đồng thời rút ra những bài học quý báu phục vụ cho công việc thiết kế, nghiên cứu và ứng dụng sau này.

Em xin gửi lời cảm ơn chân thành và sâu sắc đến thầy **Đinh Đức Hạnh** – người đã trực tiếp hướng dẫn, chỉ bảo em trong suốt quá trình thực hiện đề án. Thầy không chỉ truyền đạt cho em kiến thức chuyên môn mà còn động viên, khích lệ em vượt qua khó khăn để hoàn thành tốt nhiệm vụ. Em cũng xin cảm ơn các thầy cô trong khoa Cơ khí – Trường Đại học Bách khoa Đà Nẵng đã tạo điều kiện học tập, rèn luyện và truyền cảm hứng cho em trong suốt thời gian qua.

MỤC LỤC

CHƯƠNG I: GIỚI THIỆU VỀ SỢI VÀ CÔNG NGHỆ SẢN XUẤT SỢI	1
1.1 GIỚI THIỆU VỀ SỢI:.....	1
1.2 CÔNG NGHỆ SẢN XUẤT SỢI.....	3
1.2.1. Quy trình sản xuất sợi cơ bản	3
1.2.2. Quy trình sản xuất ghép sợi thô.....	5
CHƯƠNG II: TÌM HIỂU SƠ BỘ VÀ LÊN PHƯƠNG ÁN THIẾT KẾ MÁY GHÉP SỢI THÔ	11
2.1 GIỚI THIỆU TỔNG QUÁT VỀ MÁY GHÉP SỢI:.....	11
2.1.1 Giới thiệu về máy ghép	11
2.1.2 Một số loại máy ghép trên thị trường	12
2.1.3 Tầm quan trọng của máy ghép	14
2.1.4 Nhiệm vụ của công đoạn ghép	14
2.1.5 Cấu tạo của các máy hiện hành	15
2.1.6 Nguyên lý hoạt động	16
2.2 PHƯƠNG ÁN THIẾT KẾ	17
2.2.1 Yêu cầu sản phẩm.....	17
2.2.2 Các phương án thiết kế.....	17
2.2.3 Thiết lập sơ đồ động:.....	27
2.3 PHÂN TÍCH LỰA CHỌN SƠ ĐỒ ĐỘNG.....	32
2.3.1 Sơ đồ động dẫn động bằng đai và động cơ servo	32
2.3.2. Sơ đồ động dẫn động bằng đai và động cơ servo, cơ cấu quay thùng bằng bánh răng.....	32
2.3.3. Sơ đồ động dẫn động bằng đai và bánh răng, cơ cấu quay thùng bằng bánh vít, trục vít (hộp tốc độ)	32
2.3.4 Phân tích lựa chọn sơ đồ động:	33
CHƯƠNG III: TÍNH TOÁN THIẾT KẾ	34
3.1 YÊU CẦU ĐẦU VÀO:.....	35
3.2 TÍNH TOÁN BỘ TRUYỀN ĐẦU VÀO.....	37
3.3 TÍNH TOÁN BỘ TRUYỀN BÁNH RĂNG	43
3.3.1 Thông số kỹ thuật :.....	43
3.3.2 Cấp bánh răng trụ răng thẳng cấp chậm:	44
3.4 TÍNH TOÁN THIẾT KẾ TRỤC VÀ Ổ LĂN.....	56
3.4.1 Thiết kế trục	56

3.4.2 Thiết kế ổ lăn	65
CHƯƠNG IV: MÔ HÌNH HOÁ THIẾT KẾ.....	68
4.1. MÔ HÌNH 3D HỆ THỐNG MÁY	68
4.2. Ý TƯỞNG NGHIÊN CỨU TRONG TƯƠNG LAI:.....	70
4.2.1 Hệ thống điều khiển tự động và đo được các chỉ số đầu ra	70
4.2.2 Hệ thống hút cho bộ kéo dài	70
CHƯƠNG V: KẾT LUẬN	72

DANH MỤC HÌNH ẢNH

Hình 1.1 Sợi dệt dùng trong may mặc	1
Hình 1.2 Sợi chải thô	1
Hình 1.3 Sợi chải kỹ	2
Hình 1.4 Sợi chải thô và sợi chải kỹ dưới kính hiển vi	3
Hình 1.5 Sơ đồ quy trình cơ bản	3
Hình 1.6 Quy trình sản xuất từng loại sợi.....	4
Hình 2.2 Sợi trước và sau khi qua máy ghép sợi.....	12
Hình 2.3 Máy ghép JWF1316.....	13
Hình 2.4 Máy ghép TM 07	13
Hình 2.5 Máy ghép RSB-D40.....	14
Hình 2.6 Sơ đồ công nghệ máy ghép.....	15
Hình 2.7 Sơ đồ nguyên lý máy ghép.....	16
Hình 2.8 Phân bố dàn sau đồng đều.....	18
Hình 2.9 Phân bố dàn sau so le.....	18
Hình 2.10 Phân bố dàn sau 2 hàng thẳng.....	18
Hình 2.11 Dẫn động kiểu bàn dẫn cói	19
Hình 2.12 Dẫn động kiểu giàn dẫn cói	20
Hình 2.13 Bộ kéo dài 3/4	22
Hình 2.14 Bộ kéo dài 3/3	23
Hình 2.15 Bộ kéo dài 5/4	23
Hình 2.16 Bộ kéo dài 5/4	24
Hình 2.17 Hệ thống thay thùng cúi quay vòng	25
Hình 2.18 Hệ thống thay thùng cúi bằng xích	25
Hình 2.19 Hệ thống thay thùng cúi bằng băng tải con lăn	26
Hình 2.20 Dàn cung cấp sợi đầu vào phân bố kiểu so le.....	27
Hình 2.21 Dàn cung cấp sợi đầu vào phân bố thẳng hàng.....	28
Hình 2.22 Sơ đồ động học dẫn động bằng đai và động cơ SERVO	29
Hình 2.23 Sơ đồ động học dẫn động bằng đai và động cơ SERVO	30
Hình 2.24 Sơ đồ động học dẫn động bằng hộp tốc độ.....	31
Hình 3.1 Bộ kéo dài 4/3	33
Hình 3.2 Sơ đồ tính khoảng cách trục.....	56
Hình 3.3 Sơ đồ tính khoảng cách trục 2.....	59
Hình 3.4 Biểu đồ momen của trục II	60
Hình 3.5 Các kích thước trên then	63
Hình 3.6 Các kích thước trên ổ lăn	64
Hình 4.1 Mô hình 3D cụm máy kéo sợi thô	67
Hình 4.2 Mô hình 3D dàn kéo sợi đầu vào	68
Hình 4.3 Hệ thống điều khiển tự động đo các chỉ số đầu ra.....	69
Hình 4.4 Hệ thống hút cho bộ kéo dài	69

DANH MỤC BẢNG

Bảng 1.1 Quy trình sản xuất sợi tại nhà máy.....	5
Bảng 3.1 Trị số hiệu suất của các loại bộ truyền và ổ	35
Bảng 3.2 Tỷ số của chiều dày đai và đường kính bánh đai nhỏ	37
Bảng 3.3 Kích thước của đai vải cao su.....	38
Bảng 3.4 Trị số của hệ số k_1 và k_2	38
Bảng 3.5 Trị số của hệ số kể đến ảnh hưởng của vận tốc C_v	39
Bảng 3.6 Trị số của hệ số kể đến ảnh hưởng của vị trí bộ truyền C_0	39
Bảng 3.7 Trị số của hệ số tải động K_d	40
Bảng 3.8 Thông số của bộ truyền đai	41
Bảng 3.9 Bảng thông số bộ truyền lên suốt 1	42
Bảng 3.10 Bảng cơ tính của một số vaajat liệu chế tạo bánh răng	43
Bảng 3.11 Bảng trị số các hệ số Ψ_{bd} max và Ψ_{ba}	45
Bảng 3.12 Bảng trị số của các hệ số K_a ; K_d ; Z_M	45
Bảng 3.13 Bảng trị số của các hệ số không đều tải trọng trên chiều rộng vành răng K_{hb} và K_{fb}	46
Bảng 3.14 Bảng trị số tiêu chuẩn của moodun	47
Bảng 3.15 Bảng ước tính tỷ số truyền của bộ truyền bánh răng lên suốt 1	47
Bảng 3.16 Bảng thông số kỹ thuật bánh răng suốt 1	48
Bảng 3.17 Bảng thông số các cụm truyền động suốt 2.....	49
Bảng 3.18 Bảng thông số tỷ số truyền suốt 2	50
Bảng 3.19 Bảng thông số kỹ thuật bộ truyền suốt 2.....	50
Bảng 3.20 Bảng thông số cụm truyền động suốt 3 và dàn cấp sợi	52
Bảng 3.21 Bảng thông số tỷ số truyền của cụm suốt 3 và dàn cấp sợi.....	52
Bảng 3.22 Bảng thông số kỹ thuật của cụm suốt 3 và dàn cấp sợi.....	54
Bảng 3.23 Bảng sơ bộ đường kính các trục	55
Bảng 3.24 Bảng thông số momen xoắn tương đương	61
Bảng 3.25 Bảng hệ số kích thước đến giới hạn mỏi	62
Bảng 3.26 Bảng hệ số an toàn tại các tiết diện nguy hiểm	62
Bảng 3.27 Bảng chọn then tại các đường kính trục.....	63

CHƯƠNG I: GIỚI THIỆU VỀ SỢI VÀ CÔNG NGHỆ SẢN XUẤT SỢI

1.1 GIỚI THIỆU VỀ SỢI:

Sợi dệt là một trong những nguyên liệu quyết định chất lượng sản phẩm may mặc, sợi được tạo thành bằng cách liên kết các xơ lại với nhau tạo ra sợi có độ bền và độ dài nhất định sau đó được dệt theo nhiều cách với cấu trúc khác nhau trong dệt kim hoặc dệt thoi để tạo ra vải.



Hình 1. 1 Sợi dệt dùng trong may mặc

Sợi được chia làm hai loại là sợi xơ ngắn (spun yarn) và sợi xơ dài (filament). Trong đó, sợi spun yarn được kéo từ các xơ đơn nhỏ có chiều dài xơ ngắn được xếp chồng và liên kết liên tục theo nhiều công nghệ – các phương pháp kéo sợi khác nhau từ đó tạo ra nhiều đặc điểm, chất lượng và giá thành sợi khác nhau. Có thể kể đến các quy trình công nghệ kéo sợi xơ ngắn phổ biến trên thị trường hiện nay : sợi nôi cọc Ring (gồm sợi CM và sợi CD), sợi Siro, sợi rotor OE, sợi MVS.

Đặc điểm của các loại sợi dệt:

Sợi chải thô:



Hình 1. 2 Sợi chải thô

Khái niệm:

Chải thô là công đoạn quan trọng trong quy trình sản xuất sợi, đặc biệt trong dây chuyền kéo sợi chải thô, công đoạn này quyết định rất lớn tới chất lượng sản phẩm sợi đáp ứng cho việc gia công tiếp tục trong quá trình kéo dài sau đó để hình thành sợi.

Mục đích của công đoạn sản xuất sợi chải thô:

- Tạo ra cũi chải có độ đều cao theo độ mảnh, cấu tạo từ các xơ tách rời, phân bố song song và dọc theo chiều dài của cũi chải
- Loại bỏ bớt các tạp chất trong lớp bông đưa vào máy nhất là dạng tạp chất nhỏ như vụn lá, hạt... và một phần tạp chất lớn như hạt chưa chín hạt vỡ, đất đá.... Ngoài ra còn một số điểm tạt của xơ hoặc các lỗi do quá trình gia công tạo nên như bông kết, vỏ hạt mang xơ, gút xơ.

Sợi chải kỹ



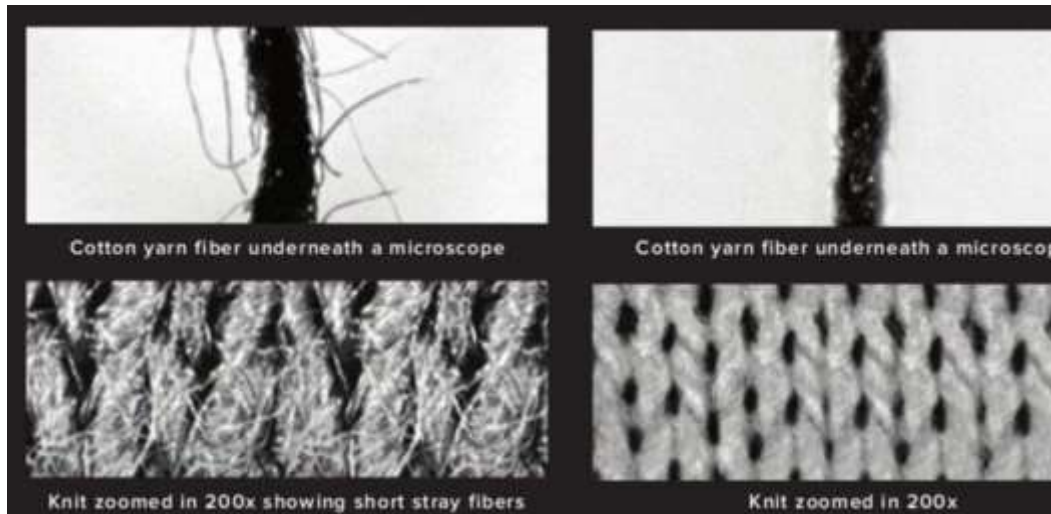
Hình 1. 3 Sợi chải kỹ

Khái niệm:

Trong cũi chải thô còn nhiều dóm xơ chưa được phân chia hết, còn bông kết, tạp chất, các xơ trong cũi chưa duỗi thẳng hoàn toàn và mức độ song song chưa cao. Vì vậy, quá trình chải kỹ có nhiệm vụ:

- Phân tách hoàn toàn các dóm xơ thành xơ đơn để loại trừ hiện tượng hình thành bông kết khi kéo dài sản phẩm.
- Làm sạch tối đa tạp chất và điểm tạt.
- Loại bớt xơ ngắn để tăng độ đều của xơ theo chiều dài.
- Nâng cao độ duỗi thẳng và song song của xơ theo chiều dài trong cũi

Sợi chải kỹ là sợi sản xuất dựa vào các bước tương tự sợi chải thô thêm công đoạn chải kỹ, đây cũng là một trong những quy trình sản xuất sợi bông hay quy trình kéo sợi Cotton được ưa chuộng, nhờ công đoạn này giúp chất lượng sợi tốt hơn, sợi mềm và mịn hơn, giá thành cũng cao hơn so với sợi chải thô.

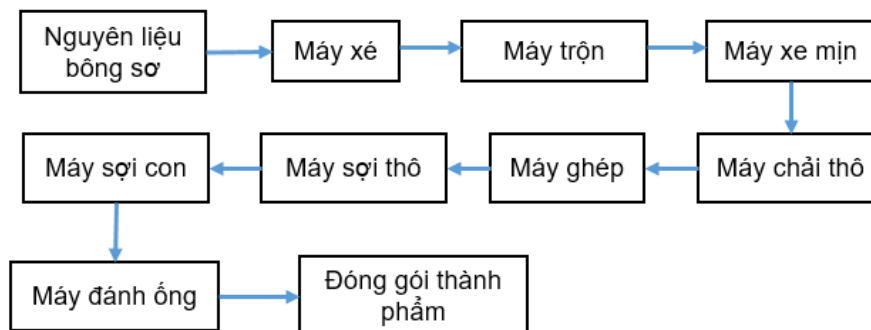


Hình 1. 4 Sợi chải thô và sợi chải kỹ dưới kính hiển vi

1.2 CÔNG NGHỆ SẢN XUẤT SỢI

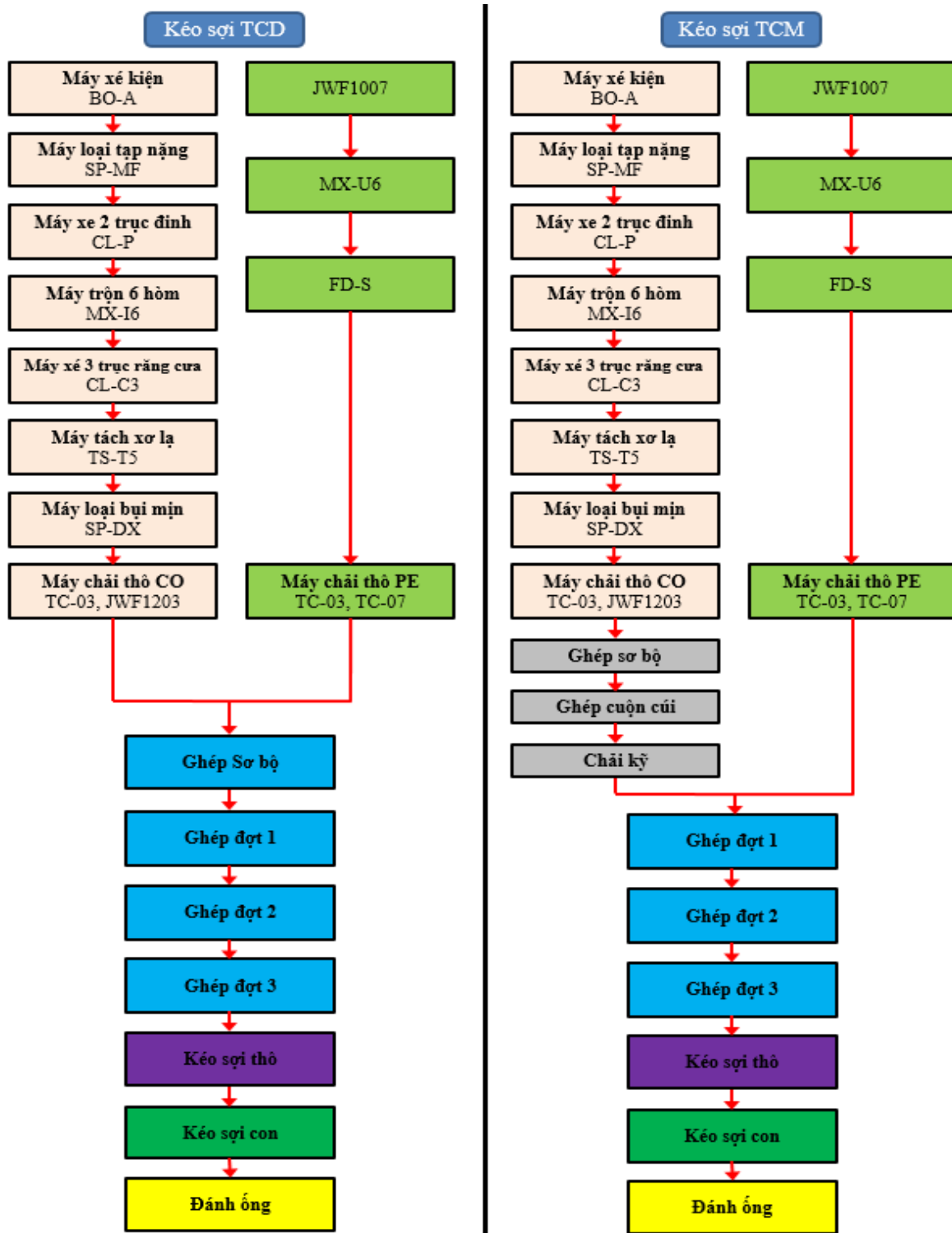
1.2.1. Quy trình sản xuất sợi cơ bản

Dây chuyền kéo sợi là hệ thống thiết bị và công nghệ giúp biến đổi nguyên liệu xơ thành sợi hoàn chỉnh, phục vụ cho ngành dệt may. Dây chuyền này bao gồm nhiều công đoạn liên tiếp để xử lý xơ, tạo thành sợi có độ đồng đều, độ bền và chất lượng cao.



Hình 1. 5 Sơ đồ quy trình cơ bản

❖ Quy trình sản xuất 2 loại sợi TCD và TCM



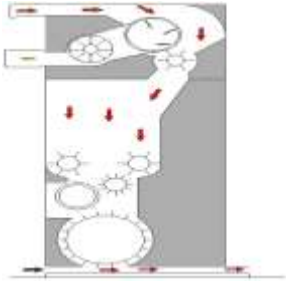




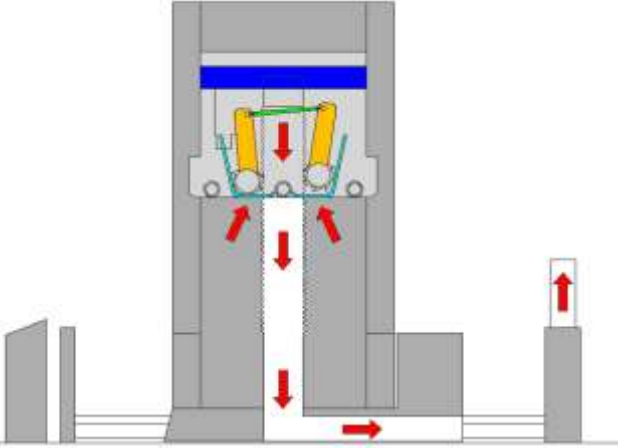
Hình 1. 6 Quy trình sản xuất từng loại sợi


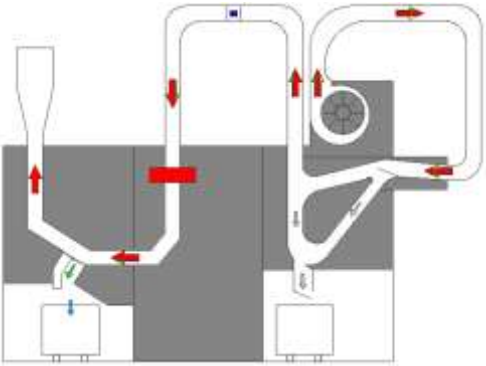

1.2.2. Quy trình sản xuất ghép sợi thô

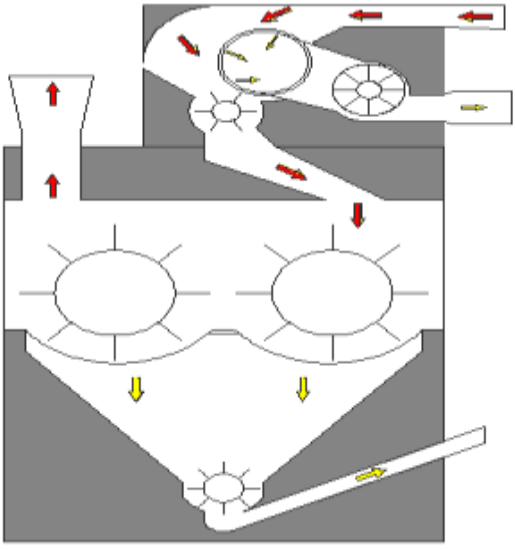

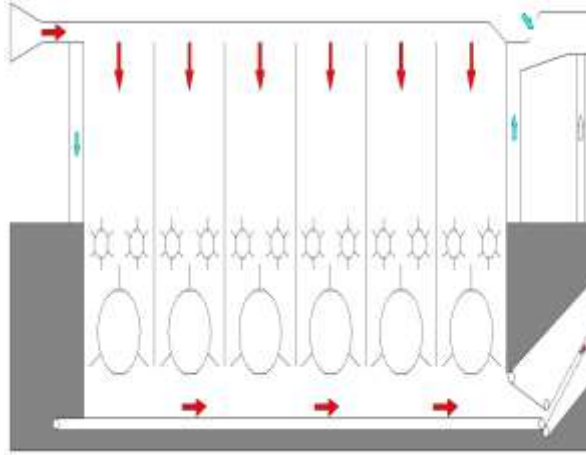
Sợi sau khi qua giai đoạn cung bông để được xé thật to các miếng bông thành những dùm xơ nhỏ, loại trừ tạp chất nặng, xơ lạ, xơ màu, tạp chất nhẹ, bụi mịn, trộn đều các thành phần bông, phân phối bông cho các máy chải. Từ các máy chải bông chúng ta sẽ có các thùng cúi để vào máy ghép sợi


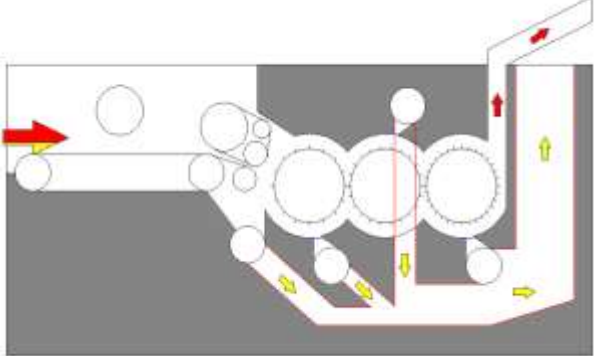

Bảng 1. 1 Quy trình sản xuất sợi tại nhà máy


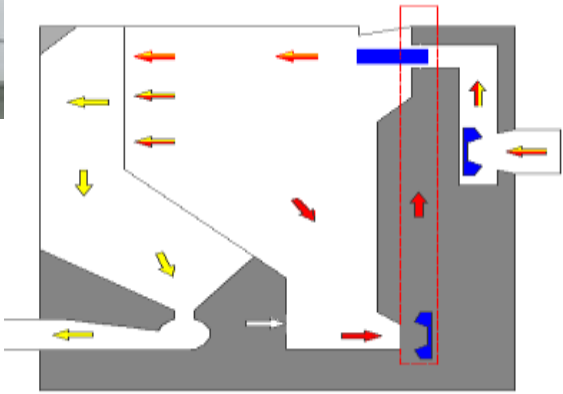

Stt	Tên Máy	Hình ảnh	Công dụng
1	Máy xé kiện tròn JWF1007		<p>* <u>Nhiệm vụ</u>: Thực hiện quá trình xé to và pha trộn.</p> <p>* <u>Nguyên lý hoạt động</u>: Trục xé bóc di chuyển tròn xung quanh các kiện bông và hạ thấp xuống nhờ 4 cặp trục vít bánh vít. Lặp lại quá trình cho tới khi trục xé ăn hết chiều cao của hàng xơ. Xơ từ các kiện xơ được trục xé bóc ra và đưa vào đường ống nhờ lực hút không khí.</p>
2	Máy FD-S		<p>* <u>Nhiệm vụ</u>: Xé to xơ PE, loại trừ tạp chất</p> <p>* <u>Nguyên lý hoạt động</u>: Xơ PE được cấp từ máy MX-U6 sang đi qua lồng tụ để loại bụi và bụi sẽ được hút về tách lọc, tiếp tục xơ được đưa đến hòm cấp bông các trục cấp sẽ đưa xơ xuống trục xé và sau đó quạt vận chuyển đưa xơ đến máy chải.</p> 

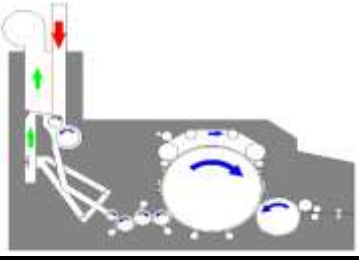

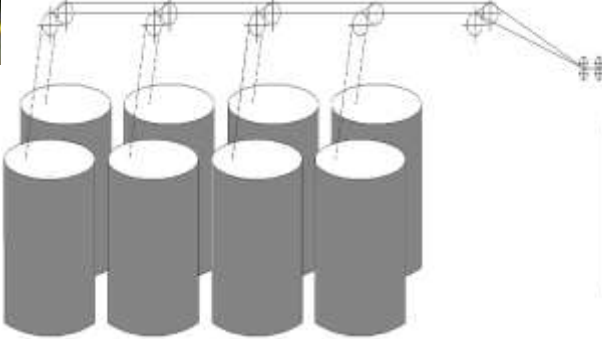
<p>3</p>	<p>Máy trộn 6 hòm MX-U6</p>		<p>* <u>Chức năng</u>: Xé toí trộn đều, bông được rải đều khắp băng tải</p> <p>* <u>Nguyên lý hoạt động</u> : Bông được cấp vào các hòm nhờ quạt hút, tiếp tục các trục cấp sẽ đưa bông đến trục đánh để đánh toí để trộn đều.</p>
<p>4</p>	<p>Máy BOA</p>		<p><u>Nhiệm vụ</u>: Xé tự động các miếng bông trong các kiện trên bàn bông, phối trộn các loại bông.</p> <p><u>Nguyên lý hoạt động</u>: Các kiện bông được sắp xếp thành bàn bông, trục đề 2 bên sẽ làm bằng mặt bàn bông và trục bóc sẽ lấy xơ 1 cách đều đặn cấp qua cho máy SP-MF. Máy hoạt động bên bàn bông làm việc và một bên bàn bông dự trữ.</p> 

<p>5</p>	<p>Máy SP-MF</p>		<p><i>Nhiệm vụ:</i> Loại trừ tạp chất nặng, kim loại có trong bông.</p> <p><i>Nguyên lý hoạt động:</i> Quạt hút bông từ máy xé kiện đưa đến cơ cấu loại tạp nặng, thông qua cơ cấu tạp nặng rơi xuống máng, bông tiếp tục đi qua cảm biến phát hiện vật cháy rồi đi qua bộ phận phát hiện kim loại, nếu có kim loại thì van sẽ mở để kim loại rơi xuống và bông tiếp tục được đưa qua máy CL-P.</p> 
<p>6</p>	<p>Máy xé 2 trục đỉnh CL-P</p>		<p>* <i>Nhiệm vụ:</i> Xé mịn các miếng bông và loại trừ tạp chất.</p> <p>* <i>Nguyên lý hoạt động:</i> Các chùm xơ đi vào máy thông qua quạt cấp xơ được đưa đến lồng tụ loại bụi, tiếp tục xơ được đưa đến 2 thùng đỉnh, còn tạp chất theo lực ly tâm thì va đập vào các thanh ghi rơi xuống và sau đó xơ tiếp tục đi qua ống dẫn bông ra.</p>

			
7	<p>Máy trộn 6 hòm MX-I6</p>		<p>* <i>Nhiệm vụ</i>: Trộn đều các thành phần bông trước khi đưa qua máy xé 3 trục.</p> <p>* <i>Nguyên lý hoạt động</i>: Bông được cấp vào các hòm nhờ quạt hút, tiếp tục các trục cấp sẽ đưa bông đến trục đánh để đánh tơi để trộn đều và sau đó băng tải sẽ đưa bông qua máy CL-C3.</p> 

<p>8</p>	<p>Máy xé 3 trục răng cưa CL-C3</p>		<p>* <u>Nhiệm vụ</u>: Xé tinh các chùm xơ và loại trừ tạp chất.</p> <p>* <u>Nguyên lý hoạt động</u>: Xơ được đưa vào bằng trục cấp sau đó các trục đánh sẽ xé tinh các chùm xơ, loại tạp chất bằng dao bụi và đưa qua máy TS-T5.</p> 
<p>9</p>	<p>Máy loại xơ lạ TS-T5</p>		<p>* <u>Nhiệm vụ</u>: Loại trừ tạp chất lạ như xơ màu, xơ lạ ra khỏi dòng bông.</p> <p>* <u>Nguyên lý hoạt động</u>: Sau khi đi qua máy xé mịn bông được chuyển qua máy loại xơ ngoại lai, máy hoạt động dựa vào tia cực tím chiếu vào các chùm xơ để phát hiện ra các chùm xơ có màu khác với phổ màu xơ đạt theo tiêu chí đã đặt. Máy được trang bị camera trong đó 2 cái dùng để loại xơ ngoại lai, 1 camera dùng để loại nhựa. ở phần cài đặt độ nhạy màu cho cam tùy thuộc vào màu sắc của xơ, nếu xơ vàng nhiều thì cài đặt độ nhạy màu cam cao hơn . Khi điều chỉnh độ nhạy màu càng cao thì tỷ lệ loại tạp màu đó càng giảm và ngược lại.</p>

<p>10</p>	<p>Máy SP-DX</p>		<p><i>Nhiệm vụ:</i> Loại trừ bụi mịn</p> <p>* <i>Nguyên lý hoạt động:</i> Xơ được cấp vào máy thông qua quạt hút, thông qua nắp chia bông bông được phân phối đều và đập lên mặt sàn, quạt hút bông sạch qua cho máy chải đồng thời bụi bẩn cũng được hút về tách lọc.</p> 
<p>11</p>	<p>Máy chải TC03</p>		<p>* <i>Nhiệm vụ:</i> Chải các chùm xơ thành xơ đơn, duỗi thẳng và định hướng các xơ song song, loại trừ tạp chất, neps, hình thành cúi.</p> <p>* <i>Nguyên lý hoạt động:</i> Bông được cấp vào silo đi qua trục đưa đến trục xé để xé đều bông, bông sẽ theo bàn cấp bông đến trục đưa để vào trục gai, trục gai sẽ chải tích cực lớp bông làm song song các xơ và loại trừ tạp chất. Tiếp theo xơ sẽ đi vào thùng lớn và mui chạy ngược chiều thùng lớn tách thành các xơ đơn, loại trừ neps. Sau đó xơ sẽ được chuyển qua thùng con rồi đến trục bóc và qua trục ép màng xơ tạo thành cúi chải.</p>

			
12	Máy ghép		<p>* <i>Nhiệm vụ:</i> Pha trộn cúi chải theo tỷ lệ thành phần và tăng độ đồng đều khi ghép các cúi với nhau.</p> <p>* <i>Nguyên lý hoạt động:</i> Cúi chải từ các thùng cúi đi qua giàn dẫn cúi di chuyển đến bộ kéo dài, tụ lại tại phễu đi qua cặp suốt ép và sắp xếp vào thùng cúi.</p> 

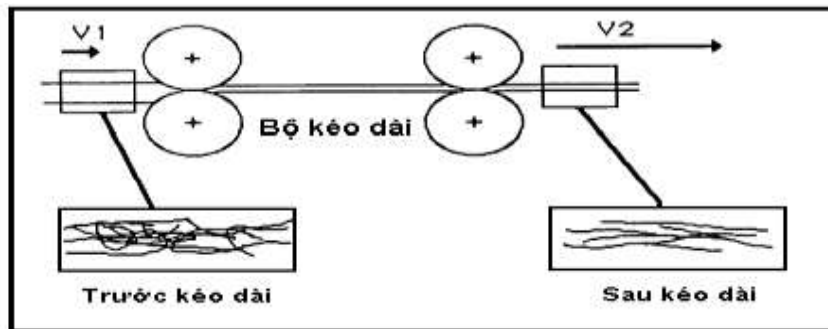
CHƯƠNG II: TÌM HIỂU SƠ BỘ VÀ LÊN PHƯƠNG ÁN THIẾT KẾ MÁY GHÉP SỢI THÔ

2.1 GIỚI THIỆU TỔNG QUÁT VỀ MÁY GHÉP SỢI:

2.1.1 Giới thiệu về máy ghép

- Trong dây chuyền kéo sợi, công đoạn ghép là công đoạn có ý nghĩa quyết định đến độ đều và bề dày, thành phần xơ và kết cấu trước khi được đưa vào kéo dài với bội số kéo dài cao.

- Đặc điểm của ghép là làm cho sản phẩm to lên sau đó lại tiến hành kéo dài để đạt được độ nhỏ theo yêu cầu. Quá trình kéo dài trên máy còn có tác dụng tăng độ duỗi thẳng và song song của các



Hình 2. 1 Sợi trước và sau khi qua máy ghép sợi

Từ đặc điểm này ta có thể thấy 4 nhiệm vụ chính phải thực hiện trong quá trình ghép là:

- + Ghép một số cỏi (6-8 cỏi) để làm đều cỏi theo đoạn dài
 - + Kéo dài líp cỏi đưa vào máy để làm ra một cái có độ nhỏ tương đương với cỏi đưa vào.
 - + Thông qua kéo dài làm tăng độ duỗi thẳng và song song của các xơ, tạo
 - + Điều kiện cho việc kéo dài bội số cao ở công đoạn sau.
- Với các loại sợi pha (polieste-cotton, polieste-visco...) công đoạn ghép thực hiện quá trình pha trộn một cách hoàn hảo, chính xác và đơn giản

2.1.2 Một số loại máy ghép trên thị trường

- Máy ghép sợi là thiết bị quan trọng trong dây chuyền kéo sợi, giúp kết hợp nhiều dòng sợi thô lại với nhau để tạo thành sợi có độ đồng đều cao hơn. Hiện nay, trên thị trường có nhiều loại máy ghép sợi với công nghệ và tính năng khác nhau, phù hợp với từng nhu cầu sản xuất.



Hình 2. 2 Máy ghép JWF1316



Hình 2. 3 Máy ghép TM 07



Hình 2. 4 Máy ghép RSB-D40

2.1.3 Tầm quan trọng của máy ghép

- Ghép là máy cuối cùng quyết định làm đều sản phẩm và sửa chữa các lỗi do các máy trước gây nên. Các lỗi trên cú ghép không chỉ có mặt trong sợi mà còn bị tăng cường do qua bộ kéo dài. Chất lượng sợi không bao giờ hi vọng tốt hơn cú ghép.
- Lỗi xuất hiện do máy ghép tác động lớn đến toàn bộ quá trình kéo sợi. Các máy ghép thế hệ mới có sản lượng lớn trên 200kg/h nên cú ghép lỗi chưa được xử lý sẽ gây ra khối lượng phế phẩm cao
- Ghép chỉ đóng góp ít hơn 5% giá thành sản phẩm sợi nhưng có tầm ảnh hưởng rất lớn đến chất lượng sợi đặc biệt là độ đều.

Hiệu chỉnh máy ghép không chuẩn sẽ làm giảm độ bền và độ giãn của sợi.

2.1.4 Nhiệm vụ của công đoạn ghép

- **Làm đều**

Cú chải thô còn có độ không đều cao đặc biệt là theo đoạn dài. Cú chải kỹ có những đoạn dày nổi chông theo chu kỳ cần loại trên ghép có làm đều.

- **Kéo dài, Duỗi thẳng song**

Giá trị của kéo dài phải điều chỉnh theo nguyên liệu với các yếu tố:

- Chiều dài kéo sợi
- Khối lượng xơ

- Thể tích băng xơ
- Mức độ định hướng song song

- **Trộn**

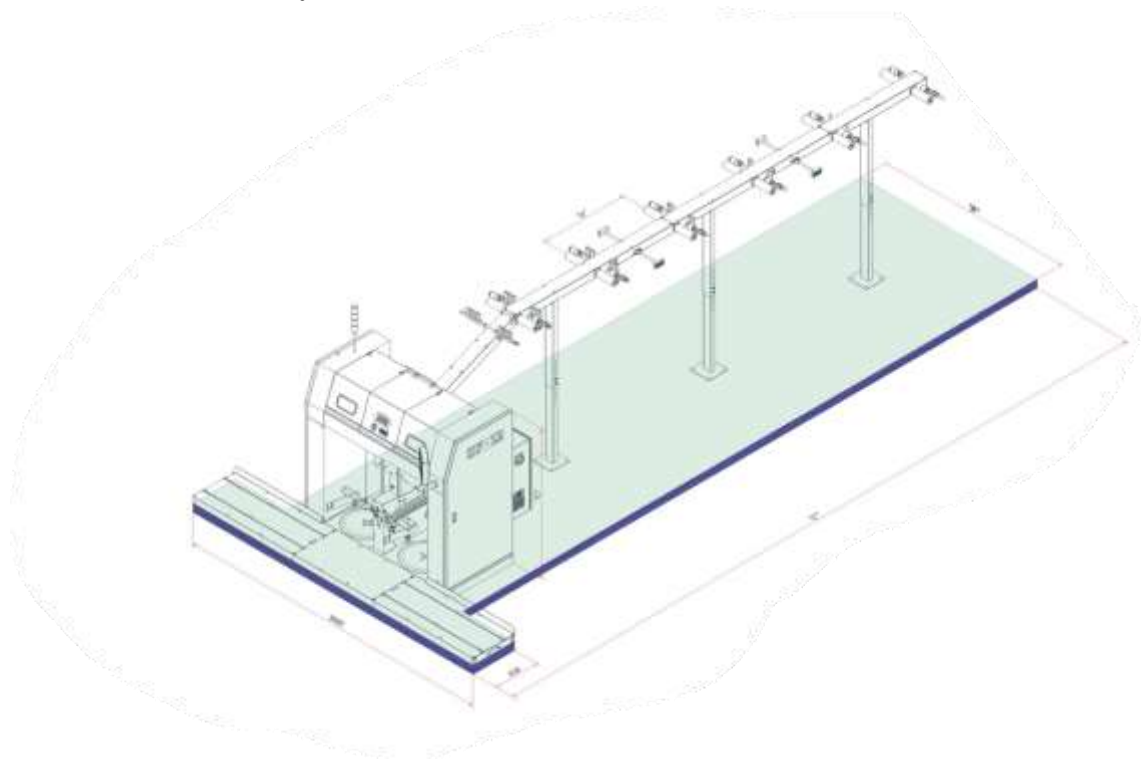
Pha trộn tỉ lệ các xơ thành phần theo ý muốn nhờ thay đổi số lượng các cũi có cùng chỉ số

- **Loại tạp**

Loại tạp hiệu quả khi có ma sát cao giữa xơ và xơ hoặc xơ và kim loại

Máy chải năng suất cao với hệ thống hút phù hợp có thể loại được 80% tạp từ cũi đưa vào

2.1.5 Cấu tạo của các máy hiện hành



Hình 2.5 Sơ đồ công nghệ máy ghép

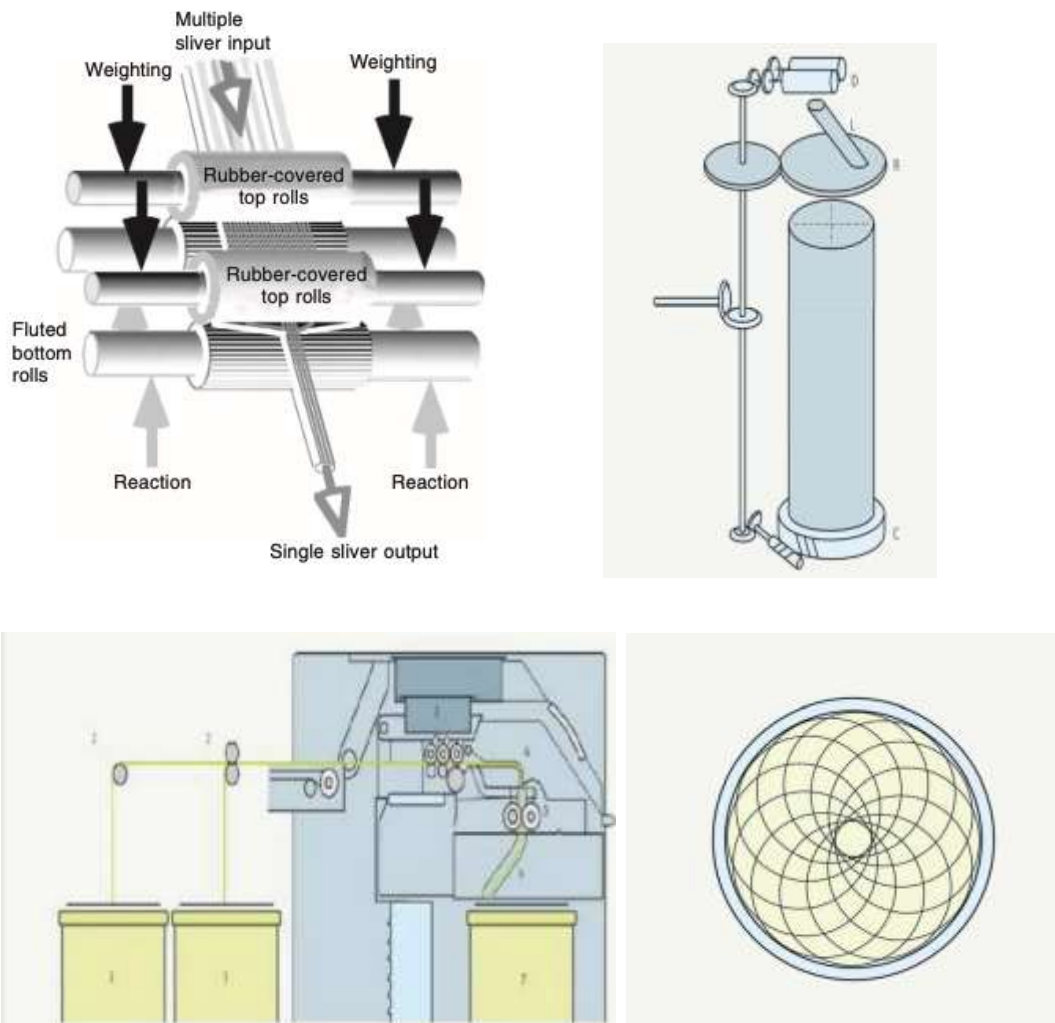
Sơ đồ công nghệ có thể chia làm 3 khu vực tương ứng với quá trình công nghệ trên máy.

- **Khu vực phía sau máy:** gồm các thùng cũi chải (ghép sau chải) hoặc thùng cũi ghép (trộn ,1 ,2). Và bộ phận dẫn động cũi: có thể là bàn dẫn hoặc giàn dẫn cũi có kết hợp với các chi tiết: con lăn tự hãm, lược tách....
- **Khu vực kéo dài:** là khu vực quan trọng nhất trên máy ghép, có ảnh hưởng lớn đến chất lượng cũi làm ra. Tùy theo ý đồ của các nhà sản xuất mà các kiểu bộ kéo dài trên máy ghép rất đa dạng và phong phú. Hiện nay, số các cặp suốt, đường

kính suốt, sự sắp xếp trong bộ kéo dài được bố trí sao cho đạt chất lượng và hiệu quả cao nhất.

- **Khu vực tạo cói và xếp cói vào thùng:** Sau khi ra khỏi bộ kéo dài, con cói mới ở dạng dải xơ. Để tạo thành cói cần có một bộ phận thu nhỏ, thông thường là phễu tụ cói. Sau đó phải cung cấp cho con cói một lực kéo yêu cầu nhất định qua đôi trục Đp, sao cho cói vừa có độ xốp vừa chặt. Cói được xếp vào thùng nhờ có sự chênh lệch tốc độ quay giữa ống xiên và chuyển động quay của phần đế thùng. Thông thường hai chuyển động này được thiết kế chênh lệch để cói có thể xếp vào thùng theo mét qui luật xác định, không bị xù, rối. Ta có thể tóm tắt quá trình công nghệ trên máy như sau: Cói từ thùng cói được bộ phận dẫn động dẫn vào khu vực kéo dài (thường ghép từ 6-8 cói)

2.1.6 Nguyên lý hoạt động



Hình 2. 6 Sơ đồ nguyên lý máy ghép

- 1) 4 đến 8 cúi chải hoặc cúi ghép cấp vào bộ kéo dài (3).
- 2) Cặp trục cấp (2) trên mỗi thùng cúi (1) cấp cúi có điều khiển vào máy, không tạo ra kéo dài giả
- 3) Cặp trục cấp gắn với giàn cấp cúi hoặc bàn và dẫn động chủ động
- 4) Cúi kéo với bộ số 4 đến 8, kéo màng xơ dày từ các cúi vào dính với nhau
- 5) Màng xơ được kéo dài thành cúi ra ngay lập tức
- 6) Cúi ra dẫn qua ống (4) và rãnh dẫn (6) tới thùng cúi (7)
- 7) Cặp trục hoặc đĩa cán hoặc đĩa xẻ rãnh (5) nén cúi để cấp càng nhiều cúi vào thùng cúi ra (7)

2.2 PHƯƠNG ÁN THIẾT KẾ

2.2.1 Yêu cầu sản phẩm

1) Yêu cầu đầu vào

- Nguyên liệu: Các cúi sợi (sliver) từ máy chải hoặc máy ghép sợi thô trước đó. Dùng 2 sợi chính là PE và Cotton
- Tốc độ nạp liệu: Dao động từ 300 - 1200 m/phút
- Chiều dài và trọng lượng sợi: từ 20-80mm chiều dài tối đa 80 mm.
- Số lượng cúi sợi đầu vào: Thường từ 6 đến 8 cúi, tùy vào cấu hình máy.
- Độ không đều của sợi đầu vào: Yêu cầu kiểm soát để đảm bảo độ đồng đều cao hơn sau quá trình ghép.
- Thùng đầu vào có chiều cao x đường kính: 1000x1000 hoặc 1100 x 600

2) Yêu cầu đầu ra

- Cúi sợi có độ đồng đều cao hơn: Độ CV% (hệ số biến thiên) phải giảm để đảm bảo chất lượng ổn định.
- Số lượng cúi sợi đầu ra: Thường là 1-2 cúi sợi có chất lượng cao sau khi xử lý từ nhiều cúi đầu vào.
- Tốc độ đầu ra: Phụ thuộc vào tốc độ máy, thường từ 300 - 1000 m/phút.
- Trọng lượng và chiều dài sợi: Cần đạt tiêu chuẩn để phục vụ quá trình xe sợi tiếp theo.
- Năng suất máy: 125kg/h

2.2.2 Các phương án thiết kế

1) Khu vực dàn sau máy cấp sợi đầu vào

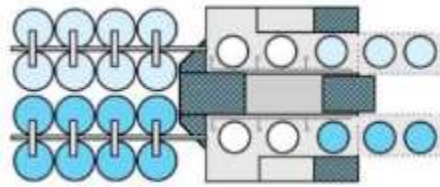
- Phân bố thùng cúi

Với yêu cầu đầu vào từ 6-8 thùng dàn cúi đầu vào ta có thể có các phân bố như sau:

- **Phân bố đồng đều 4-row (4 hàng)**

Giải pháp cho không gian hạn chế.

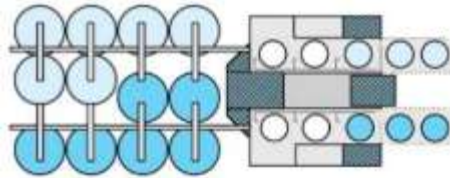
Dành cho các thùng cấp liệu (feed cans) có đường kính tối đa 600 mm. Giúp tiết kiệm diện tích nhưng có thể giảm khả năng tiếp cận.



Hình 2. 7 Phân bố dàn sau đồng đều

- **Phân bố so le 3-row (3 hàng)**

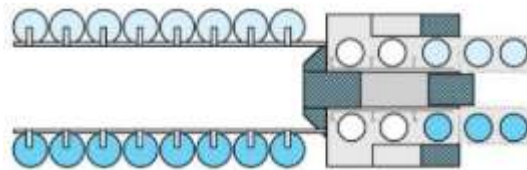
Giảm chiều dài máy, phù hợp với thùng cấp liệu có đường kính 1.000 mm. Cân bằng giữa tiết kiệm không gian và dễ dàng tiếp cận nguyên liệu.



Hình 2. 8 Phân bố dàn sau so le

- **Phân bố 1 hàng thẳng 2-row (2 hàng)**

Dễ vận hành nhất, cho phép tiếp cận nguyên liệu thuận tiện. Tuy nhiên, chiếm nhiều không gian hơn so với các cách bố trí khác.



Hình 2. 9 Phân bố dàn sau 2 hàng thẳng

2) Khu vực dẫn động vào

- **Kiểu dẫn động kiểu bàn dẫn cói**

Với dạng dẫn động này, cói được di chuyển trên mặt bàn trơn nhẵn, lực căng của cói trên bàn được không chế phù hợp với các loại nguyên liệu gia công. Thông thường ở kiểu bàn dẫn cói, người ta thường sử dụng con lăn tự động để kiểm soát cói theo chế độ điện cơ.



Hình 2.10 Dẫn động kiểu bàn dẫn cói

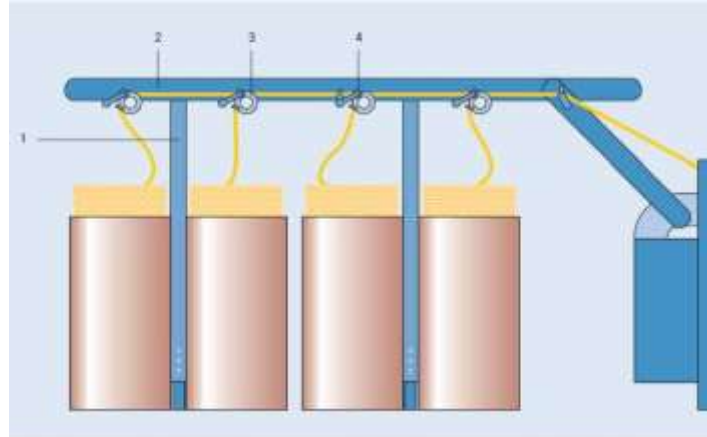
Nguyên lý dẫn động: Cói được dẫn trực tiếp từ thùng cói qua phễu dẫn cói. Phễu này có tác dụng loại trừ những đoạn cói rối ở đầu hoặc cuối thùng cói, gạt những vòng cói chập do dính. Qua phễu, cói được dẫn qua đôi con lăn tự hãm kiểm soát cói cấp. Như vậy giai đoạn cói chuyển động từ thùng đến trục Đp là ở trạng thái hoàn toàn tự do. Từ đôi con lăn Đp đến suốt sau của bộ kéo dài cói chuyển động theo đường thẳng với sức căng nhất định. Giai đoạn này cói bị khống chế, một đầu kẹp ở đôi trục Đp con lăn tự hãm, một đầu được kẹp ở suốt sau của bộ kéo dài.

Nhược điểm:

- Khó quan sát đường chuyển động của cói trên bàn dẫn
- Phần chuyển động tự do của cói quá ngắn nên cói chưa tở hết xoắn giả. Thực tế một số cói khi chuyển động trên bàn vẫn có hiện tượng bị xoắn không thuận lợi cho quá trình kéo dài.
- Coi được kiểm soát bằng con lăn nên khi có sự cố trên bàn:
 - +Tuột mối do chịu lực kéo căng (nhất là đối với các cói ở phía ngoài dòng cói chuyển động). Hiện tượng này dẫn đến cói bị ùn tắc ngay phía trước con lăn hoặc rơi xuống sàn.
 - +Khi con lăn tự hãm háng các tiếp điểm điện do quá trình chuyển động tạo ra độ rung, nếu công nhân không phát hiện ra kịp thời sẽ chạy máy thiếu cói. Cả hai hiện tượng trên đều dẫn đến máy ghép chạy thiếu cói, ảnh hưởng rất lớn đến chất lượng bán thành phẩm nếu không được loại bỏ triệt để.

• **Kiểu dẫn động giàn dẫn cói**

Dẫn động kiểu giàn dẫn cói là dạng chuyển động tự do theo một hướng nhất định của cói ghép khi đi vào bộ kéo dài. Sức căng của cói có thể thay đổi nhờ bánh răng dẫn cói đặt trong hộp ở phía trước dàn dẫn.



Hình 2. 11 Dẫn động kiểu giàn dẫn còi

Nguyên lý dẫn động: Còi được dẫn từ thùng còi, qua răng lược tách còi hoặc máu tách rồi di chuyển trên giàn dẫn. Bộ phận răng lược hoặc máu tách này có tác dụng điều chỉnh đường đi củ còi sao cho không có sự chông chát gây đứt còi hoặc xù lông còi. Thông thường răng lược được lắp lỏng trên trục dẫn và có thể điều chỉnh trên trục. Hai răng lược được bố trí so le nhau, cách nhau một khoảng nhất định. Với kiểu máu tách thì máu được cố định trên giàn dẫn. Khoảng cách giữa hai máu hoặc hai răng lược được thiết kế để còi đi qua một cách dễ dàng, đồng thời loại bỏ được những vòng còi chập, còi rối. Trục dẫn trên giàn có một tế bào quang điện kiểm soát việc đứt còi, hư hỏng còi (dạng lỗi ngoại quan)...

Ưu điểm:

- Dễ dàng quan sát đường chuyển động của còi trước khi vào bộ kéo dài.
- Việc thiết kế, lắp đặt đơn giản.
- Điều chỉnh sức căng còi dễ dàng, đồng đều.
- Phân chuyển động tự do của còi tương đối dài nên khi vào bộ kéo dài còi không bị xoắn, các xơ nằm song song với đường trục của sản phẩm.

Khuyết điểm:

- Do trục dẫn còi có tế bào quang điện kiểm soát nên nếu chế độ vệ sinh không tốt, dẫn đến sai sót trong việc kiểm soát còi vào.
- Do đặc điểm của phương pháp nên việc khống chế sự ổn định của còi chưa được tốt.

Kết luận: Với những ưu khuyết điểm trên nhóm em chọn sử dụng phương án phân bố thùng còi đồng đều và dẫn động kiểu giàn dẫn còi

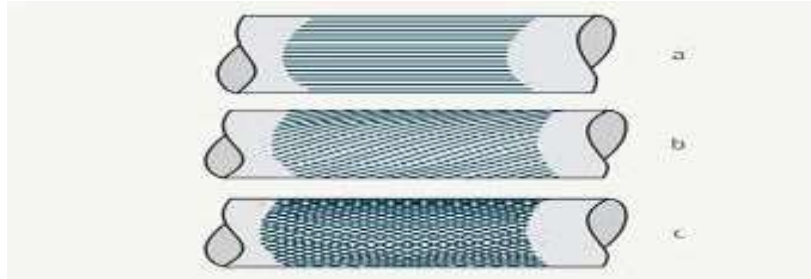
3) Khu vực kéo dài

Suốt trên

- Bọc suốt mềm dùng trong trường hợp yêu cầu dẫn xơ tốt, ví dụ một số xơ phải chuyển động với mức độ kéo dài cao như trên suốt trước máy sợi con,
- Bọc suốt cứng phổ biến hơn

- Độ cứng đo bằng độ Shore, khoảng như sau:
 - Mềm: 65° - 75° Shore
 - Trung bình: 75° - 80° Shore
 - Cứng : trên 80° Shore

Suốt dưới



Rãnh khía suốt dưới;

- a) rãnh dọc trực, b) rãnh xiên (rãnh khía xoắn ốc), c) rãnh khía nổi
- Làm bằng thép và xiết chặt trên giá đỡ suốt hoặc khung đỡ nhờ các kim, trục hoặc ổ bi, chịu dẫn động chủ động từ truyền động hộp số chính hoặc dẫn động riêng
 - Rãnh khía nổi thường dùng với các suốt có vòng da, tăng cường khả năng truyền động tới vòng da
 - Rãnh khía xoắn chạy êm và kẹp đồng đều hơn so với rãnh khía dọc trực.
 - Đường kính suốt dưới khoảng 20 - 90 mm, thường dùng 25 đến 50 mm

• Yêu cầu

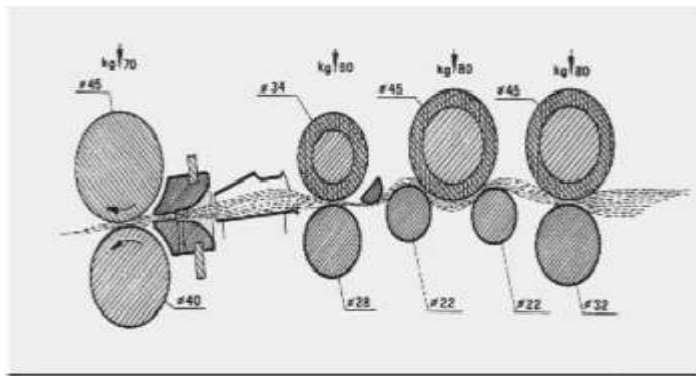
- Cấu trúc đơn giản, không phức tạp
- Thiết kế ổn định, các trục chạy êm
- Chế độ thao tác tạo sản phẩm chất lượng cao ngay cả khi chạy với tốc độ cao
- Khả năng ứng dụng linh hoạt, phù hợp với các loại nguyên liệu, chiều dài xơ, cúi...
- Điều khiển tối ưu các chuyển động của xơ trong vận hành kéo dài
- Độ chính xác thao tác và hiệu chỉnh cao
- Hiệu chỉnh nhanh, đơn giản khoảng cách giữa các suốt và mức độ kéo dài
- Dễ bảo dưỡng, làm sạch
- Thiết kế bảo đảm tính lao động cao

• Yêu tố nguyên liệu

- Khối lượng các xơ trong băng xơ cấp vào kéo dài
- Mức độ định hướng của các xơ
- Hình dạng mặt cắt ngang của băng xơ
- Độ nén của các xơ trong băng xơ
- Độ bám dính giữa các xơ phụ thuộc vào
- Cấu trúc bề mặt, Độ xoắn,
- Hoàn tất kéo sợi, Độ nén băng xơ
- Chiều dài xơ
- Độ đều phân bố của chiều dài xơ Độ xoắn hiện hữu trong băng xơ.

- Yếu tố bộ kéo dài
 - Đường kính suốt
 - Độ cứng suốt trên
 - Độ nén suốt trên
 - Tính chất bề mặt suốt trên
 - Rãnh khía suốt dưới
 - Khoảng cách kẹp (cài đặt trực)
 - Mức độ kéo dài
 - Phân bố kéo dài giữa các khu vực kéo dài

a) Bộ kéo dài 3-trên-4

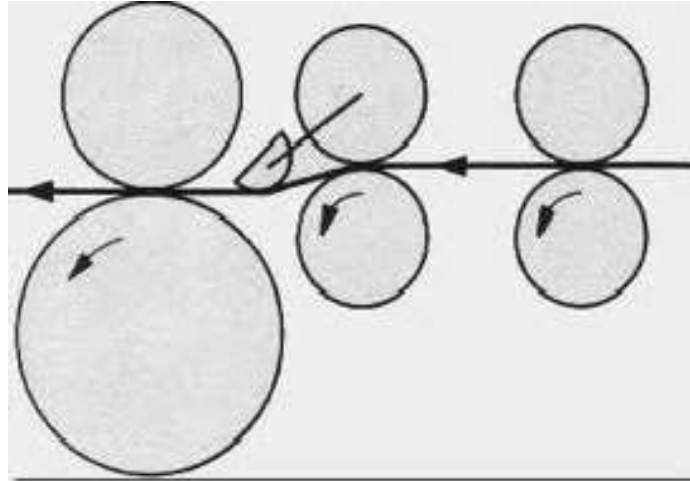


Hình 2. 12 Bộ kéo dài 3/4

Đặc điểm:

- Gài khớp của suốt nén giữa với 2 suốt dưới. Hai suốt này được giữ trên giàn giữ suốt thông thường và không điều chỉnh vị trí tương đối giữa chúng.
- Có thể thay đổi thiết kế cơ bản bằng cách thêm thanh nén vào trường kéo dài chính
- Hiện thời kiểu này phổ biến trong bộ kéo dài máy chải kỹ và máy ghép, ví dụ Marzoli hoặc Vouk.

b) Bộ kéo dài 3-trên-3 với thanh nén

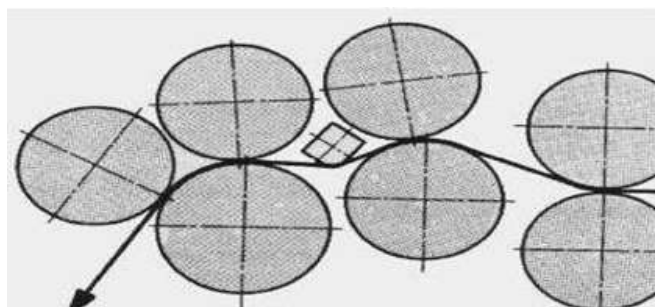


Hình 2. 13 Bộ kéo dài 3/3

Đặc điểm:

- Thường dùng với các suốt trước
- Với tốc độ bề mặt chu vi suốt nhất định, suốt lớn có thể thao tác với tốc độ vòng quay nhỏ hơn. Tuy nhiên, tăng độ lớn suốt cũng làm tăng khoảng cách đường kẹp.
- Trong khu vực kéo dài chính bổ sung hệ thống dẫn đặc biệt, ít nhất cho xơ ngắn; thường là ray dẫn hoặc thanh nén, vận hành từ dưới hoặc từ trên
- Bộ kéo dài tương tự có trong máy by Rieter, Schubert & Salzer và Toyoda.

c) Bộ kéo dài 4-trên-3 với thanh nén

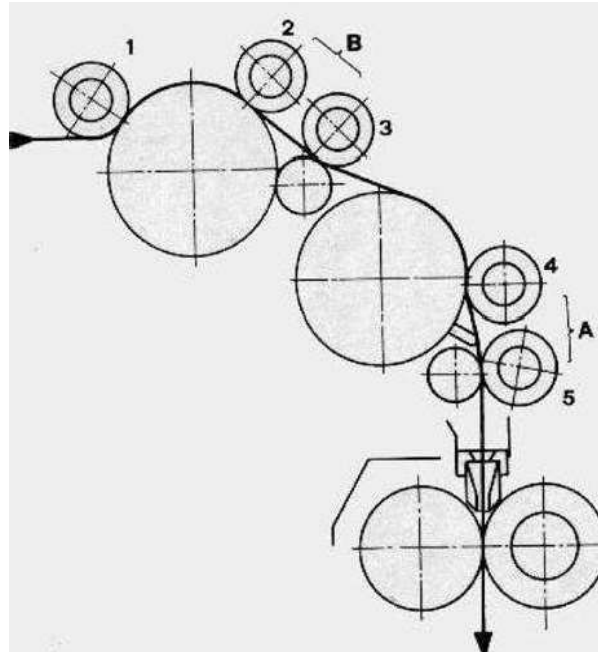


Hình 2. 14 Bộ kéo dài 5/4

Đặc điểm:

- Thực tế là 3 suốt, nhưng suốt 4 với tải trọng ít hơn được thêm vào suốt ra để hoạt động như suốt dẫn.
- Bộ kéo dài này dẫn màng xơ theo đường cong, trực tiếp từ suốt xẻ rãnh tới loa ra, tăng cường khả năng tạo cúi
- Suốt trên có đường kính giống nhau và lớn để giữ sức căng đặt vào chúng thấp

d) Bộ kéo dài 5-trên-4



Hình 2. 15 Bộ kéo dài 5/4

Đặc điểm:

- Kéo dài thực hiện trong trường kéo dài B (kéo dài sơ bộ) và trường kéo dài A (kéo dài chính).
- Khoảng cách kẹp có thể đọc từ đòn cân và điều chỉnh phù hợp với chiều dài xơ bằng dịch chuyển xuyên tâm trục 2 và 4.
- Trong trường kéo dài chính, thanh nén đảm bảo dẫn xơ chặt, đặc biệt cho xơ ngắn
- Sắp xếp bộ kéo dài được căn theo đường cong, nhằm dẫn màng dòng chảy màng xơ thích hợp từ hướng dọc sang hướng ngang

Kết luận: Với những đặc điểm trên nhóm chúng em chọn bộ kéo dài 4/3

4) Khu vực tạo cói và xếp cói vào thùng

Phân loại kiểu thay thùng cói:

- Thay thùng cói một cấp (thay thùng cói di động)
- Thay thùng cói đa cấp (thay thùng cói ngắt quãng)

a) Hệ thống thay thùng cúi quay vòng



Hình 2. 16 Hệ thống thay thùng cúi quay vòng

- Một số máy ghép hiện đại sử dụng bàn xoay để thay thùng cúi.
- Khi một thùng cúi đầy, hệ thống sẽ tự động quay để đưa thùng rỗng vào vị trí hoạt động.
- Giúp giảm thời gian dừng máy và tối ưu không gian vận hành

b) Thay thùng cúi kiểu chuyển động bằng xích



Hình 2. 17 Hệ thống thay thùng cúi bằng xích

- Với kiểu thay thùng cối này có mô tơ truyền động riêng
 - Khi số đếm tự động đạt tới số đã định, máy dừng lại.
 - Động cơ thay thùng cối sẽ hoạt động, nó truyền chuyển động cho hệ thống truyền động bằng xích có gắn thanh đẩy.
 - Thanh đẩy phía trước sẽ gạt thùng cối đầy ra khỏi tâm của banh xe để thùng đồng thời gạt thùng dự trữ phía sau vào vị trí xếp cối.
 - Kiểu thay thùng cối này cho phép dự trữ 3-4 đôi thùng ở phía sau máy
- c) **Thay thùng cối bằng băng tải con lăn**



Hình 2. 18 Hệ thống thay thùng cối bằng băng tải con lăn

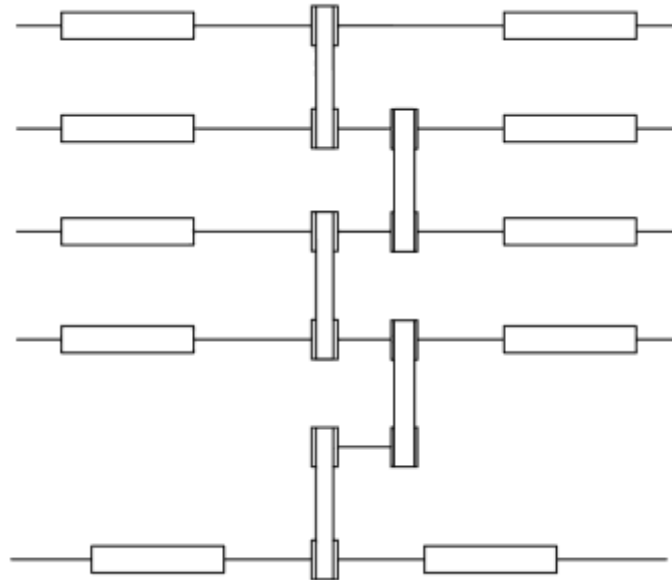
- Một băng tải con lăn được lắp đặt để di chuyển thùng cối tự động.
- Khi một thùng cối đầy, nó sẽ được đẩy ra khỏi vị trí và một thùng rỗng sẽ di chuyển vào thay thế.
- Thích hợp cho các nhà máy có diện tích đủ rộng để lắp đặt hệ thống băng tải.

⇒ **Qua các phương án trên nhóm chúng em đi tiến hành thiết lập sơ đồ động học với những phương án khác nhau phù hợp với yêu cầu đặt ra**

2.2.3 Thiết lập sơ đồ động:

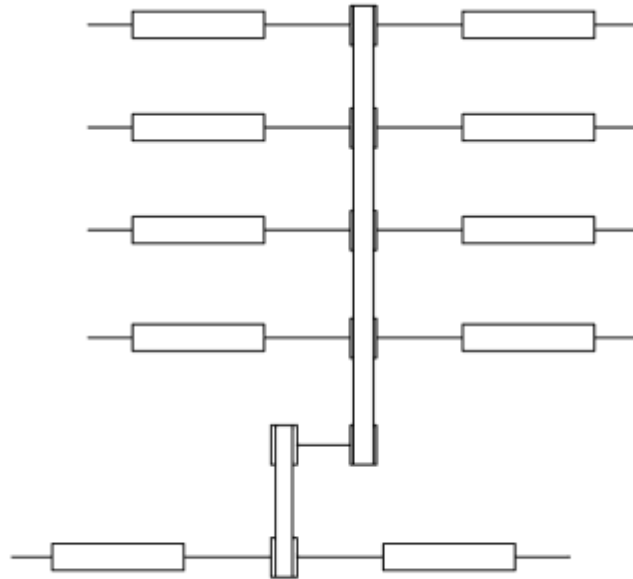
Lựa chọn cách dẫn động đầu vào:

Dẫn động kiểu so le



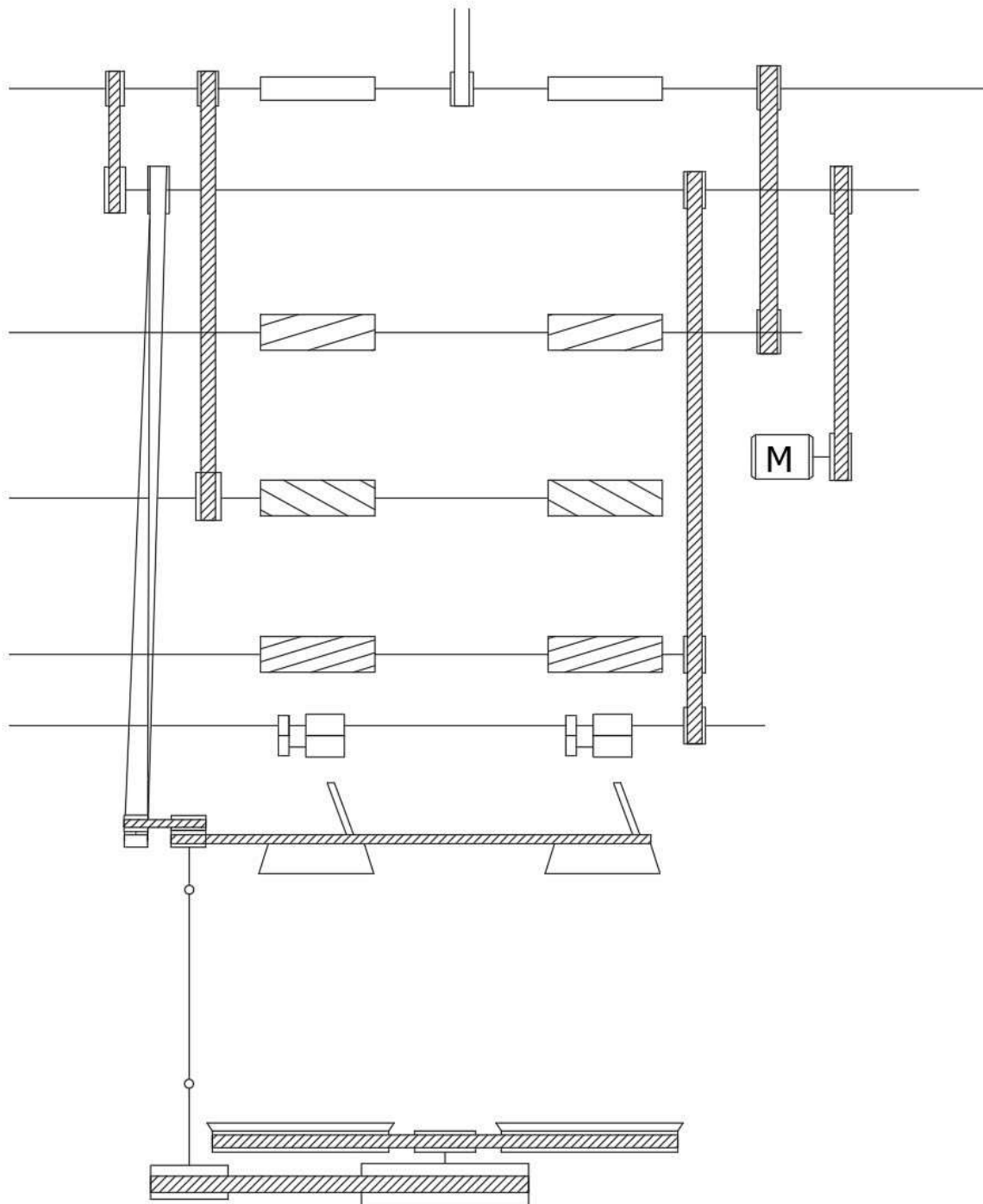
Hình 2. 19 Dàn cung cấp sợi đầu vào phân bố kiểu so le

Dẫn động kiểu thẳng bằng các con lăn trùng nhau



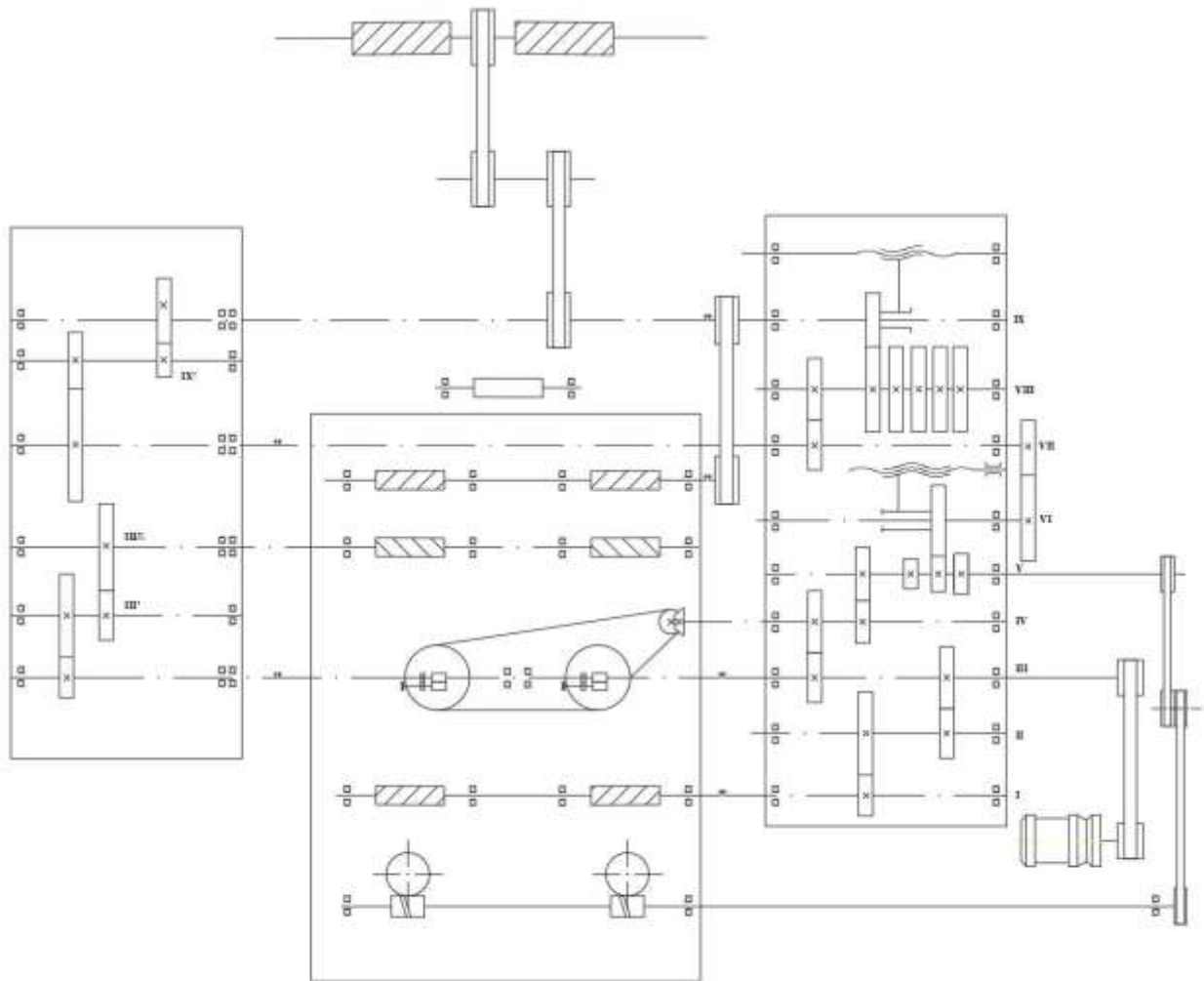
Hình 2. 20 Dàn cung cấp sợi đầu vào phân bố thẳng hàng

PHƯƠNG ÁN 1: SƠ ĐỒ ĐỘNG DẪN ĐỘNG BẰNG ĐAI VÀ ĐỘNG CƠ SERVO



Hình 2. 21 Sơ đồ động học dẫn động bằng đai và động cơ SERVO

**SƠ ĐỒ ĐỘNG HỌC DẪN ĐỘNG BẰNG ĐAI VÀ ĐỘNG CƠ SERVO
CƠ CẤU QUAY THÙNG BẰNG BÁNH RĂNG**



Hình 2. 23 Sơ đồ động học dẫn động bằng hộp tốc độ

2.3 PHÂN TÍCH LỰA CHỌN SƠ ĐỒ ĐỘNG

2.3.1 Sơ đồ động dẫn động bằng đai và động cơ servo

Ưu điểm:

- Cấu tạo đơn giản, dễ chế tạo và lắp ráp.
- Chi phí thấp: dùng dây đai và puli nên rẻ hơn so với bánh răng hay vít me.
- Động cơ servo cho khả năng điều khiển tốc độ chính xác.
- Vận hành êm, ít ồn do không có ăn khớp cứng như bánh răng.

Nhược điểm:

- Độ chính xác truyền động không cao: do đai có thể trượt hoặc giãn sau thời gian sử dụng.
- Tuổi thọ thấp hơn: đai cần được thay thế định kỳ.
- Không phù hợp truyền công suất lớn.

2.3.2. Sơ đồ động dẫn động bằng đai và động cơ servo, cơ cấu quay thùng bằng bánh răng

Ưu điểm:

- Kết hợp được sự linh hoạt của dây đai và độ chính xác của bánh răng.
- Tăng độ chính xác truyền động tại vị trí quay thùng nhờ bánh răng.
- Vẫn giữ được ưu điểm của động cơ servo về điều khiển chính xác.

Nhược điểm:

- Cấu trúc phức tạp hơn sơ đồ 1 do phải kết hợp hai loại truyền động.
- Giá thành cao hơn sơ đồ 1 do sử dụng thêm hệ thống bánh răng.
- Yêu cầu bảo trì kỹ lưỡng hơn (bôi trơn, căn chỉnh).

2.3.3. Sơ đồ động dẫn động bằng đai và bánh răng, cơ cấu quay thùng bằng bánh vít, trục vít (hộp tốc độ)

Ưu điểm:

- Tăng cường độ chính xác truyền động nhờ bánh răng và bộ truyền trục vít – bánh vít.
- Truyền động êm, giảm tốc lớn, phù hợp cho vị trí cần momen cao.
- Khả năng tự hãm tốt của bánh vít phù hợp cho cơ cấu quay thùng (giúp giữ vị trí khi ngừng truyền động).

Nhược điểm:

- Chi phí cao, do hệ thống phức tạp và cần cơ khí chính xác.
- Tổn thất công suất lớn hơn, hiệu suất của truyền động trực vít thường thấp.
- Bảo trì khó khăn hơn (bôi trơn trực vít, kiểm tra mòn bánh vít...).

⇒ **Chọn làm sơ đồ động để thiết kế**

2.3.4 Phân tích lựa chọn sơ đồ động:

1. Đảm bảo độ chính xác và ổn định trong truyền động

- Hệ thống kết hợp đai và bánh răng giúp:
 - Truyền động linh hoạt tại các đoạn không yêu cầu chính xác tuyệt đối (dùng đai).
 - Truyền chính xác tại các vị trí then chốt (dùng bánh răng).
- Giúp ổn định tốc độ các trục công tác như trục suốt, trục lô kéo, trục quay thùng.

2. Cơ cấu quay thùng bằng bánh vít – trục vít có khả năng tự hãm

- Đây là ưu điểm rất quan trọng trong máy ghép sợi:
 - Khi thùng sợi quay chậm lại hoặc dừng, bánh vít giúp giữ cố định thùng mà không bị trượt hay đảo chiều.
 - Tránh hiện tượng quay ngược, rung lắc, làm hỏng cấu trúc sợi.
- Đồng thời, truyền động này giúp giảm tốc lớn và tạo mômen cao, phù hợp cho quá trình cuốn sợi lên thùng.

3. Đa trục truyền động, mỗi trục có tốc độ khác nhau (kéo, dẫn sợi, cuốn sợi...).

Tốc độ thùng cuốn thay đổi chậm, nhưng lực giữ lớn → trục vít là giải pháp tối ưu.

4. Dễ bảo trì theo cụm chức năng

- Sơ đồ tách biệt từng cụm (đai – bánh răng – trục vít) → dễ tháo lắp, sửa chữa.
- Khi cần thay đổi tỷ số truyền → chỉ cần điều chỉnh tại từng cụm → linh hoạt hơn cho điều chỉnh thiết kế

CHƯƠNG III: TÍNH TOÁN THIẾT KẾ

Hệ số kéo (hay còn gọi là **tỷ số kéo**, tiếng Anh là **Draft ratio**) là một khái niệm rất quan trọng trong ngành kéo sợi, là **tỷ số giữa tốc độ bề mặt của trục trước và trục sau** trong hệ thống kéo sợi. Đây là tỷ số thể hiện **mức độ kéo giãn của bó sợi đầu vào để tạo ra sợi mảnh hơn ở đầu ra**.

Nói đơn giản hơn:

- **Trục sau** cấp nguyên liệu đầu vào (sợi thô, xơ thô),
- **Trục trước** kéo sợi ra nhanh hơn, làm cho sợi bị **kéo dài và mỏng đi**.

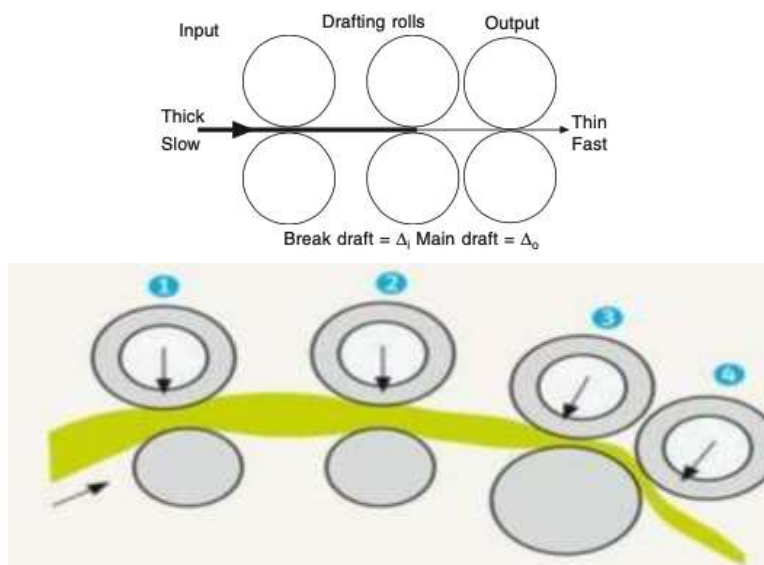
Công thức:

$$\text{Draft} = \frac{\text{Tốc độ bề mặt của suốt 1}}{\text{Tốc độ bề mặt của suốt 2}}$$

Nếu draft = 8, nghĩa là **sợi đầu ra dài gấp 8 lần** so với sợi đầu vào (và mỏng hơn).

Do đó hệ số kéo giãn là 1 trong những hệ số rất quan trọng đối với máy ghép

Dựa vào sơ đồ động sau khi phân tích và lựa chọn ta có bộ kéo dài 4 trên 3 theo tiêu chuẩn của ngành công nghiệp sợi như sau:



Hình 3. 1 Bộ kéo dài 4/3

Tốc độ vòng quay của suốt 1: $n = 2000$ vòng/ phút & Đường kính $D1 = 45\text{mm}$

Tốc độ vòng quay của suốt 2: $n = 350$ vòng/ phút & Đường kính $D2 = 35\text{mm}$

Tốc độ vòng quay của suốt 3: $n = 200$ vòng/ phút & Đường kính $D3 = 35\text{mm}$

$$\text{Draft} = \frac{\text{Tốc độ bề mặt của suốt 1}}{\text{Tốc độ bề mặt của suốt 3}} = \frac{\pi \cdot D1 \cdot n}{\pi \cdot D3 \cdot n} = \frac{\pi \cdot 2000 \cdot 45}{\pi \cdot 200 \cdot 35} = 12.857$$

$$\text{Back draft} = \frac{\text{Tốc độ bề mặt của suốt 2}}{\text{Tốc độ bề mặt của suốt 3}} = \frac{\pi.D2.n}{\pi.D3.n} = \frac{\pi.350.35}{\pi.200.35} = 1.75$$

$$\text{Front draft} = \frac{\text{Tốc độ bề mặt của suốt 1}}{\text{Tốc độ bề mặt của suốt 2}} = \frac{\pi.D1.n}{\pi.D2.n} = \frac{\pi.2000.45}{\pi.350.35} = 7.347$$

$$\text{Total draft} = \text{Back draft} \times \text{Front draft} = 7.347 \times 1.75 = 12.857$$

(dựa vào tốc độ vòng quay đầu ra là 300m/phút = 5m/s) ta tính được
Và đường kính của trục lăn đầu ra $D=60\text{mm}$

Thay vào công thức:

$$\text{Ta tính được } V = \pi \cdot D \cdot n \Rightarrow n_{\text{đầu ra}} = \frac{v}{\pi \cdot D} = \frac{5}{\pi \cdot 0.06} = 26,5 \text{ vòng/s}$$

Đơn vị là **vòng/phút (rpm)**, thì:

$$n = 26.5 \times 60 \approx 1590 \text{ vòng/phút}$$

Từ động cơ có tốc độ vòng quay là $n_{\text{đc}} = 1460$ vòng/phút tới cụm truyền động đầu ra có tốc độ vòng quay trục III là $n_{\text{III}} = 1590$ vòng/phút

$$\text{Ta tính được tỷ số truyền của bộ truyền đai: là } u_{\text{đai}} = \frac{1590}{1460} = 1,089$$

3.1. YÊU CẦU ĐẦU VÀO:

Để tính lực kéo của máy sợi thô ,sợi càng nhỏ, càng căng thì lực càng lớn. Một cách gần đúng:

$$F_k \approx \sigma \cdot A$$

Giả sử:

- Chiều rộng màng xơ: $b=20$
- Độ dày trung bình: $h=1 \Rightarrow A=b \cdot h=20 \text{ mm}^2$
- Ứng suất kéo điển hình: $\sigma=5 \div 7 \text{ N/mm}^2$

Ta tính được:

$$F_k \approx 5.20 = 100 \text{ N đến } 140\text{N}$$

Lực quay thùng cúi trong máy sợi thô là lực cần thiết để xoay trục thùng chứa sợi khi sợi được nạp vào, nhằm đảm bảo sợi không bị kéo căng quá mức hoặc đứt. Đây là một phần của cơ cấu nạp sợi (can delivery system).

Để tính lực quay thùng cúi, ta sẽ đi từ momen cản quay của thùng cúi, rồi suy ra lực quay tại chu vi (qua pully hoặc dây curoa).

Thông số giả định (có thể tinh chỉnh)

- Đường kính thùng cúi (phi): $D=600 \text{ mm} \Rightarrow r=0.3$
- Momen cản quay (bao gồm ma sát, khối lượng, kháng cuộn sợi...):
Kinh nghiệm cho thấy momen này khoảng $2 \div 5 \text{ N}\cdot\text{m}$, tùy sợi và tình trạng cơ khí.

$$M = \frac{F}{r}$$

Trong đó:

- M: momen cản ($\text{N}\cdot\text{m}$)
- F: lực kéo cần thiết tại chu vi pully hoặc vành thùng (N)
- r: bán kính truyền lực (m)

Tính lực quay cần thiết:

$$M = \frac{3}{0,3} = 10 \text{ N}$$

Tốc độ quay của thùng cúi phụ thuộc vào:

- Tốc độ sợi ra: $v = 300 \text{ m/phút}$
- Chu vi thùng: $C = \pi \cdot D = \pi \cdot 0.6 \approx 1.884 \text{ m}$
- Số vòng quay/phút (rpm):

$$N = \frac{v}{C} = \frac{300}{1.884} = 159,23 \text{ vòng/phút}$$

Vậy tính tổng lực kéo và lực quay là : 120-160N

Lực kéo $F = 140 \text{ N}$

$$P_{lv} = \frac{F_t \cdot v}{1000} = \frac{140 \cdot 5}{1000} = 0,7 \text{ kW}$$

Bảng 3. 1 Trị số hiệu suất của các loại bộ truyền và ổ

Tên gọi	Hiệu suất η của bộ truyền hoặc ổ	
	Được, che kín	Đẻ hở
Bộ truyền bánh răng trụ	0,96 - 0,98	0,93 - 0,95
Bộ truyền bánh răng côn	0,95 - 0,97	0,92 - 0,94
Bộ truyền trục vít		
- Tụ hãm	0,30 - 0,40	0,2 - 0,3
- Không tụ hãm với		
$z1 = 1$	0,70 - 0,75	
$z1 = 2$	0,75 - 0,82	
$z1 = 4$	0,87 - 0,92	
Bộ truyền xích	0,95 - 0,97	0,90 - 0,93
Bộ truyền bánh ma sát	0,90 - 0,96	0,70 - 0,88

Bộ truyền đai		0,95 - 0,96
Một cặp Ổ lăn	0,99 - 0,995	
Một cặp Ổ trượt	0,98 - 0,99	

- Hiệu suất chung của hệ thống: $\eta_{br}=0,97$; $\eta_{ol}=0,99$; $\eta_{kn}=0,98$; $\eta_d=0,95$; $\eta_{brc}=0,96$; $\eta_{tv}=0,73$; $\eta_{otrượt}=0,99$;
 $\eta_{ht} = \eta_{ol}^{15} \cdot \eta_{br}^{14} \cdot \eta_d^9 \cdot \eta_{tv} \cdot \eta_{kn}^7 \cdot \eta_{brc} \cdot \eta_{otrượt} = 0,98^7 \cdot 0,99^{15} \cdot 0,97^{14} \cdot 0,96 \cdot 0,95^9 \cdot 0,73 \cdot 0,98^7 = 0,2026$

- Công suất của động cơ điện: $P_{dc} \geq P_{dc} = \frac{P_{tv}}{\eta_{ht}} = \frac{0,7}{0,2026} = 3,455 \text{ kw}$

Chọn động cơ có tốc độ 1460 vòng/phút

Và đường kính của trục lăn đầu ra $D=60\text{mm}$

Thay vào công thức:

Ta tính được $V = \pi \cdot D \cdot n \Rightarrow n_{đầu ra} = \frac{v}{\pi \cdot D} = \frac{5}{\pi \cdot 0,06} = 26,5 \text{ vòng/s}$

Đơn vị là **vòng/phút (rpm)**, thì:

$$N_I = 26,5 \times 60 \approx 1590 \text{ vòng/phút}$$

3.2 TÍNH TOÁN BỘ TRUYỀN ĐẦU VÀO

Từ động cơ có tốc độ vòng quay là $n_{dc} = 1460$ vòng/phút tới cụm truyền động đầu ra có tốc độ vòng quay trục I là $n_I = 1590$ vòng/phút

Ta tính được tỷ số truyền của bộ truyền đai: là $u_{đai} = \frac{1460}{1590} = 0,9182$

Ta có:

$$P_{đc} = 3,5 \text{ kw}$$

$$P_{III} = \frac{P_{đc}}{\eta_{kn}^2 \cdot \eta_{ol}^2} = \frac{1,2}{0,98^2 \cdot 0,99^2} = 1,27 \text{ kW}$$

- Để phù hợp trong môi trường công nghiệp, khô và bụi bông nhóm em chọn sử dụng đai dẹt

- Yêu cầu công việc: $P_I = 1,27 \text{ kW}$, $n_I = 1590 \text{ vg/ph}$, $u = 0,9182$

1) Vật liệu làm đai:

- Chọn đai vải cao su do có đặc tính bền, dẻo, ít bị ảnh hưởng của độ ẩm và sự thay đổi nhiệt độ.

2) Đường kính bánh đai nối từ trục động cơ

$$d_1 = (1100 \div 1300) \cdot \sqrt[3]{\frac{P_1}{n_1}}$$

$$= (1100 \div 1300) \cdot \sqrt[3]{\frac{3,5}{1460}} = 147,21 \div 173,98 \text{ (mm)}$$

- Chọn d_1 theo tiêu chuẩn (50, 55, 63, 71, 80, 90, 100, 112, 125, 140, 150, 160, 180, 200, 224, 250, 280, 320, 360, 400, 450, 500, 560, 630, 710, 800, 900...)

⇒ Vậy chọn $d_1 = 150 \text{ mm}$

3) Tính vận tốc

$$v_1 = \frac{\pi d_1 n_1}{60000} = \frac{\pi \cdot 160 \cdot 1460}{60000} = 12,23 \text{ m/s}$$

$$v_1 < v_{max} = (60 \div 70) \text{ m/s}$$

4) Chọn hệ số trượt tương đối

$$\xi = 0,01 \div 0,02 .$$

- Đường kính $d_2 = d_1(1 - \xi) = 150(1 - 0,01) = 148,5 \text{ mm}$
- Dựa theo đường kính tiêu chuẩn ta chọn $d_2 = 140 \text{ mm}$
- Tỷ số truyền thực tế:

$$u_{tt} = \frac{d_2}{d_1(1 - \xi)} = \frac{150}{140(1 - 0,01)} = 1,082$$

- Sai lệch tỷ số truyền:

$$\Delta u = \frac{u_{tt} - u}{u} = \frac{1,082 - 0,9182}{0,9182} = 0,17\% < \Delta u_{max} = 4$$

5) Chọn khoảng cách trục theo điều kiện

$$15 \text{ m} \geq a \geq (1,5 \div 2)(d_1 + d_2) = 435 \div 580$$

$$\Rightarrow \text{Lấy } a = 500 \text{ mm}$$

6) Tính chiều dài L dây đai

$$L = 2a + \pi \frac{(d_2 + d_1)}{2} + \frac{(d_2 - d_1)^2}{4a} = 1455 \text{ mm}$$

- Giả sử nối đai bằng miếng kẹp và vít => không cần cộng thêm (100 ÷ 400) cho việc nối đai

7) Tính góc ôm đai α_1 .

$$\alpha_1 = 180^\circ - \frac{57 \cdot (d_2 - d_1)}{a} = 178^\circ > \alpha_{min} = 150^\circ$$

8) Chọn chiều dày đai δ theo tỉ lệ δ/d_1

Bảng 3. 2 Tỉ số của chiều dày đai và đường kính bánh đai nhỏ

Loại đai dẹt	Tỉ số $(\delta/d_1)_{max}$	
	Nên dùng	Cho phép
Đai vải cao su	1/40	1/30

Đai da	1/35	1/25
Đai sợi bông	1/30	1/25
Đai sợi len	1/30	1/25
Đai sợi tổng hợp	1/50 1/70	1/100...1/150

- Chọn $\frac{\delta}{d_1} = \frac{1}{40} \Rightarrow \delta = 4 \text{ mm}$

- Từ bảng tra, chọn đai vải cao su loại B800, 4 lớp không có lớp lót, có $\delta=4\text{mm}$

Bảng 3. 3 Kích thước của đai vải cao su

Số lớp	Chiều rộng- đai b (mm)	Kí hiệu đai			
		B-800 và B-820		BKHJI-65 và BKHJI-65-2	
		Chiều dày đai <5, mm			
		Có lớp lót	Không có lớp lót	Có lớp lót	Không có lớp lót
3	20... 112	4,5	3,75	3,0	3,0
4	20... 250	6,0	5,00	4,8	4,0
5	20... 250	7,5	6,25	6,0	5,0
6	80... 250	9,0	7,50	7,2	6,0

9) Tính ứng suất có ích cho phép:

$$[\sigma_t] = [\sigma_t]_0 C_\alpha C_v C_0 C_r$$

- Ứng suất cho phép theo thực nghiệm:

$$[\sigma_t]_0 = k_1 - k_2 \delta / d_1$$

- Vì bộ truyền nằm ngang, căng đai định kì nên \Rightarrow Ứng suất căng ban đầu $\sigma_0 = 1,8 \text{ Mpa}$

Bảng 3. 4 Trị số của hệ số k_1 và k_2

Loại đai		ứng suất căng ban đầu σ_0 , MPa			
		1,6	1,8	2,0	2,4
Đai vải cao su	K1	2,3	2,5	« 2,7	3,05
	K2	9,0	10,0	11,0	13,5
Đai da	K2	2,65	2,9	3,15	3,6
	K2	26,5	30,0	33,0	40,0
Đai sợi bông	K1	1,95	2,1	2,25	2,5
	K2	13,5	15,0	17,0	20,0

Đai sợi tổng hợp	ứng suất công ban đầu O_Q , MPa				
		4,0	5,0	7,5	10,0
- Được phủ bằng nhựa poliamic C6 trộn với cao su nitrin CKH-40					
	K1	5,7	7,0	9,6	11,6
	K2	5 176	220	330	440
- Được phủ bằng nhựa nairit					
	K1	6,55	8,0	11,4	14,3
	K2	124	156	233	311

- Với $k_1 = 2,5$; $k_2 = 10$; ta có: $[\sigma_t]_0 = 2,5 - \frac{10 \cdot 4}{140} = 2,21 \text{ MPa}$
- Chọn hệ số ảnh hưởng bởi góc ôm đai α_1 :
- $C_\alpha = 1 - 0.003(180^\circ - \alpha) = 1 - 0.003(180^\circ - 178^\circ) = 0,994$
- Chọn hệ số xét ảnh hưởng của vận tốc C_v khi $v_1 = 10,78$

Bảng 3. 5 Trị số của hệ số kể đến ảnh hưởng của vận tốc C_v

Loại đai	Vận tốc đai V , m/s .<									
	5	10	15	20	25	30	35	40	50 ,	70
Vải cao su(*)	1,03	1,0	0,95	0,88	0,79	0,68	—	—	—	—
Sợi tổng hợp	1,01	1,0	0,99	0,97	0,95	0,92	0,89	0,85	0,76	0,52

(*) Cũng dùng cho đai da, đai sợi bông, đai sợi len.

- Nội suy theo công thức sau: $(X-X_1)/(X_2-X)=(Y-Y_1)/(Y_2-Y)$
- Ta có:

$$(10,78- 10)/(15 - 10,78) = (C_v - 1)/(0,95 - C_v)$$

$$\Rightarrow C_v = 0,9922$$

Bảng 3. 6 Trị số của hệ số kể đến ảnh hưởng của vị trí bộ truyền C0

Kiểu truyền động	Góc nghiêng của đường tâm bộ truyền đối với đường nằm ngang		
	-từ 0 đến 60°	từ 60° đến 80°	từ 80° đến 90°
Tự căng (căng đai tự động)	1	1	1
Truyền động thường	1	0,9	0,8
Truyền động chéo	0,9'	0,8	0,7
Truyền động nửa chéo	0,8	0,7	0,6

- Tra hệ số ảnh hưởng vị trí bộ truyền: $C_0 = 1$
- Tra hệ số chế độ làm việc:
 - $C_r = 0.8$ (hệ thống làm việc 2 ca, dao động nhẹ
$$[\sigma_t] = [\sigma_t]_0 C_\alpha C_v C_0 C_r$$

$$= 2,21 \cdot 0,97 \cdot 0,94 \cdot 1 \cdot 0,8 = 1,612$$

10) Xác định chiều rộng đai

$$b \geq \frac{100 \cdot K_d \cdot P_1}{\delta \cdot v \cdot [\sigma_t]}$$

- Chọn dùng động cơ không đồng bộ 3 pha roto lồng sóc , làm việc 2 pha

$$K_d = 1,1 + 0,1 = 1,2$$

$$b \geq \frac{100 \cdot K_d \cdot P_1}{\delta \cdot v \cdot [\sigma_t]} = \frac{1000 \cdot 1,2 \cdot 3,7}{4 \cdot 10,78 \cdot 1,612} = 63,87$$

Bảng 3. 7 Trị số của hệ số tải động Kđ

.Đặc tính tải trọng	Loại máy	Hệ số Kđ khi dẫn động bằng động cơ nhđm	
		I	
Tải trọng tĩnh, tải trọng mở máy đến 120% tải trọng danh nghĩa	Máy phát điện, quạt, máy nén và máy bơm li tâm, băng tải, máy tiện, máy khoan, máy mài	1,0	1,1
Tải trọng dao động nhẹ, tải trọng mở máy đến 150% tải trọng danh nghĩa	Máy bơm và máy nén khí kiểu pittông có 3 xilanh trở lên, xích tải, máy phay, máy tiện rovinve	1,1'	1,25

Tải trọng dao động mạnh, tải trọng mở máy đến 200% tải trọng danh nghĩa t	Thiết bị dẫn động quay 2 chiều, máy bào, máy xọc; máy bơm và máy nén khí một hoặc hai xilanh; vít vận chuyển và máng cào; máy ép kiểu vít và máy ép lệch tâm cố vô lăng năng; máy kéo sợi, máy dệt	1,25	1,5
Tải trọng va đập và rất không ổn định, tải trọng mở máy đến 300% tải trọng danh nghĩa	Máy ép kiểu vít và máy ép lệch tâm cố vô lăng nhẹ; máy nghiền đá, máy nghiền quặng; máy cát tằm, máy búa, máy mài bi, cần trục, máy xúc đất	1,5...1,6	1,7

- Theo tiêu chuẩn ta chọn bề rộng đai: $b = 71 \text{ mm}$

Chú thích: Chiều rộng tiêu chuẩn của đai như sau: 20; 25; (30); 32; 40; 50; (60); 63; (70); 71; (75); 80; (86); 90; 100; 112; (115); (120); 125; 140; (150); (160); (175); 180; 200; 224; (225); 250 (Kích thước trong dấu ngoặc nên ít dùng).

- Theo bảng dưới chọn bề rộng bánh đai: $B = 80 \text{ mm}$

$b, (mm)$	10	16	20	25	32	40	50	63	71	80	90
$B, (mm)$	16	20	25	32	40	50	63	71	80	90	100

11) Lực căng đai ban đầu:

$$F_0 \leq A[\sigma_0] = b \cdot \delta \cdot [\sigma_0] = 71 \cdot 4 \cdot 1,8 = 512 \text{ N}$$

12) Lực tác dụng lên trục:

- Vì không dùng bánh căng, nên ta có:

$$F_r = 3F_0 \sin\left(\frac{\alpha_1}{2}\right) = 3 \cdot 512 \cdot \sin\left(\frac{178^\circ}{2}\right) = 1535,76 \text{ N}$$

13) Thông số bộ truyền đai dẹt

Bảng 3. 8 Thông số của bộ truyền đai

Đường kính bánh dẫn d_1	150 mm
Đường kính bánh bị dẫn d_2	140 mm
Bề rộng bánh đai B	80 mm
Chiều dài đai L	1455 mm

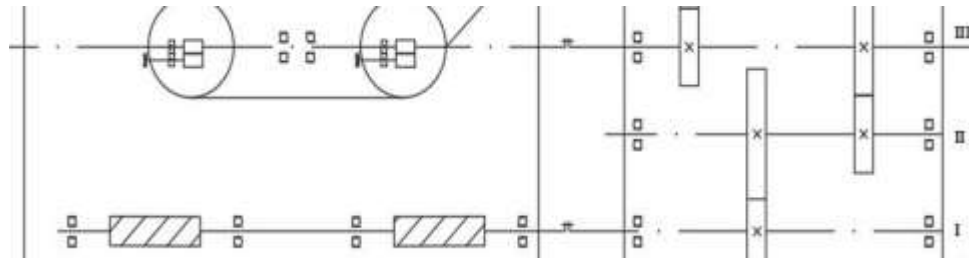
Tiết diện đai $b \times \delta$	$71 \times 4 \text{ mm}^2$
Lực căng đai F_0	512 N
Lực lên trục F_r	1535,76 N

3.3 TÍNH TOÁN BỘ TRUYỀN BÁNH RĂNG

3.3.1 Thông số kỹ thuật :

- Thời gian phục vụ: $L = 8$ năm.
 - Quay 1 chiều, tải trọng dao động nhẹ, 240 ngày/năm, 2 ca/ngày, 8 tiếng/ca.
- ⇒ Ta tính toán theo độ bền mỏi tiếp xúc để tránh hiện tượng tróc rỗ bề mặt và kiểm nghiệm lại điều kiện bền uốn.

Thiết kế bánh răng: Với truyền động suất 1 bằng công suất là



Bảng 3. 9 Bảng thông số bộ truyền lên suất 1

	Động cơ	III	II	I
Công suất (kw)	3,5	3,129	3	2,857
Tỷ số truyền		1,089	0,773584906	1,689655172
Số vòng quay (v/ph)	1460	1590	1230	2078

Moomen xoắn (Nmm)	22893,83562	18793,67925	23292,68293	13130,10106
-------------------	-------------	-------------	-------------	-------------

3.3.2 Cấp bánh răng trụ răng thẳng cấp chậm:

1) Vật liệu và nhiệt luyện bánh răng.

- Ta chọn loại vật liệu hai cấp của băng răng như nhau thép C45
- Thép C45 nên ta tôi cao tần bề mặt răng của bánh răng nhằm mục đích bánh răng chịu được mài mòn, va đập cao.
- Ta chọn độ cứng như sau:

- Bánh răng nhỏ là 250 HB
- Bánh răng lớn là 235 HB

2) Ứng suất cho phép:

a) Ứng suất tiếp xúc cho phép

- Khi chưa có kích thước bộ truyền ta tính sơ bộ:

$$[\sigma_H] = \sigma_{H \text{ lim}}^0 \frac{0,9K_{HL}}{S_H} \text{ với } S_H = 1,1$$

- Giới hạn mỗi tiếp xúc tương đương với chu kỳ cơ sở được cho trong bản 6.2

Bảng 3. 10 Bảng cơ tính của một số vaajat liệu chế tạo bánh răng

Vật liệu	Nhiệt luyện	Độ rắn		$\sigma_{H \text{ lim}}^0$ (MPa)	S_H	$\sigma_{F \text{ lim}}^0$ (MPa)	S_F
		Mặt răng	Lõi răng				
40, 45, 40X, 40XH, 35XM 40X, 40XH, 35XM...	Thường hóa hoặc tôi cải thiện Tôi thể tích	HB180 ... 350 HRC 45 ... 35		2HB + 70 18HRC + 150	1,1 1,1	1,8HB 550	1,75 1,75
40X, 40XH, 35XM...	Tôi bề mặt bằng dòng điện tần số cao (môđun $m_n \geq 3\text{mm}$)	HRC56...63	HRC 25...55	17HRC _m + 200	1,2	900	1,75
40X, 40XH, 35XM...	Tôi bề mặt bằng dòng điện tần số cao (môđun $m_n < 3\text{mm}$)	HRC 45...55	HRC 45...55	17HRC _m + 200	1,2	550	1,75
40X, 40XΦA, 35XΓOA...	Thấm nitơ	HRC 55...67	HRC 24...40	1050	1,2	12HRC _i + 30	1,75
Thép thấm cacbon các loại	Thấm cacbon và tôi	HRC 55...63	HRC 30...45	23HRC _m	1,2	750	1,55
Thép mỗlipđen 25XΓM, 25XΓHM	Thấm cacbon - nitơ và tôi	HRC 57...63	HRC 30...45	23HRC _m	1,2	1000	1,55
Thép không chứa mỗlipđen 25XΓT, 30XΓT, 35X...	Thấm cacbon - nitơ và tôi	HRC 57...63	HRC 30...45	23HRC _m	1,2	750	1,55

Chú thích : HRC_m - độ rắn mặt răng ; HRC_i - độ rắn lõi răng

- Theo bảng với thép 45, tôi cải thiện đạt độ rắn 180 ... 350; $\sigma_{Hlim}^0 = 2H + 70$;
 $S_H = 1,1$; $\sigma_{Flim}^0 = 1,8HB$; $SF = 1,75$

$$\sigma_{Hlim1}^0 = 2H_1 + 70 = 570 \text{ Mpa}$$

$$\sigma_{Hlim2}^0 = 2H_2 + 70 = 540 \text{ Mpa}$$

- Số chu kỳ làm việc cơ sở:

$$N_{HO1} = 30H_1^{2,4} = 30 \cdot 250^{2,4} = 1,7 \cdot 10^7 \text{ (chu kỳ)}$$

$$N_{HO2} = 30H_2^{2,4} = 30 \cdot 235^{2,4} = 1,47^7 \text{ (chu kỳ)}$$

- Số chu kỳ làm việc tương đương, xác định theo sơ đồ tải trọng:

$$N_{HE1} = 60c \sum \left(\frac{T_i}{T_{max}} \right)^3 \cdot n_i t_i$$

$$= 60 \cdot 1 \left(1^3 \cdot \frac{23}{23+35+36} + 0,8^3 \cdot \frac{35}{23+35+36} + 0,9^3 \cdot \frac{36}{23+35+36} \right) \cdot 1590 \cdot 30720$$

$$= 209,4 \cdot 10^7 \text{ (chu kỳ)}$$

$$N_{HE2} = \frac{N_{HE1}}{u} = \frac{209,4 \cdot 10^7}{1,089} = 192,28 \cdot 10^7 \text{ (chu kỳ)}$$

- Khi $N_{HE} > N_{HO}$ thì ta chọn $K_{HL} = 1$

- Ứng suất tiếp của từng bánh răng:

$$[\sigma_{H1}] = \sigma_{Hlim1}^0 \frac{K_{HL1}}{S_H} = 570 \cdot \frac{1}{1,1} = 518,18 \text{ MPa}$$

$$[\sigma_{H2}] = \sigma_{Hlim2}^0 \frac{K_{HL1}}{S_H} = 470 \cdot \frac{1}{1,1} = 490,9 \text{ MPa}$$

- Vậy để tính bộ truyền bánh răng trụ răng thẳng ta lấy

$$[\sigma_H] = [\sigma_H]_{\min} = [\sigma_{H2}] = 490,9 \text{ MPa}$$

b) Ứng suất uốn cho phép

$$[\sigma_F] = \frac{\sigma_{Flim}^0 K_{FC}}{S_F} K_{FL} \text{ với } S_F = 1,75$$

- Giới hạn mỗi uốn tương đương với chu kỳ cơ sở được cho

$$\sigma_{Flim1}^0 = 1,8H_1 = 450 \text{ Mpa}$$

$$\sigma_{Flim2}^0 = 1,8H_2 = 423 \text{ Mpa}$$

- Số chu kỳ làm việc tương đương.

$$N_{FE1} = 60c \sum \left(\frac{T_i}{T_{max}} \right)^6 \cdot n_i t_i$$

$$= 60 \cdot 1 \left(1^6 \cdot \frac{23}{23+35+36} + 0,8^6 \cdot \frac{35}{23+35+36} + 0,9^6 \cdot \frac{36}{23+35+36} \right) \cdot 1590 \cdot 30720$$

$$= 173,58 \cdot 10^7 \text{ (chu kỳ)}$$

$$N_{FE2} = \frac{N_{FE1}}{u} = \frac{173,58 \cdot 10^7}{1,089} = 63,68 \cdot 10^7 \text{ (chu kỳ)}$$

- Khi $N_{FE} > N_{F0} = 4 \cdot 10^6$ thì ta chọn $K_{FL} = 1$

- Do đó theo (6.2a) với bộ truyền quay 1 chiều $K_{Fc} = 1$.

- Ứng suất uốn sơ bộ của từng bánh răng

$$[\sigma_{F1}] = 450 \cdot \frac{1}{1,75} = 257,14 \text{ Mpa}$$

$$[\sigma_{F2}] = 423 \cdot \frac{1}{1,75} = 241,71 \text{ Mpa}$$

3) Hệ số bộ truyền bánh răng trụ răng thẳng.

- Chiều rộng vành răng: được chọn theo tiêu chuẩn bảng 6.6: $\Psi_{ba}=0,3$

Bảng 3. 11 Bảng trị số các hệ số Ψ_{bd} max và Ψ_{ba}

Vị trí bánh răng đối với các ổ trong hộp giảm tốc	Trị số nên dùng	Độ rắn mặt răng làm việc	
		$H_2 \leq \text{HB } 350$ hoặc H_1 và $H_2 \leq \text{HB } 350$	H_1 và $H_2 > \text{HB } 350$
Đối xứng	Ψ_{ba} Ψ_{bdmax}	0,3 ... 0,5 1,2 ... 1,6	0,25 ... 0,3 0,9 ... 1,0
Không đối xứng	Ψ_{ba} Ψ_{bdmax}	0,25 ... 0,4 1,0 ... 1,25	0,2 ... 0,25 0,65 ... 0,8
Chia	Ψ_{ba} Ψ_{bdmax}	0,2 ... 0,25 0,6 ... 0,7	0,15 ... 0,2 0,45 ... 0,55

Chú thích : 1. Với bánh răng chữ V, trị số Ψ_{ba} tăng lên 1,3 ... 1,4 lần. 2. Với các bánh răng trong hộp tốc độ $\Psi_{ba} = 0,1 \dots 0,2$; 3. Trị số lớn dùng cho trường hợp tải trọng tính hoặc gần như tính; 4. Trị số Ψ_{ba} đối với cấp chậm trong hộp giảm tốc nên lấy lớn hơn 20 ... 30% so với cấp nhanh.

- Ta suy ra giá trị $\Psi_{bd} = \Psi_{ba} \cdot \frac{u+1}{2} = 0,3 \cdot \frac{1,089+1}{2} = 0,31335$

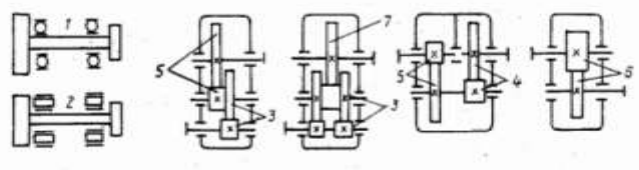
- Theo bảng với bánh răng thẳng $K_a=49,5$; $K_d=77$; $Z_M=274$

Bảng 3. 12 Bảng trị số của các hệ số K_a ; K_d ; Z_M

Hệ số	Loại răng	Vật liệu bánh nhỏ và bánh lớn					
		thép - thép	thép - gang	thép - đồng thanh	gang - gang	têchtolit - thép	Poliamid - thép
K_a , (MPa ^{1/3})	thẳng	49,5	44,5	43	41,5	20	15,5
	nghiêng và chữ V	43	39	37,5	36	17	13,5
K_d , (MPa ^{1/3})	thẳng	77	70	68	64,5	31	24
	nghiêng và chữ V	67,5	61	60	56,5	27	21
Z_M (MPa) ^{1/3}	-	274	234	225	209	69,5	47,5

- Theo bảng $K_{H\beta} = 1,03$; $K_{F\beta} = 1,08$

Bảng 3. 13 Bảng trị số của các hệ số không đều tải trọng trên chiều rộng vành răng $K_{H\beta}$ và $K_{F\beta}$



ψ_{bd}	$K_{H\beta}$ ứng với sơ đồ							$K_{F\beta}$ ứng với sơ đồ						
	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7
Khi $H_1 \leq HB 350$ và $H_2 \leq HB 350$														
0,2	1,08	1,05	1,02	1,01	1,01	1,0	1,0	1,18	1,1	1,05	1,03	1,02	1,01	1
0,4	1,18	1,12	1,05	1,03	1,02	1,01	1,01	1,38	1,21	1,11	1,06	1,05	1,03	1,01
0,6	1,31	1,19	1,07	1,05	1,03	1,02	1,02	1,61	1,39	1,17	1,12	1,08	1,05	1,02
0,8	1,45	1,27	1,12	1,08	1,05	1,03	1,02	1,95	1,58	1,24	1,17	1,12	1,07	1,03
1	-	-	1,15	1,11	1,07	1,05	1,03	-	-	1,32	1,23	1,16	1,1	1,05
1,2	-	-	1,2	1,13	1,1	1,06	1,04	-	-	1,41	1,3	1,22	1,14	1,08
1,4	-	-	1,24	1,17	1,13	1,07	1,05	-	-	1,5	1,38	1,28	1,19	1,12
1,6	-	-	1,28	1,21	1,16	1,11	1,06	-	-	1,6	1,45	1,37	1,26	1,15
Khi $H_1 > HB 350$ và $H_2 > HB 350$														
0,2	1,22	1,1	1,05	1,04	1,02	1,01	1,0	1,31	1,2	1,08	1,04	1,03	1,02	1,0
0,4	1,44	1,25	1,12	1,08	1,05	1,02	1,01	1,69	1,42	1,18	1,06	1,1	1,04	1,01
0,6	-	1,45	1,2	1,14	1,08	1,04	1,02	-	1,71	1,3	1,17	1,12	1,18	1,03
0,8	-	-	1,28	1,2	1,14	1,07	1,03	-	-	1,43	1,27	1,2	1,14	1,06
1	-	-	1,37	1,27	1,19	1,12	1,06	-	-	1,57	1,39	1,28	1,2	1,1
1,2	-	-	1,47	1,35	1,25	1,16	1,08	-	-	1,72	1,53	1,41	1,3	1,15
1,4	-	-	-	-	1,31	1,22	1,12	-	-	-	1,7	1,53	1,4	1,22
1,6	-	-	-	-	-	1,26	1,16	-	-	-	-	-	-	1,29

- Khoảng cách trục:

- Tính toán cho bánh răng trụ răng thẳng ta dùng công thức:

$$a_w = K_a(u+1)^3 \sqrt{\frac{T_1 K_{H\beta}}{[\sigma_H]^2 u \cdot \psi_{ba}}}$$

$$= 49,5(1,089+1)^3 \sqrt{\frac{18793,67 \cdot 1,02}{490,9^2 \cdot 1,089 \cdot 0,3}} = 64,78 \text{ mm}$$

- Theo tiêu chuẩn ta chọn $a_w = 94 \text{ mm}$

3) Xác định các thông số ăn khớp

- Moodun pháp theo công thức(6,17):

$$m = (0,01 \div 0,02) \cdot a_w$$

- Theo bảng ta chọn $m = 2 \text{ mm}$

Bảng 3. 14 Bảng trị số tiêu chuẩn của moodun

m (mm)	Dây 1	1,25	1,5	2	2,5	3	4	5	6	8	10	12
	Dây 2	1,375	1,75	2,25		3,5	4,5	5,5	7	9	11	14
Chú thích : 1 - Đối với bánh răng nghiêng và răng chữ V, môđun tiêu chuẩn là môđun pháp m_n ; 2. Ưu tiên dùng dây 1.												

- Số răng bánh răng:

- Số răng bánh nhỏ :

$$z_1 = \frac{2 a_w}{m(u+1)} = \frac{2 \cdot 94}{2 \cdot (1,089+1)} = 40,21 \text{ (răng)}$$

- Chọn số răng bánh nhỏ: $z_1 = 41$ răng
- Số răng bánh lớn:

$$z_2 = u \cdot z_1 = 1,089 \cdot 35 = 38,115 \text{ (răng)}$$

- Chọn số răng bánh lớn: $z_2 = 38$ răng.
- Tính lại tỉ số truyền thực:

$$u = z_2 / z_1 = 38 / 41 = 0,927$$

- Sai số tỉ số truyền không đáng kể vậy nên không cần dịch chỉnh

- Góc ăn khớp :

$$\cos(a_{tw}) = \frac{m \cdot z_t \cdot \cos(a)}{2 a_w} = \frac{2 \cdot (35+97) \cdot \cos(20^\circ)}{2 \cdot 130} = 0,954$$

$$\text{Vậy góc } a_{tw} = 17,41^\circ$$

Bảng 3. 15 Bảng ước tính tỷ số truyền của bộ truyền bánh răng lên suốt 1

Cặp bánh răng ăn khớp nhóm		Máy thiết kế
Nhóm 1	i1	41/53
Nhóm 2	i2	49/29

Bảng 3. 16 Bảng thông số kỹ thuật bánh răng suốt 1

Thông số	Giá trị i1		Giá trị i2	
Khoảng cách trục a_w (mm)	94		78	
Chiều cao răng	$H=2,25.m=4,5\text{mm}$		$H=2,25.m=4,5\text{mm}$	
Góc lượn chân răng	$\rho=m/3=0,6$		$\rho=m/3=0,6$	
Khe hở đường kính	$c=0,25.m=0,5$		$c=0,25.m=0,5$	
Modul pháp (m)	2		2	
Chiều rộng vành răng	$b_w=a_w. \Psi_{ba}=37,2$		$b_w=a_w. \Psi_{ba}=37,2$	
Tỷ số truyền	0,773584906		1,689655172	
Số răng bánh răng	41	53	49	29
Hệ số dịch chỉnh	0	0	0	0
Đường kính vòng chia (mm)	82	106	98	58

Đường kính đỉnh răng $d_{a1}=d_1+2m$	86	110	102	62
Đường kính đáy răng $d_{f1}=d_1-2,5m$	77	101	93	53
Góc profin răng	$=20^\circ$		$=20^\circ$	
Góc ăn khớp	$a_{tw} = 17,41^\circ$		$a_{tw} = 17,41^\circ$	

Tương tự ta tính được các thông số bánh răng như sau:

Tính toán cụm truyền động suốt 2

Bảng 3. 17 Bảng thông số các cụm truyền động suốt 2

	III	III'	III''
Công suất (kw)	3,129	3	2,857
Tỷ số truyền	0,355263158	0,618421053	
Số vòng quay (v/ph)	1590	564,8684211	349,3265235
Moomen xoắn (Nmm)	18793,67925	50719,77638	78105,57791

Bảng 3. 18 Bảng thông số tỷ số truyền suốt 2

Cặp bánh răng ăn khớp nhóm		Máy thiết kế
Nhóm 1	i1	27/76
Nhóm 2	i2	47/75

Bảng 3. 19 Bảng thông số kỹ thuật bộ truyền suốt 2

Thông số	Giá trị i1	Giá trị i2
Khoảng cách trục aw (mm)	114	122
Chiều cao răng	$H=2,25.m=4,5\text{mm}$	$H=2,25.m=4,5\text{mm}$
Góc lượn chân răng	$\rho=m/3=0,6$	$\rho=m/3=0,6$
Khe hở đường kính	$c=0,25.m=0,5$	$c=0,25.m=0,5$

Modul pháp (m)	2		2	
Chiều rộng vành răng	$b_w=a_w. \Psi_{ba}=37,2$		$b_w=a_w. \Psi_{ba}=37,2$	
Tỷ số truyền	0,5		0,626666667	
Số răng bánh răng	38	76	47	75
Hệ số dịch chỉnh	0	0	0	0
Đường kính vòng chia (mm)	76	152	94	150
Đường kính đỉnh răng $d_{a1}=d_1+2m$	80	156	98	154
Đường kính đáy răng $d_{f1}=d_1-2,5m$	71	147	89	145
Góc profin răng	$=20^\circ$		$=20^\circ$	
Góc ăn khớp	$a_{tw} =17,41^\circ$		$a_{tw} =17,41^\circ$	

Tính toán cụm truyền động suốt 3

Bảng 3. 20 Bảng thông số cụm truyền động suốt 3 và dàn cấp sợi

	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	TRỤC SUỐT 3
Công suất (kw)	3,129	0,704918 033	2,77	2,66	2,5544	2,453	2,2168	2,063
Tỷ số truyền		0,5	0,77358 4906	0,393939 394	0,58064 5161	0,72857 1429	1,92063 4921	1,142857 143
Số vòng quay (v/ph)	1590	795	615,000 0003	242,272 7274	140,674 4869	102,491 4119	196,848 5847	224,969 8111
Momen xoắn (Nmm)	18793 ,6792 5	8467,883 287	43013,8 2112	104852, 908	173411, 1177	228566, 9558	107546, 8235	87574,6 3904

Bảng 3. 21 Bảng thông số tỷ số truyền của cụm suốt 3 và dàn cấp sợi

Cặp bánh răng ăn khớp nhóm		Máy thiết kế
Nhóm 1	i ₁	38/76
Nhóm 2	i ₂	43/61
Nhóm 3	i ₃	26/66

Nhóm 4	i4	34/64
Nhóm 5	i5	51/70
Nhóm 6	i6	123/63
Nhóm 7	i7	24/21

Bảng 3. 22 Bảng thông số kỹ thuật của cụm suốt 3 và dàn cấp sợi

Thông số	Giá trị i1	Giá trị i2	Giá trị i3	Giá trị i4	Giá trị i5	Giá trị i6	Giá trị i7							
Khoảng cách trục aw (mm)	114	104	92	98	121	186	45							
Chiều cao răng	H=2,25.m=4,5mm	H=2,25.m=4,5mm	H=2,25.m=4,5mm	H=2,25.m=4,5mm	H=2,25.m=4,5mm	H=2,25.m=4,5mm	H=2,25.m=4,5mm							
Góc lượn chân răng	$\rho=m/3=0,6$	$\rho=m/3=0,6$	$\rho=m/3=0,6$	$\rho=m/3=0,6$	$\rho=m/3=0,6$	$\rho=m/3=0,6$	$\rho=m/3=0,6$							
Khe hở đường kính	c=0,25.m=0,5	c=0,25.m=0,5	c=0,25.m=0,5	c=0,25.m=0,5	c=0,25.m=0,5	c=0,25.m=0,5	c=0,25.m=0,5							
Modul pháp (m)	2	2	2	2	2	2	2							
Chiều rộng vành răng	$b_n=a_n \cdot \Psi_{ba}=37,2$	$b_n=a_n \cdot \Psi_{ba}=37,2$	$b_n=a_n \cdot \Psi_{ba}=37,2$	$b_n=a_n \cdot \Psi_{ba}=37,2$	$b_n=a_n \cdot \Psi_{ba}=37,2$	$b_n=a_n \cdot \Psi_{ba}=37,2$	$b_n=a_n \cdot \Psi_{ba}=37,2$							
Tỷ số truyền u	0.5	0.704918033	0.393939394	0.53125	0.728571429	1.952380952	1.142857143							
Số răng bánh răng	38	76	43	61	26	66	34	64	51	70	123	63	24	21
Hệ số dịch chính	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Đường kính vòng chia (mm)	76	152	86	122	52	132	68	128	102	140	246	126	48	42
Đường kính đỉnh răng $d_{a1}=d_1+2m$	80	156	90	126	56	136	72	132	106	144	250	130	52	46
Đường kính đáy răng $d_{f1}=d_1-2,5m$	71	147	81	117	47	127	63	123	97	135	241	121	43	37
Góc profin răng	$=20^\circ$	$=20^\circ$	$=20^\circ$	$=20^\circ$	$=20^\circ$	$=20^\circ$	$=20^\circ$	$=20^\circ$	$=20^\circ$	$=20^\circ$	$=20^\circ$	$=20^\circ$	$=20^\circ$	$=20^\circ$
Góc ăn khớp	$a_{aw}=17,41^\circ$	$a_{aw}=17,41^\circ$	$a_{aw}=17,41^\circ$	$a_{aw}=17,41^\circ$	$a_{aw}=17,41^\circ$	$a_{aw}=17,41^\circ$	$a_{aw}=17,41^\circ$	$a_{aw}=17,41^\circ$	$a_{aw}=17,41^\circ$	$a_{aw}=17,41^\circ$	$a_{aw}=17,41^\circ$	$a_{aw}=17,41^\circ$	$a_{aw}=17,41^\circ$	$a_{aw}=17,41^\circ$

4) Tính toán cụm truyền động đầu ra

Với V đầu ra là = 300m/phút = 5m/s

Với V đầu ra thực tế ta có công thức tính tốc độ đưa (bàn giao) của con lô

Như yêu cầu đầu vào $V_{lt}= 5m/s$ và n đầu ra =

$$V = \frac{n \cdot F \cdot 60 \cdot \pi}{E \cdot 60 \cdot 1000} (1 - \varepsilon)$$

Trong đó:

n là số vòng quay của động cơ (1460 vòng/phút)

E là đường kính bánh đai nối trục (mm)

F là đường kính bánh đai nối động cơ (mm)

ε là hệ số bị trượt ($\varepsilon = 0.01$)

$$\Rightarrow V = \frac{n \cdot F \cdot 60 \cdot \pi}{E \cdot 60 \cdot 1000} (1 - \varepsilon) = \frac{1460 \cdot 150 \cdot 60 \cdot \pi}{140 \cdot 60 \cdot 1000} (1 - 0,01) = 4,914 (m/s)$$

Tốc độ quay của đầu ra được đảm bảo

3.4 TÍNH TOÁN THIẾT KẾ TRỤC VÀ Ổ LĂN

3.4.1 Thiết kế trục

1) Vật liệu thiết kế trục

- Chọn vật liệu chế tạo trục là thép C45 có các ứng suất cho phép:
- Có Thép C45 $\sigma_b=600\text{MPa}$, ứng suất xoắn cho phép
- Ở các máy móc quan trọng “hộp giảm tốc” khi chịu tải trọng trung bình, thường dùng thép C45 thường hóa hoặc tôi cải thiện. Cơ tính có thể tra trong bảng 6.1

2) Thiết kế sơ bộ đường kính trục

$$d_k \geq \sqrt[3]{\frac{T_k}{0,2 \cdot [\tau]}}$$

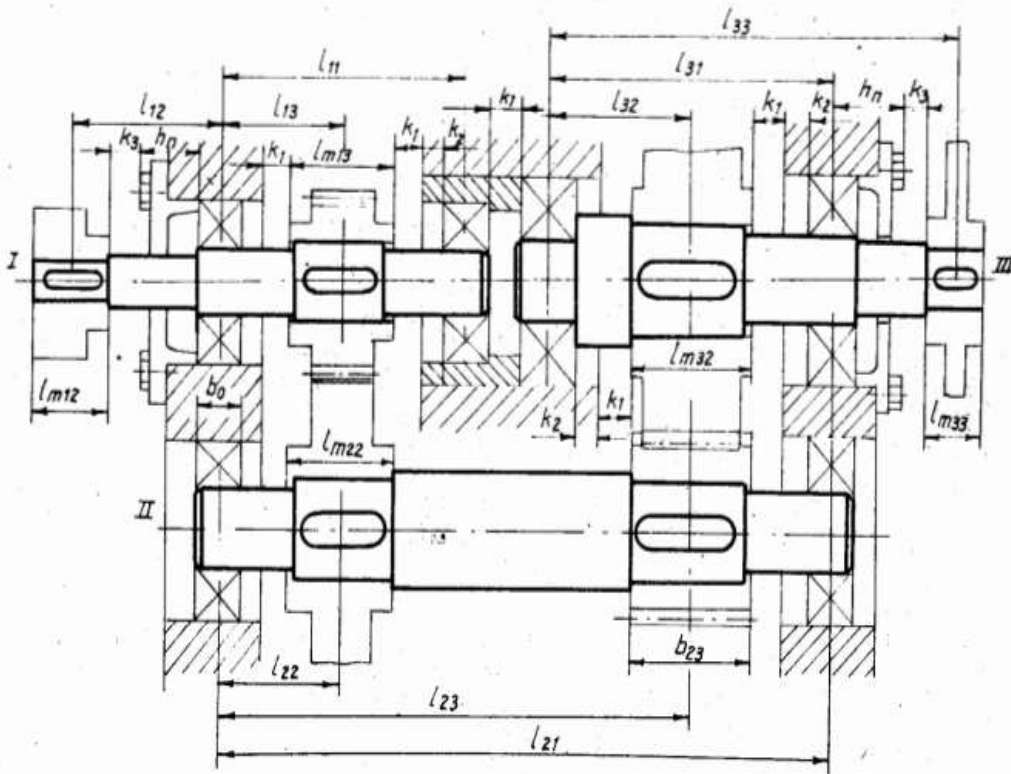
Bảng 3. 23 Bảng sơ bộ đường kính các trục

Trục	III	II	I
Momen xoắn T(N.mm)	18793,67	23292,68	13130,101
Ứng suất $[\tau]$ (Mpa)	25	15	25
d_{sb} (mm)	18.5	23.8	16.79
Chọn d_{sb} (mm)	20	30	20

- Ở đây lắp bánh đai lên đầu vào của trục, do đó không cần quan tâm đến đường kính trục động cơ điện.

3) Xác định khoảng cách giữa các gối đỡ và điểm đặt lực.

- Dựa theo đường kính các trục, sử dụng bảng 10.2 để chọn chiều rộng ổ lăn, công thức (10.10) để xác định chiều dài mayo bánh đai và bánh răng, công thức (10.13) để xác định chiều dài nửa nối trục, bảng 10.3 và 10.4 để tính các khoảng cách.



Hình 3. 2 Sơ đồ tính khoảng cách trục

- $k_1=15$ mm : khoảng cách từ mặt mút của chi tiết quay đến thành trong của hộp hoặc khoảng cách giữa các chi tiết quay.
 - $k_2=15$ mm : khoảng cách từ mặt mút ổ đến thành trong của hộp.
 - $k_3=20$ mm : khoảng cách từ mặt mút của chi tiết quay đến nắp ổ.
 - $h_n = 20$ mm: chiều cao nắp ổ và đầu bu-lông
- Chiều dài mayo bánh răng:
- $l_{m12} = (1,2 \div 1,5)d_1 = (1,2 \div 1,5). 20$
 - Chọn $l_{m12} = 30$ mm
 - $l_{m13} = (1,2 \div 1,5)d_1 = (1,2 \div 1,5). 20$
 - ⇒ Chọn $l_{m13} = 30$ mm
 - $l_{m22} = (1,2 \div 1,5)d_2 = (1,2 \div 1,5). 30$
 - ⇒ Chọn $l_{m22} = 40$ mm
 - $l_{m23} = (1,2 \div 1,5)d_1 = (1,2 \div 1,5). 30$
 - ⇒ Chọn $l_{m23} = 40$ mm

- $l_{m32} = (1,2 \div 1,5)d_1 = (1,2 \div 1,5). 20$

⇒ Chọn $l_{m32} = 30mm$

- $l_{m33} = (1,2 \div 1,5)d_1 = (1,2 \div 1,5). 20$

⇒ Chọn $l_{m33} = 30mm$

- Trục 1:

d(mm)	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	100
b(mm)	15	17	19	21	23	25	27	29	31	33	35	37	39	41	43	47

- $d_1 = 20 \text{ mm} ; b_{o1} = 15 \text{ mm};$

- $l_{12} = -l_{c12} = -[0,5(l_{m12} + b_{o1}) + k_3 + h_n] = -57,2mm$

- $l_{13} = 0,5(l_{m13} + b_{o1}) + k_1 + k_2 = 52,5 \text{ mm};$

- $l_{11} = 2l_{13} = 105 \text{ mm};$

- Trục 3:

d(mm)	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	100
b(mm)	15	17	19	21	23	25	27	29	31	33	35	37	39	41	43	47

- $d_3 = 20 \text{ mm}; b_{o3} = 15mm;$

- $l_{c33} = 0,5(l_{m33} + b_{o3}) + k_3 + h_n = 62,5 \text{ mm};$

- $l_{32} = 0,5(l_{m32} + b_{o3}) + k_1 + k_2 = 52,5 \text{ mm};$

- $l_{31} = 2l_{32} = 105 \text{ mm};$

- $l_{33} = l_{31} + l_{32} = 157,5 \text{ mm};$

- Trục 2:

d(mm)	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	100
b(mm)	15	17	19	21	23	25	27	29	31	33	35	37	39	41	43	47

- $d_2 = 30mm; b_{o2} = 19mm$

- $l_{22} = 0,5(l_{m22} + b_{o2}) + k_1 + k_2 = 59,5;$

- $l_{23} = l_{11} + l_{32} + k_1 + b_{o2} = 191,5mm;$

- $l_{21} = l_{23} + l_{32} = 191,5 + 52,5 = 244 \text{ mm};$

4) Xác định tải trọng tác dụng lên trục.

a) Lực bánh răng tác dụng lên trục

- Cấp bánh răng cấp chậm:

- Lực vòng: $F_{t2} = \frac{2 \cdot T_2}{d_{w1}} = 3284,76 \text{ N}$

- Lực hướng tâm: $F_{r2} = \frac{F_{t2} \cdot \text{tg}(\alpha_{tw})}{1} = \frac{3284,76 \cdot \text{tg}(19,26^\circ)}{1} = 1147,73 \text{ N}$

- Cấp bánh răng cấp nhanh:

- Lực vòng: $F_{t1} = F_{t13} = \frac{2 \cdot T_2}{d_{w1}} = 1210,22 \text{ N}$

- Lực hướng tâm: $F_{r1} = \frac{F_{t1} \cdot \text{tg}(\alpha_{tw})}{1} = \frac{1210,22 \cdot \text{tg}(19,26^\circ)}{1} = 422,86 \text{ N}$

- Trục I:

- $F_{x13} = \frac{r_{13}}{|r_{13}|} c q_1 \cdot c b_{13} \cdot F_{t1} = 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1210,22 = 1210,22 \text{ N}$

- $F_{y13} = -\frac{r_{13}}{|r_{13}|} \cdot F_{t13} \cdot \text{tg}(\alpha_{tw}) = -1 \cdot 1210,22 \cdot \text{tg}(12,66^\circ)$
 $= -422,86 \text{ N}$

- Trục II:

- $F_{x22} = \frac{r_{22}}{|r_{22}|} c q_2 \cdot c b_{22} \cdot F_{t1} = -1210,22 \text{ N}$

- $F_{y22} = -\frac{r_{22}}{|r_{22}|} \cdot F_{t22} \cdot \text{tg}(\alpha_{tw}) = (-1) \cdot (-1210,22) \cdot \text{tg}(12,66^\circ)$
 $= 422,86 \text{ N}$

- $F_{x23} = \frac{r_{23}}{|r_{23}|} c q_2 \cdot c b_{23} \cdot F_{t2} = 3284,76 \text{ N}$

- $F_{y23} = -\frac{r_{23}}{|r_{23}|} \cdot F_{t23} \cdot \text{tg}(\alpha_{tw}) = -(-1) \cdot 1 \cdot (-1) \cdot 3284,26 \text{tg}(19,26^\circ)$
 $= -1147,78$

- Trục III:

- $F_{x32} = \frac{r_{32}}{|r_{32}|} c q_1 \cdot c b_{32} \cdot F_{t2} = -3284,76 \text{ N}$

- $F_{y32} = -\frac{r_{32}}{|r_{32}|} \cdot F_{t32} \cdot \text{tg}(\alpha_{tw}) = 1147,73 \text{ N}$

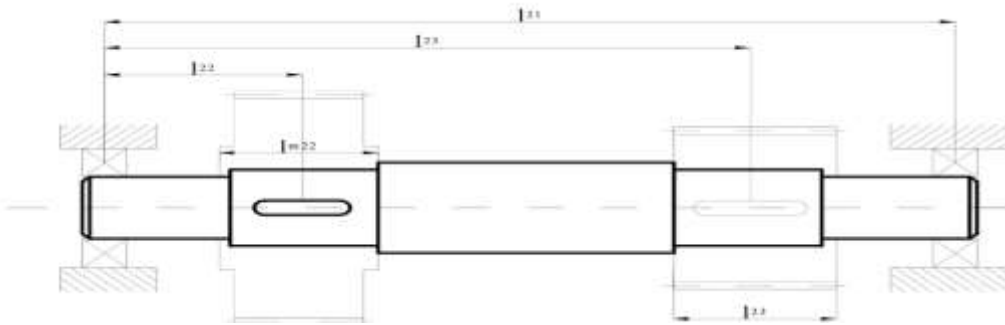
⇒ Với bộ truyền bánh răng trụ răng thẳng $\beta = 0$, nên $F_{a1} = F_{a2} = 0$

b) Lực bộ truyền đai

- $F_r = F_{y12} = 3F_0 \sin\left(\frac{\alpha_1}{2}\right) = 3 \cdot 639 \cdot \sin\left(\frac{169^\circ}{2}\right) = 1908,17 \text{ N}$

5, Xác định lực tác dụng lên trục, đường kính các đoạn trục.

- Trục II



Hình 3. 3 Sơ đồ tính khoảng cách trục 2

- Tính phản lực tại 2 ổ lăn.

❖ Xét mặt Oy

- $\sum Y = F_{ly20} - F_{y22} - F_{y23} + F_{ly21} = 0$
- $\sum M_{y20} = F_{y22} \cdot l_{22} + F_{y23} \cdot l_{23} - F_{ly21} \cdot l_{21} = 0$
 $= 53,99 \cdot 59,5 + 115,85 \cdot 191,5 - F_{ly21} \cdot 244 = 0$

⇒ $F_{ly21} = 104,23 \text{ N}$

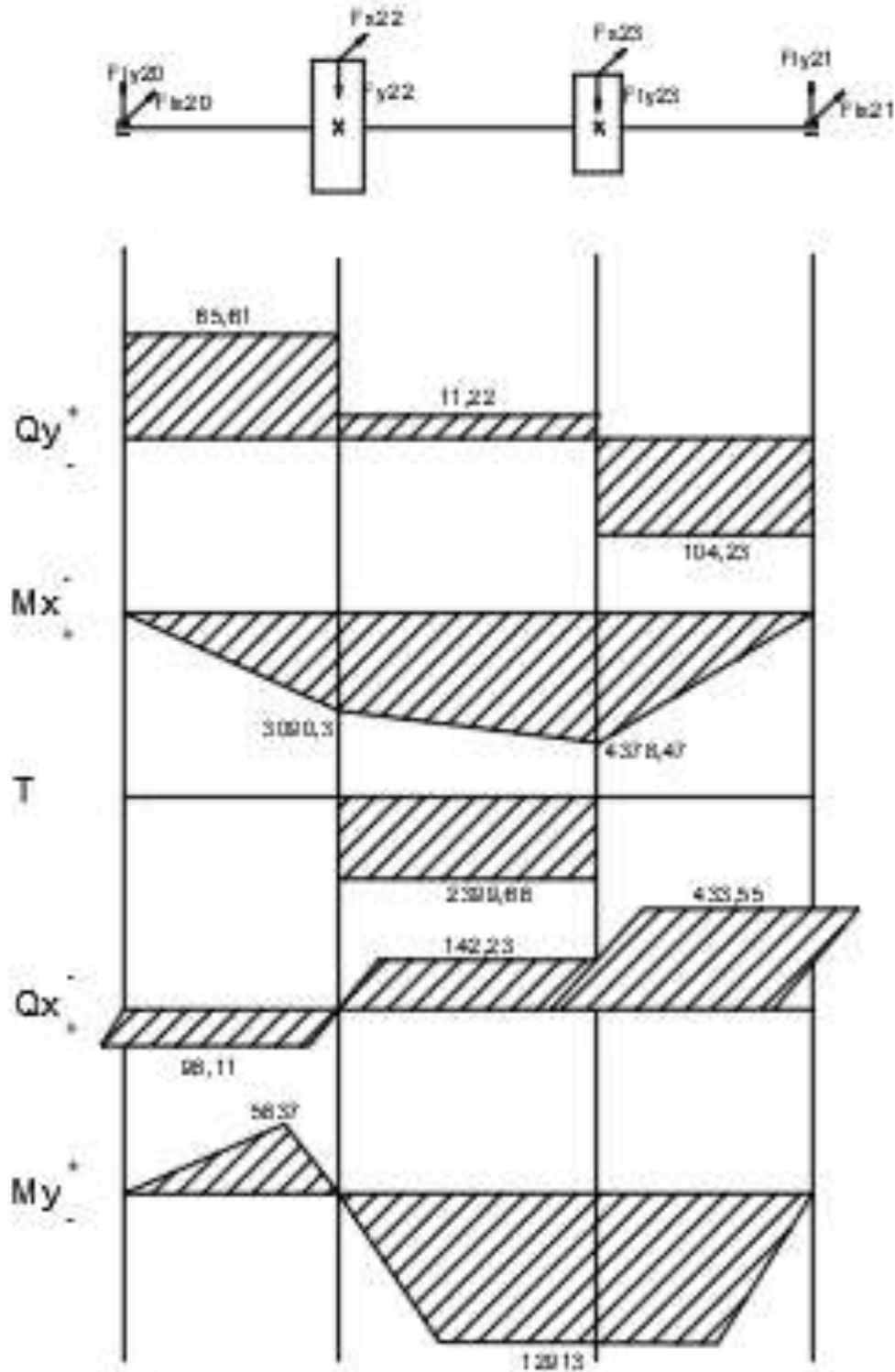
⇒ $F_{ly20} = 65,61 \text{ N}$

❖ Xét mặt Ox

- $\sum X = F_{lx20} + F_{x22} + F_{x23} + F_{ly21} = 0$
- $\sum M_{x20} = F_{x22} \cdot l_{12} + F_{x23} \cdot l_{23} + F_{lx21} \cdot l_{11} = 0$
 $= 240,37 \cdot -57,2 + 331,56 \cdot 191,5 + F_{lx21} \cdot 105 = 0$

⇒ $F_{lx21} = -473,75 \text{ N}$

⇒ $F_{lx20} = -98,11$



Hình 3. 4 Biểu đồ momen của trục II

❖ Momen tương đương tại các vị trí

- Theo công thức 10.15, 10.16/194 [1], ta có:

$$M_{td} = \sqrt{M_x^2 + M_y^2 + 0,75 \cdot T^2}$$

Bảng 3. 24 Bảng thông số momen xoắn tương đương

M_{td20}	0
M_{td21}	9923,82
M_{td22}	13817,91
M_{td23}	11203,77

- Theo công thức 10.17/194 [1] ta có:

$$d = \sqrt[3]{\frac{M_{td}}{0,1\sigma}}$$

- Chọn $\sigma = 50 \text{ Mpa}$

d_{20}	0
d_{21}	16,89
d_{22}	21.033
d_{23}	19,085

=> Chọn lại đường kính trục tại các tiết diện theo tiêu chuẩn (T.195/[1])

$$d_{20} = 20 \text{ mm}; d_{21} = 20 \text{ mm}; d_{22} = 25 \text{ mm}; d_{23} = 25 \text{ mm};$$

6, Kiểm nghiệm độ bền mỏi

- Với thép C45 có $\sigma_b=600\text{MPa}$; $\sigma_{-1} = 0,436\sigma_b=261,6$;
- $\tau_{-1}=0,58$. $\sigma_{-1}=151,728$, tra bảng 10.7/197 [1] ta có:
- Trục của hộp giảm tốc quay, ứng suất uốn thay đổi theo chu kì đối xứng, do đó, tính theo công thức 10.22/196 [1]. Vì trục quay 1 chiều nên ứng suất xoắn thay đổi theo chu kì mạch động, do đó tính theo công thức 10.23/196 [1]
- Vì trục quay nên ứng suất uốn thay đổi theo chu kì đối xứng, do đó:

$$\sigma_{mj}=0; \sigma_{aj} = \sigma_{ajmax} = \frac{M_j}{W_j}$$

- Khi trục quay 1 chiều ứng suất xoắn thay đổi theo chu kì đối xứng do đó:

$$\tau_{mj} = \tau_{aj} = \tau_{ajmax} / 2 = \frac{T_j}{2W_{oj}}$$

- Tiết diện nguy hiểm:

Bảng 3. 25 Bảng hệ số kích thước đến giới hạn mỏi

Trục	Vị trí		
II	22	23	

d	σ_{aj}	τ_{aj}
22	51,47	9,52
23	44,61	9,52

- Điều kiện thỏa độ bền mỏi là:

$$s_j = \frac{s_{\sigma j} \times s_{\tau j}}{\sqrt{s_{\sigma j}^2 + s_{\tau j}^2}} \geq [s]$$

- [s]: hệ số an toàn cho phép

- Xác định các hệ số $K_{\sigma dj}$ và $K_{\tau dj}$ đối với các tiết diện nguy hiểm: công thức 10.25, 10.26[1]:

$$K_{\sigma dj} = \frac{K_{\sigma} + K_x - 1}{K_y}; K_{\tau dj} = \frac{K_{\tau} + K_x - 1}{K_y}$$

- Trong đó :

$K_x = 1$, tra bảng 10.8/197 [1] với mài Ra 2,5 ... 0,63

$K_{\sigma} = 1,76$; $K_{\tau} = 1,56$ tra bảng 10.12/199 [1] gia công bằng dao phay ngón

- Để đảm bảo được độ bền mỏi thì cần phải tiến hành kiểm nghiệm hệ số an toàn tại các tiết diện nguy hiểm. Hệ số an toàn chỉ xét riêng ứng suất pháp, hệ số an toàn chỉ xét riêng ứng suất tiếp và hệ số an toàn độ bền mỏi được trình bày trong bảng 3.4.

- $s_{\sigma j}$: hệ số an toàn chỉ xét riêng ứng suất pháp

$$s_{\sigma j} = \frac{\sigma_{-1}}{K_{\sigma dj} \cdot \sigma_{aj} + \Psi_{\sigma} \cdot \sigma_{mj}}$$

- $s_{\tau j}$: hệ số an toàn chỉ xét riêng ứng suất tiếp

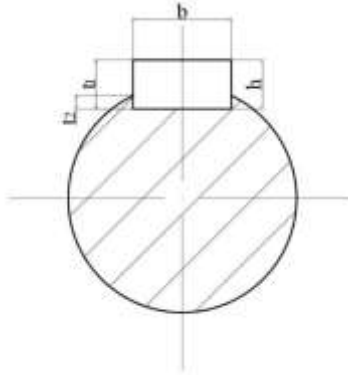
$$s_{\tau j} = \frac{\tau_{-1}}{K_{\tau dj} \cdot \tau_{aj} + \Psi_{\tau} \cdot \tau_{mj}}$$

Bảng 3. 26 Bảng hệ số an toàn tại các tiết diện nguy hiểm

Tiết diện	$s_{\sigma j}$	$s_{\tau j}$	s
22	3	9,76	2,86
23	3,52	9,76	3,31

⇒ Cây kết cấu trục vừa thiết kế đảm bảo được độ bền mỏi nếu hệ số an toàn tại các tiết diện nguy hiểm

7, Chọn và kiểm nghiệm then



Hình 3. 5 Các kích thước trên then

- Điều kiện bền dập và điều kiện bền thấp
- Then phải chọn thỏa mãn điều kiện cắt và dập theo công thức 9.1, trang 173[1] và 9.2, trang 173[1]:

$$\sigma_d = \frac{2T}{dl_t(h - t_t)} \leq [\sigma_d]$$

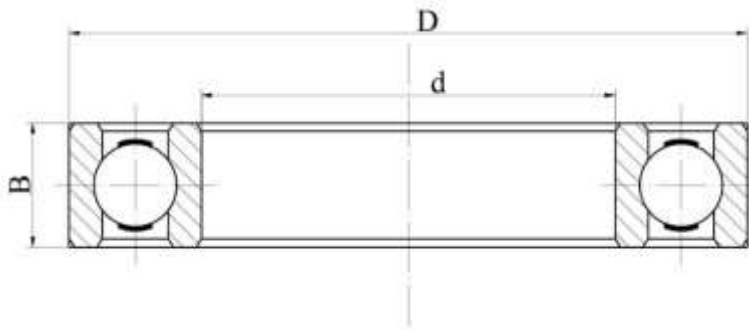
$$\tau_c = \frac{2T}{dl_t b} \leq [\tau_c]$$

- Khi σ_d và τ_c không thỏa mãn điều kiện trên thì ra tăng chiều dày mayơ l_m , nếu không được có thể sử dụng 2 then đặt cách nhau 180° , khi đó mỗi then có thể tiếp nhận $0.7T$
- σ_d và τ_c : ứng suất dập và ứng suất tính toán

Bảng 3. 27 Bảng chọn then tại các đường kính trục

Tiết diện	d	l _t	b×h	t ₁	T	σ _d	τ _c
22	25	47,25	10 × 8	5	18793,67	34	10,3
23	30	54	12 × 8	5	23292,68	71	18

3.4.2 Thiết kế ổ lăn



Hình 3. 6 Các kích thước trên ổ lăn

- Trục II: + $n = 1230$ vg/ph; $d = 25$ (mm)
 + $F_{lt20} = 118,02$ N ; $F_{lt21} = 405,08$ N
 - Đường kính ổ lăn $d = 25$ mm
 - Chọn ổ bi đỡ 1 dãy cỡ nhẹ 205 có $d = 25$ mm, $D = 52$ mm, $B = 15$ mm
 - Khả năng tải động $C = 20,1$ kN
 - Khả năng tải tĩnh $C_0 = 13,9$ kN
 - Kiểm nghiệm khả năng tải của ổ: + $F_{lt20} = 118,2$ N
 + $F_{lt21} = 405,08$ N
 - Tải trọng quy ước:

$$Q = X.V.F_r.k_t.k_d$$

$$= 1.1.1.1. 405,08 = 405,08$$
 N
 - Khả năng tải động:

$$C_d = Q^m \sqrt{L} = 2,364,31 \cdot \sqrt[3]{472,95} = 18,42$$
 N < 20,1 KN
 - Ổ bi: $m = 3$; $L = \frac{60.n.L_h}{10^6} = \frac{60.1230.30720}{10^6} = 2267,136$ triệu vòng
 - Khả năng tải tĩnh

$$Q_0 = X_0 F_r = 0,6 \cdot 405,08 = 243,408$$
 N
 - Với $X_0 = 0,6$
 - $Q_0 < F_r$ và $Q_0 = 0,243408$ KN < $C_0 = 13,9$ KN
- ⇒ Đảm bảo khả năng tải tĩnh

3.5 HIỆU QUẢ GHÉP VÀ KÉO DÀI TRÊN MÁY GHÉP

- Thứ tự của 2 quá trình ghép và kéo dài trên máy ghép ảnh hưởng đến chất lượng làm đều của cúi ghép
- Thực tế trên máy ghép, kéo dài xảy ra trước và ghép thực hiện sau
- Nếu ghép trước, độ đều do ghép chỉ giúp giảm được độ không đều cúi vào, độ không đều do kéo dài vẫn tồn tại

$$CV_2 = \frac{CV_0}{m} + CV_{KD}^2$$

- Nếu ghép sau, giảm được cả độ không đều do kéo dài gây nên

$$CV_2 = \frac{CV_0^2}{m} + \frac{CV_{KD}^2}{m}$$

Kiểm tra chất lượng cúi ghép

Máy ghép là công đoạn làm đều cuối cùng của cả quá trình kéo sợi € kiểm tra chất lượng cúi ghép chủ yếu quan tâm đến chỉ tiêu độ không đều cúi.

1. Độ nhỏ cúi :

- Kiểm tra từng mối, mỗi ca 3 đến 4 lần
- Chiều dài mẫu là 5 hoặc 10m, cân trên cân kỹ thuật có độ chính xác cao (0,5%).
- Không chế ngay từ ghép trộn đến ghép I, II, III.

Sai lệch DN so với thiết kế không quá $\pm 1,5\%$

2. Độ không đều đoạn dài (hệ số biến sai chỉ số)

Lấy mẫu số lượng lớn 50 hoặc 100 mẫu, chiều dài mẫu 1m (nếu lấy kết quả từ xác định độ nhỏ để tính sẽ kém chính xác)

Tiêu chuẩn :

Đề kéo sợi cấp I : $CV_N \leq 1,5\%$

Đề kéo sợi cấp II : $CV_N \leq 2,0\%$

Đề kéo sợi cấp III : $CV_N \leq 2,4\%$

Làm hàng ngày cho từng mối(thường đợt cuối)

3. Độ không đều đoạn ngắn

là yếu tố ảnh hưởng lớn đến độ không đều sợi con, thể hiện chất lượng làm việc của bộ kéo dài máy ghép

Đoạn cắt dài 30mm. Thường kiểm tra theo chu kỳ sau :

-Ghép trộn, đợt I : 3€ lần/tuần

-Ghép II, III : 3 lần/tuần

Độ không đều đoạn ngắn xác định bằng 3 phương pháp :

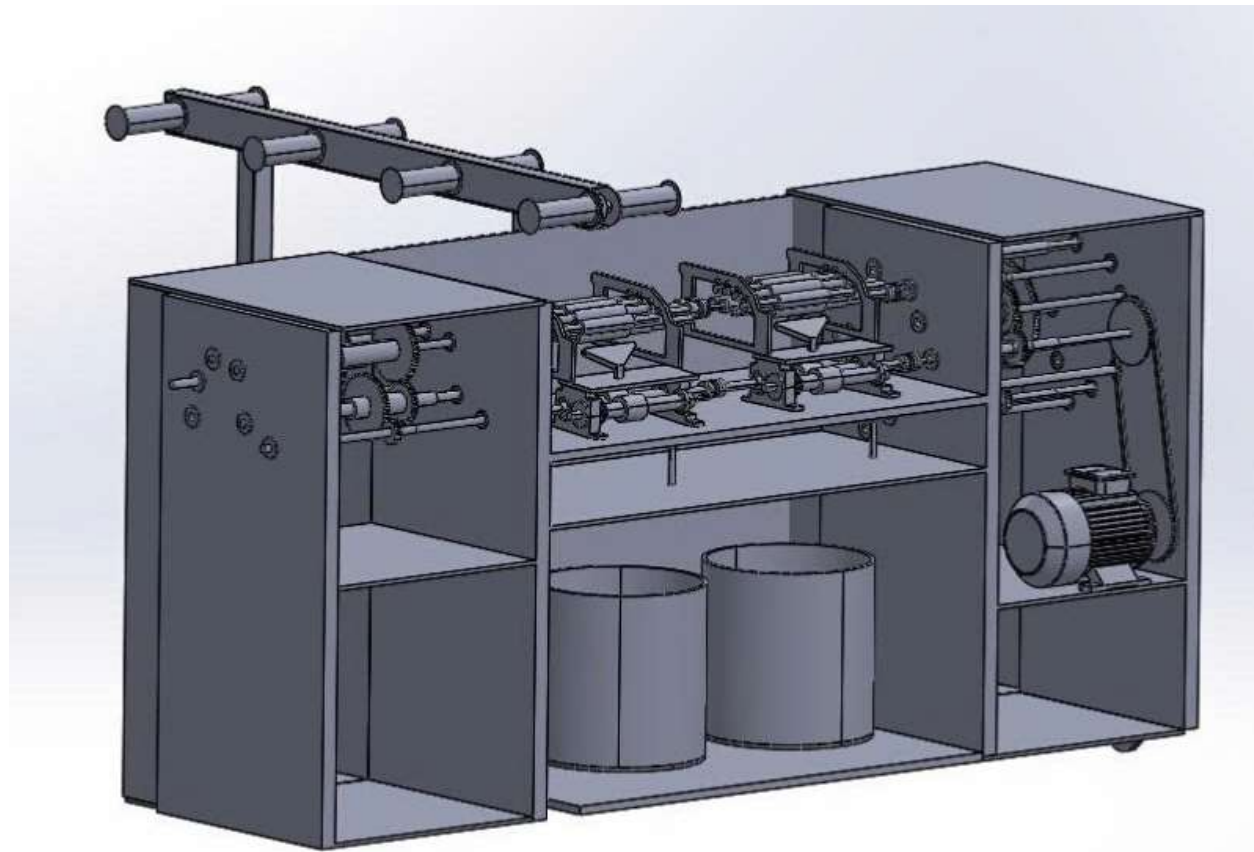
- Cân 200 mẫu dài 30mm, dùng công thức tính toán kết quả để xác định độ không đều
- Dùng con lăn đo bề dày : tính bằng số, vẽ biểu đồ CV%
- Dùng máy đo Uster : tự động tính CV% và U%

CHƯƠNG IV: MÔ HÌNH HOÁ THIẾT KẾ VÀ Ý TƯỞNG NGHIÊN CỨU TRONG TƯƠNG LAI

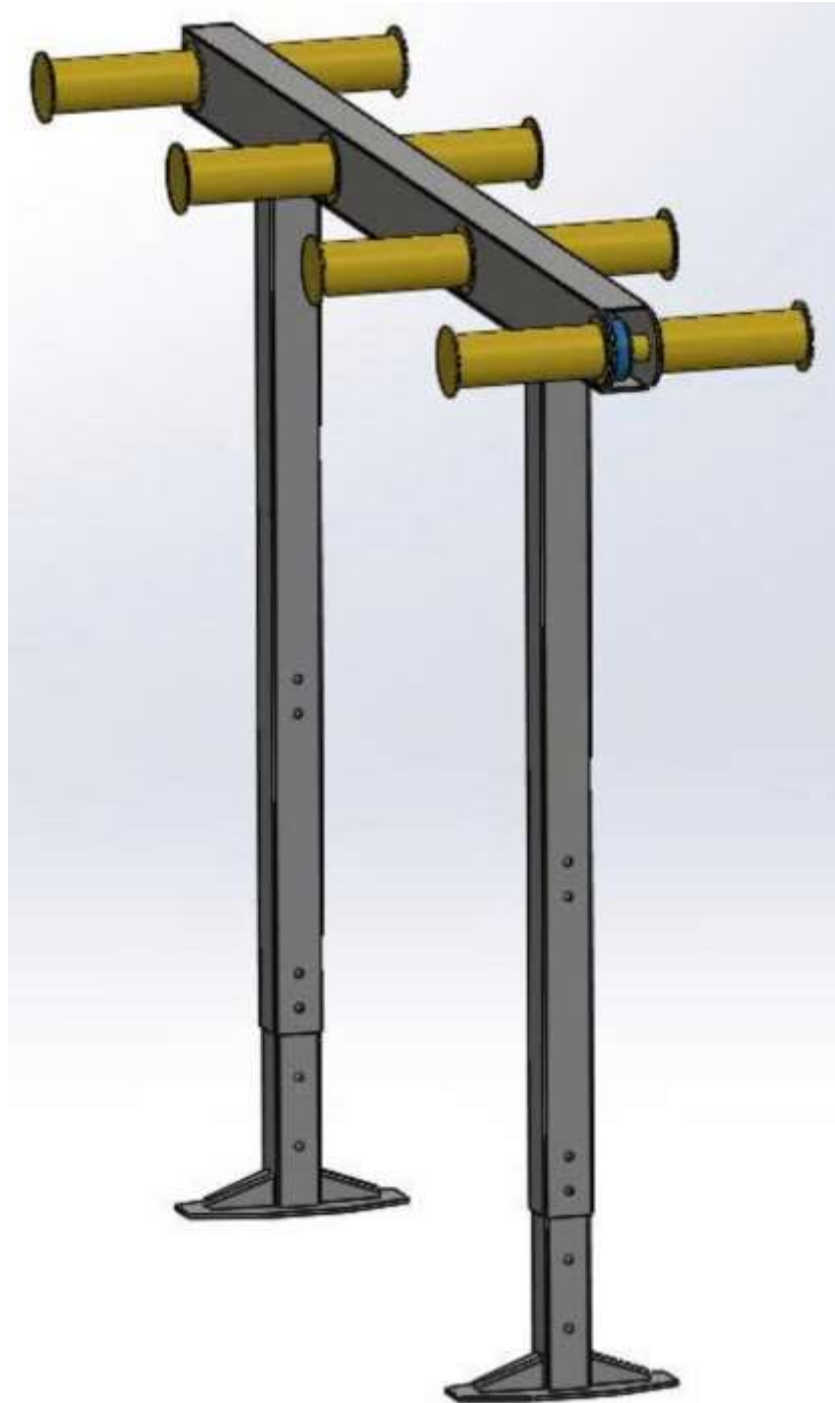
4.1. MÔ HÌNH 3D HỆ THỐNG MÁY:

Để trực quan hóa thiết kế và kiểm tra sự hợp lý trong bố trí không gian cũng như khả năng lắp ráp của các chi tiết, nhóm đã tiến hành xây dựng mô hình 3D toàn bộ hệ thống máy trên phần mềm SolidWorks. Mô hình này bao gồm đầy đủ hai cụm chính là **hệ thống dẫn động kéo sợi** và **dàn sau cung cấp sợi** cúi đi vào , cùng với các cơ cấu truyền động và các chi tiết phụ trợ đi kèm.

Toàn bộ mô hình được xây dựng dựa trên các kích thước tham khảo tính toán và thiết kế, đồng thời có điều chỉnh lại để tối ưu hóa thao tác vận hành, khả năng tự động hóa, và phù hợp với yêu cầu kỹ thuật mới. Việc thiết kế mô hình 3D không chỉ hỗ trợ trong giai đoạn tính toán mà còn phục vụ cho quá trình chế tạo và lắp ráp thử nghiệm sau này. Nên sẽ không thể tránh khỏi việc sai sót trong quá trình đưa ra kích thước chính xác mong thông cảm.



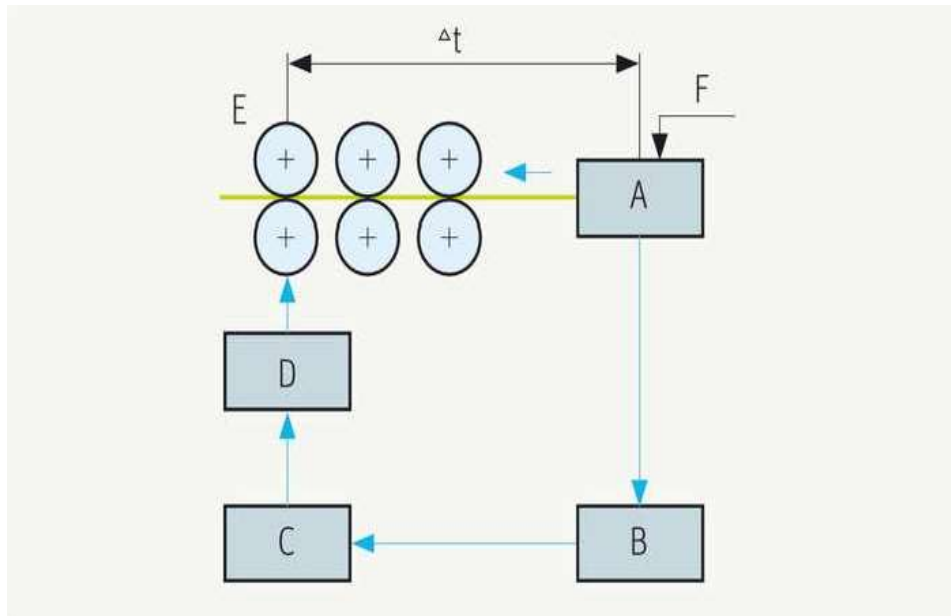
Hình 4. 1 Mô hình 3D cụm máy kéo sợi thô



Hình 4. 2 Mô hình 3D dàn kéo sợi đầu vào

4.2. Ý TƯỞNG NGHIÊN CỨU TRONG TƯƠNG LAI:

4.2.1 Hệ thống điều khiển tự động và đo được các chỉ số đầu ra



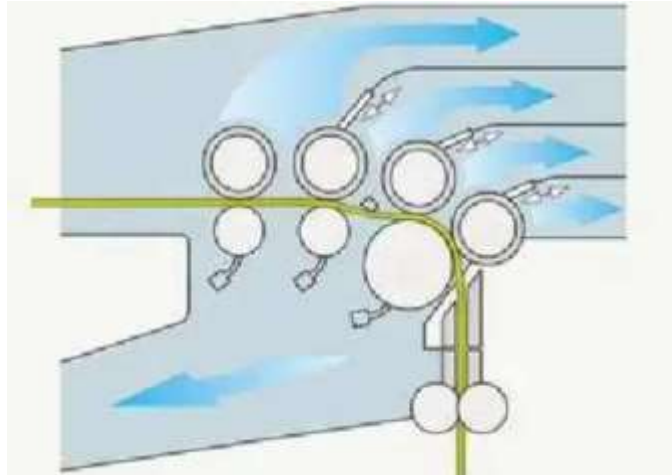
Hình 4. 3 Hệ thống điều khiển tự động đo các chỉ số đầu ra

A, sensor đo; B, Bộ lưu trữ; C, Bộ khuếch đại;

D, Cơ cấu hiệu chỉnh; E, Điểm hiệu chỉnh; F, Giá trị cài đặt

- A : đo tại vùng cấp liệu để liên tục dò giá trị thực (thể tích) – bằng cơ học, quang học, khí nén hay phương pháp khác
- Bộ điều chỉnh so sánh giá trị thực với giá trị cài đặt, khuếch đại thành tín hiệu khác, đưa tới có cấu hiệu chỉnh và chuyển thành hiệu chỉnh cơ học

4.2.2 Hệ thống hút cho bộ kéo dài



Hình 4. 4 Hệ thống hút cho bộ kéo dài

Trong quá trình kéo sợi, các xơ ngắn, bụi sợi và tạp chất nhỏ thường bị tách ra khỏi màng xơ do lực kéo và ma sát giữa các trục kéo. Nếu không xử lý tốt, những xơ vụn này sẽ tích tụ, gây tắc nghẽn, giảm chất lượng sợi, đồng thời ảnh hưởng đến độ bền và độ đồng đều của sợi ghép.

Do đó, việc tích hợp một **hệ thống hút chuyên dụng** vào khu vực kéo dài là rất cần thiết để loại bỏ các hạt xơ rời, bụi nhỏ và đảm bảo môi trường kéo sạch sẽ, ổn định.

Lợi ích mang lại:

- Tăng độ sạch của môi trường kéo sợi
- Giảm nguy cơ đứt sợi do tích tụ xơ ngắn
- Cải thiện độ đều và độ bền của sợi đầu ra
- Giảm công bảo trì do ít bụi bám lên trục và ổ đỡ

Hướng phát triển:

Trong tương lai, hệ thống hút có thể tích hợp với cảm biến bụi và xơ để tự động điều chỉnh công suất hút, góp phần nâng cao tính tự động hóa và hiệu quả vận hành của máy ghép sợi.

CHƯƠNG V: KẾT LUẬN

- Trong quá trình thực hiện đồ án, nhóm đã tiến hành khảo sát thực tế tại Công ty dệt may Hòa Thọ, nơi đang sử dụng hệ thống máy ghép sợi. Qua quá trình quan sát và trao đổi với kỹ thuật viên, nhóm nhận thấy máy cũ còn tồn tại nhiều bất cập như: kết cấu máy khá phức tạp khi bảo dưỡng bảo trì máy chạy không ổn định, bảo trì mất thời gian. Máy chỉ phù hợp với sản lượng thấp và yêu cầu không khắt khe về độ chính xác.
- Trên cơ sở đó, nhóm đề xuất phương án cải tiến bao gồm:
 - Thay đổi động cơ điện servo thành động cơ thông thường
 - Thiết kế lại cụm kéo sợi đầu vào để đảm bảo đủ năng suất
 - Bố trí lại toàn bộ hệ thống máy ghép sợi
- Trong quá trình thiết kế, nhóm đã thực hiện các tính toán và thiết kế chính như sau:
 - Cụm hộp tốc độ: Tính toán tỷ số truyền, bánh răng, trục để cho đầu ra tốc độ hợp lý của bộ kéo dài.
 - Cụm kéo cấp sợi đầu vào: Tính toán thiết kế bộ truyền cho, tính toán kiểm nghiệm khoảng cách với phôi đầu vào
 - Cụm băng tải cấp su: Tính toán băng tải, công suất motor, tính toán bộ truyền xích, chọn động cơ giảm tốc, thiết kế cơ cấu truyền động dao cắt bằng vít me – đai ốc.
 - Cụm hộp chuyển đổi tốc độ đầu ra bên trái truyền vào suốt 2 bộ kéo dài
 - Tính toán chọn ổ lăn và kiểm nghiệm độ bền cho các chi tiết chịu lực như trục, bánh răng,...
- Các kết quả đạt được từ đồ án bao gồm:
 - Mô hình hóa 3D đầy đủ toàn bộ hệ thống trên phần mềm SolidWorks.
 - Thực hiện tính toán lại sơ bộ đầu ra đảm bảo chỉ số sợi sau ghép đủ tiêu chuẩn khi bàn giao cho khách hàng

- Lên bộ bản vẽ chi tiết và bản vẽ lắp hoàn chỉnh 1 vài cơ cấu để thuận tiện cho việc sửa đổi

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. PGS.TS. Lư Đức Bình (2015), *Kỹ thuật đo cơ khí*, NXB Giáo dục Việt Nam.
- [2]. PGS.TS. Lư Đức Bình (2023), *Trang bị công nghệ*, NXB Khoa học và Kỹ thuật.
- [3]. PGS.TS. Lư Đức Bình (2024), *Công nghệ chế tạo máy*, ĐHBK – ĐHQĐN.
- [4]. PGS.TS. Trịnh Chất – TS. Lê Văn Uyển (2006), *Tính toán thiết kế hệ dẫn động cơ khí tập 1,2*, NXB Giáo dục.
- [5]. Nguyễn Văn Dự (2011), *Hướng dẫn thiết kế băng tải*
- [6]. Griffiths, D. J. – MacDonald, R. A. (2004), *Collapsible tire building drum*, Sáng chế số WO2004012927A1.
- [7]. GS.TSKH. Nguyễn Trọng Hiệp (1999), *Thiết kế chi tiết máy*, NXB Giáo dục.
- [8]. <https://www.textilecalculations.com/production-calculation-of-draw-frame/>
- [9]. https://www.manich-ylla.com/Documentos/TR%C3%9CTZSCLER_Manuares%20TD03_E.pdf
- [10]. <https://fr.slideshare.net/slideshow/basic-introduction-on-drawframe-ppt/230821852>
- [11]. Handbook of yarn production- Peter R. Lord