

TRƯỜNG CAO ĐẲNG NGHỀ THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH
KHOA CƠ KHÍ CHẾ TẠO



GIÁO TRÌNH
VẼ VÀ THIẾT KẾ
TRÊN MÁY TÍNH NÂNG CAO

NGHỀ: CẮT GỌT KIM LOẠI

(Lưu hành nội bộ)

MỤC LỤC

Lời nói đầu

Chương 6. Thiết kế chi tiết kim loại tấm

- 6.1. Giới thiệu chung
- 6.2. Các tiện ích
- 6.3. Môi trường thiết kế kim loại tấm
- 6.4. Thiết lập kiểu kim loại tấm Sheet Metal Styles
- 6.5. Các lệnh hỗ trợ thiết kế kim loại tấm
- 6.6. Các công cụ thiết kế kim loại tấm

Chương 7. Lắp ráp các chi tiết

- 7.1. Giới thiệu chung
- 7.2. Các tiện ích
- 7.3. Các lệnh hỗ trợ lắp ráp

Chương 8: Quan sát trình diễn

- 8.1. Giới thiệu chung
- 8.2. Các tiện ích
- 8.3. Các công quan sát trình diễn
- 8.4. Các công cụ trình diễn quá trình tháo lắp

Chương 9: Xây dựng bản vẽ hai chiều

- 9.1. Giới thiệu chung
- 9.2. Các tiện ích
- 9.3. Trình tự thực hiện
- 9.3. Trình tự thực hiện

CHƯƠNG 5. THIẾT KẾ KIM LOẠI TẤM (SHEET METAL)

Trong môi trường thiết kế kim loại tấm ta có thể tạo được các mô hình hoặc các thành phần ở dạng kim loại tấm bằng công cụ tạo mô hình hoặc bằng công cụ hỗ trợ thiết kế kim loại tấm. Rất nhiều các công cụ Sheet Metal được dựa trên cơ sở các công cụ trong mô hình nhằm giúp cho việc thiết kế tiện lợi hơn nhưng đã được tối ưu cho Sheet Metal.

5.1. Giới thiệu chung

Trong môi trường thiết kế chi tiết dạng tấm ta có thể tạo các chi tiết dạng tấm và các Feature bằng cách sử dụng cả hai loại công cụ là thiết kế mô hình chi tiết (Part model) và các công cụ chuyên dùng cho thiết kế kim loại tấm (Sheet Metal).

Khi tạo một mặt của tấm kim loại trong lệnh Face ta cũng chọn một biên dạng phác thảo giống như trong lệnh Extrude. Hệ thống sẽ đùn biên dạng phác thảo bằng chiều dày vật liệu đồng thời có thể bổ sung các mặt uốn cong. Các công cụ phát triển riêng cho thiết kế kim loại tấm(Sheet Metal) bao gồm Bend(uốn cong) và Corner Seam(đường viền góc).

Khi tạo một chi tiết trong môi trường Sheet Metal. Ta tạo các mặt chính sau đó bổ sung thêm các yếu tố phụ. Ví dụ, ta có thể tạo các mặt rời nhau sau đó bổ sung các mặt uốn cong ở mép. Công cụ Bend sẽ tạo các mặt uốn cong trên đường biên dạng hoặc có thể mở rộng hoặc cắt xén các mặt nếu cần thiết. Nếu hai mặt song song Bend sẽ tạo ra một mặt nối giữa chúng. Nếu thay đổi góc của một mặt sao cho hai mặt cắt nhau. Hệ thống sẽ tự động thay mặt nối bằng mặt uốn cong.

Dùng công cụ Flat Pattern để tạo vật khai triển. Vật khai triển được tạo trong cửa sổ thứ hai và một biểu tượng được đặt tại đỉnh của cửa sổ duyệt. Khi thay đổi mô hình vật khai triển cũng sẽ tự động thay đổi theo.

Nếu chi tiết có các đặc điểm với nhiều biến dạng vật liệu như các máng hắt ta có thể dùng các công cụ tạo mô hình Feature. Ta sẽ xem hình dáng bên ngoài của Feature khi ta quan sát vật khai triển và ta có thể gán kích thước tới Feature trong bản vẽ. Nếu ta tạo các Feature này như là các phần tử thiết kế, công cụ phân tích vật khai triển sẽ nhận ra chúng và hiển thị chúng như là vật khai triển trong không gian 3D.

5.2. Các tiện ích

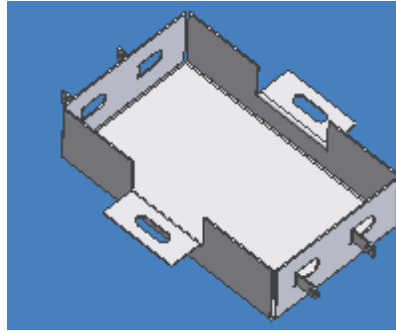
- **Face:** Tạo mặt uốn cong ở vị trí có thể.
- **Flange:** Tạo một mặt trên toàn bộ chiều rộng đồng thời tạo các mặt uốn. Tạo có thể tạo gờ biên dạng.
- **Bend:** Kéo dài hoặc cắt bỏ các mặt khi cần thiết để tạo mặt uốn. Lệnh Fold tạo mặt uốn trên đường phác thảo, tạo các mặt uốn đúp giữa hai mặt song song, các mặt không đồng phẳng. Sử dụng lệnh Unfold ta có thể cắt quanh mặt uốn.
- **Hem:** Tạo đường viền gấp hoặc uốn 180° trên một cạnh hoặc đường viền đúp.
- **Flat pattern:** Tự động cập nhật để mang lại kết quả của sự thay đổi tới mô hình.

5.3. Môi trường thiết kế kim loại tấm(Sheet metal)

Autodesk Inventor xem môi trường mô hình solid là môi trường thiết kế đầu tiên, ta có thể chuyển đổi qua lại giữa môi trường thiết kế mô hình solid và môi trường thiết kế kim loại tấm bất kỳ lúc nào bằng cách chọn *Sheet Metal* hoặc *Modeling* từ menu Application.

Khi chuyển sang môi trường thiết kế kim loại tấm, thanh công cụ *Sheet Metal* xuất hiện cùng với các lệnh hỗ trợ. Khi đó ta có thể xác định các thông số kim loại tấm cho mô hình, các thông số này không thay đổi khi chuyển sang môi trường tạo solid.

Trong trường hợp mô hình bị lỗi, Design Doctor sẽ hiển thị giúp ta nhận dạng và sửa lỗi.

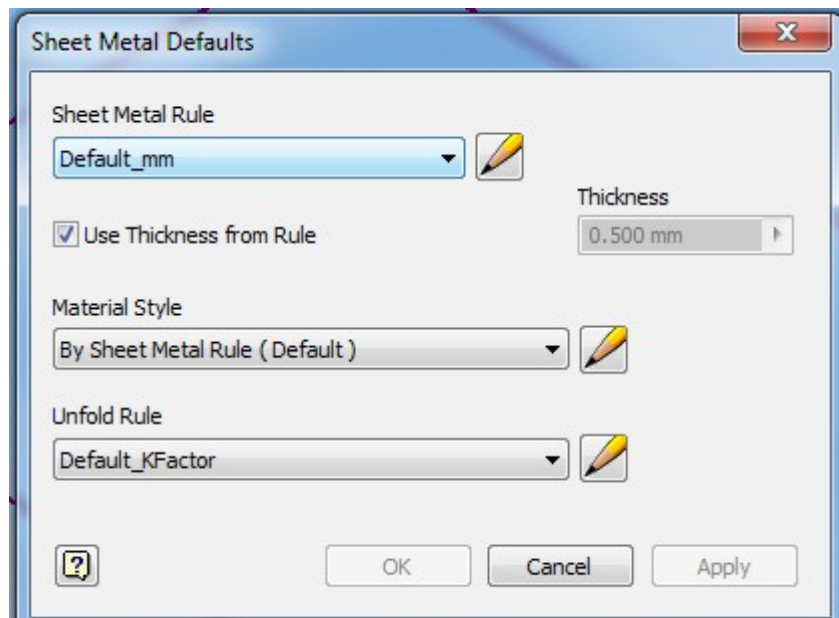


Hình 6.1. Chi tiết kim loại tấm

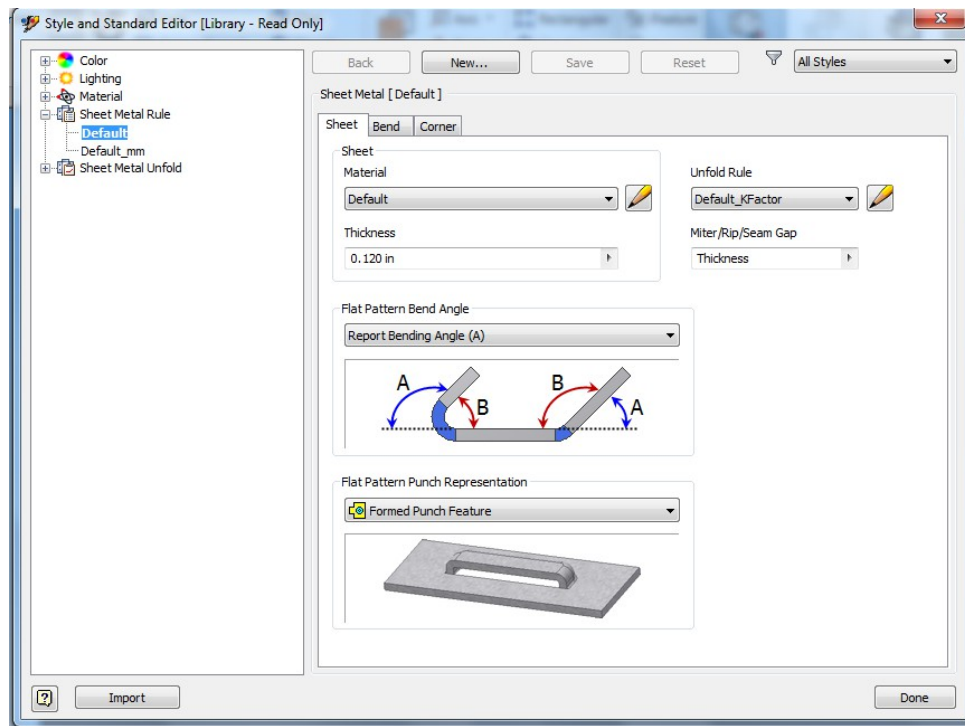
5.4. Thiết lập kiểu kim loại tấm Sheet Metal

Một chi tiết kim loại tấm gồm các thông số mô tả chi tiết và cách tạo ra nó. Ví dụ các Sheet Metal thường có cùng chiều dày thì các mặt uốn cong thường có cùng bán kính.

Nút Sheet Metal là biểu tượng đầu tiên trên thanh công cụ Sheet Metal, dùng để xác định kiểu kim loại tấm. Sau khi gọi lệnh, hộp thoại Sheet Metal xuất hiện:



Hình 6.2. Hộp thoại Sheet Metal Defaults, trang Sheet



- **Trang Sheet:** Được chia ra các tham số của Sheet và Flat Pattern. Tham số Sheet bao gồm kiểu vật liệu (Material Type) và chiều dày (Thickness).

Các tham số Flat Pattern định nghĩa giới hạn cho phép uốn cong được tính toán. Với phương án Linear Unfold nhập vào phần trăm thập phân của chiều dày vật liệu cho Linear Offset. Linear Offset là vị trí của trục trung gian của mặt uốn cong.

Với Bend Table khoảng cách thẳng được định nghĩa bằng kiểu vật liệu, chiều dày, bán kính uốn cong và mặt uốn.

- **Trang Bend:** Danh sách các tham số trong Bend tab định nghĩa các mặt uốn cong. Ta có thể nhập giá trị cho bán kính uốn cong, bổ sung hình dáng và kích cỡ.

- **Trang Corner:** Danh sách các tham số trong Corner tab định nghĩa góc nối. Ta có thể nhập giá trị cho góc nối và chỉnh sửa và thay đổi kích thước.

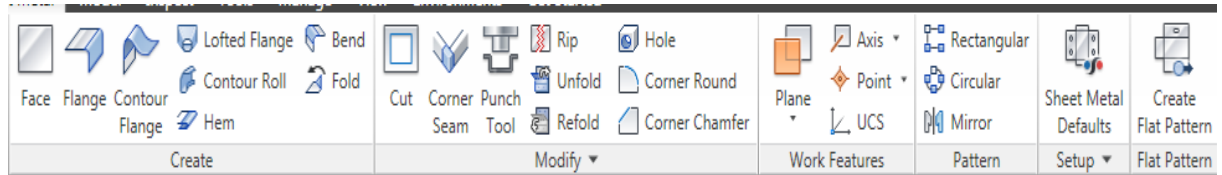
Để nhập các kiểu Sheet metal:

Kích chuột vào nút Sheet Metal Styles. Có một số kiểu mặc định cho chi tiết. Ta có thể đặt một vài kiểu như bán kính uốn cong(Bend Radius) khi tạo một

Feature. Các cài đặt khác như chiều dày (Thickness) gán cho toàn bộ chi tiết và không thể gán cho một Feature riêng.

5.5. Các lệnh hỗ trợ thiết kế kim loại tấm

Các lệnh hỗ trợ thiết kế kim loại tấm trên thanh công cụ Sheet Metal Features hoặc trên Panel Bar.

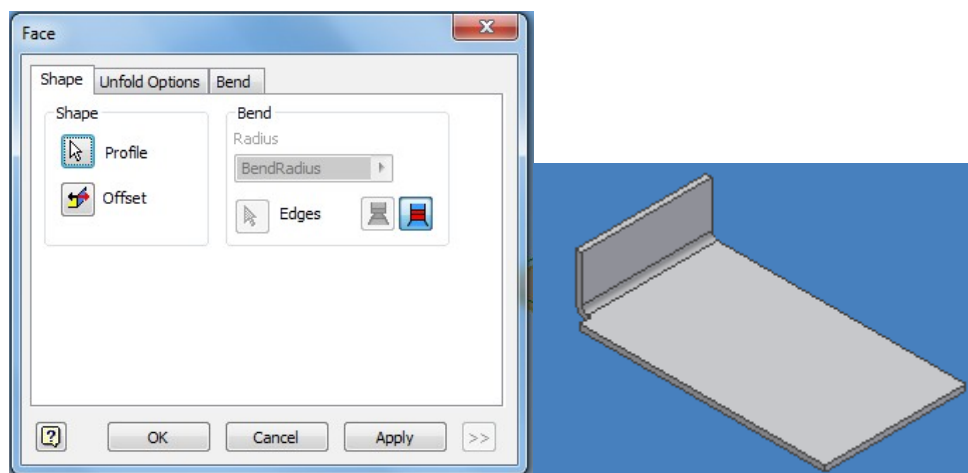


Hình 6.3. Thanh công cụ Sheet Metal Features

5.5.1. Tạo mặt kim loại tấm

Bước đầu tiên trong quá trình thiết kế hầu hết các chi tiết Sheet Metal là tạo một mặt. Công cụ tạo mặt giống như công cụ Extrude trong mô hình chi tiết. Chỉ có một điểm khác chính là công cụ Face thì luôn luôn bổ sung thêm một Boolean. Chiều sâu Extrude chính là chiều dày. Nếu có một mặt trên chi tiết ta hoàn toàn có thể tạo một mặt uốn cong hoặc một đường viền giống như ta tạo một mặt mới.

Mặt phẳng vẽ phác đặt trên cạnh của kim loại tấm, biên dạng được vẽ với một cạnh trùng với cạnh của kim loại tấm đó. Do đó lệnh Face tự động tạo phần uốn cong. Sau khi gọi lệnh, hộp thoại Face xuất hiện:



Hình 6.4. Hộp thoại Face, trang shape

Trang Shape

Profile: chọn biên dạng

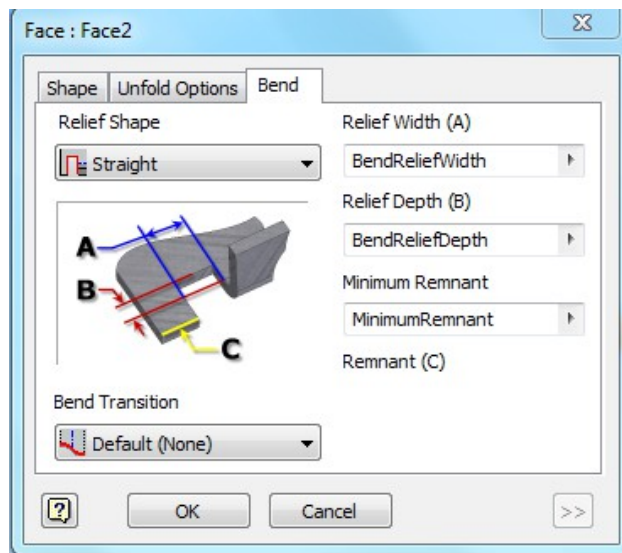
Offset: đổi hướng quét biên dạng thành chiều dày tấm.

Bend: các lựa chọn này xác định phần uốn cong giữa mặt cũ và mặt mới.

Radius: xác định bán kính cung lượn

Measure: giá trị bán kính lấy theo độ dài của một đối tượng được đo trong bản vẽ.

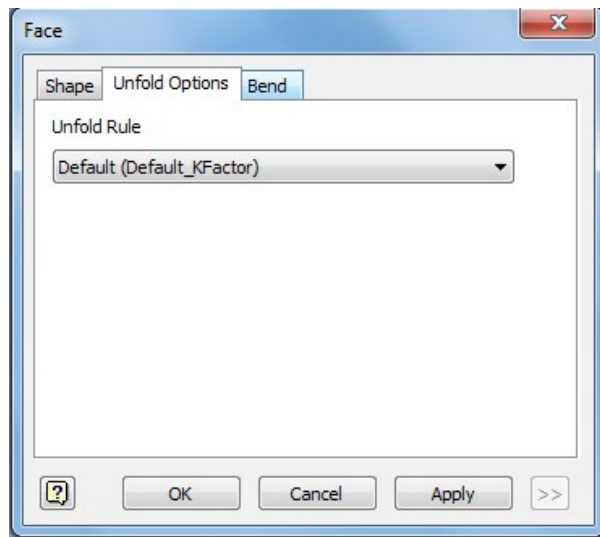
BendRadius: bằng với giá trị đã thiết lập trong phần Sheet Metal Styles



Hình 6.5. Hộp thoại Bend

Edges: chọn cạnh của tấm đã có để nối với tấm mới. Nếu không chọn cạnh để nối thì hai mặt sẽ tách rời nhau.

Trang Unfold Options

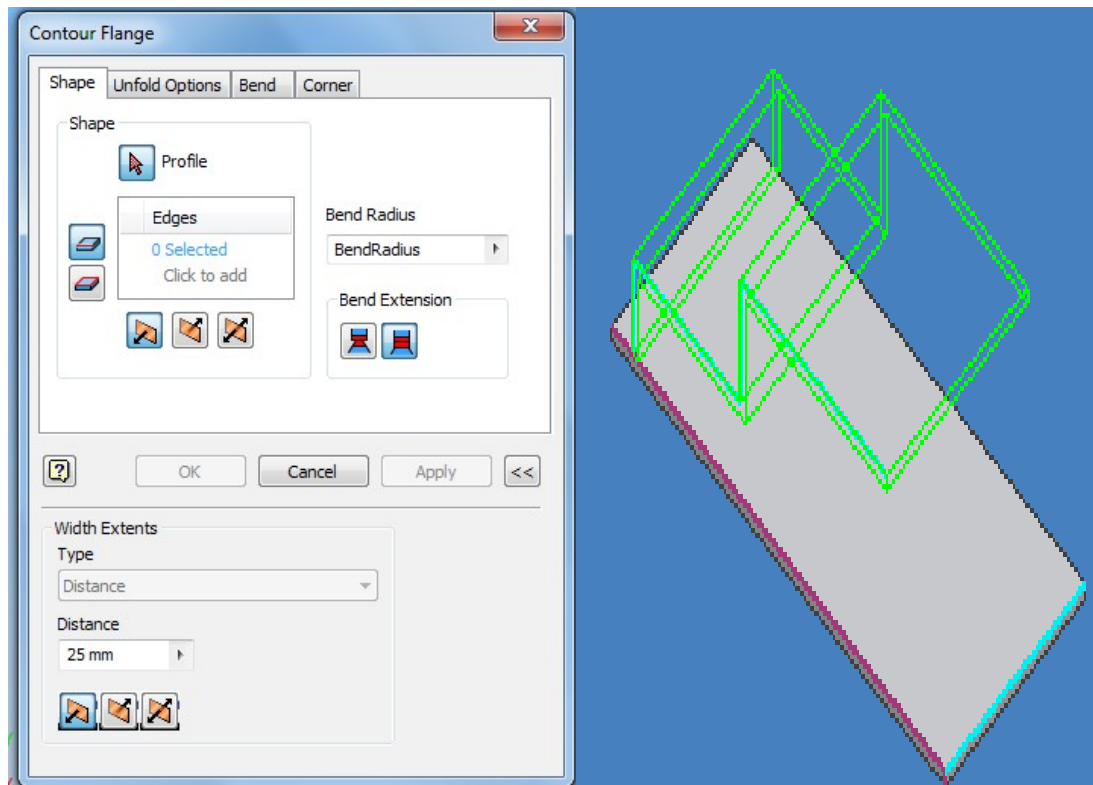


Hình 6.6. Hộp thoại Face, trang Unfold Options

5.5.2. Tạo gờ biên dạng (Contour flange)

Lệnh Contour flange tạo ra tấm dọc theo biên dạng vẽ phác 2D hở, có thể thực hiện độc lập hoặc biên dạng kèm theo solid hoặc tấm có sẵn.

Kích chuột vào công cụ **Contour Flange**. Trên một mặt Sheet Metal có sẵn, kích vào cạnh để xem trước gờ tạo ra.



Hình 6.7. Hộp thoại Contour Flange, trang Shape.

Nhập vào giá trị dưới Shape và sử dụng Flip Side and Both Sides để đặt hướng phát triển của gờ. Kích chuột vào nút phát triển theo một hướng hoặc hai hướng để tạo gờ. Để định nghĩa mặt uốn cong dùng các tùy chọn phía dưới Bend, xoá hộp kiểm Bend Relief nếu không muốn chèn một mặt uốn nổi. Kích chuột vào Apply để tiếp tục bổ sung các gờ hoặc kích chuột vào OK để đóng hộp thoại.

Trang Shape:

Shape: nhập các thông số để xác định hình dạng tấm được tạo.

Profile: chọn biên dạng

Select Edge: Chọn cạnh của solid đã có làm chuẩn cho hướng quét.

Offset: đổi hướng phát triển chiều dày tấm.

Bend: xác định các thông số của cung lượn.

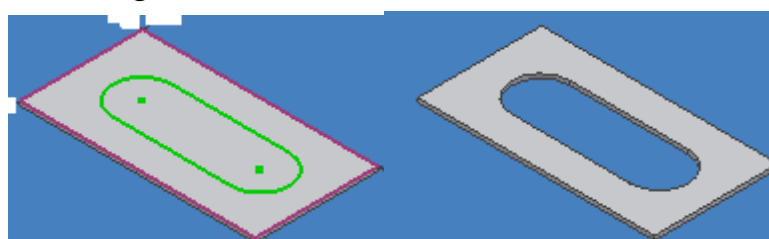
Radius: xác định bán kính cung lượn.

Extends Ben Align To Size Face: lựa chọn này tương tự như trong lệnh Face.

Trang Unfold Options và trang Relief Options tương tự như các lựa chọn trong lệnh Sheet Metal Styles.

5.5.3. Cắt biên dạng từ mô hình tấm (cut)

Các công cụ cắt (Cut) tương tự như công cụ Face. Công cụ cắt luôn luôn thực hiện phép toán trừ lôgic.

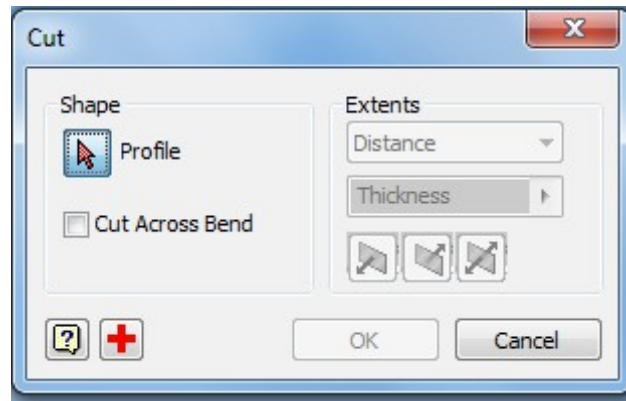


a) Biên dạng 2D

b) Sau khi cut

Hình 6.8. Chi tiết được tạo từ lệnh cut

Lệnh cut tương tự như lệnh Extrude, sau khi gọi lệnh hộp thoại Cut xuất hiện:



Hình 6.9. Hộp thoại lệnh cut

Ta có thể chọn tùy chọn giới hạn như là Through All cho feature. Các feature cắt làm đơn giản hoá việc chỉnh sửa mô hình. Nếu ta dùng Cut để tạo các Design Element ta có thể tạo thư viện các hình dạng lỗ cần đục và dễ dàng chèn chúng vào trong chi tiết. Ta có thể phác thảo một biên dạng kín qua một mặt uốn cong thẳng góc được trải ra và loại bỏ phần biên dạng cắt qua một hoặc nhiều mặt.

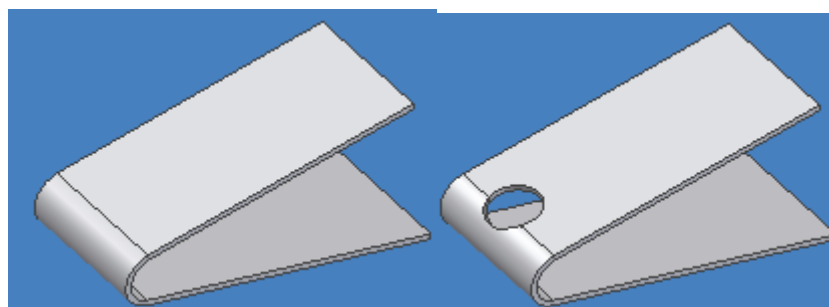
Để tạo mảnh cắt: kích vào nút Cut sau đó chọn biên dạng cần cắt chọn kiểu cắt và hướng cắt. Dùng tùy chọn Extents để có thể cắt qua nhiều mặt.

a) Tạo biên dạng cần cắt

b) Các tấm sau khi bị cắt

Hình 6.10. Chi tiết được tạo mảnh cắt

Cut Across Bend: cắt qua mặt uốn cong



a) Trước khi cut

b) Sau khi cut

Hình 6.12. Chi tiết được cắt qua mặt uốn cong

Trong thanh công cụ Sketch mở rộng nút Project Geometry và kích vào nút Project Flat Pattern. Trên vật khai triển tạo một biên dạng kín. Sau đó chọn biên dạng và kích chuột vào nút Cut. Trong hộp thoại Cut chọn Cut Across Bend.

5.5.4. Tạo gờ mép (Flange)

Lệnh Flange dùng để tạo thêm một tấm nối với tấm đã có và tạo với tấm này một góc tùy ý. Lệnh này chỉ có giá trị khi trước đó đã tạo trước ít nhất một tấm. Ví dụ để tạo một cánh cửa ta tạo một mặt và thêm chiều dày và tạo phần uốn cong ở mỗi cạnh mà không cần tạo thêm các bản vẽ phác. Ta có kiểm soát chiều dài của Flange bằng cách sử dụng khoảng offset từ 2 đối tượng tham chiếu.

Shape: chọn cạnh và thiết lập các thông số xác định khoảng cách và góc bẻ.

Select Edge: chọn các cạnh để tạo tấm.

Flip Offset: đổi hướng quét tạo chiều dày tấm.

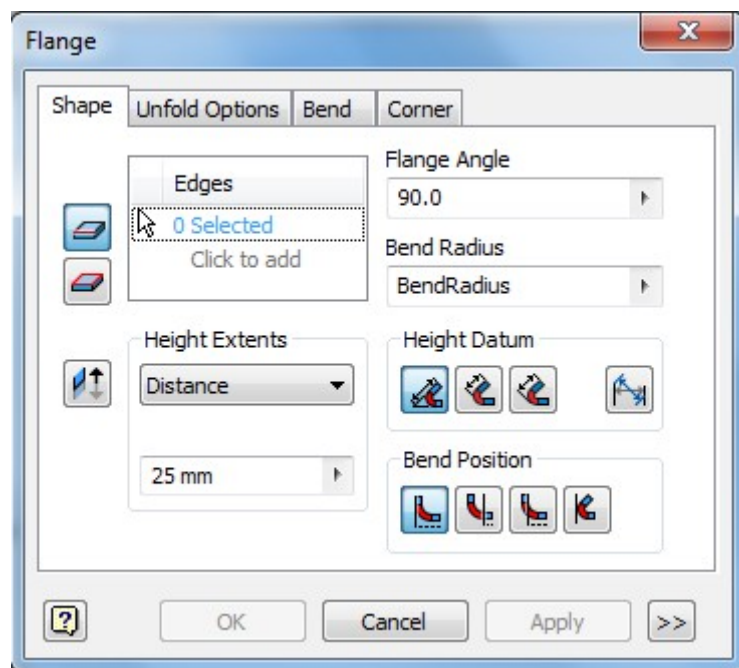
Distance: xác định chiều rộng của tấm sắp tạo.

Flip Direction: đổi hướng quét tạo chiều dày tấm.

Bend: xác định các thông số cho phần uốn cong.

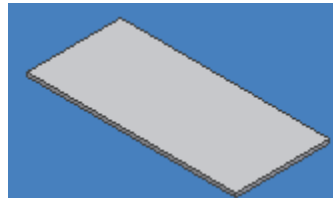
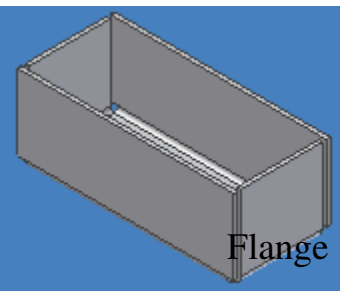
Bend radius: xác định bán kính cung lượn.

Bend Tangent To Side Face: lựa chọn này tương tự như trong lệnh Face.



Hình 6.11. Hộp thoại lệnh Flangge, Trang Shape

Kích chuột vào công cụ Flange và chọn 1 cạnh. Flange sẽ được hiển thị trước. Xác định hướng tạo gờ, chọn chiều dài mặt gờ và giá trị khoảng offset nếu yêu cầu. Nhập giá trị cho chiều sâu và góc của mặt gờ. Thay đổi bán kính uốn cong nếu cần thiết.



a) Tấm ban đầu

b) Sau khi

Hình 6.12.

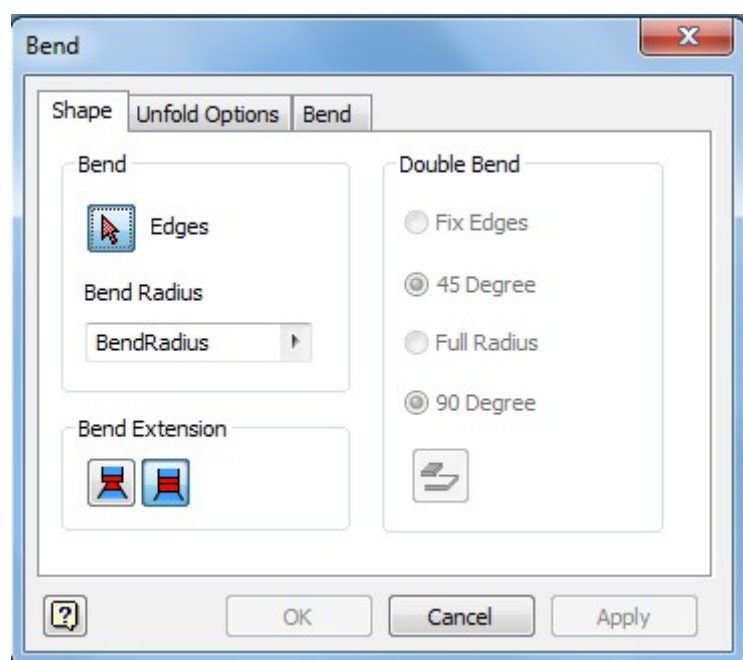
Chi tiết được tạo từ lệnh Flange

Trang Unfold Options và trang Bend tương tự như các lựa chọn trong lệnh Sheet Metal Styles.

5.5.6. Tạo mặt uốn cong và các đường nối Bend

Autodesk Inventor ta có thể tạo các mặt uốn cong bằng công cụ Face hoặc bổ sung chúng riêng. Nếu tạo một chi tiết đơn giản như dạng hàng rào. Cách nhanh nhất là tạo mặt uốn cong trong lệnh Face. Nếu chi tiết phức tạp hơn thì có thể tạo các mặt uốn cong riêng.

Điều này sẽ làm cho việc chỉnh sửa đơn giản hơn. Trong lệnh Bend ta có thể tạo các mặt uốn theo đường phác thảo hoặc các đường chiếu và có thể định dạng các cạnh với nhiều loại đường viền đơn hoặc đúp.



Hình 6.13. Hộp thoại lệnh Bend



Hình 6.14. Các chi tiết được tạo từ lệnh Bend

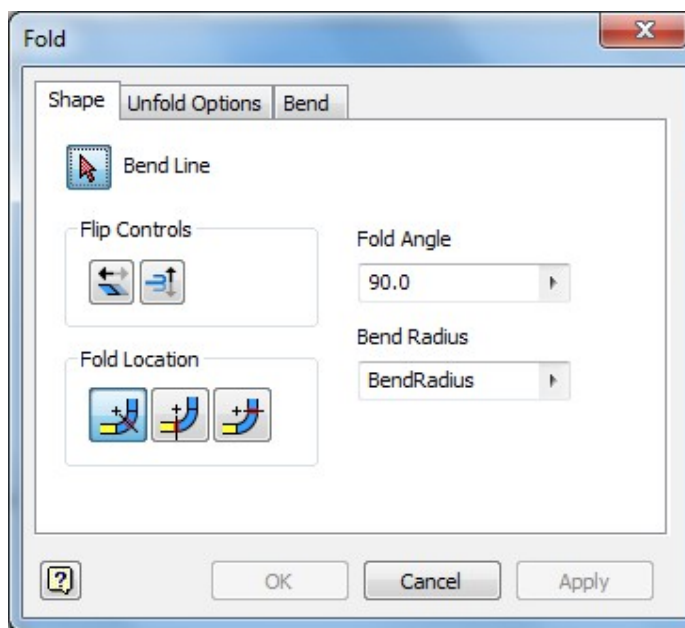
Sử dụng các tùy chọn trên menu ngữ cảnh của cửa sổ duyệt ta có thể chuyển đổi một mặt uốn cong thành mối nối góc và ngược lại.

Tạo mặt uốn cong từ 2 mặt:

Kích chuột vào công cụ Bend và chọn một cạnh trên mỗi mặt. Hệ thống sẽ cắt hoặc mở rộng các mặt để tạo mặt uốn cong, chỉnh sửa mặt uốn cong nếu thấy cần thiết.

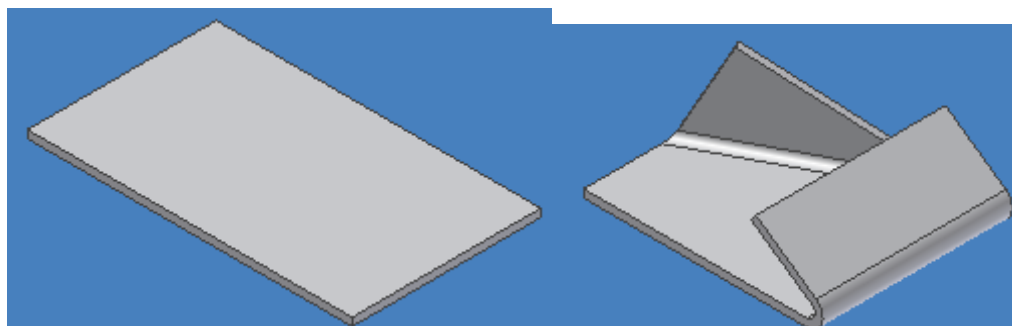
5.5.7. Tạo mặt uốn cong từ một đường của phác thảo Fold

Lệnh Fold dùng để tạo đường gấp dọc theo một đường vẽ phác trên mặt kim loại tấm. Để thực hiện lệnh ta phải vẽ đường thẳng trên mặt tấm và hai đầu đoạn thẳng này phải nằm trên hai cạnh mép của tấm.



Hình 6.15. Hộp thoại lệnh Fold

Kích chuột vào công cụ Fold và chọn một biên dạng phác thảo. Xác định góc và dùng các tùy chọn để định nghĩa mặt uốn cong. Các lựa chọn sẽ được phản ánh bằng các mũi tên xem trước. Kích chuột vào Apply hoặc OK để tạo mặt uốn cong.



a) Chi tiết trước khi uốn cong

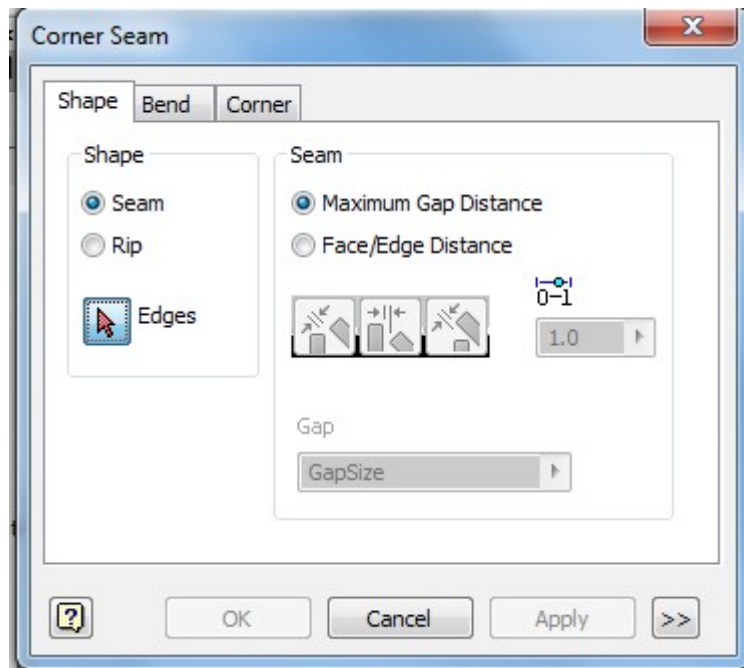
b) Chi tiết sau khi uốn cong

Hình 6.16. Các chi tiết được tạo từ lệnh Fold

5.5.8. Tạo đường nối góc Corner Seam

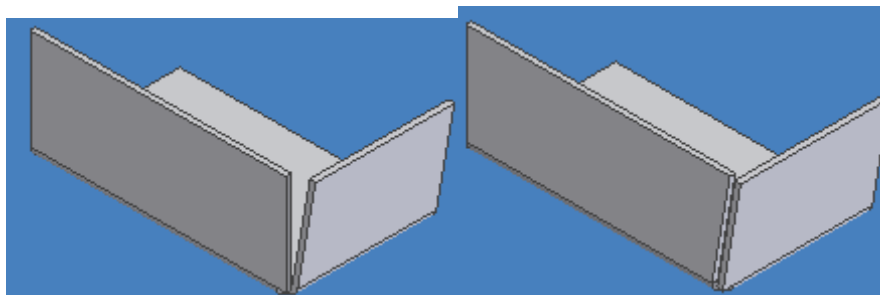
Lệnh Corner Seam dùng để nối các góc tiếp giáp giữa hai mặt. Nếu các mặt đồng phẳng thì lệnh Corner Seam tạo các mối ghép giáp nối.

Lệnh này thực hiện trong trường hợp hai mặt của hai tấm tạo với nhau một góc và có khoảng hở. Sau khi gọi lệnh, hộp thoại Corner Seam xuất hiện.



Hình 6.17. Hộp thoại lệnh Corner Seam

Kích chuột vào công cụ Corner Seam và chọn một cạnh trên mỗi mặt. Chọn cạnh cần chồng lên sau đó nhập vào giá trị cho khe hở (gap). Nếu cần thiết ta có thể chọn kiểu chồng 2 mặt.



a) khi chưa ghép nối

b) sau khi ghép nối

Hình 6.18. Chi tiết tạo từ lệnh Corner Seam

Xử lý một góc của solid:

Kích chuột vào công cụ Corner Seam và chọn hai mặt kề sát nhau. Sử dụng các lựa chọn trong hộp thoại Corner Seam mà ta sẽ tạo một nối góc mới.

Để chuyển đổi góc:

Kích chuột phải vào một góc hoặc một mặt uốn cong trong cửa sổ duyệt sau đó kích chuột vào Convert to Corner or Convert to Bend. Định nghĩa góc hoặc mặt uốn cong mà ta sẽ tạo ra.

5.5.9. Tạo vật khai triển Flat Pattern

Công cụ Flat Pattern khai triển mô hình chi tiết dạng tấm và hiển thị vật khai triển này trên cửa sổ thứ hai. Vật khai triển và mô hình có thể hiển thị cùng một thời điểm. Trên vật khai triển một mặt uốn cong được biểu diễn bằng một đường tâm và đường biên dạng trong và ngoài. Các phần tử thiết kế (Design Element) trên vật khai triển được hiển thị như mô hình 3D. Khi tạo vật khai triển hệ thống sẽ tính toán kích thước toàn bộ hoặc khoảng hở của chi tiết.

Vật khai triển tự động cập nhật khi thay đổi trên mô hình. Nếu mô hình không trải phẳng được, vật khai triển tự động cập nhật ngay khi mô hình tương thích trở lại. Điều này giúp ta dễ dàng khảo sát các lựa chọn khi chế tạo như thay đổi mặt uốn cong và đường nối góc.

Để tạo vật khai triển:

Kích chuột vào Flat Pattern trên thanh công cụ Sheet Metal. Nếu chọn một mặt thì công cụ trải phẳng sẽ tạo vật khai triển cho mặt đó. Vật khai triển sẽ được tạo trên cửa sổ thứ 2 và một biểu tượng vật khai triển được tạo trong cửa sổ duyệt.

Để xác định khoảng hở của vật khai triển:

Kích chuột phải vào biểu tượng của vật khai triển trong cửa sổ duyệt và chọn Extents. Một dòng nhắc hiển thị các giá trị X và Y.

Hình 6.19. Chi tiết tạo từ lệnh Flat Pattern

Các vật khai triển được tạo bằng phần mềm MetalBender từ dữ liệu Software + Engineering

5.6. Các công cụ thiết kế kim loại tấm

Các công cụ trong môi trường thiết kế kim loại tấm bao gồm một số các công cụ trong Part Model và công cụ tạo Sketch và bổ sung một số công cụ của Sheet Metal.

T	Nút	Công cụ	Chức năng
1		Styles	Cài đặt tham số cho các kiểu kim loại tấm
2		Flat Pattern	Tạo vật khai triển của kim loại tấm
3		Face	Tạo mặt kim loại tấm
4		Contour Flange	Bổ sung gờ của đường biên dạng của kim loại tấm
5		Cut	Cắt bỏ theo một biên dạng từ một mặt của kim loại tấm
6		Flange	Tạo một gờ trên một cạnh của kim loại tấm.
7		Hem	Tạo một đường viền trên chi tiết kim loại tấm
8		Fold	Tạo một mặt uốn cong theo một đường phác thảo trên một mặt của kim loại tấm.

9		Corner Seam	Tạo một góc nối giữa hai mặt của kim loại tấm.
10		Bend	Tạo mặt uốn cong giữa các mặt của kim loại tấm.
11		Hole	Tạo một lỗ. Công cụ này giống như trong thiết kế mô hình chi tiết.
12		Lofted Flange	Thiết kế tạo 2 biên dạng trên hai mặt phẳng song song với nhau
13		Contour Roll	Thiết kế theo biên dạng có trước
14		Corner Round	Vê tròn góc.
15		Corner Chamfer	Vát mép các góc

CHƯƠNG 6. LẮP RÁP CÁC CHI TIẾT ASSEMBLIES

Sau khi các chi tiết được tham chiếu hoặc đưa vào môi trường lắp ráp thì ta tiến hành lắp ráp bằng việc gán các ràng buộc. Ta gán chúng vào mỗi chi tiết tại mỗi thời điểm để gỡ bỏ các bậc tự do.

6.1. Giới thiệu chung

Trong Autodesk Inventor ta có thể tổ chức quá trình thiết kế bằng cách tạo các chi tiết In-place(chi tiết lắp ráp) hoặc chèn các chi tiết có sẵn khi ta tạo lắp ráp.

Lắp ráp là tập hợp các chi tiết và các cụm lắp. Trong tài liệu này Component kể đến các chi tiết và các cụm lắp.

Tạo lắp ráp thường là bước cuối cùng của quá trình thiết kế. Khi các chi tiết đơn lẻ đã được kiểm nghiệm về kết cấu. Với Autodesk Inventor ta có thể tạo lắp ráp tại bất kỳ thời điểm nào trong quá trình thiết kế. Nếu ta đang làm việc với một thiết kế mới, ta có thể bắt đầu với một lắp ráp rỗng sau đó tạo các chi tiết để hoàn thành thiết kế. Nếu ta chỉnh sửa một lắp ráp ta có thể tạo các chi tiết mới để chèn vào lắp ráp sao cho chúng lắp với các chi tiết có sẵn.

Trong lắp ráp thích nghi ta có thể tạo các chi tiết mà nó thích nghi với các chi tiết khác. Ví dụ tạo một miếng đệm, ta định nghĩa nó như là một chi tiết thích nghi, sau đó ta tạo các ràng buộc giữa các mặt của miếng đệm với các mặt của các chi tiết ghép với nó. Miếng đệm sẽ co giãn để vừa khít với khoảng trống giữa 2 chi tiết.

Các ưu điểm của công nghệ thích nghi:

- + Có thể chèn và thích nghi các chi tiết làm việc trong lắp ráp.
- + Có thể tạo các chi tiết để chèn và thích nghi chúng khi thiết kế.
- + Có thể chỉnh sửa các lắp ráp có các chi tiết thích nghi thay đổi.

Cách thiết kế các chi tiết lắp ráp (In-place):

Khi tạo các chi tiết lắp ráp ta có thể chọn một mặt trên chi tiết có sẵn làm mặt phác thảo cho chi tiết mới. Chọn mặt lắp ráp hợp lý tạo thuận lợi cho định nghĩa thiết kế.

Chi tiết dẫn xuất là một chi tiết mới mà sử dụng các đặc tính cơ bản của chi tiết có sẵn. Ta có thể chỉnh sửa chi tiết dẫn xuất mà không ảnh hưởng đến chi tiết gốc. Ta có thể cập nhật chi tiết dẫn xuất để cập nhật các thay đổi tạo ra trên chi tiết gốc. Ta có thể phá bỏ liên kết giữa chi tiết dẫn xuất và chi tiết gốc nếu ta không muốn cập nhật chi tiết dẫn xuất dựa trên chi tiết gốc.

Lắp ráp dẫn xuất là một chi tiết mới mà dựa trên lắp ráp có sẵn. Ta có thể nhập các chi tiết trong một lắp ráp thành một thực thể đơn và cũng có thể cắt bỏ một chi tiết từ một chi tiết khác. Kiểu thiết kế mô hình lắp ráp top-down tạo sự trực quan hơn và giúp ta tránh được các lỗi và tiết kiệm thời gian.

6.2. Các tiện ích

- **Adaptive technology:** Các chi tiết thích nghi tạo cho các lắp ráp chính xác hơn, các kích thước không cần chỉ ra một cách chính xác hoặc không cần gán các quan hệ giữa các chi tiết.

Design-in-place: Tạo và chỉnh sửa các chi tiết trong không gian lắp ráp.

Design layouts: Sử dụng các sơ đồ bố trí để thiết kế lắp ráp và các chi tiết trước khi chuyển chúng thành các solid 3D.

English and metric: Tạo các lắp ráp chứa các chi tiết với các hệ thống

đo khác nhau.

Imates: Lưu trữ các thông tin ràng buộc được định nghĩa trước với một chi tiết và sau đó dùng phương pháp kéo rê để đặt chi tiết vào lắp ráp. Ta cũng có thể thay một chi tiết bằng một chi tiết khác và vẫn duy trì được các ràng buộc mặt giới hạn thông minh.

Large assemblies: Làm việc với một lắp ráp lớn sử dụng cơ sở dữ liệu được phân đoạn của Autodesk Inventor.

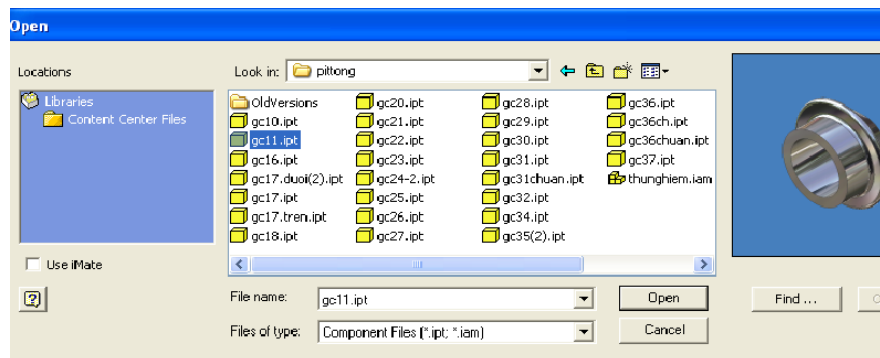
Pack and Go: Đóng gói một lắp ráp trong Autodesk Inventor và tất cả các file tham chiếu của chúng sẽ được định vị trong một vùng riêng.

6.3. Các lệnh hỗ trợ lắp ráp

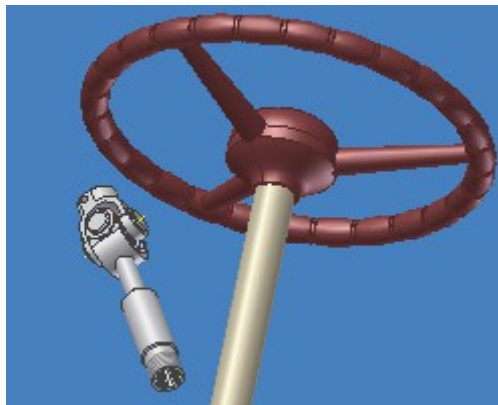
6.3.1. Chèn thành phần lắp ráp Place Component

Sử dụng lệnh Place Component tạo các liên kết chi tiết ngoài với mô hình lắp ráp, các chi tiết ngoài có thể là các chi tiết độc lập hoặc là cụm chi tiết.

Khi thực hiện lệnh, hộp thoại Open mở ra để gán và liệt kê các chi tiết cục bộ.



Hình 6.1. Hộp thoại Open



Hình 6.2. Chèn một cụm chi tiết vào môi trường lắp ráp

Locations: hiển thị vị trí chi tiết sẽ được đưa vào mô hình lắp.

File name: hiển thị tên chi tiết.

File type: xác định loại file.

Find: tìm kiếm.

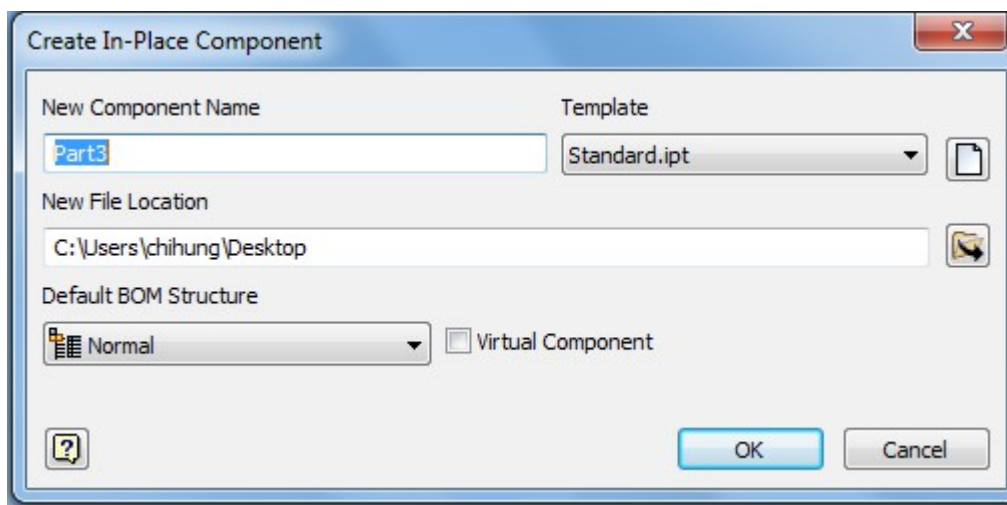
Review: hiển thị hình dạng của chi tiết sắp được đưa vào.

Use: IMate: cho phép sử dụng các IMate đã tạo trong phần mô hình.

Sau khi chọn chi tiết cần đưa vào bản vẽ, ta nhấn nút Open từ hộp thoại Open để quay về màn hình đồ họa, lúc này chi tiết gắn liền với con trỏ. Mỗi lần nhấn phím chọn của chuột ta đặt một chi tiết vào mô hình lắp ráp.

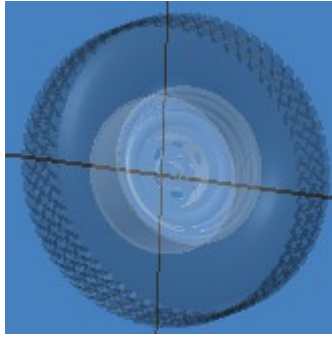
6.3.2. Tạo chi tiết mới Create Component

Lệnh Create Component dùng để tạo chi tiết trực tiếp trong môi trường lắp ráp. Khi đó hộp thoại Create Component xuất hiện:



Hình 6.3. Hộp thoại lệnh Create Component

Trong hộp thoại **Create In-Place Component** ta nhập vào tên File mới và kiểu file (Part hoặc Assembly). Khi đó sẽ tạo ra thành phần lắp ráp đầu tiên. Tùy chọn **Mate Sketch Plane to Selected Face** bị ẩn đi. Kích chuột vào nút More để chỉ ra vùng ghi file mới và *Template*.



Hình 6.4. Tạo chi tiết mới trong môi trường lắp ráp

New File name: Nhập tên chi tiết mới

File Type: xác định dạng file

New file location: hiển thị thư mục chứa chi tiết sắp tạo.

Template: chọn tiêu chuẩn.

Constrain Sketch plane to select face or plane: tạo ràng buộc lắp ráp giữa mặt của mô hình sắp tạo với mặt của chi tiết đã có làm mặt phẳng vẽ phác.

6.3.4. Định vị các thành phần lắp ráp

Có nhiều cách để di chuyển các thành phần lắp ráp. Nếu một thành phần lắp ráp không phải là cố định hoặc không bị ràng buộc hoàn toàn, ta có thể di chuyển nó trong vùng lắp ráp.

Các ràng buộc sẽ xoá một vài bậc tự do của thành phần lắp ráp này. Có thể dịch chuyển một thành phần lắp ráp theo các bậc tự do còn lại.

Khi một chi tiết hoặc một cụm lắp được cố định nó sẽ được cố định trong hệ toạ độ lắp ráp. Chi tiết cố định này sẽ được mô tả bằng một biểu tượng riêng trên cửa sổ duyệt. Bất kỳ thành phần lắp ráp nào trong một lắp ráp cũng có thể được cố định. Thành phần lắp ráp đầu tiên của lắp ráp được tự động cố định tuy nhiên ta có thể huỷ bỏ trạng thái cố định của nó.

Một thành phần lắp ráp cố định thì không giống như các thành phần lắp ráp ràng buộc khác. Một thành phần lắp ráp cố định được cố định vào hệ trục toạ độ lắp ráp. Một thành phần lắp ráp ràng buộc thì có quan hệ với các thành phần lắp ráp khác mà định nghĩa vị trí của nó. Đây là sự tác động lẫn nhau giữa các thành phần lắp ráp. Ví dụ nếu ta dùng công cụ Move or Rotate để tạm thời

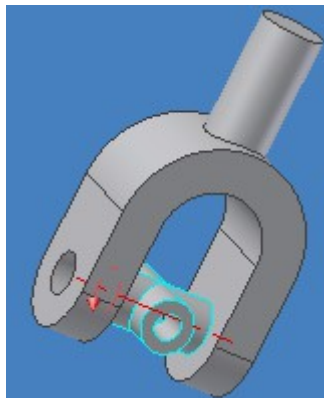
định vị lại một thành phần lắp ráp được ràng buộc khi Update thành phần lắp ráp này sẽ trở lại vị trí ràng buộc của nó.

Khi dịch chuyển một thành phần lắp ráp cố định bằng công cụ Move or Rotate, bất kỳ thành phần lắp ráp nào mà có ràng buộc tới nó sẽ cùng dịch chuyển tới vị trí mới của thành phần lắp ráp cố định.

Hình 6.5. Biểu tượng chi tiết định vị trên cửa sổ duyệt

Hiển thị các bậc tự do có sẵn:

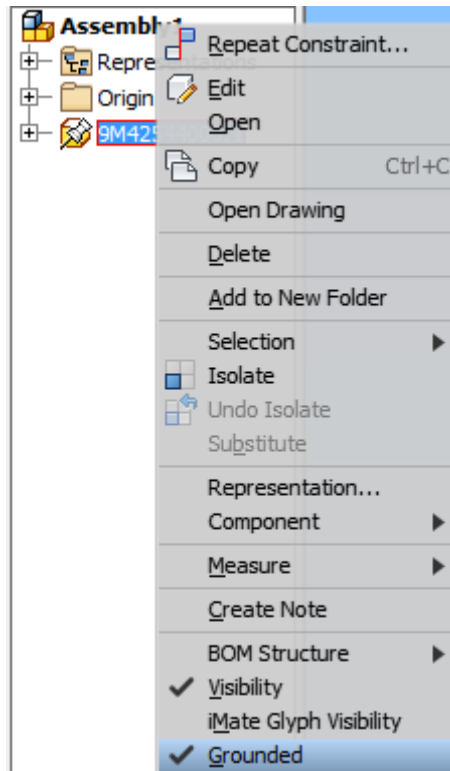
Kích chuột phải vào chi tiết trong cửa sổ duyệt hoặc cửa sổ đồ họa sau đó chọn **Properties**. Trong hộp hội thoại **Properties** chọn nút **Occurrence**, đánh dấu vào hộp kiểm **Degrees of Freedom** sau đó kích chuột vào **OK**. Để tắt chế độ hiển thị bậc tự do ta bỏ đánh dấu hộp kiểm trên. Ta cũng có thể sử dụng tùy chọn **Degrees of Freedom** trong menu **View**.



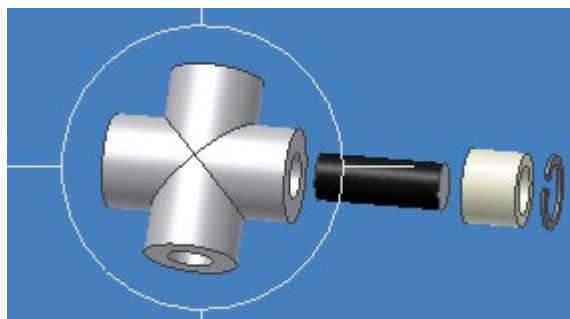
Hình 6. 6. Hiển thị số bậc tự do có sẵn của chi tiết trong môi trường lắp ráp

Thay đổi trạng thái cố định của một thành phần lắp ráp:

Kích chuột phải vào chi tiết trên cửa sổ duyệt sau đó chọn hoặc bỏ đánh dấu vào **Grounded**.



Hình 6.7. Di chuyển hoặc quay thành phần lắp ráp cố định:



Hình 6.8. Di chuyển hoặc quay thành phần lắp ráp cố định:

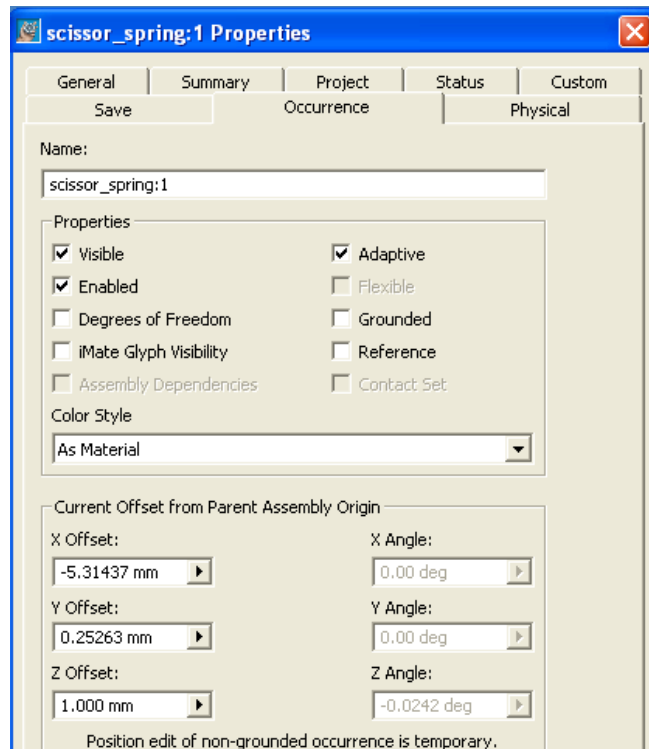
Kích chuột vào công cụ **Move Component or Rotate Component** trên thanh công cụ **Assembly**. Sau đó kéo rê thành phần lắp ráp cố định tới vị trí mới. Khi

kích chuột vào Update bất kỳ các thành phần lắp ráp ràng buộc nào sẽ được định vị lại tới vị trí mới.

Di chuyển một thành phần lắp ráp với một khoảng cách xác định:

Kích chuột phải vào thành phần lắp ráp cần di chuyển sau đó chọn

Properties->Occurrence. Ta có thể nhập số cho các giá trị dịch chuyển theo các trục tọa độ X,Y,Z. Ta cũng có thể bật tắt trạng thái cố định của thành phần lắp ráp cố định.



Hình 6.9. Di chuyển chi tiết bằng tọa độ chính xác

Di chuyển hoặc quay tạm thời các thành phần lắp ráp ràng buộc:

Kích chuột vào công cụ **Move Component** or **Rotate Component** trên thanh công cụ **Assembly**. Dùng các công cụ này để di chuyển hoặc quay tạm thời các thành phần lắp ráp mà không xóa mất ràng buộc. Thành phần lắp ráp ràng buộc sẽ trở lại vị trí ban đầu của nó khi ta kích chuột vào Update.

6.3.5. Bổ sung các thành phần lắp ráp

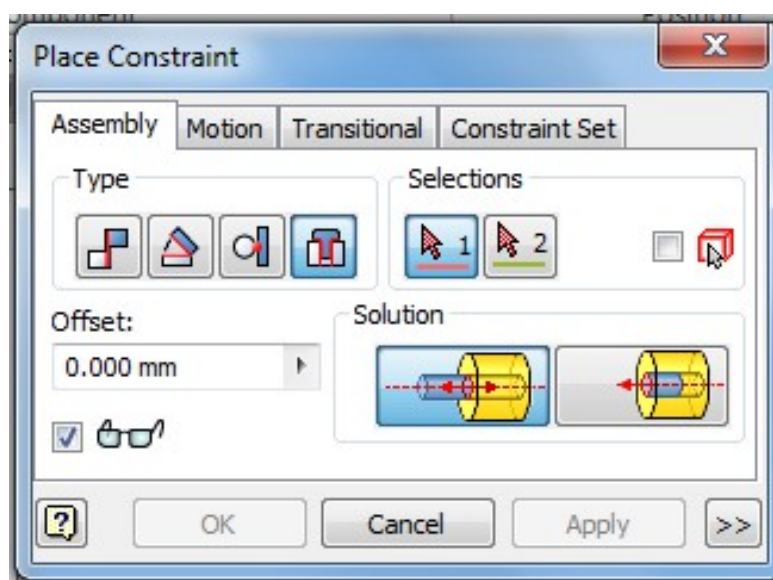
Trong môi trường lắp ráp ta có thể tạo một cụm lắp, một chi tiết mới hoặc chèn một chi tiết hay một cụm lắp có sẵn. Khi tạo một **Component in-place** mới ta có thể gán mặt phẳng phác thảo trong mặt quan sát hiện hành hay ràng buộc nó tới một mặt của thành phần lắp ráp có sẵn. Ta có thể chèn nó vào vùng lắp ráp sau đó bổ sung các ràng buộc.

Khi một thành phần lắp ráp được kích hoạt thì các thành phần lắp ráp còn lại sẽ bị mờ đi trong cửa sổ duyệt. Chỉ có một thành phần lắp ráp có thể được kích hoạt tại một thời điểm. Bộ phận lắp ráp tự nó phải được kích hoạt khi tạo hoặc chèn một thành phần lắp ráp.

Kích hoạt chi tiết: Kích đúp vào tên chi tiết trong cửa sổ duyệt. Các chi tiết còn lại sẽ bị mờ đi.

Kích hoạt một cụm lắp: Kích đúp vào lên của của cụm lắp trong cửa sổ duyệt hoặc kích chuột phải trong cửa sổ đồ họa và chọn Finish Edit.

Chú ý: Finish Edit sẽ bị ẩn trên menu ngữ cảnh trong khi đối tượng hình học được chọn trong cửa sổ đồ họa.

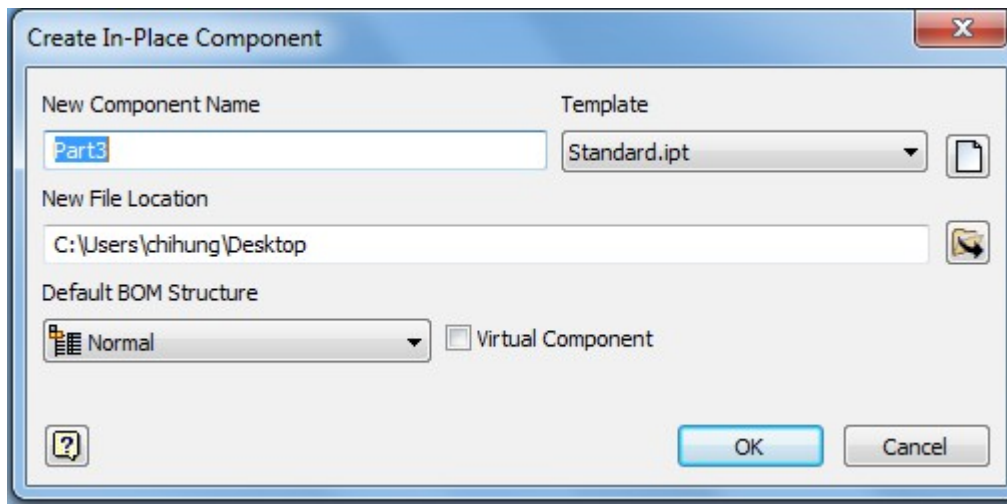


Hình 6.10. Hộp thoại Edit Constrain

Tạo một Component in-place:

Kích chuột vào công cụ **Create Component**. Nếu cần tạo ràng buộc giữa mặt phác thảo và một mặt của chi tiết có sẵn thì chọn **Constrain Sketch Plane to Selected Face** trong hộp thoại **Create In-Place Component**.

Cách khác có thể kích chuột vào một vị trí trong cửa sổ đồ họa để xác định mặt phác thảo.



Hình 6.11. Hộp thoại Create In-Place Component

Tạo một chi tiết hoặc một cụm lắp dẫn xuất:

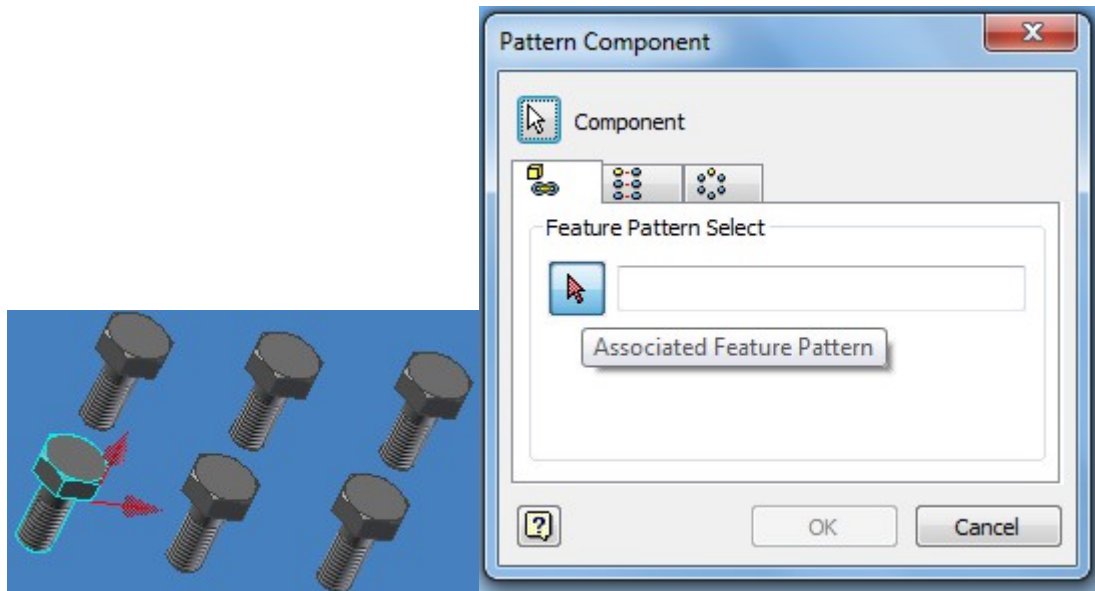
Duyệt và mở file part (.ipt) đối với Feature cơ sở. Trong thanh công cụ Feature kích chuột vào nút Derived Component. Xác định hệ số tỷ lệ, mặt đối xứng và kích OK. Nếu ta chỉnh sửa Feature của chi tiết dẫn xuất kích chuột phải và chọn Update Derived Feature. Để phá hủy liên kết và không cập nhật sự thay đổi của chi tiết gốc, kích chuột phải vào Feature dẫn xuất trong cửa sổ duyệt và kích chuột vào Break link.

6.3.5. Tạo mảng các thành phần lắp ráp:

Bạn có thể tạo mảng chi tiết, nhóm chi tiết, cụm lắp. Các thành phần lắp ráp được tạo mảng có thể bao gồm các ràng buộc và là các đối tượng lắp ráp duy nhất với các đặc tính không có trong các thành phần lắp ráp chèn thông thường. Ta có thể tạo các thành phần lắp ráp được tạo mảng mà có liên kết tới mảng các Feature chi tiết. Ví dụ, Một mảng các lỗ có thể tồn tại cùng với các bulông mà có mối liên hệ với mảng các lỗ. Nếu số lỗ thay đổi thì số bulông cũng thay đổi theo.

Để tạo mảng các thành phần lắp ráp :

Kích chuột vào công cụ Pattern Component sau đó chọn nút Rectangular hoặc Circular. Ta có thể chọn các thành phần lắp ráp cần tạo mảng trong cửa sổ duyệt hoặc trong cửa sổ đồ họa. Sau đó chọn các cạnh của thành phần lắp ráp, các trục làm việc hoặc các trục tọa độ để xác định hướng của các hàng và các cột hoặc trục quay. Nhập số phần tử và khoảng cách giữa các phần tử.



Hình 6.12. Hộp thoại Pattern Component

6.3.6. Thay đổi các thành phần lắp ráp

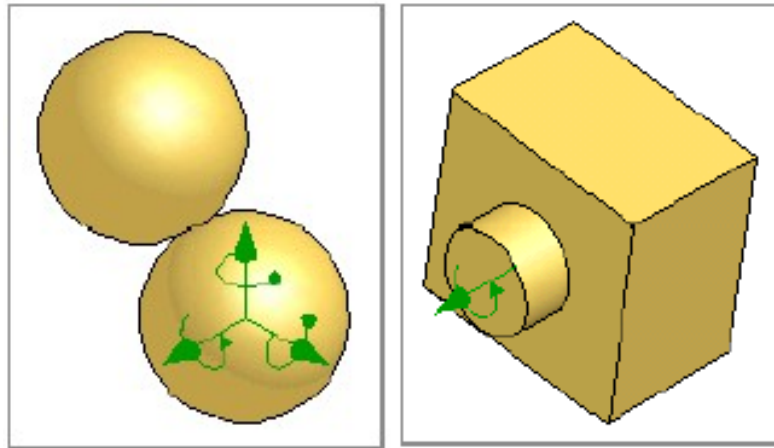
Việc các nhà thiết kế thay đổi một chi tiết trong lắp ráp là việc thường xuyên diễn ra. Autodesk Inventor chèn chi tiết mới với các trục tọa độ của nó được căn theo các trục tọa độ của chi tiết có sẵn. Ta phải gán bất kỳ ràng buộc nào cho nó.

- Để thay đổi một thành phần lắp ráp:

Kích chuột vào công cụ Replace Component trên thanh công cụ Assembly sau đó chọn thành phần lắp ráp cần thay đổi sau đó tìm đến thành phần lắp ráp mới. Tất cả các ràng buộc trên thành phần lắp ráp có sẵn sẽ bị mất trong khi thay đổi.

6.3.7. Bổ sung các ràng buộc tới các thành phần lắp ráp

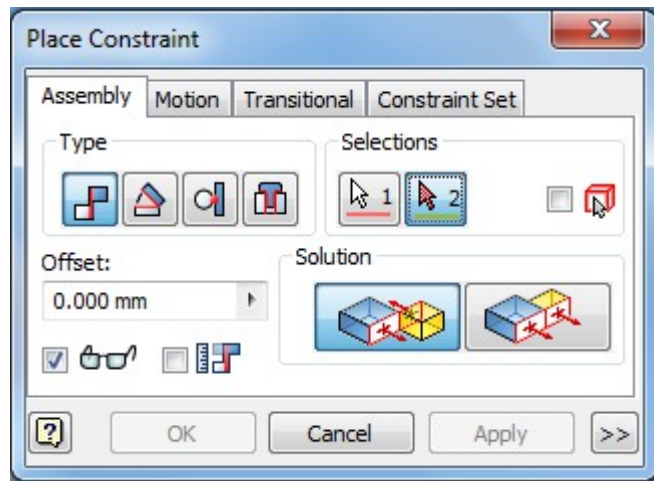
Ta có thể bổ sung 4 kiểu ràng buộc tới các thành phần lắp ráp: mate, angle, tangent và insert. Mỗi kiểu của ràng buộc có nhiều phương án. Các phương án được định nghĩa bởi hướng của các vectơ vuông góc với thành phần lắp ráp. Ta có thể Mate các thành phần lắp ráp bằng cách nhấn phím Alt và kéo rê chi tiết vào vị trí Mate. Phương pháp này thì nhanh bởi vì không cần nhập lệnh tạo ràng buộc. Một số bậc tự do sẽ bị mất khi ta thêm các ràng buộc. Các bậc tự do có thể vẫn có sẵn nhưng bị hạn chế. Ví dụ nếu ta gán một ràng buộc Tangent tới 2 quả cầu tất cả sáu bậc tự do vẫn còn nhưng ta không thể dịch chuyển một quả cầu dù chỉ là theo một hướng. Thử dựng một vài chi tiết để xem các ràng buộc hạn chế chuyển động của chúng như thế nào.



Hình 6.13. Bổ sung các ràng buộc

Tạo ràng buộc 2 mặt, cạnh, điểm hoặc các Work Feature với nhau:

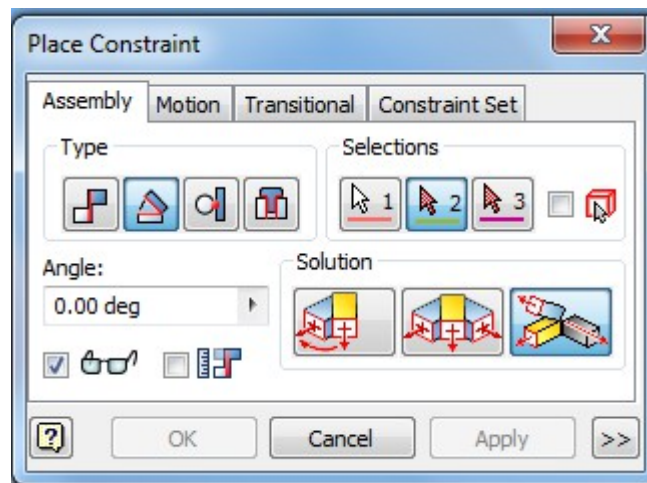
Trong hộp thoại Place Constraint kích chuột vào Mate. Ta có hai phương án trong lệnh Mate là Mate và Flush như minh họa hình dưới đây. Nếu ta muốn các mũi tên vuông góc hướng vào nhau thì ta chọn Mate. Nếu ta muốn các đối tượng hình học đặt cạnh nhau và các mũi tên theo cùng một hướng ta chọn Flush. Nếu muốn tạo khe hở nhập giá trị khe hở vào hộp offset.



Hình 6.14. Hộp thoại Place Constraint , ràng buộc tiếp xúc mặt

Tạo ràng buộc hai mặt hoặc hai cạnh hợp với nhau một góc nhất định:

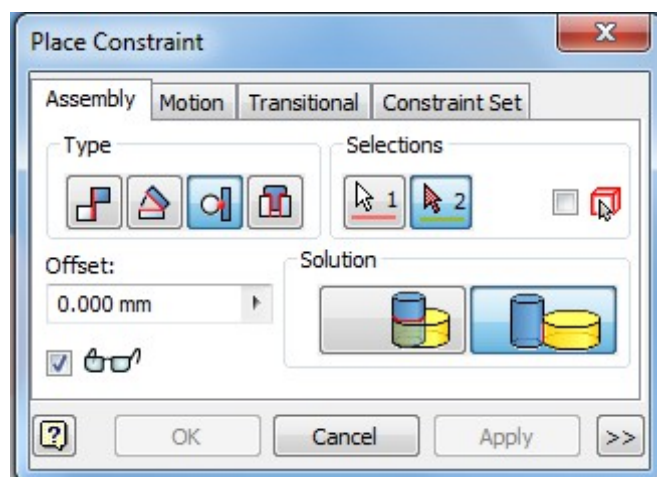
Trong hộp thoại Place Constraint kích chuột vào Angle. Ta có thể chọn các vectơ vuông góc với các mặt hoặc các cạnh riêng. Có 4 giải pháp cho mỗi cặp lắp ráp. Các mặt được lựa chọn của chi tiết sẽ được ràng buộc theo góc.



Hình 6.15. Hộp thoại Place Constraint, ràng buộc góc

Tạo ràng buộc của một mặt cong với một mặt phẳng hoặc một mặt cong khác:

Trong hộp thoại Place Constraint kích chuột vào Tangent. Trong trường hợp này ta có hai phương án là tiếp xúc trong và tiếp xúc ngoài như hình dưới đây.

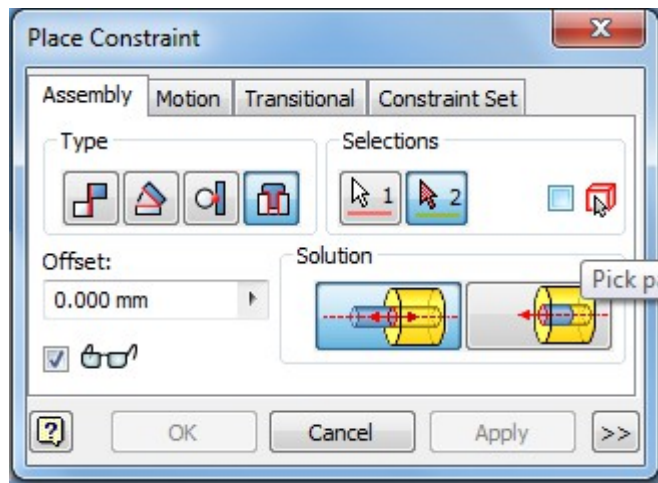


Hình 6.15. Hộp thoại Place Constraint, ràng buộc tiếp xúc ngoài

Tạo ràng buộc ngang bằng giữa lỗ và mặt trụ:

Trong hộp thoại Place Constraint kích chuột vào Insert. Lệnh này sẽ gán đồng tâm của các cung tròn hoặc đường tròn được chọn để tạo ràng buộc. Để gán ràng buộc ta chọn đường tròn trên hình trụ và trên lỗ mà ta muốn ràng buộc.

Chú ý: Các ràng buộc Insert được hạn chế bởi các bề mặt phẳng mà vuông góc với đường trục của hình trụ và của lỗ.



Hình 6.16. Hộp thoại Place Constraint, ràng buộc chèn đối tượng

6.3.8. Sử dụng các ràng buộc động

Sau khi ta ràng buộc một thành phần lắp ráp ta có thể mô phỏng quá trình chuyển động cơ học bằng cách thay đổi giá trị của ràng buộc. Công cụ Drive Constraint đặt lại vị trí một chi tiết qua từng bước theo giá trị ràng buộc. Ta có thể quay một thành phần lắp ráp. Ví dụ bằng cách tạo ràng buộc góc động từ 0 đến 360⁰ ta có thể mô phỏng quá trình chạy của chiếc đồng hồ.



Hình 6.17. Sử dụng các ràng buộc động

Công cụ Drive Constraint được giới hạn tới một ràng buộc. Ta có thể điều khiển các ràng buộc bổ sung bằng cách sử dụng công cụ Parameters để tạo các quan hệ số học giữa các ràng buộc.

Hình 6.17. Hộp thoại Drive Constraint

Để điều khiển ràng buộc:

Kích chuột phải vào ràng buộc trong cửa sổ duyệt sau đó chọn Drive Constraint. Nhập vào giá trị đầu và giá trị cuối và thời gian dừng giữa các bước. Kích chuột vào nút More để đặt khoảng dịch chuyển cho từng bước, số lần lặp lại và định nghĩa chu kỳ. Chọn Start/End dịch chuyển sẽ tăng dần từ điểm đầu đến điểm cuối, sau đó trở lại vị trí ban đầu trước khi bắt đầu một chu kỳ mới. Start/End/Start dịch chuyển tăng dần từ điểm đầu đến điểm cuối sau đó dịch chuyển giảm dần về điểm đầu trước khi lặp lại. Kích chuột vào các nút Forward, Rewind hoặc Stop để điều khiển chuyển động.

6.3.9. Đóng gói các lắp ráp

Chức năng Pack and Go trong Autodesk Inventor đóng gói lắp ráp và tất cả các file tham chiếu của nó trong một vùng riêng. Điều này sẽ đặc biệt tiện lợi khi ta cần:

Lưu trữ các file trên đĩa CD hoặc trên các phương tiện khác.

Gửi bộ hoàn chỉnh các files tới người bán hoặc khách hàng.

Tách các file đã tham chiếu ra khỏi các file khác trong cùng thư mục nguồn.

Kiểm tra các cấu hình xen kẽ trong các file đóng gói mà không thay đổi file nguồn.

Sử dụng Pack and Go của Windows Explorer: Kích chuột phải vào một file của Autodesk Inventor (.iam,.ipt,.idw,.ipn) sau đó chọn Pack and Go

Sử dụng Pack and Go của Autodesk Inventor : Kích chuột vào

File-> Design Assistant. Trong cửa sổ duyệt của Design Assistant kích chuột phải và chọn Pack and Go.

6.4. Các công cụ lắp ráp

Khi tạo hoặc chỉnh sửa một chi tiết trong lắp ráp, thanh công cụ lắp ráp được kích hoạt.

TT	Nút lệnh	Công cụ	Chức năng
----	----------	---------	-----------

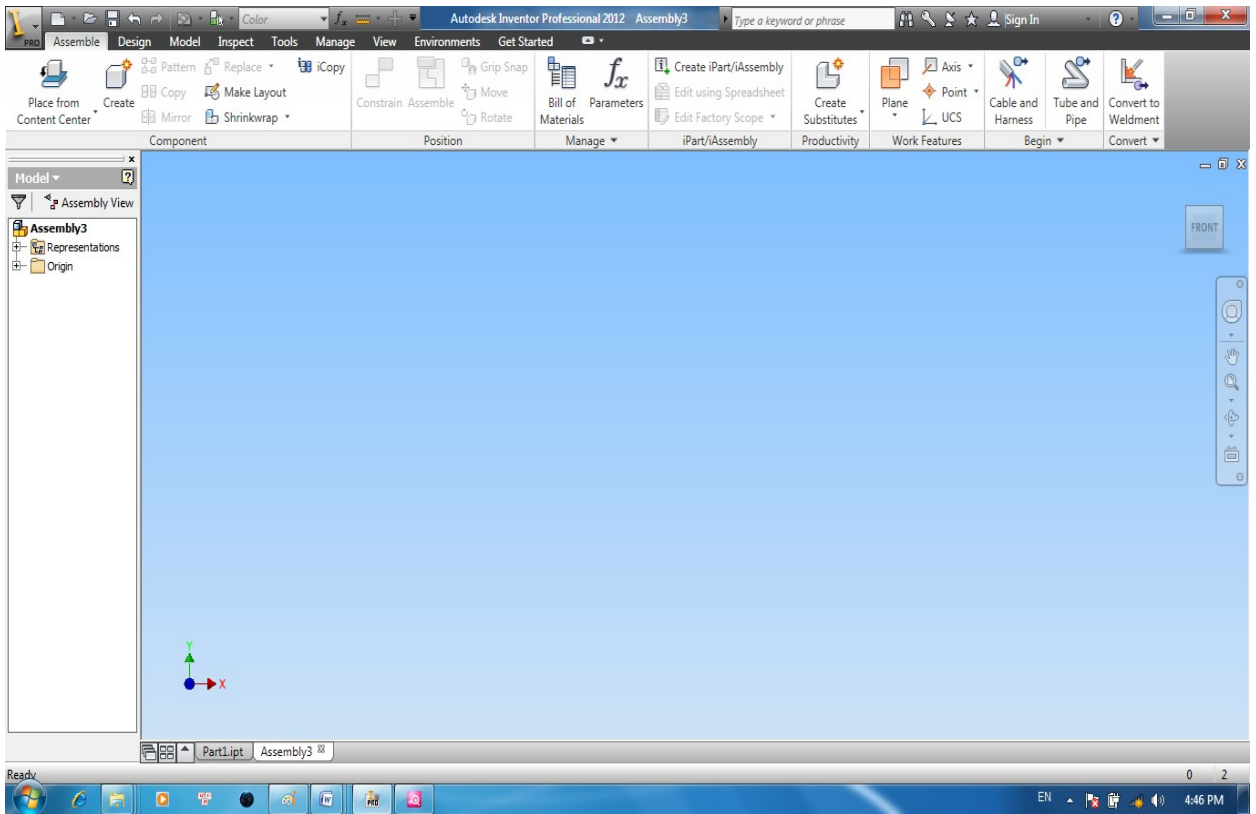
1		Place	Chèn một chi tiết hoặc một cụm lắp có sẵn
2		Create Component	Tạo một cụm lắp hoặc một chi tiết mới trong môi trường lắp ráp
3		Pattern Component	Tạo mảng các chi tiết lắp ráp
4		Replace Component	Thay một chi tiết trong một lắp ráp bằng một chi tiết khác.
5		Replace All	Thay nhiều chi tiết trong lắp ráp bằng một chi tiết khác.
6		Move Component	Cho phép dịch chuyển tạm thời một thành phần lắp ráp đã được ràng buộc. Thành phần lắp ráp này sẽ trở lại vị trí cũ khi ta Update.
7		Rotate Component	Cho phép quay tạm thời một thành phần lắp ráp đã được ràng buộc. Thành phần lắp ráp sẽ trở lại vị trí cũ khi ta Update.
8		Section Views	Hiển thị một phần mặt quan sát của chi tiết

CHƯƠNG 8: TẠO ĐƯỜNG ỐNG VÀ CÁC CHI TIẾT DỰA VÀO THƯ VIỆN CỦA INVENTOR

Chi tiết chuẩn ở trong môi trường Inventor 2012 là những dạng thư viện những chi tiết chuẩn tích hợp sẵn trong phần mềm và chúng ta có thể đưa ra và sử dụng theo những tiêu chuẩn đã có bao gồm các chi tiết cơ khí các loại vật liệu thông dụng thông dụng

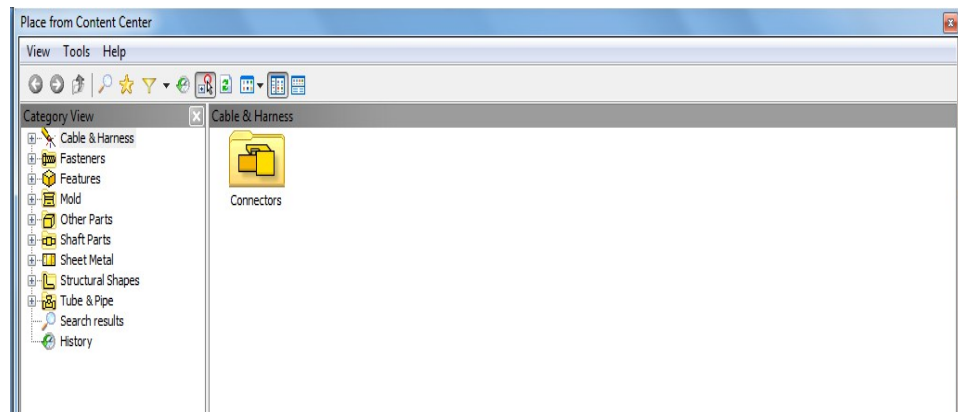
8.1. Môi trường làm việc và các công cụ hỗ trợ

Khi khởi động chương trình thì chúng ta sẽ có môi trường làm việc của phần mềm



Hình 8.1: Môi trường làm việc của thư viện Inventor

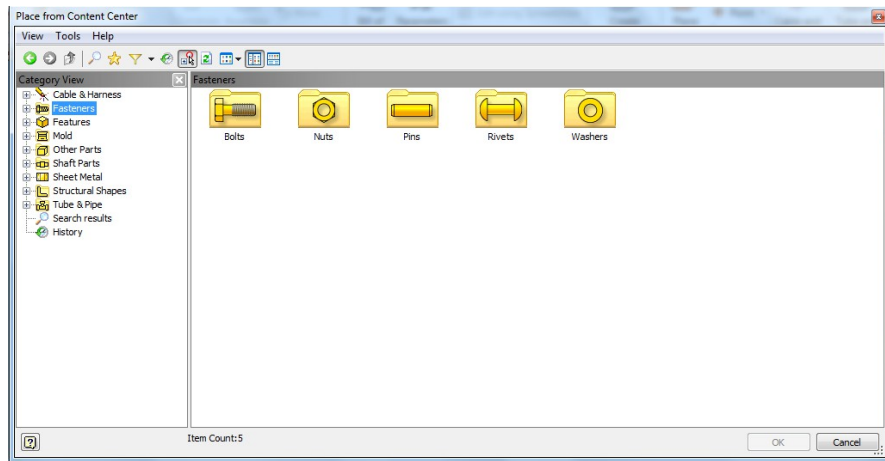
8.2. Thư viện các chi tiết chuẩn



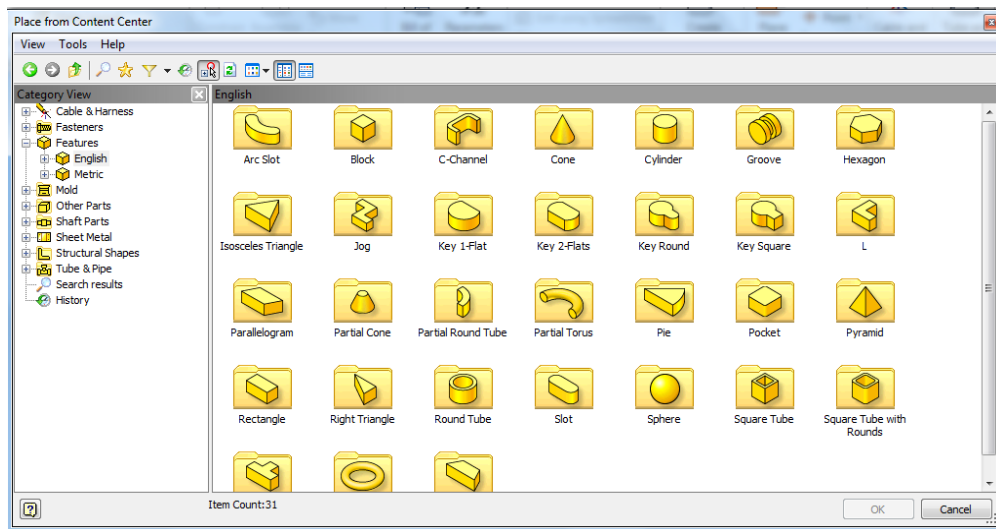
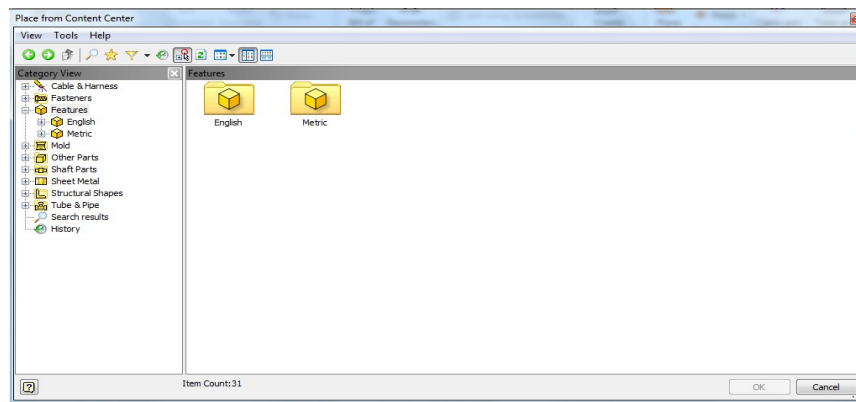
Đây là thư viện những chi tiết chuẩn mà inventor hỗ trợ người dùng để đặt hiệu quả cao trong thiết kế bao gồm:

8.2.1: Fasteners

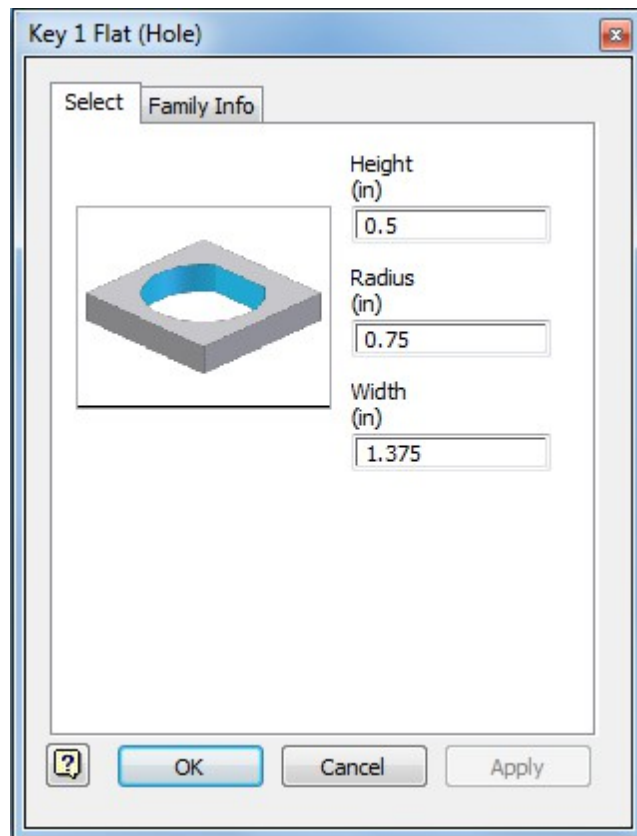
Cung cấp những loại bu lông, đai ốc, Rivets.....



8.2.2: Features

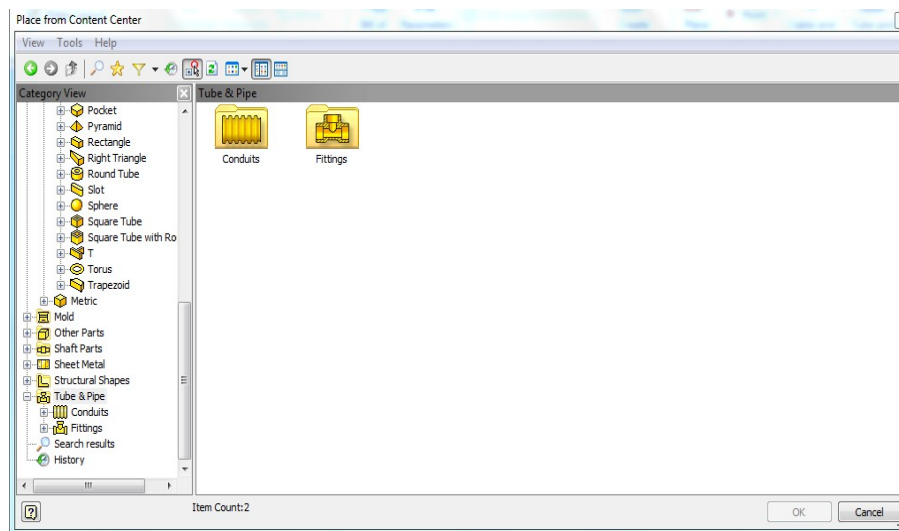


Là những dạng hình học có sẵn chúng ta sẽ sử dụng những chi tiết này để thiết kế và sử dụng dễ dàng, đó là những chi tiết theo tiêu chuẩn và chúng ta phải xác định các thông số của chi tiết chúng ta cần

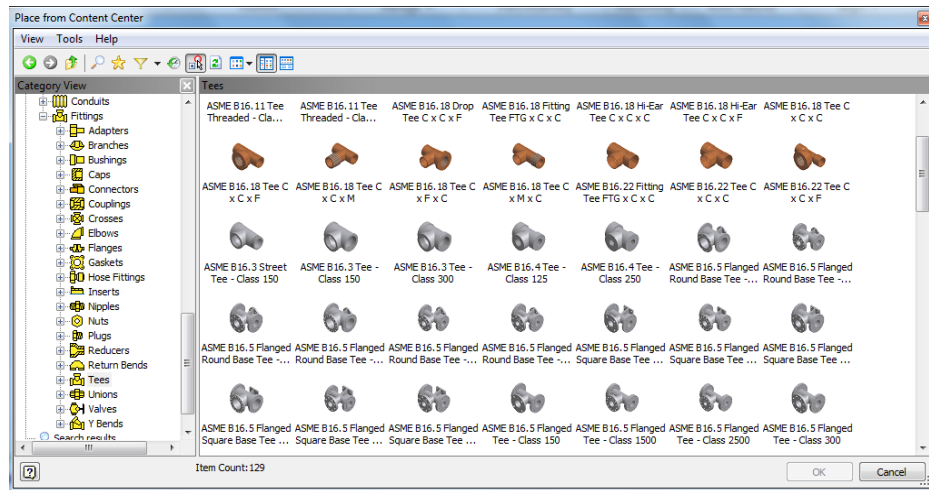


Hình 8.2: Xác định thông số chi tiết

8.2.2: Môi trường làm việc tạo các dạng đường ống

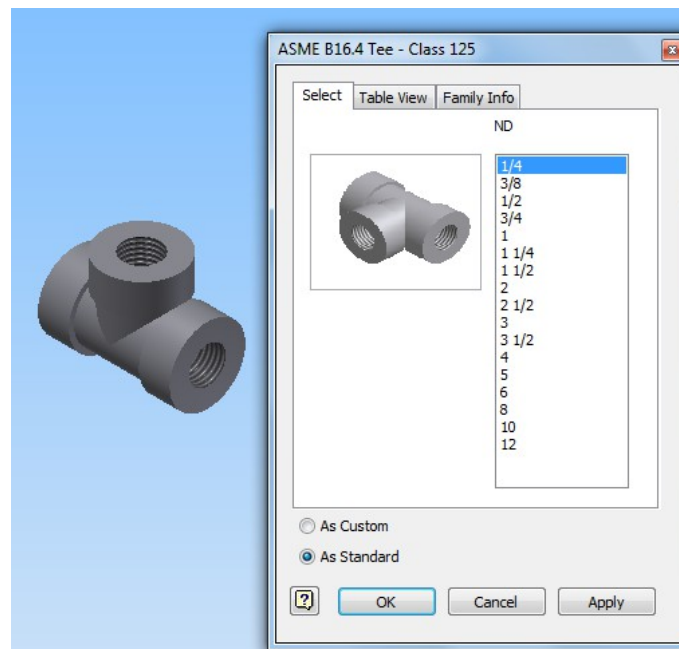


Là tập hợp những đường ống dùng trong bản vẽ lắp ghép các công trình hoặc cỗ máy có dùng đường ống dẫn khí dẫn nước, dẫn dầu trong máy thủy lực, các loại khớp nối trong hệ thống ống dẫn và các loại van khóa trong hệ thống dẫn nước, dầu



Hình 8.3: Hệ thống các loại ống dẫn

8.2.3: Các thông số đường ống khi thiết kế



Chúng ta có thể điều chỉnh các đường kính ống các khớp nối giữa những chi tiết ống thông qua bảng thuộc tính của chi tiết khi đưa vào môi trường làm việc

CHƯƠNG 9. XÂY DỰNG BẢN VẼ HAI CHIỀU

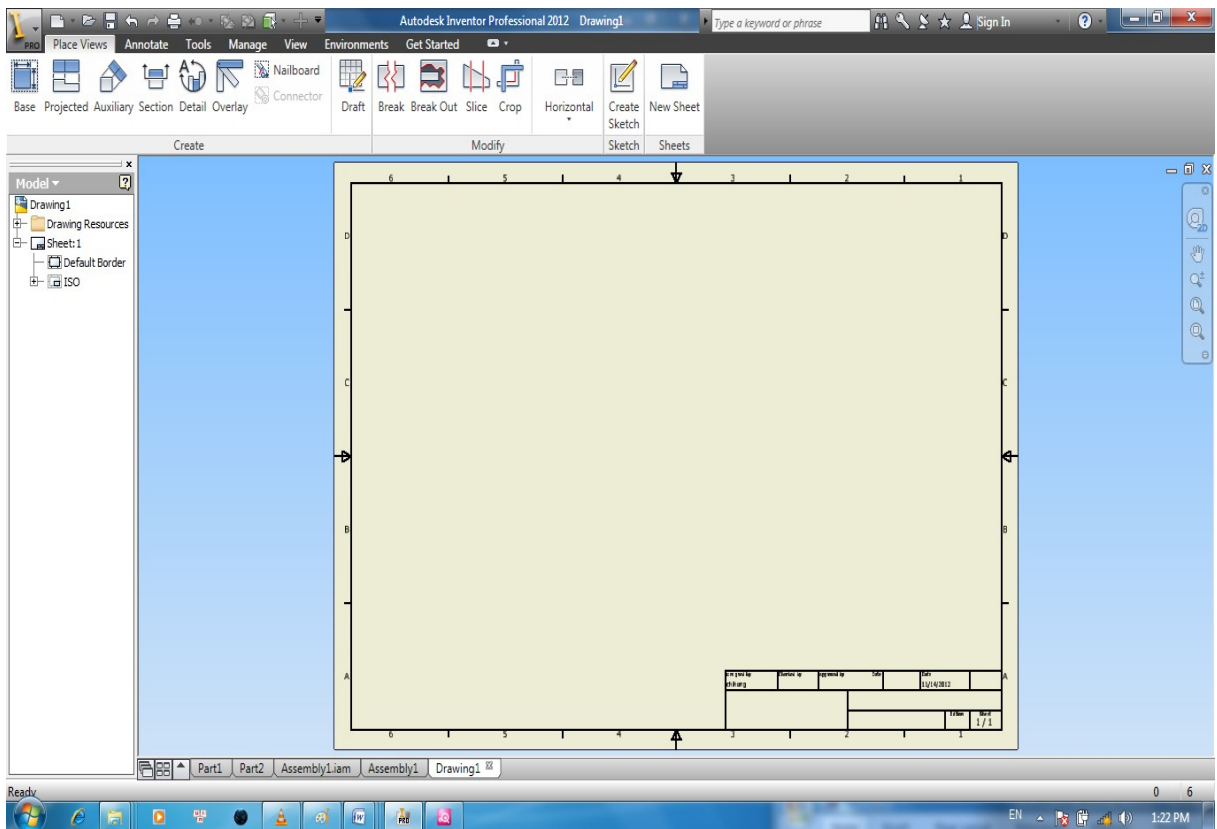
Khi công việc lắp ráp đã hoàn thành thì ta tạo các hình chiếu thể hiện kết cấu, ta có thể tạo các hình chiếu trực đo, hình chiếu vuông góc 2D từ mô hình đã lắp ráp hoặc các chi tiết độc lập.

9.1. Giới thiệu chung

Autodesk Inventor liên kết mô hình chi tiết và cụm lắp với bản vẽ. Mọi thay đổi của mô hình sẽ được cập nhật vào bản vẽ. Ngược lại, ta có thể thay đổi mô hình chi tiết và cụm lắp bằng cách sửa kích thước mô hình ngay trong bản vẽ. Mối liên hệ 2 chiều này đảm bảo cho bản vẽ luôn luôn phản ánh các thông số thiết kế mới nhất của mô hình.

9.1.1. Môi trường bản vẽ hai chiều

Chuyển sang môi trường bản vẽ hai chiều bằng cách gọi lệnh **NEW** từ menu File. Trong hộp thoại Open ta chọn New \ Standard.idw\OK, khi đó màn hình đồ họa có dạng như sau:



Hình 9.1. Màn hình đồ họa với môi trường bản vẽ hai chiều

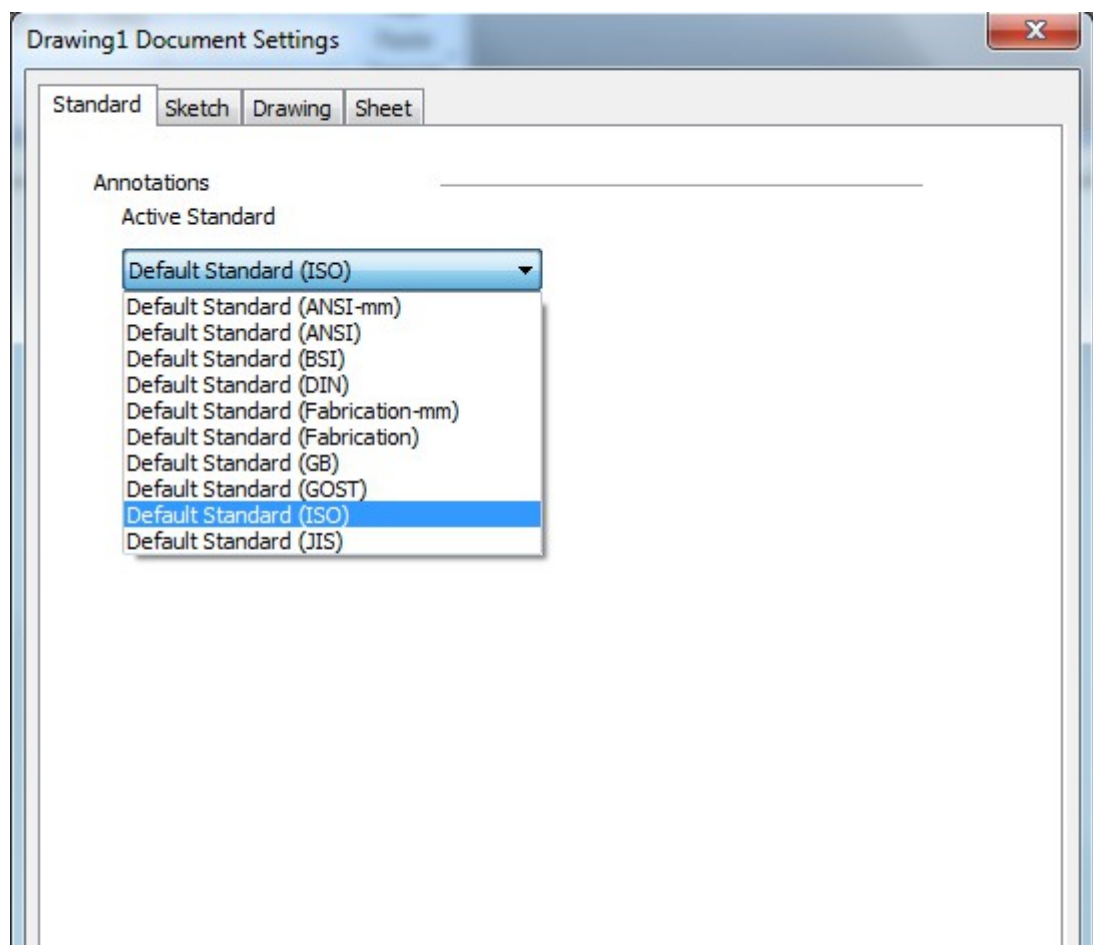
Autodesk Inventor duy trì mối liên hệ 2 chiều giữa mô hình và bản vẽ nên ta có thể lập bản vẽ bất cứ lúc nào sau khi có mô hình. Tuy nhiên, nên tạo bản vẽ sau khi đã có mô hình hoàn chỉnh để ta đỡ mất công sang sửa các chi tiết của bản vẽ, như thêm hoặc xóa bớt kích thước, thay đổi vị trí các chú thích hay số hiệu chi tiết.

Đôi khi việc tạo nhanh bản vẽ 2D có lợi hơn một mô hình solid 3D. Autodesk Inventor cho phép tạo các đối tượng tham số 2D. Chúng có thể được dùng để tạo phác thảo cho mô hình 3D.

9.1.2. Thiết lập các thông số bản vẽ

Ta có thể hiệu chỉnh khung bao và tên tiêu đề của bản vẽ sao cho phù hợp với tiêu chuẩn qui định. Các thay đổi này chỉ có tác dụng đối với bản vẽ hiện hành. Để bản vẽ vừa hiệu chỉnh trở thành các bản vẽ mẫu ta lưu vào thư mục Templates trong Autodesk Inventor .

Để hiệu chỉnh một bản vẽ mẫu đang được mở trên màn hình, ta chọn Tools\ Document Settings. Khi đó hộp thoại Document Settings xuất hiện.



Hình 9.2. Hộp thoại Document Settings

9.2. Các tiện ích

Field text Nhập thông tin, như số hiệu chi tiết, mức truy cập, vật liệu trong hộp thoại *Properties*. Nếu ta thêm một thẻ field text vào block khung tên (*title block*) thì Autodesk Inventor

sẽ hiện text hiện tại.

Cursor Cues	Con trỏ thay đổi hình dạng để báo hiệu sự tồn tại nhiều khả năng lựa chọn theo bối cảnh cụ thể.
Drawing Standard	Dùng các tiêu chuẩn bản vẽ ANSI, BSI, DIN, GB, ISO và JIS. Cũng có thể sửa đổi các tiêu chuẩn để thích ứng với tiêu chuẩn riêng của hãng.
Bidirectional Associativity	Cập nhật bản vẽ để phản ánh sự thay đổi của mô hình. Thay đổi mô hình từ môi trường vẽ bằng cách sửa kích thước mô hình.
General Dimension Tool	Dùng để tạo kích thước bản vẽ một cách trực giác.
Design Doctor	Giúp xử lý sự cố mất liên kết của kích thước và chú giải.

9.3. Trình tự thực hiện

Ta có thể tìm các thông tin hữu dụng hơn, các ví dụ có hoạt hình minh họa và hướng dẫn từng bước trong trợ giúp trực tuyến, Tutorial, Visual Syllabus.

9.3.1. Khởi tạo bản vẽ mới

File bản vẽ mới sẽ được khởi tạo khi ta chọn menu *File -> New* hoặc kích phím *New* trên thanh công cụ *Standard*, chọn *Drawing template* từ một trong các thẻ *Default*, *English* hoặc *Metric*. *Default Drawing* là một trang giấy trống có viền và khung tên. Ta có thể sửa đổi chúng nếu cần. Các thẻ *English* hoặc *Metric* chứa các bản vẽ mẫu theo đơn vị đo tương ứng.

9.3.2. Cá biệt bản vẽ

Autodesk Inventor cung cấp các *template* (bản mẫu chuẩn) để khởi tạo bản vẽ mới. Ta có thể sửa đổi khung viền và khung tên cho phù hợp yêu cầu riêng của cơ quan mình. Ta cũng có thể chỉnh sửa đổi tiêu chuẩn biểu diễn bản vẽ. Các chỉnh sửa cá biệt nêu trên chỉ có giá trị đối với bản vẽ hiện dùng, trừ khi ta ghi chúng vào *file template*.

Để gọi một tiêu chuẩn vẽ, chọn menu *Format* -> *Standards*. Chọn tiêu chuẩn thích hợp trong danh sách các tiêu chuẩn.

Để chỉnh sửa một tiêu chuẩn vẽ, chọn menu *Format* -> *Standards*. Kích nút *More* để hiển thị menu các tùy chọn.

Để khởi tạo một tiêu chuẩn bản vẽ mới, chọn menu *Format* -> *Standards*. Kích vào dòng nhắc "*Click to add new Standard*" ở cuối ô chọn "*Select Standard*" để mở hộp thoại *New Standard* và định nghĩa tiêu chuẩn mới.

Để tạo khung viền, chọn menu *Format* -> *Define New Border*. Một lưới tọa độ hiện lên và thanh công cụ *Sketch* được kích hoạt. Sau khi vẽ khung viền, chọn menu *Format* -> *Save Border*. Khung viền mới được bổ sung vào thư mục *Drawing Resources* trong browser. Mỗi khổ giấy cần một khung viền.

Để tạo khung tên, chọn menu *Format* -> *Define New Title Block*. Một lưới tọa độ hiện lên và thanh công cụ *Sketch* được kích hoạt. Sau khi vẽ khung tên, chọn menu *Format* -> *Save Title Block*. Khung tên mới được bổ sung vào thư mục *Drawing Resources* trong browser. Mỗi khổ giấy cần một khung viền.

Để sửa khung tên, mở rộng *Drawing Resources* và thư mục *Title Blocks* trong browser. Kích phím phải chuột vào *Title Blocks*, chọn *Edit*. Sau khi sửa, kích phím phải chuột và chọn *Save Title Block* trong menu vừa xuất hiện. Các nội dung chỉnh sửa sẽ được ghi vào template.

Để tạo một ký hiệu, chọn menu *Format* -> *Define New Symbol*. Một cửa sổ *Sketch* xuất hiện. Dùng công cụ vẽ để tạo ký hiệu, trong đó có thể chứa cả các đối tượng hình học lẫn chữ. Chọn menu *Format* -> *Save Sketch Symbol*. Để hoàn tất công việc, nhập tên của ký hiệu trong hộp thoại.

Để tạo một file template, ghi file bản vẽ có chứa các quy định riêng vào thư mục *Autodesk/Inventor4/Templates*. File template có phần mở rộng là *.idw*. Autodesk Inventor sẽ nhận biết các file trong thư mục này là template¹.

9.3.3. Tạo các hình chiếu

Autodesk Inventor cho phép tạo và xử lý nhiều hình chiếu. *Drawing Manager* có các công cụ hiệu dụng, kể cả khả năng kéo, thả để chuyển hình chiếu giữa các trang bản vẽ.

Để tạo một hình chiếu, kích phím *Create View* trên thanh công cụ *Drawing Management*, dùng chức năng *Explore Directories* trong hộp thoại *Create View* để tìm file mô hình chi tiết hoặc cụm lắp cần xuất ra bản vẽ, chọn loại hình chiếu trong danh sách *View* và xác định tỷ lệ (*scale*). Đưa con trỏ đến vị trí thích hợp trên giấy vẽ để đặt hình chiếu đầu tiên. Muốn hiện kích thước mô hình trên hình chiếu thì đánh dấu vào mục *Get Model Dimentions* trong phần mở rộng của hộp thoại *Create View*.

Để tạo một Design View, kích phím *Create View* trên thanh công cụ *Drawing Management*, chọn file lắp ráp (.*ipm*). Chọn một Design View trong danh sách.

Để tạo một hình chiếu, kích phím *Projected View*. Chọn một hình chiếu và di chuột. Nếu di chuột theo phương nằm ngang hay thẳng đứng thì sẽ tạo được một hình chiếu vuông góc. Nếu di theo một góc thì tạo được một hình chiếu trục đo. Mỗi khi chọn được vị trí vừa ý thì nhấn phím trái chuột để xác nhận. Sau khi đặt đủ hình chiếu cần thiết thì nhấn phím phải, chọn *Create* trong menu.

Để tạo một hình chiếu phụ: Vì hình chiếu phụ được tạo từ một hình chiếu chính nên trước hết phải tạo ra hình chiếu chính. Kích phím *Auxiliary View* trên thanh công cụ *Drawing Management*. Trong hộp thoại *Auxiliary View*, nhập tên (*label*), tỷ lệ cho hình chiếu nhưng **chưa nhấn OK**. Chọn một đường thẳng trên hình chiếu chính, di chuột theo phương song song hoặc vuông góc với đường thẳng để định vị hình chiếu phụ, sau đó nhấn phím trái chuột để kết thúc lệnh.

Để tạo một hình cắt, chọn *Section View*, chọn một hình chiếu và vẽ trên đó một đường cắt. Khi vẽ xong, nhấn phím phải để hiện menu và chọn *Continue*. Nhập tên (*Label*) và tỷ lệ trong hộp thoại *Section View*. Di con trỏ theo phương chiếu để chọn vị trí và nhấn phím trái chuột. Autodesk Inventor tự động ghi nhãn cho đường cắt, gạch mặt cắt và ghi nhãn cho hình cắt.

Để tạo một hình chiếu riêng phần, chọn *Detail View*, chọn một hình chiếu làm hình chiếu chính. Một hộp thoại xuất hiện để nhập nhãn (*Label*), tỷ lệ (*Scale*) và kiểu (*Style*) vùng chiếu. Kiểu mặc định là vòng tròn. Nếu muốn dùng kiểu chữ nhật thì kích phím phải và chọn *Rectangular Fence*. Nhấn chuột để chọn vị trí tâm vòng tròn, xong di chuột để xác định kích thước. Chọn vị trí đặt hình chiếu. Hình chiếu và vùng chọn được tự động tạo ra và gắn nhãn.

Để tạo một Draft View, chọn *Draft View*. Nhập nhãn và tỷ lệ, xong nhấn OK. Môi trường vẽ được kích hoạt, cho phép vẽ thêm các đối tượng. Sau khi hoàn tất, có thể copy và dán lên bản vẽ hiện thời hoặc lên bản vẽ khác.

9.3.4. Quay hình chiếu

Ta có thể quay hình chiếu theo cạnh hay theo góc. Khi quay hình chiếu, quan hệ hình học giữa các đối tượng trên đó được duy trì. Tùy theo tiêu chuẩn hiện dùng, Autodesk Inventor có thể bổ sung thông tin để ghi chú rằng hình chiếu đã được quay khỏi vị trí bi bình thường của nó.

Để quay hình chiếu, chọn hình chiếu cần quay, xong nhấn phím phải và chọn *Rotate View* trong menu vừa hiện ra. Chọn phương pháp quay theo cạnh hay theo góc, nhập các thông tin cần thiết. Nhấn OK để cập nhật hình chiếu².

9.3.5. Thêm tờ giấy vẽ

Một file bản vẽ (*Drawing*) có thể chứa nhiều tờ giấy vẽ (*Sheet*)³. Ta có thể thêm một hay nhiều tờ giấy vẽ vào file. Tại mỗi thời điểm chỉ có một tờ giấy vẽ hoạt động, nghĩa là có thể điều khiển được. Các tờ giấy vẽ khác không hoạt động và bị bôi xám. Thư mục *Drawing Resources* luôn luôn hoạt động.

Để thêm một tờ giấy vẽ, kích phím *New Sheet* trên thanh công cụ *Drawing Management*.

Để tạo một tờ giấy vẽ với dạng đặc biệt, mở rộng *Drawing Resources* -> *Sheet Formats* trong Browser. Kích phải vào một trong những Sheet Format và chọn *New Sheet*. Dùng *Drawing Resources* để chèn khung viền và khung tên.

Để kích hoạt một tờ giấy vẽ, kích đúp vào tên nó trong Browser. Tờ giấy vẽ đó được kích hoạt, các tờ khác bị mờ đi.

Để chuyển một hình chiếu giữa các tờ giấy vẽ, kích hoạt tờ giấy vẽ nguồn (chứa hình chiếu cần chuyển đi). Chọn tên hoặc biểu tượng hình chiếu, kéo nó sang tờ đích. Con trỏ phải hiện trên **tên hoặc biểu tượng** của tờ đích mới thả hình chiếu vào được.

Để copy một hình chiếu sang tờ giấy vẽ khác, kích hoạt tờ giấy vẽ nguồn (chứa hình chiếu cần chuyển đi). Kích phải tên hoặc biểu tượng hình chiếu, chọn Copy trong menu. Kích phải tên hoặc biểu tượng của tờ đích, chọn Past

trong menu. Tờ giấy đích sẽ tự kích hoạt và ta sẽ thấy hình chiếu xuất hiện trên đó.

9.3.6. Sử dụng kích thước mô hình

Ta có thể cho hiện kích thước mô hình trong bản vẽ. Chỉ kích thước nào song song với mặt phẳng chiếu mới được hiện lên. Nếu ta cài đặt Autodesk Inventor với tùy chọn, cho phép sửa đổi mô hình từ trong bản vẽ thì ta có thể sửa mô hình bằng cách sửa kích thước mô hình trong bản vẽ. Ta có thể thay đổi kiểu kích thước mô hình như với kích thước bản vẽ.

Để hiện kích thước mô hình trong bản vẽ, kích phải một hình chiếu và chọn *Get Model Dimensions* trong menu vừa hiện lên. Các kích thước mô hình song song với mặt phẳng chiếu sẽ hiện lên trong hình chiếu.

Để xóa kích thước mô hình khỏi hình chiếu, kích phải lên kích thước cần xóa rồi chọn *Delete* trong menu vừa hiện lên.

Để chuyển kích thước mô hình sang hình chiếu khác, xóa kích thước trong hình chiếu nguồn, xong kích phải lên hình chiếu đích và chọn *Get Model Dimensions* trong menu vừa hiện lên.

Để sửa một kích thước mô hình, kích phải lên kích thước cần sửa, chọn *Edit Model Dimension* trong menu vừa hiện lên. Nhập giá trị mới vào hộp thoại *Edit Dimension*, xong kích vào dấu check để thực hiện.

9.3.7. Tạo kích thước trong bản vẽ

Muốn ghi kích thước bản vẽ phải chuyển sang môi trường *Drawing Annotation*. Mọi thủ tục ghi kích thước về cơ bản giống như trong môi trường thiết kế. Khi ta chọn một đối tượng hay các đối tượng quan hệ thì Autodesk Inventor sẽ tạo kích thước nằm ngang, thẳng đứng, hoặc nghiêng tùy theo phương di chuyển con trỏ. Chế độ *Snap* giúp phân bố các kích thước theo tiêu chuẩn. Có thể điều khiển sự hiển thị kích thước theo các kiểu khác nhau.

Để tạo kích thước mới, chọn công cụ *General Dimension*. Chọn đối tượng và di chuột để tạo kích thước. Khi chuyển con trỏ, tại mỗi vị trí phù hợp với khoảng cách (*Offset*) quy định thì đường kích thước và đường gióng chuyển từ nét liền sang nét đứt, gợi ý người dùng chọn vị trí đặt đường kích thước.

Để gióng một kích thước mới theo kích thước có trước, giữ phím chuột, di con trỏ qua kích thước có trước thì dấu *Snap* hiện lên khi hai kích thước đã được gióng với nhau.

9.3.8. Thay đổi kích thước

Autodesk Inventor cho phép thay đổi kiểu dung sai, giá trị danh định, dung sai và lắp ghép. Khi chọn kiểu dung sai, ta có thể xem trước kích thước với kiểu ghi dung sai mới.

Để thay đổi kích thước, kích đúp lên kích thước cần sửa để mở hộp thoại *Dimension Tolerance*. Nhập giá trị danh định mới và xác định cấp chính xác⁴.

Để thay đổi kiểu mũi tên, chọn kích thước, di con trỏ lên một trong các mũi tên, kích đúp để mở hộp thoại *Change Arrowhead* và chọn kiểu mũi tên trong danh sách.

9.3.9. Ghi chú trong bản vẽ

Autodesk Inventor cung cấp đủ các loại ký hiệu ghi trên bản vẽ phù hợp với tiêu chuẩn hiện dùng. Ngoài ra, khi cần vẫn có thể tạo các ký hiệu theo mục đích riêng.

Để hiện thanh công cụ Drawing Annotation, chọn menu *View -> Toolbar -> Drawing Annotation* hoặc mở rộng Panel *Drawing Management* và chọn *Drawing Annotation*.

Để tạo một chú thích, chọn phím *Text* hoặc *Leader Text*. Chọn vị trí đặt chú thích trong vùng vẽ và nhập nội dung của nó. Công cụ text của Autodesk Inventor dùng bộ xử lý ký tự đơn giản nên ta có thể định dạng text, như font, bold, các ký tự đặc biệt. Leader text được gắn lên đối tượng hình học và sẽ di chuyển theo hình chiếu.

Để tạo một ký hiệu, chọn ký hiệu cần thiết trong menu. Chọn đối tượng hình học cần gắn ký hiệu, kích chuột để tạo *leader*. Kích phải và chọn *Continue* để hiện hộp thoại và điền các thông số cần thiết cho ký hiệu.

Để tạo dấu tâm, chọn phím *Center Mark* trên thanh công cụ *Drawing Annotation*. Chọn cung tròn hay vòng tròn, dấu tâm được tự động tạo ra.

Để tạo đường tâm hay đường đối xứng, kích mũi tên bên cạnh phím *Center Mark*, chọn *Center Line*. Autodesk Inventor cung cấp 3 kiểu ghi đường tâm: theo phân giác (*Center Line Bisector*), theo chuỗi vòng tròn (*Centered Pattern*) và theo 2 điểm (*Center Line*). Chọn kiểu ghi thích hợp rồi chọn đối tượng để ghi. Đối với kiểu *Centered Pattern*, sau khi chọn kiểu ghi phải chọn tâm chung của

chuỗi, sau đó chọn mỗi vòng tròn trong dãy *một lần*, nhấn phải chuột, chọn *Create*. Đến đây, vòng tròn tâm chưa kín. Phải kết thúc lệnh, sau đó kéo điểm cuối vòng tròn đến điểm đầu để đóng kín vòng tròn.

9.3.10. Tạo danh mục chi tiết

Trong Autodesk Inventor, ta có thể tạo danh mục chi tiết trong cụm lắp. Trong dữ liệu có chứa tính chất chủ yếu của các chi tiết, như số hiệu, tên, vật liệu, số lượng,... Ta có thể xác định thông số nào cần đưa vào danh mục.

Để tạo danh mục, nhấn phím *Parts List*, sau đó chọn một hình chiếu để chọn cụm lắp. Trong hộp thoại *Parts List - Item Numbering*, có thể cho hiện toàn bộ chi tiết (*All*) hay một số (*Items*) trong danh mục. Khi chọn *Items*, ta phải chọn từng chi tiết trong hình chiếu. Số hiệu các chi tiết được chọn sẽ hiện lên khung trong hộp thoại. Xong nhấn OK để kết thúc và xác định vị trí đặt bản danh mục.

Để sửa danh mục, kích đúp vào đó (hoặc kích phải rồi chọn *Edit Parts List* trong menu) để mở hộp thoại *Edit Parts List*. Có thể thêm bớt các cột (*Column Chooser*), sắp xếp (*Sort*), xuất dữ liệu (*Export*) ra các form khác nhau, như Exel, Access, dBASE.

Để đánh số chi tiết, kích vào phím *Balloon* (để đánh số từng chi tiết) hoặc *Balloon All* (để tự động đánh số toàn bộ). Khi đánh số từng chi tiết, trước hết chọn điểm đầu (là một điểm trên chi tiết), rồi điểm cuối để đặt quả bóng.

9.3.11. Vẽ thêm vào bản vẽ

Ta có thể dùng chức năng *Sketch Overlay* để vẽ thêm đối tượng hình học, text vào bản vẽ mà không gây ảnh hưởng đến các hình chiếu. Muốn vậy, nhấn phím *Sketch Overlay*. Lưới *Sketch* xuất hiện và thanh công cụ *Sketch* được kích hoạt, cho phép vẽ như bình thường.

9.3.12. In bản vẽ

Drawing Manager của Autodesk Inventor sử dụng hộp thoại điều khiển máy in và máy vẽ tương tự các chương trình ứng dụng khác của Windows. Ta có thể chọn máy in, tỷ lệ, số bản in, hoặc chọn tờ để in.

Muốn in, chọn menu *File -> Print* (hoặc nhấn CTRL + P). Xác định vùng in, tỷ lệ, số bản in,... Có thể chọn các tờ (*Sheet*) để không in. Kích phải vào *Sheet* trong *Browser*, chọn *Edit Sheet* trong menu -> chọn *Exclude Sheet from Printing*.

9.4. Bộ công cụ vẽ

Bộ công cụ vẽ gồm các thanh công cụ *Drawing Management* (Quản lý bản vẽ), *Drawing Annotation* (Chú giải) và *Sketch* (vẽ).

9.4.1. Thanh công cụ *Drawing Management*

Thanh này chứa các công cụ tạo các hình chiếu và thêm tờ giấy vẽ mới.

Drawing Management			
Phím	Tên	Công dụng	Ghi chú
	Base View	Liên kết một mô hình chi tiết với bản vẽ và tạo hình chiếu đầu tiên	
	Projected View	Tạo một hình chiếu vuông góc	
	Auxiliary View	Tạo hình chiếu phụ	Chọn một cạnh làm phương chiếu
	Section View	Tạo hình cắt	Vẽ vết cắt
	Detail View	Tạo hình chiếu riêng phần	
	New Sheet	Thêm tờ giấy vẽ	
	Draft View	Tạo Draft View	

9.4.2. Thanh công cụ *Drawing Annotation*

Thanh này chứa các công cụ để điền kích thước, ký hiệu, số hiệu chi tiết và danh mục chi tiết.

Drawing Annotation			
Phím	Tên	Công dụng	Ghi chú

	General Dimension	Ghi kích thước giữa 2 điểm, đường thẳng hoặc đường cong	Kích đúp lên kích thước để chọn kiểu ghi dung sai và cấp chính xác
	Ordinate Dimension	Ghi kích thước theo tọa độ	
	Hole/Thread Notes	Ghi chú lỗ, ren với đường dẫn	Chỉ có giá trị với lỗ được tạo bởi công cụ Hole trong Parts
	Center Mark	Tạo dấu tâm	
		Tạo đường tâm	
	Surface Texture Symbol	Ghi ký hiệu độ nhám bề mặt	
	Weld Symbol	Ghi ký hiệu mối hàn	
	Feature Control Frame	Ghi ký hiệu dung sai hình học	
	Feature Identifier Symbol	Ghi ký hiệu xác định đối tượng	Tiêu chuẩn ANSI không có
	Datum Identifier Symbol	Ghi ký hiệu đối tượng cơ sở	
	Datum Targets	Chỉ đối tượng cơ sở bằng đường dẫn	
		Chỉ đối tượng cơ sở bằng đường thẳng	
		Chỉ đối tượng cơ sở bằng	

		đường vùng chữ nhật	
		Chỉ đối tượng cơ sở bằng hình tròn	
		Chỉ đối tượng cơ sở bằng một điểm	
	Text	Tạo khối chữ	
	Leader Text	Tạo chữ với đường dẫn	
	Balloon	Ghi số hiệu chi tiết	Autodesk Inventor tự xác định số hiệu chi tiết
	Parts List	Tạo bảng danh mục chi tiết	

9.4.3. Thanh công cụ *Sketch*

Sketch			
Phím	Tên	Công dụng	Ghi chú
	Text	Nhập text	Định dạng text
	Line	Tạo đoạn thẳng	Chọn Linetype từ menu style
	Spline	Tạo Spline	
	Circle	Tạo vòng tròn với tâm và bán kính	Chọn Linetype từ menu style
		Tạo vòng tròn tiếp xúc với 3 đường thẳng và cung tròn	
		Tạo ellipse	
	Arc	Tạo cung tròn qua 3 điểm	

		Tạo cung tròn với tâm và 2 điểm đầu	Chọn Linetype từ menu style
		Tạo cung tròn tiếp xúc với đường thẳng và đường cong ở 2 đầu	
	Rectangle	Tạo hình chữ nhật với các điểm trên đường chéo	Chọn Linetype từ menu style
		Tạo chữ nhật với 3 điểm trên các đường vuông góc	
	Fillet	Vê góc với bán kính và 2 đường thẳng hoặc đường cong	Nhập bán kính trong hộp thoại
	Chamfer	Tạo mép vát hoặc cạnh gãy	
	Mirror	Tạo hình đối xứng các đối tượng	Lấy đối xứng đối tượng sketch qua đường tâm
	Offset	Tạo đường thẳng hoặc đường cong song song theo khoảng cách xác định	
	General Dimension	Ghi kích thước cho đối tượng sketch	
	Auto Dimension	Tự động ghi kích thước các đối tượng	
	Extend	Kéo dài các đường tới một đường xác định	
	Trim	Xén đường thẳng hoặc đường cong	Giữ phím SHIFT bật tạm thời chức năng trim; Nhấn phím phải, chọn TRIM để

			gọi chức năng trim
	Move	Chuyển chỗ các đối tượng	
	Rotate	Quay đối tượng	
	Add Constraint	Buộc 2 đường vuông góc với nhau	
		Buộc một đường thẳng tiếp xúc với một đường cong	
		Buộc 2 đường tròn đồng tâm nhau	
		Buộc một đường thẳng nằm ngang; dóng các điểm	
		Buộc 2 đoạn thẳng hoặc 2 bán kính bằng nhau	
		Buộc 2 đường thẳng song song với nhau	
		Buộc các điểm, đường trùng nhau	
		Buộc 2 đường thẳng trùng nhau	
		Buộc đường thẳng dựng đứng; dóng các điểm	
		Buộc điểm, đường, đường cong cố định so với hệ tọa độ sketch	
	Insert AutoCAD File		

