

# CÔNG NGHỆ CHẾ TẠO GIÀN KHOAN

## 1 Chế tạo và lắp ráp giàn khoan kết cấu thép

### Chế tạo chân đế

- Chế tạo chân đế (*fabrication of jacket*) tại nhà máy trên bờ,
- Dưa chân đế xuống sà lan hạ thủy hay là hạ thủy chân đế lần thứ nhất (*load out*),
- Chằng buộc chân đế trên sà lan, vận chuyển chân đế trên biển đến vị trí lắp đặt ngoài khơi (*sea-fastening and transportation*),
- Định vị, lắp đặt chân đế (*installation*), đóng cọc chân đế

### Chế tạo thượng tầng

- Chế tạo thượng tầng (*topside construction*) tại nhà máy trên bờ,
- Dưa thượng tầng xuống sà lan (*load out*), vận chuyển thượng tầng ra vị trí đặt giàn (*topside floatover*),
- Lắp thượng tầng,
- Lắp hệ thống ống dẫn dầu

### Các giai đoạn chế tạo giàn khoan

#### Chuẩn bị sản xuất

Các công việc liên quan những vấn đề kỹ thuật, hậu cần như cung ứng vật tư, bán thành phẩm phục vụ chế tạo giàn khoan xem xét kỹ trong giai đoạn này.

#### Chế tạo chi tiết, cụm chi tiết (*Fabrication*)

Công việc tiến hành trong các xưởng, phân xưởng để chế tạo các chi tiết, cụm chi tiết tương đối nhỏ. Các việc tiến hành trong các xưởng bao gồm cắt kim loại, uốn, dập, hàn, xử lý khuyết tật hàn, ví dụ khuyết tật sau hàn ống, đầm, nút kết cầu vv...

#### Ghép nối (*Assembly*)

Quá trình này thực hiện tại bãi bằng chuẩn bị trước, gần các xưởng chế tạo chi tiết, cụm chi tiết với chức năng chính là ghép nối các nhóm, các phân đoạn đã chế tạo trước thành từng khối xác định, chuẩn bị cho giai đoạn sản xuất tiếp theo, đúng như qui định đề ra trong “Qui trình sản xuất”

#### Chế tạo giàn (*Erection*)

Quá trình này thực hiện lắp ráp chân đế từ các bán thành phẩm dạng khung hay *panel*, giàn đã hoàn thành trong các giai đoạn vừa kể để có sản phẩm với cấu hình đúng theo thiết kế. Quá trình này gồm các việc lắp ráp, hàn. Điều quan tâm lớn của giai đoạn là vận chuyển panel, sàn, khung vv... và khả năng nâng (*lifting*), lật (*roll-up*) các khối kết cấu rất nặng.

Thiết kế và chế tạo giàn cố định phải tính đến các khả năng có thể có và trang thiết bị của cơ sở sản xuất, tính đến độ lớn của chiều sâu vùng nước sẽ đặt giàn. Chân đế giàn khoan, thượng tầng của các giàn đều chế tạo tại các nhà máy, xưởng đặt trên đất liền. Khả năng nâng hạ các thiết bị mà nhà máy đang có là yếu tố được quan tâm lúc xác định độ lớn công trình sẽ thực hiện. Ngày nay các cần cầu sức nâng trên 10.000 - 14.000 tấn đang hiện hữu, những chân đế trọng lượng cỡ này có thể được xem xét chế tạo liền khối tại nhà máy sở hữu thiết bị nâng cỡ đang nêu. Trường hợp thực tế đã xảy ra,

để chế tạo những chân đế siêu trường, siêu trọng người ta phải chia chân đế đó làm nhiều phân đoạn ngắn, nhẹ để chế tạo, sau đó thực hiện qui trình nối tại bến hạ thủy, thậm chí phải nối trên biển.

Các chân đế sản xuất cho vùng nước cạn có thể tiến hành lắp ráp chúng ở tư thế đứng tại nhà máy. Thực tế ngày nay chân đế được chế tạo tại nhà máy ở tư thế bằng.

Chân đế được chuyển xuống sà lan hạ thủy, đây là công đoạn *load-out*, nhờ hệ thống đường trượt (*skidding ways*).

Như đã nêu tại phần trên, chân đế phải trải qua quá trình từ khởi đầu chế tạo đến giai đoạn *load-out*. Các chi tiết cấu thành jacket trải qua thi công tại nhà xưởng đủ trang thiết bị phù hợp công việc, các thiết bị tự động hóa từ mức thấp đến mức cao và chịu sự kiểm tra chất lượng sản phẩm nghiêm ngặt nhất. Công đoạn lắp ráp jacket ngày nay các nhà máy đều tiến hành tại các bến băng không mái che, trang bị đơn giản, ngay trong nhà máy. Công việc tiến hành ngoài trời và chủ yếu thực hiện nhờ công cụ cầm tay



Hình 3.1 Chế tạo chân đế giàn khoan tại Vũng Tàu

#### Trang thiết bị tối thiểu cơ sở chế tạo giàn

Nhà máy đóng giàn khoan PVShipyards hiện trang bị như sau:

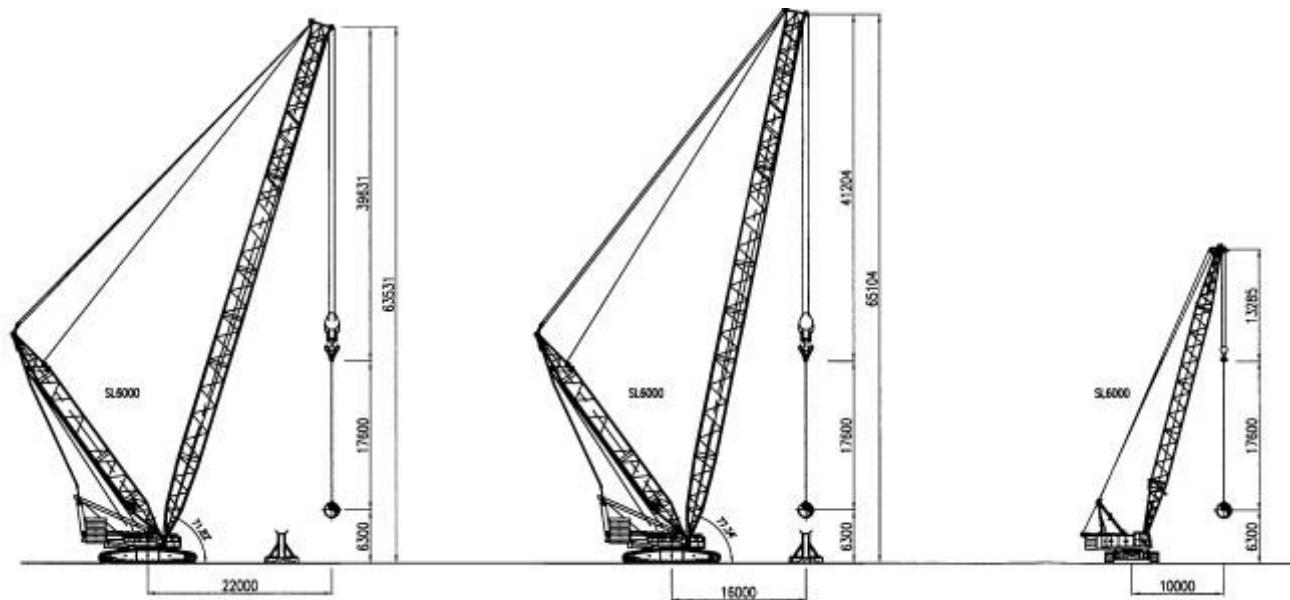
**Bảng 3.1 Càn cẩu**

Tên gọi	Nước	Sức nâng (T)	Tầm vươn (m)	SL
Liebherr	Germany	600	84	1
Crawler DEMAG C4000	Germany	400	42	1
Crawler DEMAG C2000	Germany	300	72	1
Crawler DEMAG C2000	Germany	300	60	1
Crawler DEMAG C2000	Germany	300	36	2
Crawler DEMAG CC600	Germany	140	54	8
Liebherr	Germany	80	8	1
Telescope TADANO	Japan	70	8	4
KATO	Japan	50	8	1
Telescope K/C4561	Russia	40	8	3
KATO	Japan	30	8	5

**Bảng 3.2 Platform, trailer, forklift**

Platform with tractor K701, capacity 60t	Russia	3
Platform with tractor K701, capacity 40t	Russia	1
Trailer for pipe transportation, capacity 20t with 18m length	Russia	10
Forklift, capacity 10t	Japan	5
Forklift, capacity 5t	Japan	4

Forklift, capacity 2.5t	Japan	3
Trailer Nicolas, max payload per support 220t	France	1



Hình 3.2

### Bảng 3.3 Thiết bị

#### Thiết bị dây chuyền hàn tự động

Lincoln DC1000/LT7 Tractors Automatic (SAW)	USA	4
Lincoln DC1000/NA3-AC1200/NA4 boom mounted twin arc Automatic saw heads (SAW)	USA	2
Lincoln DC1000/NA5 boom mounted singleAutomatic (SAW)	USA	02
Uniweld DC1303/Subarc 5-AC/DC1003/Subarc 5 boom mounted three arc Automatic saw heads (SAW)	Germany	01
ESAB LAF1000/A2-A6 Tractors Automatic (SAW)	Sweden	2

#### Dây chuyền bán tự động GMAW

M300 – CRC Evan Automatic (GMAW)	USA	8
P600 – CRC Evan Automatic dual torch (GMAW)	USA	3
Invertec STT II –LN 742 Lincoln (GMAW)	USA	16
Lincoln DC400 Rectifiers (GMAW)	USA	12
Lincoln DC600 Rectifiers (GMAW)	USA	25
Lincoln N9 Wire Feeders (GMAW)	USA	15
Lincoln LN 23 Wire Feeders (GMAW)	USA	8
Lincoln LN 25 Wire Feeders (GMAW)	USA	5
Kemppi Master 3500DC (GMAW)	Finland	30
Kemppi PS 5000 / FU 11 (GMAW)	Finland	40

#### Thiết bị công nghệ hàn tích

Kemppi Master Tig 2500 (TIG/SMAW)	Finland	10
Kemppi MINARC 140	Finland	04
Lincoln Tig 255 (TIG/SMAW)	USA	10

### **Thiết bị hàn tay (SMAW)**

VDM 1001 (SMAW)	Russia	22
VD 306 (SMAW)	Russia	03
ESAB LCF 1200 (SMAW)	Sweden	10
ESAB LCF 2400 (SMAW)	Sweden	4
Inverter – V300 I (SMAW)	USA	30
IDEALARC CV400-1	Sweden	05
DeltaWeld 402 / I 22A (SMAW)	USA	6
Dyna Auto XC 500 / CM 2302 (SMAW)	Japan	4

### **Kiểm tra không phá hủy (NDT)**

Máy siêu âm ISONIC	USA	1
Máy siêu âm EPOCH III	USA	2
Máy siêu âm USK 7S	GERMANY	1
Máy siêu âm USK 8S	GERMANY	3
Máy siêu âm USN 52	GERMANY	2
Máy siêu âm SITE SCAN 240	GERMANY	1
Máy siêu âm USN 58L	GERMANY	2
Máy siêu âm USN 35X	GERMANY	6
Máy đo chiều dày kim loại bằng siêu âm DMS2	GERMANY	4
Máy đo chiều dày kim loại bằng siêu âm DMS4	GERMANY	1
Hệ thống máy k.trả siêu âm tự động ROTOSCAN	HOLLAND	2
Nguồn phóng xạ 660B Amershaim Ir-192	JAPAN	6
Nguồn phóng xạ 880D Amershaim Ir-192	JAPAN	4
Nguồn phóng xạ 880D Amershaim Se-75	JAPAN	1
Göng từ AC Y6	JAPAN	20
Göng từ vĩnh cửu DM5	KOREA	2

### **Thiết bị gia nhiệt sau khi hàn**

PWHT Dùng công nghệ từ trường ( induction technology)	Japan	2
Kakusai 250 kVA	Japan	2
Cooper heat 48 kVA with recorder	UK	5
12 channels recorder Kokusai	Japan	4

### **Máy cắt**

CNC profiling pipe-cutting Vernon-0342	USA	1
CNC Plate Cutting Machine OXYTOME 30E	France	1
Pipe Profiling Cutting HGG-RBPC 1200	NETHERLA	1
MATHEY 3SA	NDS	
	USA	12

### **Máy cuộn ống**

Pipe bending Machine HAEUSLER VRM-HY 4500x75/80: (Max. plate thk: 80mm; Yield strength: 360 N/mm <sup>2</sup> ; Min.Diameter: 1,200 mm; Max Length: 4,500mm)	USA	1
--	-----	---

### **Thiết bị kiểm tra kích thước**

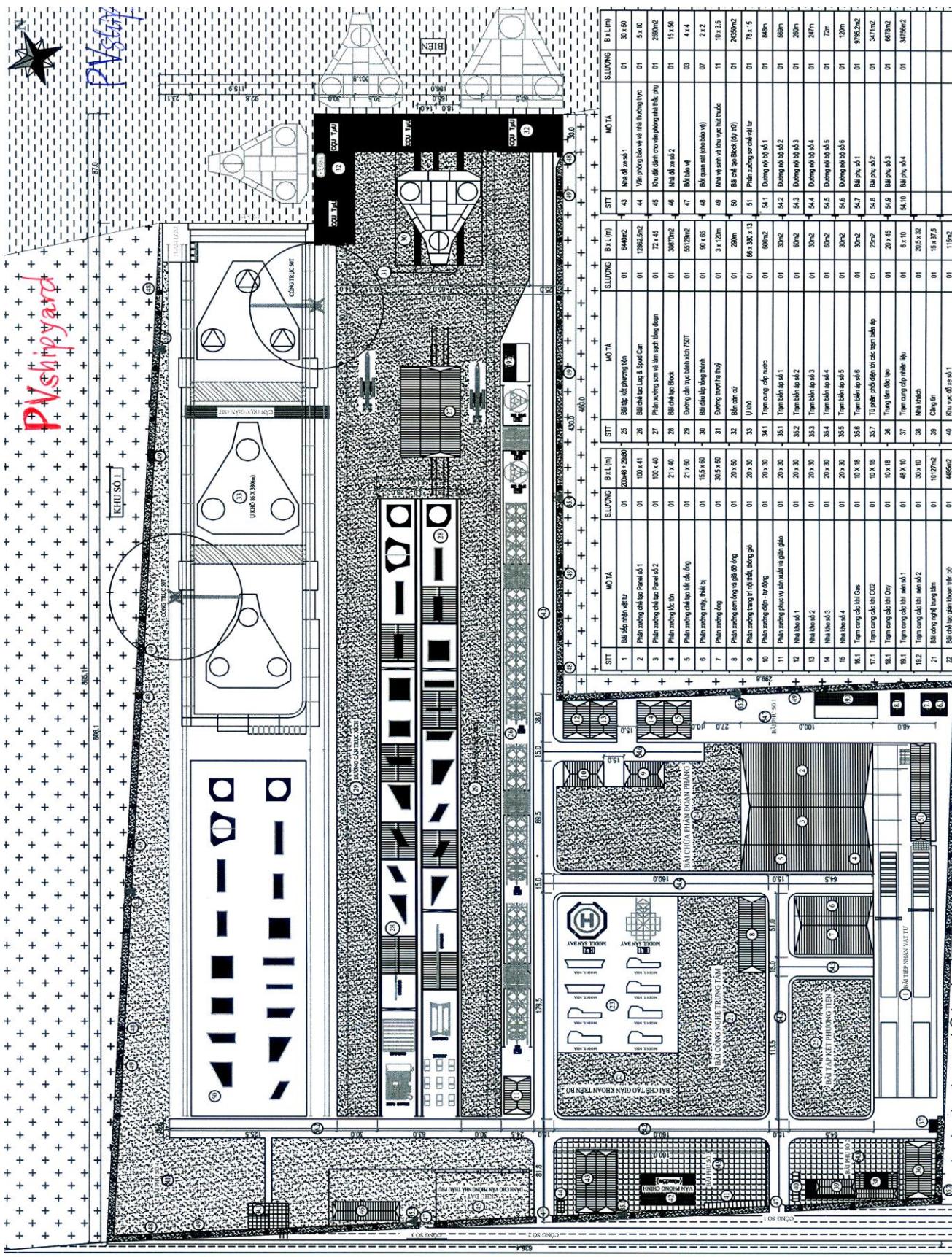
Máy toàn đạc Ultra TCR 802- Leica	Switzerland	2
Máy thuỷ bình điện tử DNA03	Switzerland	1

Máy thuỷ bình GMP3	Switzerland	1
Máy toàn đạc TCRP 1201	Switzerland	1
Máy thuỷ bình NAK-2	Switzerland	1
Máy toàn đạc Theodolite Dalta 010; T180-Leica	Switzerland	2
Máy thuỷ bình Leica ZNL	Switzerland	3
Máy thuỷ bình Leica 720	Switzerland	2
Máy toàn đạc TCR 702 - Leica	Switzerland	3
TCR 303	Switzerland	2
Automatic Level - Leica	Switzerland	20
Máy dọi tâm NL Dadir Plumet 2L	USA	2
<b>Phòng Thí nghiệm</b>		
Máy kéo nén thử cơ tính 120.000 lbs - TINUS OLSEN	USA	1
Máy thử độ dai va đập, Model 84 - TINUS OLSEN	USA	1
Máy phân tích thành phần hoá học (32 channels) – LECO	USA	1
Máy đo độ cứng -ESEWAY CV HV5- HV10	UK	1
Máy đo độ cứng không phá huỷ – Micodur II and Equotip Unit D	UK	3
Máy hiển vi phục vụ ktra tò cherc của kim loại & Micro 14", HM500 AM/W-AD	Germany	1
Bề làm lạnh mẫu thử độ dài va đập 15 pcs. and down to -40°C	USA	1
Máy mài mặt phẳng – LECO	USA	1
Bàn áp kế Piston BUDENBERG kiểm tra áp suất từ 0-700 BAR	South Africa	2
Bàn áp kế Piston Presurement kiểm tra áp suất từ 0-140 BAR	USA	1
<b>Thiết bị ghi áp lực</b>		
Recorder MT 71-2M1 250 kG/cm <sup>2</sup>	EU	2
Recorder HC 2000SP 3000 Psi	EU	2
Recorder HC 2000SP 500 Psi	EU	2
Recorder HC 2000SP 10000 Psi	EU	2
Recorder HC 2000SP 5000 Psi	EU	2
<b>Thiết bị làm mẫu chuẩn</b>		
Master Test Gauge 314 500Psi	EU	2
Master Test Gauge 314 3000Psi	EU	2
Master Test Gauge 314 5000Psi	EU	2
Master Test Gauge 314 10000Psi	EU	2
Press Gauge 5 kG/cm <sup>2</sup>	EU	1
Press Gauge 140000 kG/cm <sup>2</sup>	EU	1
<b>Thiết bị cân</b>		
Rig Lifting & Weighing System With Capacity 400 Tones X 12 Jacks	UK	1
<b>Tời</b>		
50 Tonne Interkeithing Winch	UK	2
<b>Chồng ăn mòn</b>		
<b>Kiểm tra độ dày lớp sơn</b>		
Kiểm tra độ ẩm	UK	2
Kiểm tra độ bám dính	UK	2
Rheometer	USA	1

Pressured Consistometer	USA	1
<b>Máy hiệu chuẩn các thiết bị đo lường điện</b>		
Fluke 5500 A and coil 5500A	UK	1
Thiết bị đo áp suất Fluke 717	UK	1
Thiết bị đo điện áp 3 pha fluke 435 từ 0-1KV	UK	1
Thiết bị hiệu chuẩn các thiết bị điện Fluke 8846A	UK	1
thiết bị đo nhiệt độ từ -200->600 độ Fluke 744		
Multimeter "FLUKE-85"	UK	2

Tại các nhà máy của chúng ta đã trang bị các công cụ phục vụ công tác thi công trên bãi lắp ráp: Máy nén khí Dengo, kiểu DPS - 670 SS1, Máy tắc kê, Mỏ cắt Tanaka HC-391, Máy cắt rùa một mỏ Tanaka KT-5NX, Mỏ hàn và quy hàn, Máy mài, Máy tạo dòng DC hiệu CEA, kiểu Longrun 350LT, Máy hàn tích, hiệu Panasonic, kiểu SS630, Máy cắt lớn Tiên Đạt, Máy xiết bu lông hiệu Simplex, Tủ sấy que hàn cá nhân, Bình thở, Máy sơn, Súng sơn tay, Máy bắn blasting, Máy Kan vơ, Kìm cắt cáp CC-500, Pa lăng xích, Hệ thống kích thủy lực, Các bình nén khí, Máy Kinh vĩ, Máy mài dùi metabo, Thước Livo SANLAY MANETIC, Thước livo cỡ nhỏ, Thước eke vuông, Máy hàn Tig LICOLN ELECTRIC, Mỏ hàn TIG, Mỏ hàn que, Cò Gia nhiệt, Máy phát điện...

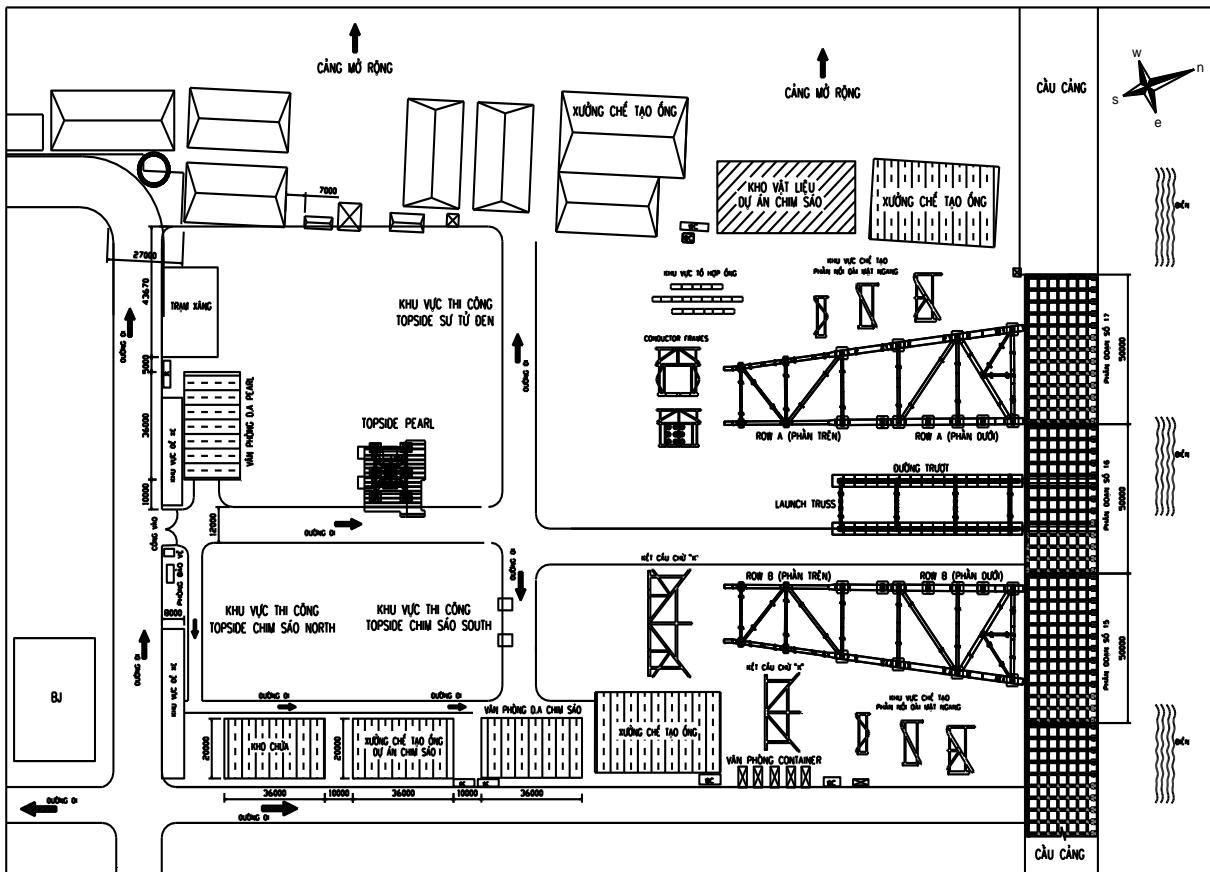
2. Dụng cụ đo, như theodolite, levels, tapes, laser equipment.
3. Dụng cụ cầm tay.
4. Các thiết bị, phương tiện hỗ trợ khác không nằm trong khuôn khổ nhà máy song rất cần cho các công việc sản xuất của nhà máy.



Hình 3.3 Sơ đồ bố trí các phân xưởng nhà máy chế tạo giàn khoan

## Bố trí mặt bằng thi công

Quy hoạch mặt bằng thi công phải phù hợp với điều kiện thực tế của mỗi cơ sở sản xuất, thích hợp với diện tích bãi lắp ráp, thuận tiện với phương án thi công. Cố gắng nhằm giảm đến mức có thể vận chuyển các cầu kiện đi xa, giảm thiểu việc di chuyển của các loại xe, cầu, hay di chuyển của các bộ phận công nhân.



Hình 3.4 Ví dụ bố trí mặt bằng nhà máy chế tạo giàn khoan

Trước khi tiến hành xây dựng người ta lập hàng rào xung quanh vị trí thi công, lắp đặt các biển báo, các ký hiệu cho phương tiện vận chuyển đi lại trong khu vực thi công, biển báo đề phòng những nơi có vật nguy hiểm dễ gây phát nổ, và cấm những người không có nhiệm vụ đi lại khu vực đang thi công.

Khi chuẩn bị thi công, tiến hành công tác kiểm tra mặt bằng bãi lắp ráp, khảo sát đo đạc toàn bộ hệ thống mặt bằng khu vực cần thi công. Xác định đường di chuyển của cầu, mặt bằng bãi nằm trong khu vực cầu di chuyển để phục vụ cho việc quay lật panel, phục vụ cho công tác hạ thủy khối chân đế. Kiểm tra độ cứng nền mà cầu sẽ di chuyển trên, sẽ thực hiện nâng hạ cầu kiện. Để ý rằng năm 2012 tại một nhà máy của nước ta, một trong các cầu cầu kề trên đã bị đổ sụp gây tai nạn rất đáng tiếc. Nguyên nhân đầu tiên được xác định là nền bãi bằng nơi cầu làm việc bị lún.

Giải phóng toàn bộ những trang thiết bị vật tư không liên quan đến quá trình thi công khỏi chân đế.

Vật tư phải đảm bảo yêu cầu về số lượng, chất lượng và được vận chuyển đến đúng nơi quy định, đảm bảo yêu cầu của thiết kế kỹ thuật và thiết kế tổ chức thi công.

Công tác đưa vật tư ra bãi theo quy hoạch được thể hiện ở bản vẽ quy hoạch bãi lắp ráp, đó là:

Đánh dấu khu vực lắp ráp các panel.

Lắp đặt các gói đỡ để chế tạo panel. Lắp đặt kiểm tra các gói đỡ tiên hành nhờ các thiết bị máy móc kỹ thuật theo đúng các quy định về an toàn.

Trên đường di chuyển của cầu phải được tiến hành kiểm tra 4 đến 5 lần trước khi vận hành, để có thể xác định được khoảng không gian cần thiết phục vụ cho các hoạt động của cầu, kiểm tra các đặc tính kỹ thuật bề mặt bãi lắp ráp như: cường độ bề mặt, độ dốc bề mặt ...vv. Trên cơ sở kết quả kiểm tra đề xuất những biện pháp chuẩn bị thi công. Trong thời gian thực hiện các thao tác, yêu cầu về độ dốc mặt bằng khu vực hoạt động của cầu, ví dụ cụ thể, độ dốc hạn chế cho cầu DEMAG không quá 1/300.

Kiểm tra và trong trường hợp cần thiết phải sửa chữa các trạm phát điện, các hệ thống kỹ thuật, đèn pha, các thiết bị hàn cắt hơi và kỹ thuật phục vụ nâng tải như cáp, cầu, móc.

Vận chuyển đến các khu vực thi công trên bãi lắp ráp các dụng cụ và thiết bị phục vụ thi công các bình oxy, acetylen, các điện cực, vật liệu bôi trơn, cát thạch anh, các vật liệu sơn, các bộ phận ống vv... tiến hành trong điều kiện an toàn cao.

Các tuyến giao thông cho các phương tiện cơ giới và đường di chuyển của cầu phục vụ lắp ráp phải được kiểm tra, thu gọn phù hợp với yêu cầu kỹ thuật của các phương tiện cơ giới, cầu, xe tải vận chuyển ... phục vụ thi công.

Hình .. trình bày mặt bằng nhà máy sản xuất giàn khoan có mặt sorm nhất tại nước ta. Diện tích khu vực chế tạo giàn và khu nhà xưởng xấp xỉ 164.000 m<sup>2</sup>. Tại bãi lắp ráp trong khu vực này người ta đã xây hai đường trượt (*skid ways*), đường số 1 nằm ở phía Đông-Nam, còn đường số 2 ở phía Tây-Nam của mép cảng, đây là đường đôi. Đường trượt số 1 tổng chiều dài 216m, rộng 16m. Đường trượt làm từ thép tấm dày 50mm, rộng 1 m. Đường trượt số 2 tổng chiều dài 183 m, rộng 16 m và 20 m. Đường trượt làm từ thép tấm dày 50mm, rộng 1 m. Khả năng chịu tải đường trượt 100 t/m<sup>2</sup>.

## Bố trí nhà xưởng

*Nhà Xưởng chế tạo chi tiết số: 1, 2, 3.1, 3.2 & 4:*

Với diện tích 11,232 m<sup>2</sup> 2\*(36m x156m) chiều cao 9,5m được lắp đặt 3 cầu trực với nhịp dầm 34m, cầu trực có khả năng nâng 20/5 T.

*Nhà xưởng chế tạo ống số 11:*

Diện tích 1728 m<sup>2</sup> ( 24mx72m) chiều cao 9,5m được trang bị 2 cầu trực với nhịp dầm 22,5m khả năng nâng là20/5T.

*Xưởng làm sạch kim loại và sơn số 4 và 5:*

Nhà xưởng làm sạch kim loại và sơn số 4 chiều rộng 18m, chiều dài 60m, cao 9,5m trang bị thiết bị cầu trực với khả năng cầu 5T. Thiết bị máy làm sạch tự động có 8 động cơ x 18 mã lực cho kim loại thô với đường kính ống1200mm, thép tấm 6000mm x 1500mm

Xưởng làm sạch kim loại và sơn số 5: Nhà xưởng làm sạch và sơn kim loại số 5 chiều rộng 36m, chiều dài 60m, cao 8.5m trang bị thiết bị cầu trực nhịp dầm 34m khả năng cầu 10T. Thiết bị máy làm sạch tự động có 8 động cơ x 22 KW làm sạch cho đường kính ống là 60" và thép tấm 6000m x 2500mm.



Hình 3.5 Sản phẩm thương mại nổi tiếng từ nhà máy



Hình 3.6 Mô hình nhà máy sau nâng cấp



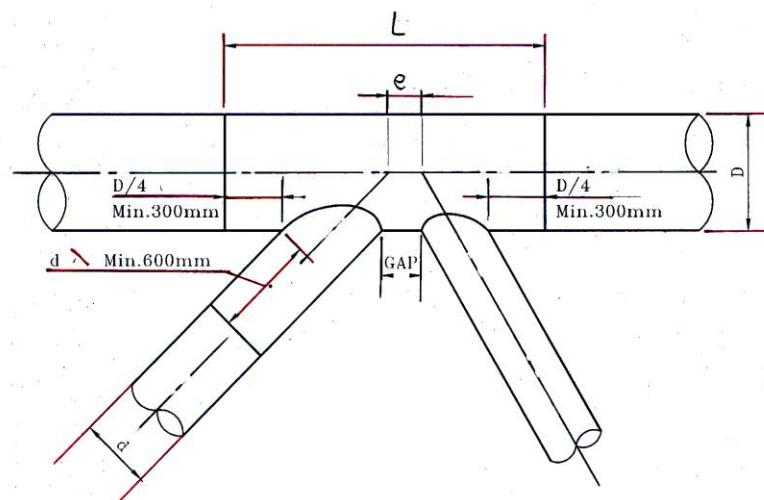
Hình 3.7 VSP Yard tại Vũng Tàu – phần phóng to cho thấy rõ vị trí lắp giàn DH II và giàn TS

## 2 Các phương pháp chế tạo chân đế

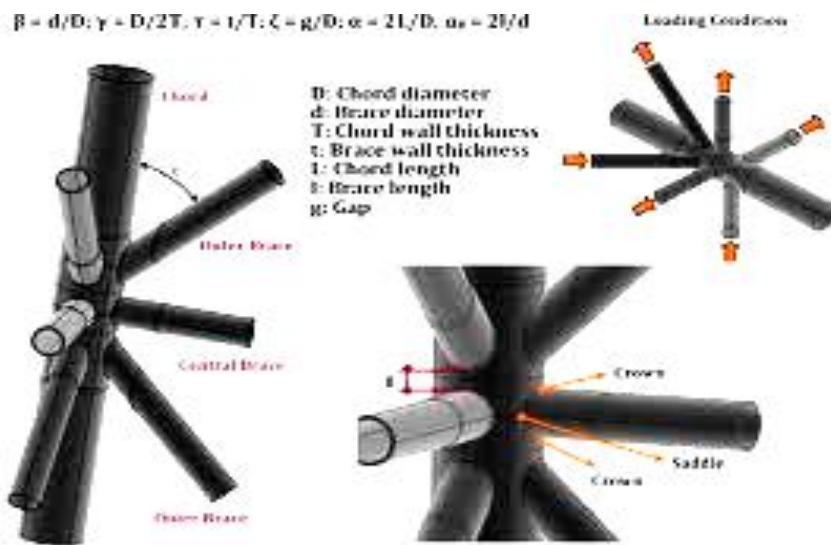
### 1. Phương án thi công chế tạo nút

Chế tạo sẵn các nút của chân đế trong nhà máy. Sau khi chế tạo xong người ta tiến hành vận chuyển các nút ra bãi lắp ráp bằng các xe nâng hoặc cầu loại nhỏ. Các nút được đặt trên hệ thống các gối đỡ đã được thiết kế và lắp sẵn trên bãi lắp ráp.

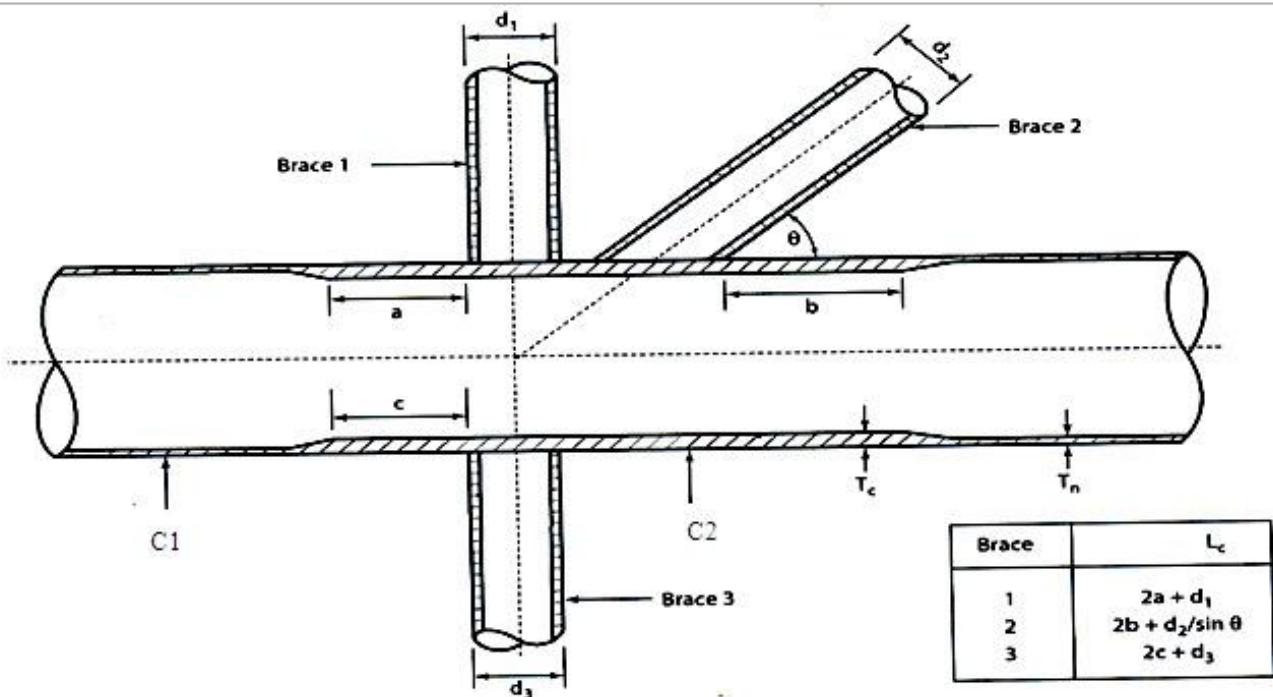
Khi đã cố định các nút trên hệ thống các gối đỡ sẽ tiến hành chế tạo các phần còn lại của chân đế theo thiết kế.



Hình 3.8 Khoảng cách tối thiểu giữa các đầu ống tại nút



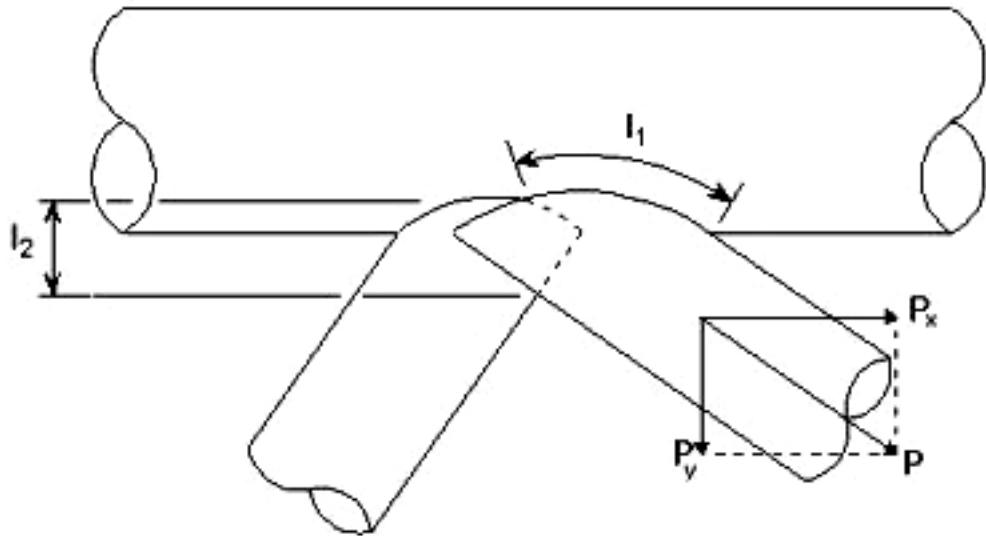
Hình 3.9 Nút kết cầu của jacket



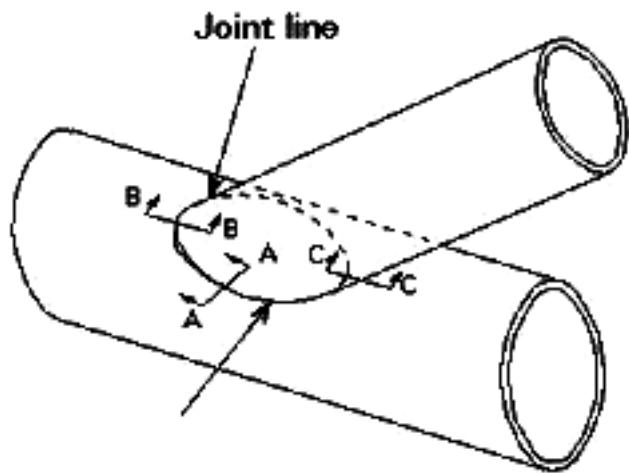
Hình 3.10 Kích thước và chiều dài ống nối

#### Chế tạo nút kết cầu từ ống

Nút kết cầu các ống luôn phức tạp. Thiết kế mối hàn, đảm bảo yêu cầu giữ khoảng cách tối thiểu giữa các ống, đầu ống phải được quan tâm đầy đủ.



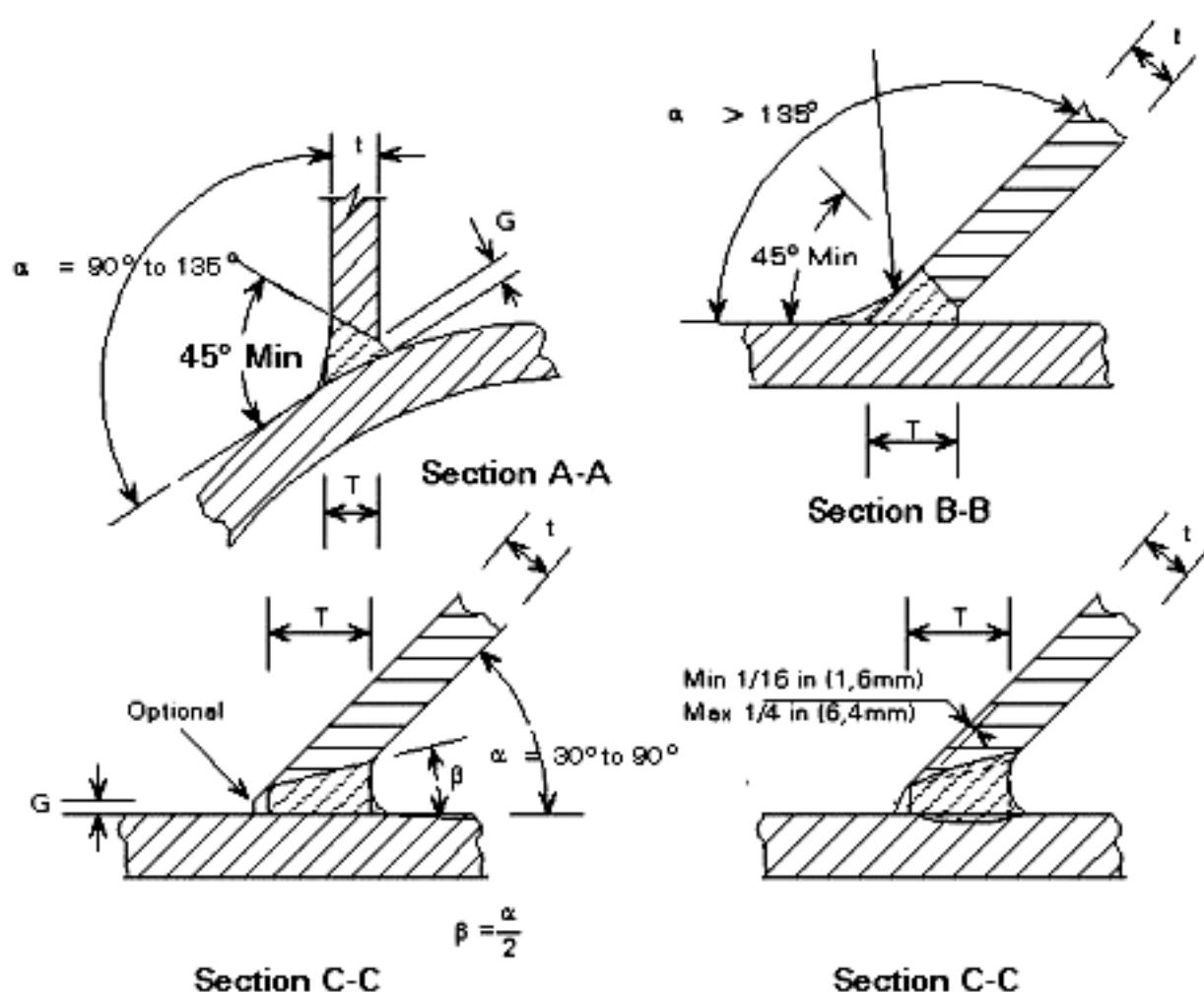
Hình 3.11



Groove angle "b"	Root opening G	
	in	mm
Over 90°	0 to 3/16	0 to 4,8
45° to 90°	1/16 to 3/16	1,6 to 4,8
Under 45°	1/8 to 1/4	3,2 to 6,4

$\alpha$	Min "T"
50° to 135°	1,25 t
35° to 50°	1,50 t
Under 35°	1,75 t
Over 135°	See Sect B-B

Hình 3.12



Hình 3.13 Yêu cầu tối thiểu mối hàn ống



Hình 3.14 Hàn nút kết cấu từ ống



Hình 3.15 Các nút kết cầu chân đế “Hải Thạch”

Ưu điểm lớn nhất của phương pháp này là có thể chế tạo toàn bộ các nút của chân đế trong nhà xưởng, ở tư thế thuận tiện nhất, theo đó chúng ta có thể kiểm soát được chất lượng các mối hàn của nút. Kết cấu chia nhỏ do vậy chỉ cần dùng các thiết bị nâng, các loại cầu nhỏ để phục vụ cho quá trình thi công chân đế.

Phương pháp này có nhiều nhược điểm: số lượng các mối hàn tăng lên rất nhiều, khối lượng công việc thực hiện tại bãi lắp ráp nhiều, từ đó các chi phí kiểm tra, kiểm soát mối hàn gấp nhiều khăn, khối lượng các việc thi công trên cao nhiều ảnh hưởng đến chất lượng công trình.

## 2. Phương pháp úp mái

Trong phương pháp này tiến hành chế tạo trước hai panel tại mặt bãi thi công. Một panel chế tạo trên đường trượt, panel kia chế tạo ở vị trí cạnh đường trượt. Sau khi thi công xong panel trên đường trượt sẽ tiến hành lắp dựng các thanh xiên không gian của hai panel bên. Bước tiếp theo là lắp đặt các mặt ngang.

Dùng cầu nhắc panel đã chế tạo bên cạnh đường trượt lên, tiếp đó úp panel xuống và tiến hành hàn cố định panel với các thanh ngang, thanh xiên, các mặt ngang. Tiếp theo tiến hành lắp đặt các kết cấu phụ của chân đế như sàn chống lún, các anode hi sinh, các ống dẫn hướng vv...

Thi công chế tạo chân đế theo phương pháp này chúng ta có điều kiện tận dụng và tiết kiệm diện tích chế tạo, tận dụng tối đa không gian thi công.

Tuy nhiên thi công chân đế bằng phương pháp này có những hạn chế: phải thi công nhiều cầu kiện ở trên cao, phải dùng cầu lớn, thời gian thi công kéo dài.

## 3. Phương án thi công quay lật panel chế tạo trước

Chế tạo jacket theo phương pháp quay lật panel chế tạo trước đặt trên hệ thống gối đỡ. Sau khi chế tạo xong các panel sẽ tiến hành quay lật (roll-up) một panel về vị trí thẳng đứng và tiến hành lắp dựng các mặt ngang. Lắp dựng xong các mặt ngang sẽ tiến hành quay lật panel còn lại, hàn liên kết các panel tạo thành chân đế. Việc tiếp theo: lắp dựng các thanh không gian còn lại và các bộ phận phụ khác của chân đế.

Thi công chân đế bằng phương pháp quay lật panel có nhiều ưu điểm:

- Nhiều công việc thi công dưới thấp, dễ quản lý kích thước hình học các panel, chân đế.
- Có thể tiến hành thi công song song nhiều việc một lúc.

Phương pháp thi công này có thể áp dụng được với tất cả các loại công trình lớn nhỏ khác nhau.

### **Qui trình sản xuất chân đế, thượng tầng giàn khoan**

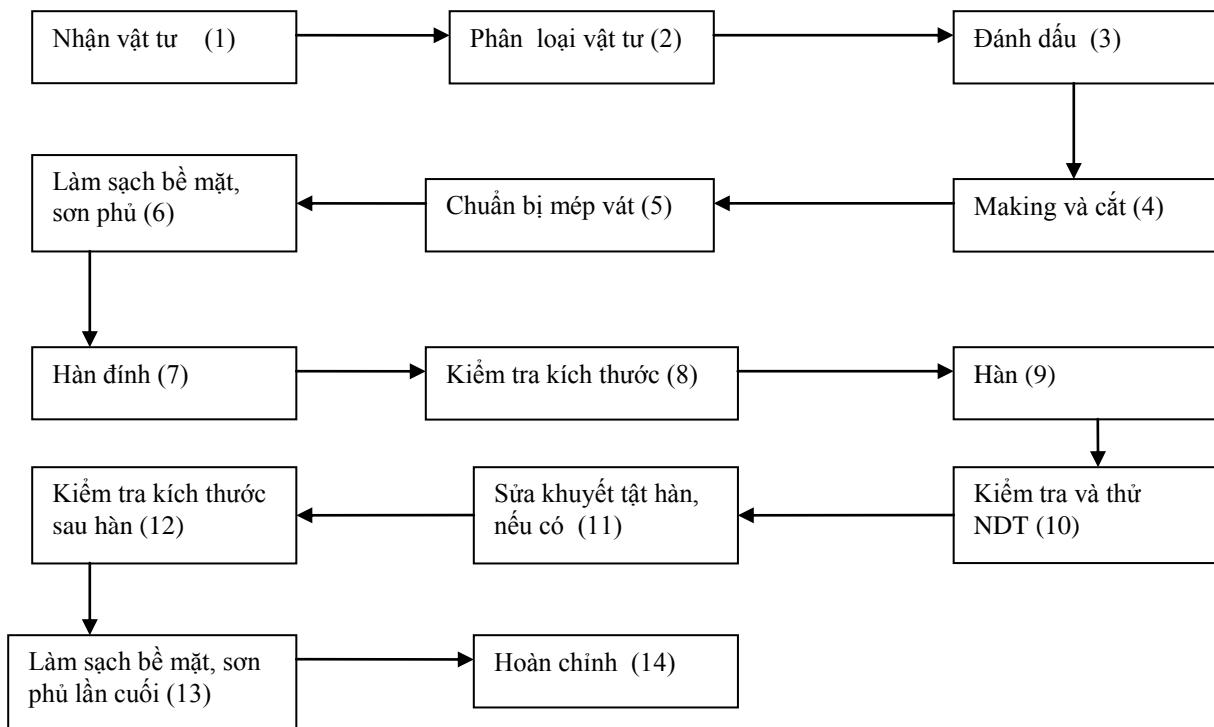
Ngày nay có thể hiểu qui trình sản xuất (*production processes*) theo nghĩa cụ thể, sát thực giống như khái niệm các hoạt động sản xuất (*product activities*). Cách chia các hoạt động này thành những nhóm nhỏ được nhiều nhà công nghệ các nước khác nhau xem xét và dần đi đến thống nhất như sau, theo báo cáo của EU:

- tiếp nhận và chuẩn bị nguyên vật liệu (*raw material reception & preparation*)
- lấy dầu, cắt ống, thép tấm, duỗi các tấm, thép hình
- chế tạo và hàn nút kết cấu, các phân đoạn 2D
- chế tạo các phân đoạn 3D
- thực hiện tiền chế (*pre-erection*) các phân đoạn 3D, lắp thành các khối (*units*)
- thực hiện tiền chế (*prefabrication*) các ống, giá, bệ vv...
- tiền chế công việc lắp trang thiết bị theo chân đế hoặc thượng tầng
- làm sạch bê mặt (*blasting*), sơn hoặc phủ lớp bảo vệ (*painting and coating*)
- lắp và hàn tại mặt bằng chuẩn bị trước
- hoàn chỉnh công việc tại bãi
- thử và hạ thủy

Vận tải nội bộ trong nhà máy, dịch chuyển phân đoạn, tổng đoạn từ nơi chế tạo đến vị trí lắp ráp luôn đóng vai trò quan trọng trong qui hoạch và điều hành sản xuất. Hoạt động vô cùng quan trọng, xuyên suốt dây chuyền sản xuất là đo và kiểm tra.

Trước khi hạ liệu đóng chân đế, thượng tầng cụ thể nhất thiết phải có thiết kế cho chính đối tượng đó. Theo thiết kế kỹ thuật những thiết kế công nghệ cũng được phát triển. Mọi công việc phải thực hiện để hình thành giàn phải được đưa vào kế hoạch, nằm trong bảng tiến độ thi công hay là lịch trình. Thiết bị, máy móc cần cho thi công đã phải nằm trong kế hoạch; khối lượng, chủng loại vật tư đóng chân đế hoặc thượng tầng và thời gian cung ứng vật tư phải có mặt trong bảng tiến độ. Các hoạt động này thực chất là những hoạt động trong lĩnh vực thông tin và xử lý thông tin, còn lượng thông tin này thường rất lớn. Trong những điều kiện như vậy các qui trình thu thập thông tin, xử lý thông tin phải đáp ứng đòi hỏi sản xuất, đảm bảo cho qui trình sản xuất đang nêu đạt hiệu quả cao nhất. Các nhà sản xuất giàn khoan ngày nay thống nhất rằng qui trình chuyển thông tin trong hoạt động sản xuất song song tồn tại cùng qui trình công nghệ vừa nêu.

Qui trình sản xuất đang dùng tại các cơ sở chế tạo giàn khoan ngoài khơi của nước ta hình dung như sau:



Hình 3.16 Sơ đồ chung chế tạo chân đế/thượng tầng

## Tiến độ thi công

Mục đích việc lập tiến độ thi công để đảm bảo hoàn thành công trình trong thời gian quy định với mức độ sử dụng máy móc, vật liệu, nhân công hợp lý nhất.

Tiến độ thi công được thiết lập trên cơ sở các biện pháp kỹ thuật thi công đã được nghiên cứu kỹ và đã tích lũy kinh nghiệm thi công các hạng mục công trình cụ thể.

Các bước lập tiến độ thi công như sau:

Bước 1: Chia công trình thành những bộ phận kết cấu, từ đó tiến hành xác định khối lượng công việc phải thực hiện.

Bước 2: Lựa chọn biện pháp thi công các việc chính phải làm.

Bước 3: Các khối lượng công việc phải thực hiện ở mục trên đồng thời dựa vào các chỉ tiêu định mức mà xác định số ngày công và số ca máy cần thiết cho việc xây dựng công trình.

Bước 4: Các quá trình xây lắp trong thi công phải tiến hành đúng theo quy trình đã thiết lập.

Bước 5: Dự tính thời gian thực hiện trong mỗi quá trình để thiết lập tiến độ.

Bước 6: Điều chỉnh tiến độ bằng cách sắp xếp lại thời gian hoàn thành các quá trình xây dựng sao cho chúng có thể tiến hành song song kết hợp, đồng thời vẫn đảm bảo trình tự thi công hợp lý.

Bước 7: Lập kế hoạch về nhu cầu nhân lực, vật liệu, cầu kiện, máy móc thi công, phương tiện vận chuyển.

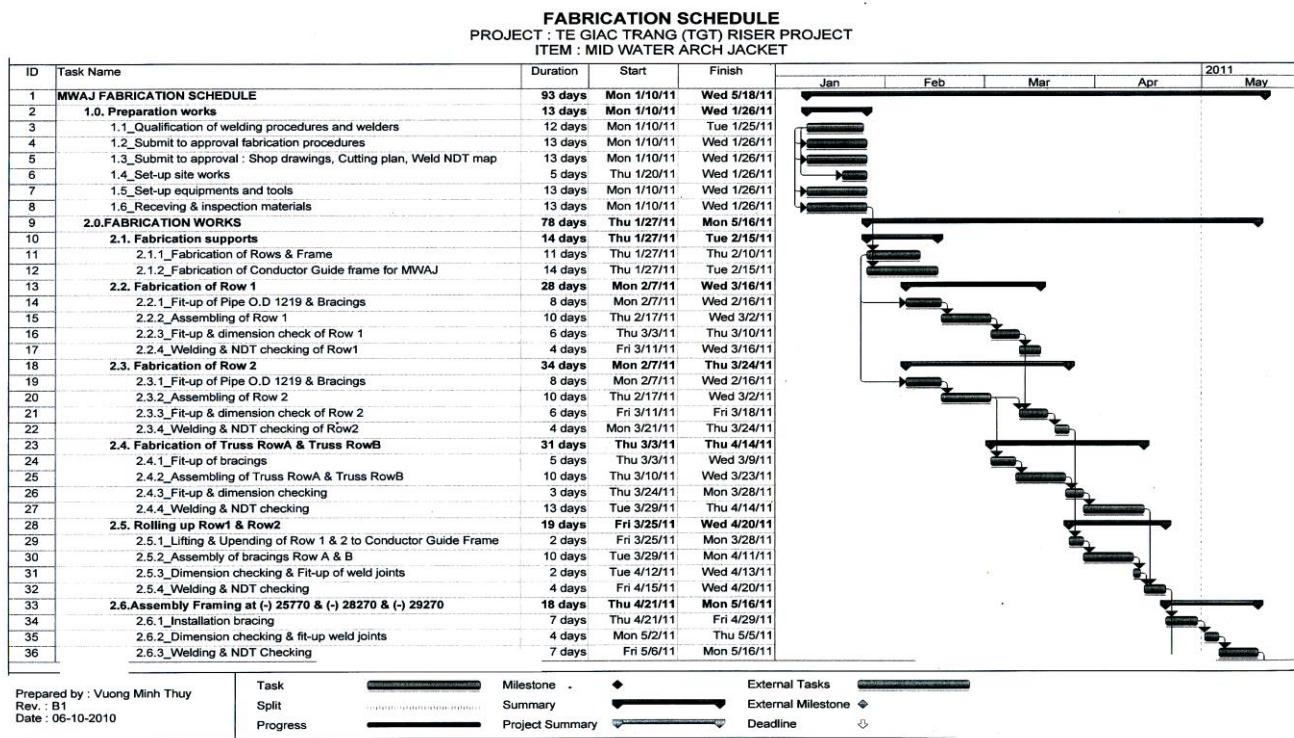
Tổ chức nhân lực đòi hỏi sự phối hợp nhịp nhàng giữa các công đoạn thi công, các bộ phận xe máy, con người và các vật tư thiết bị nhằm tăng tiến độ thi công công trình.

Bố trí nhân lực phụ thuộc khối lượng công việc và tính chất phức tạp của công việc. Công nhân được bố trí thành những tổ đội phụ trách các công việc khác nhau.

Nhiều hạng mục công việc được tiến hành song song với nhau như công tác thi công lắp dựng chân đế và giàn cẩu tàu có thể tiến hành đồng thời, hay công tác thi công chế tạo cọc được tiến hành đồng thời trong quá trình thi công chế tạo chân đế.

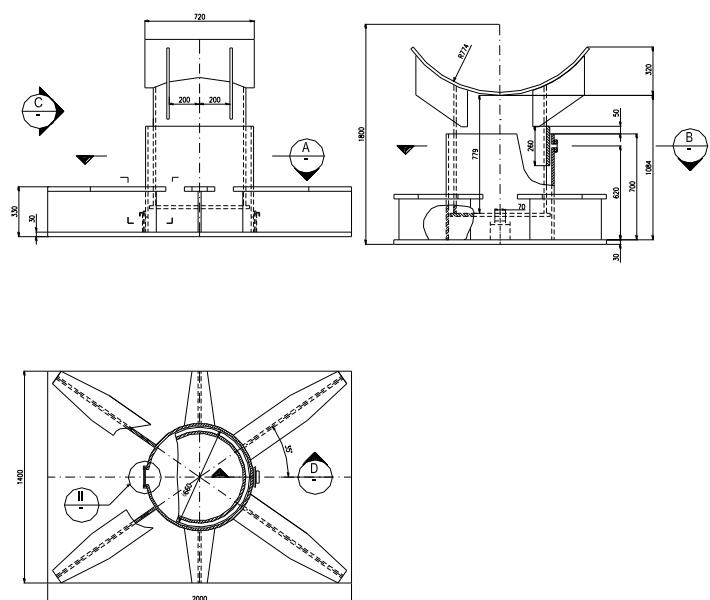
Do vậy việc tính toán tổ chức nhân lực thi công đòi hỏi cán bộ thi công phải có trình độ cao, có nhiều kinh nghiệm công việc quản lý tổ chức nhân lực, có năng lực và trình độ chỉ huy công trường nhiều năm.

Tiến độ thực hiện công việc xây dựng cụ thể cho từng dự án. Tiến độ chế tạo chân đế arch của dự án TGT (Tê Giác Trắng) sau đây là ví dụ thường gặp tại các nhà máy của chúng ta. Có thể để ý đến điều này, tiến độ thực hiện đang dùng tại nhà máy có lúc viết bằng tiếng Việt và tiếng Anh. Hình chụp lại tiến độ đã lập trình bày bằng tiếng Anh.

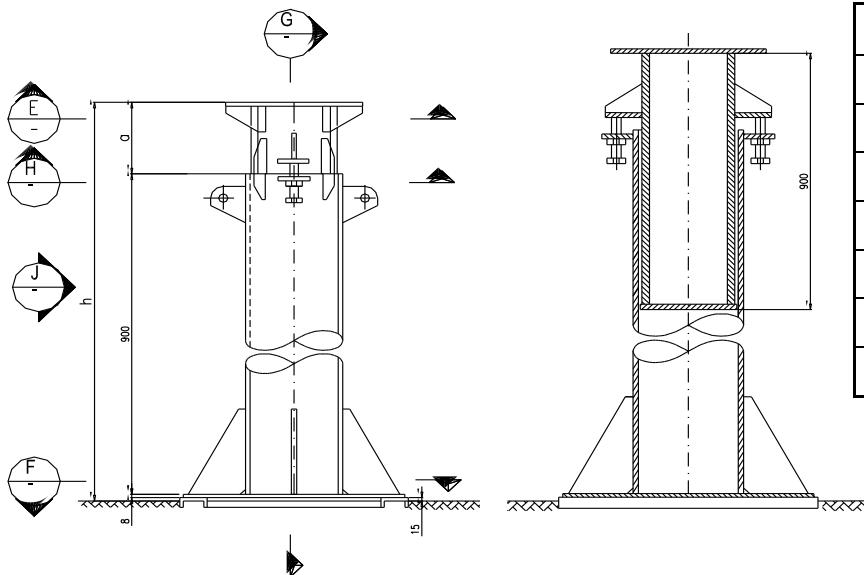


Hình 3.17

### Chuẩn bị gói đör

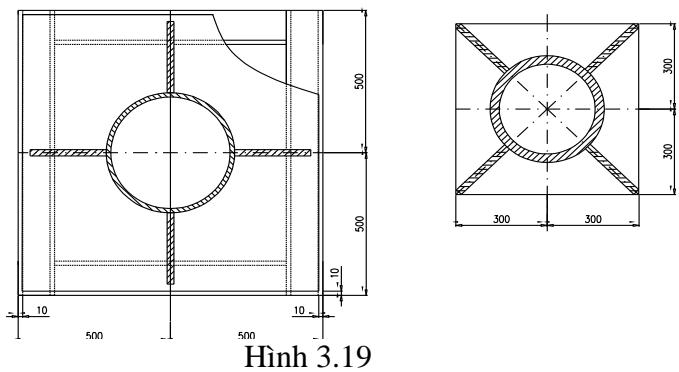


Hình 3.18



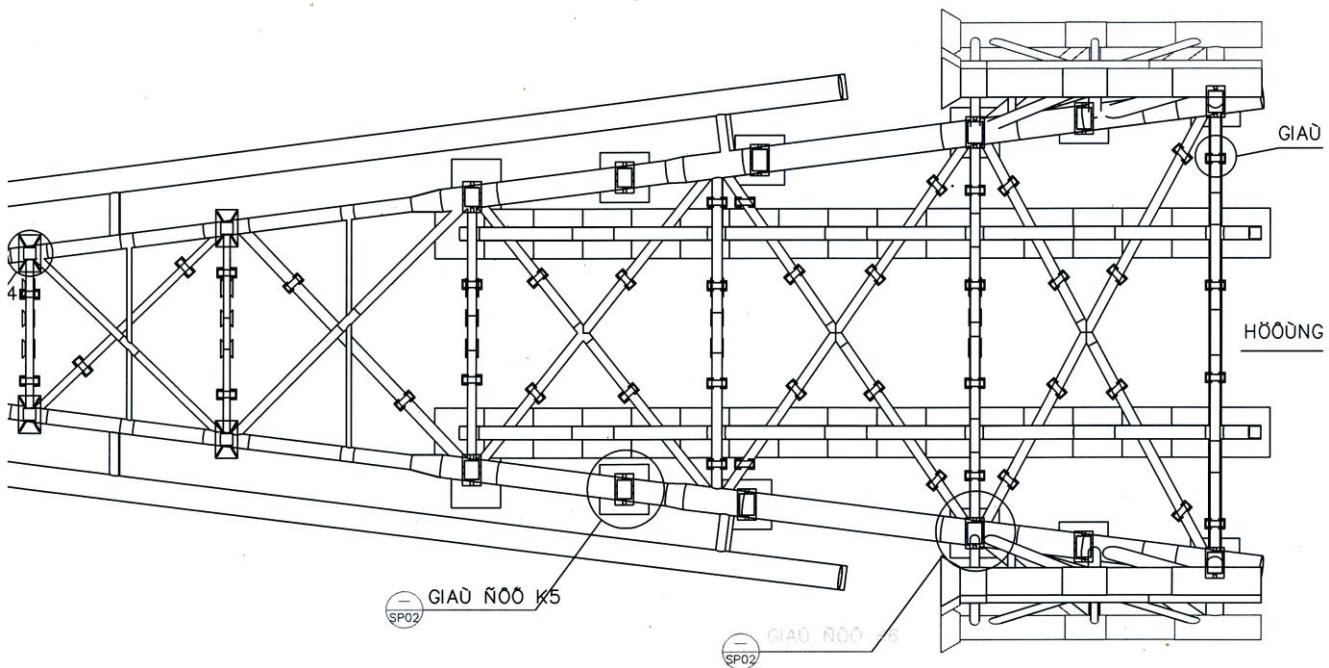
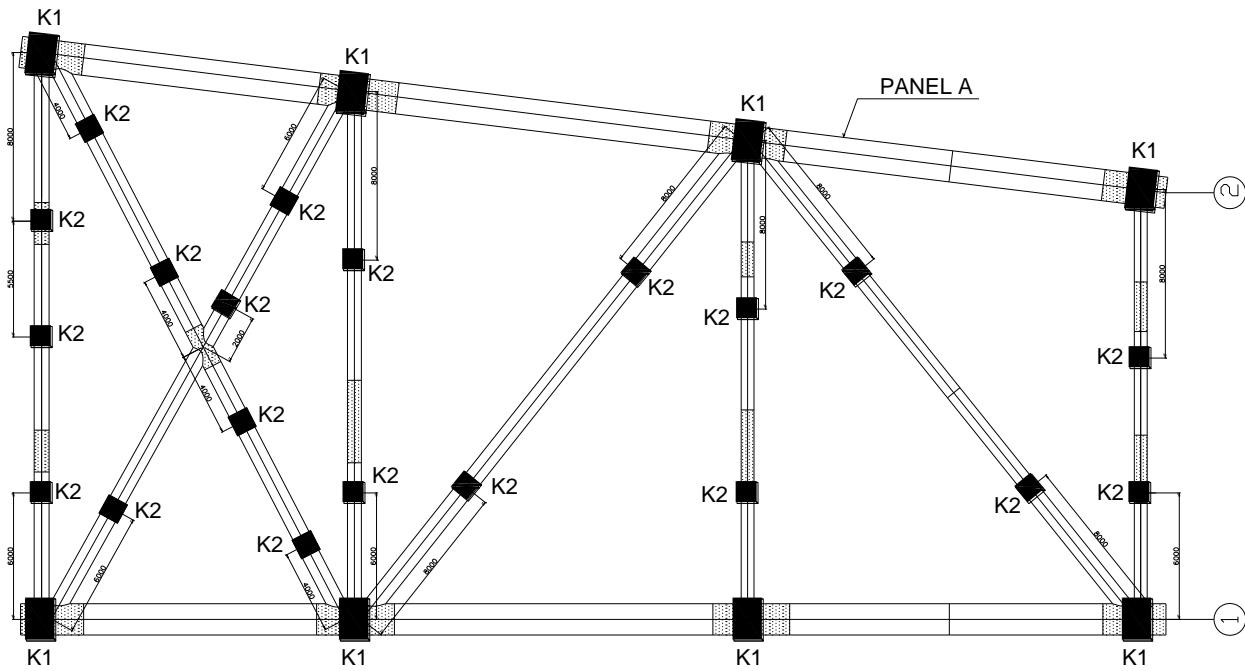
K2 Đõ ông	h (mm)	a (mm)
ϕ864	1368	445
ϕ813	1393.5	470.5
ϕ762	1419	496
ϕ711	1444.5	521.5
ϕ660	1470	547
ϕ610	1495	572
ϕ508	1546	623

$$(h = a + 900 + 15 + 8)$$

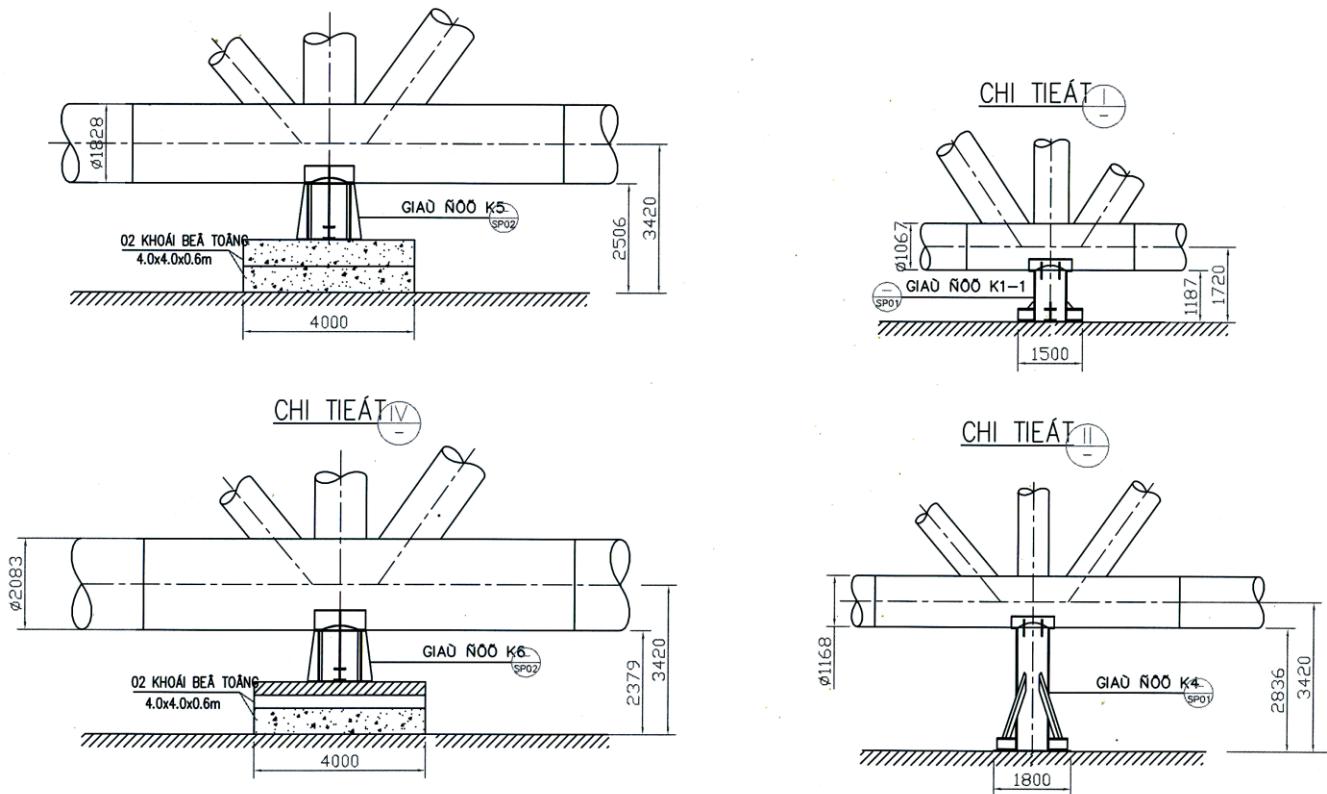


Hình 3.19

Kê gối đỡ



Hình 3.20



Hình 3.21



Hình 3.22 Roll-up trong thi công chân đế



Hình 3.23 Chuyên chở thượng tầng



Hình 3.24 Chế tạo chân đế tại xưởng



Hình 3.25 Dịch chuyển thượng tầng bằng trailer

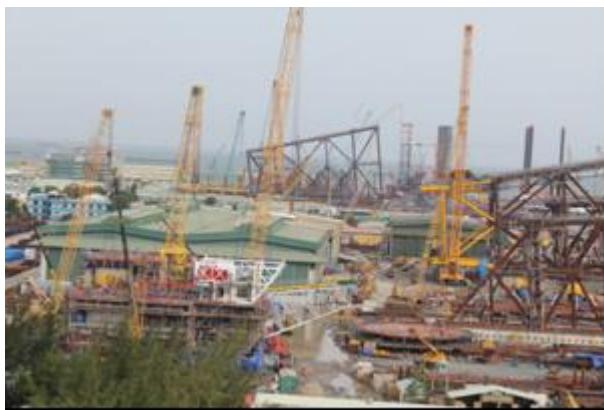


Hình 3.26a *Đưa thượng tầng xuống sà lan*



Hình 3.26b *Hạ thủy giàn jack-up tại Vũng Tàu*

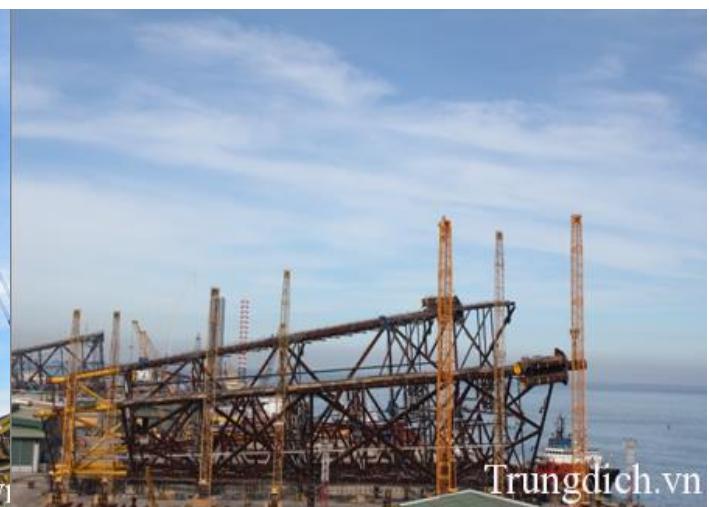
Một vài hình ảnh chế tạo RC6, RC7 tại Vũng Tàu tiến hành tháng 6 năm 2011, trình bày tại hình 3.11.



Hình 3.27 *Hiện trường thi công chân đế (trái), thượng tầng (phải)  
Những hình ảnh chế tạo chân đế “Hải Thạch”*

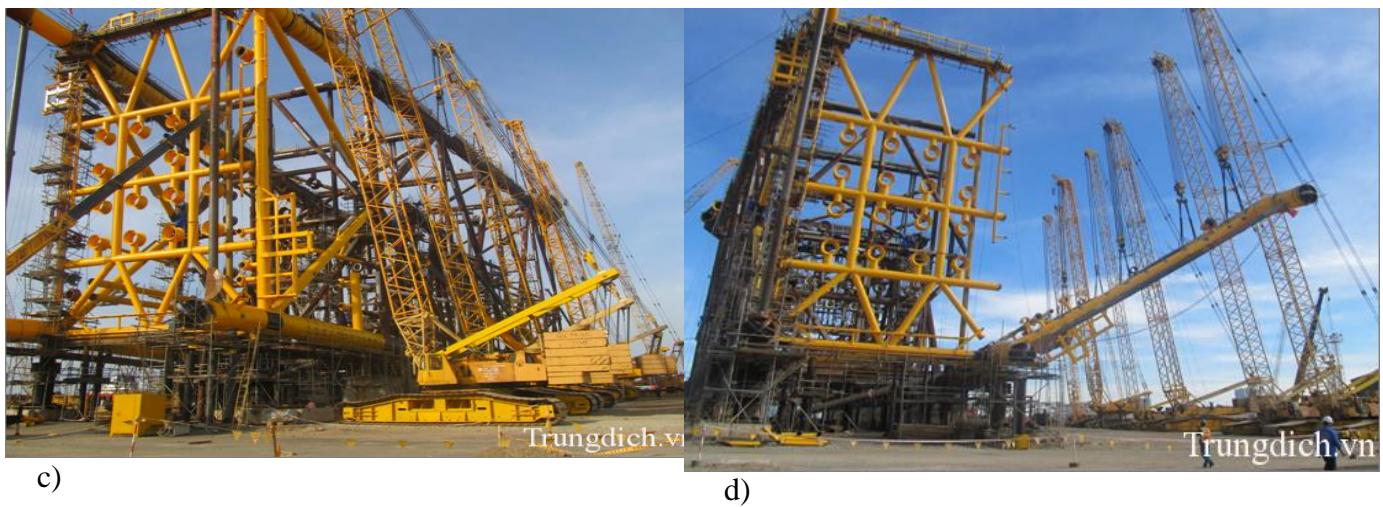


a)



b)

Trungdich.vn



c)

d)

Hình 3.28

Các phân xưởng hàn, cơ khí vv... bố trí trong khuôn viên nhà máy, tạo thuận lợi nhất cho chế tạo chi tiết, bán thành phẩm.



Hình 3.29

### 3 Những ví dụ chế tạo Jacket

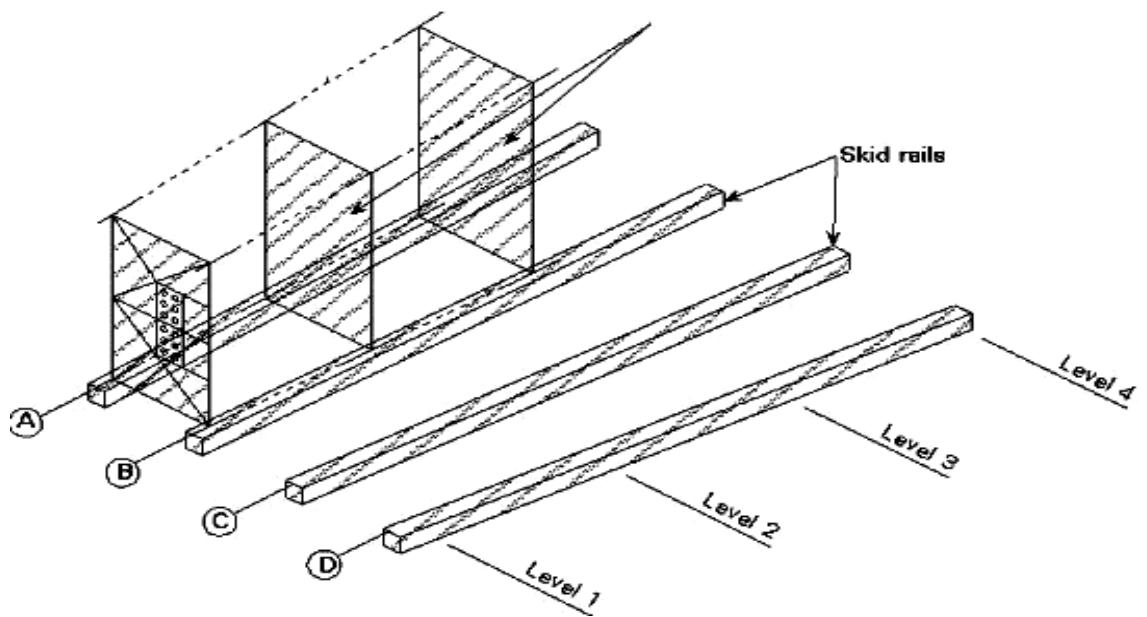
Chế tạo trước trong toàn bộ quá trình chế tạo chân đế nhằm định hình các nút kết cầu, các ống, dầm vv... thực hiện tại phân xưởng sản xuất chi tiết chuẩn bị cho chế tạo chân đế. Đây là bước trung gian cần thiết giúp tiết kiệm thời gian thi công, sử dụng vật tư hợp lý. Có thể thấy rõ điều này, giai đoạn này tiến hành hàn kết cầu nút tại xưởng thiết kế riêng cho mục đích này. Công việc phải được thực hiện trong điều kiện tốt nhất, tư thế hàn phù hợp nhất với hàn ống, hàn nút nhiều đầu ống.

Những yếu tố ảnh hưởng đến qui mô và chất lượng công việc trong giai đoạn này:

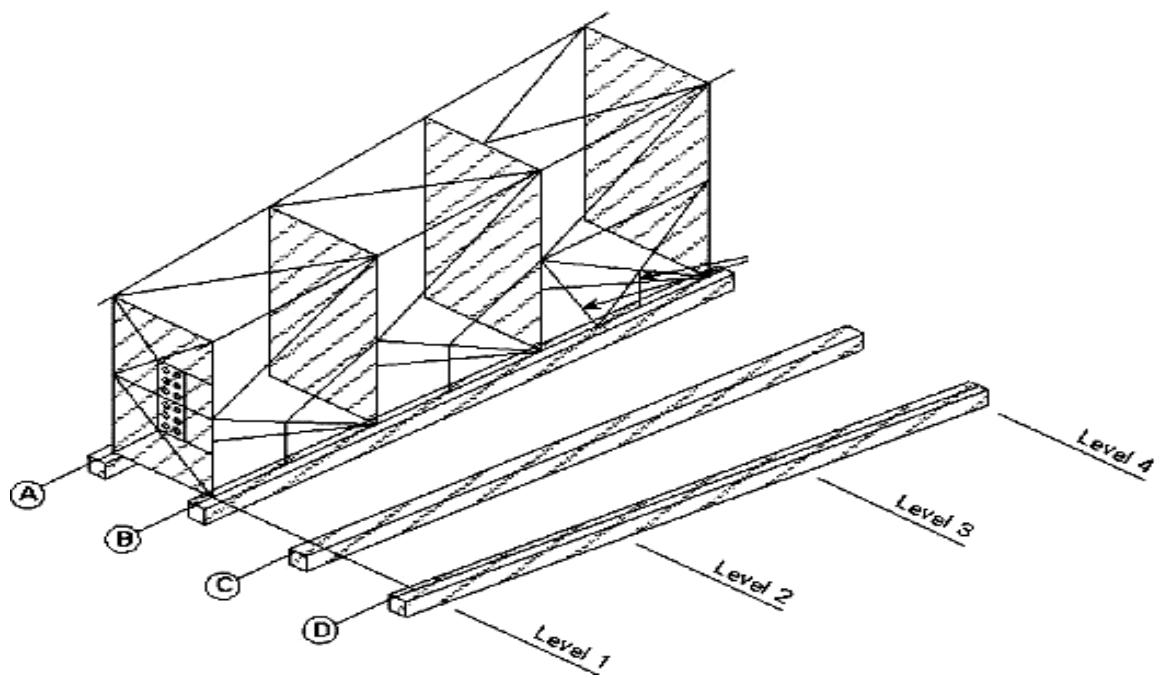
Độ lớn, trọng lượng, kích thước các ống, nút kết cầu, cụm chi tiết,

Phương pháp hàn và qui trình hàn,

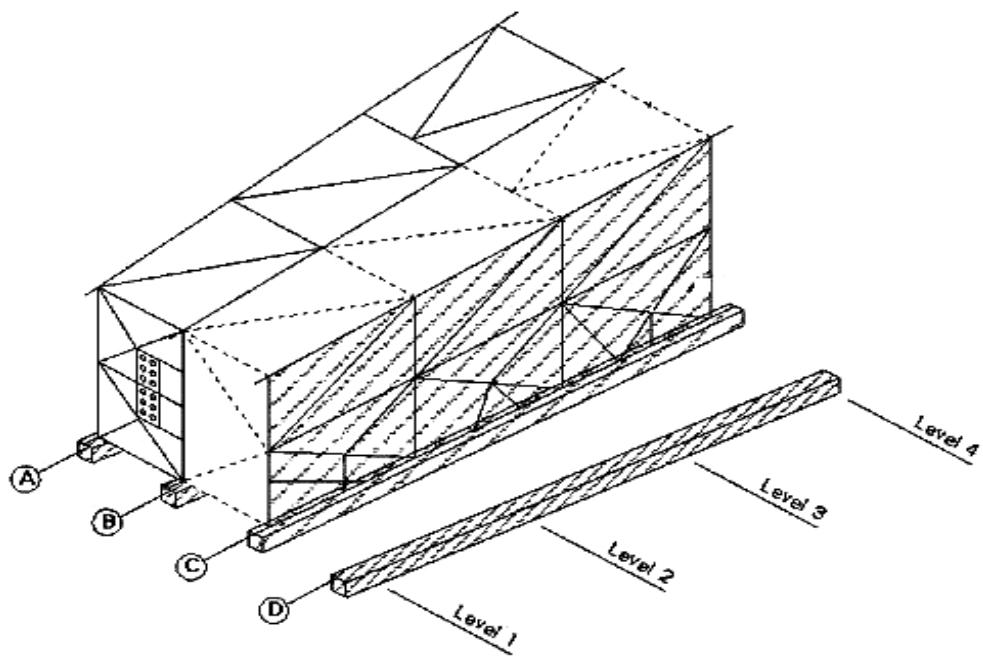
#### Chế tạo chân đế (jacket assembly and erection)



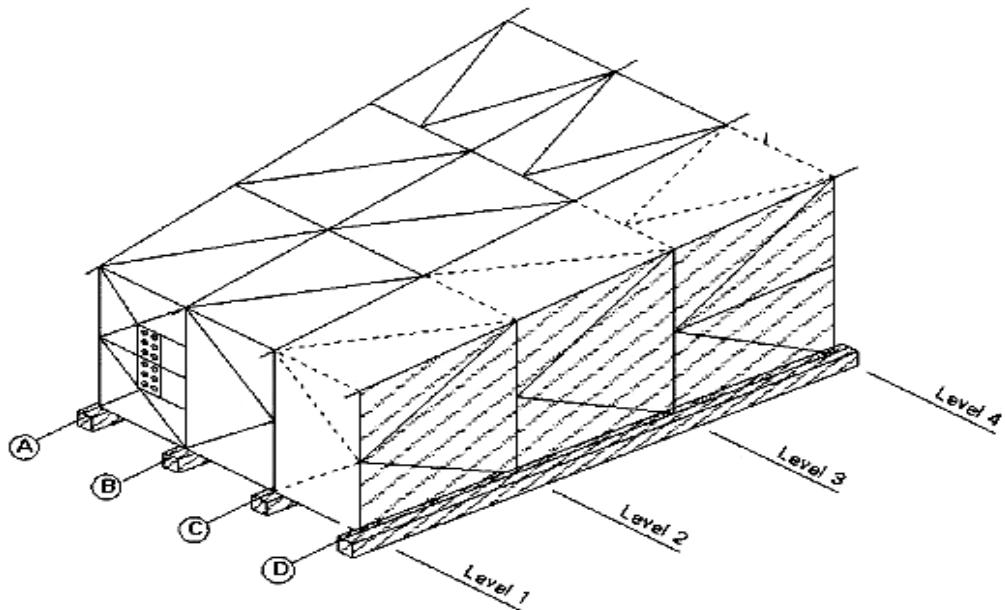
Hình 3.30a



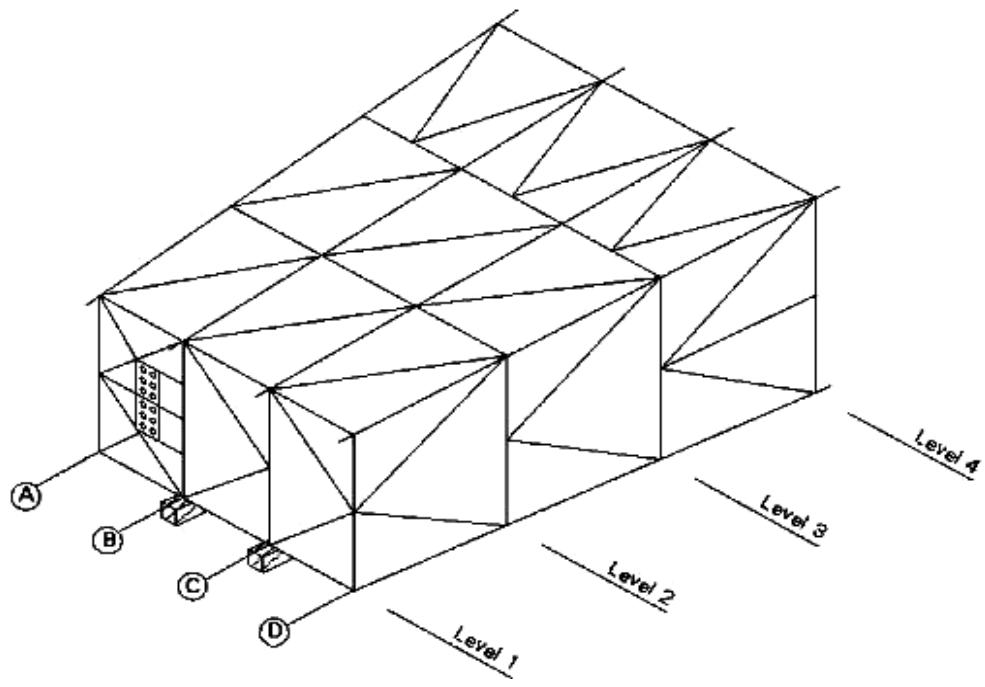
Hình 3.30b



Hình 3.30c

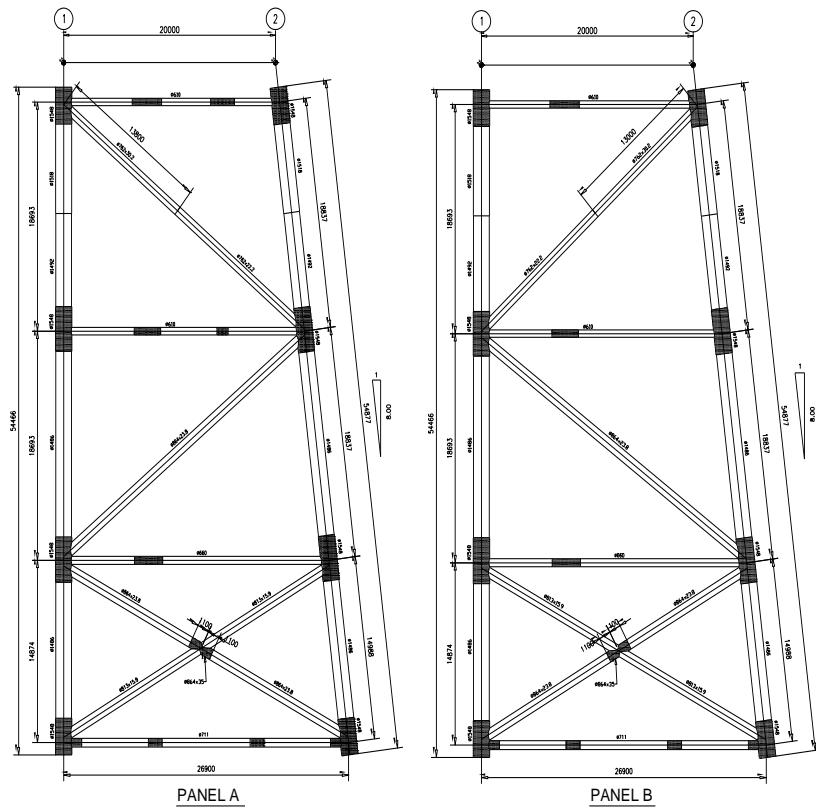


Hình 3.30d



Hình 3.30e

Minh họa cách làm này tại Vũng Tàu. Để chế tạo giàn RCDM kết cấu hình tháp không gian 4 ống chính, 4 mặt ngang D1 ở cao độ (+)4.5m, D2 ở cao độ (-)14.1 m, D3 ở cao độ (-)32.7m, D4 ở cao độ (-)47.5m tiến hành các bước công việc như sau.



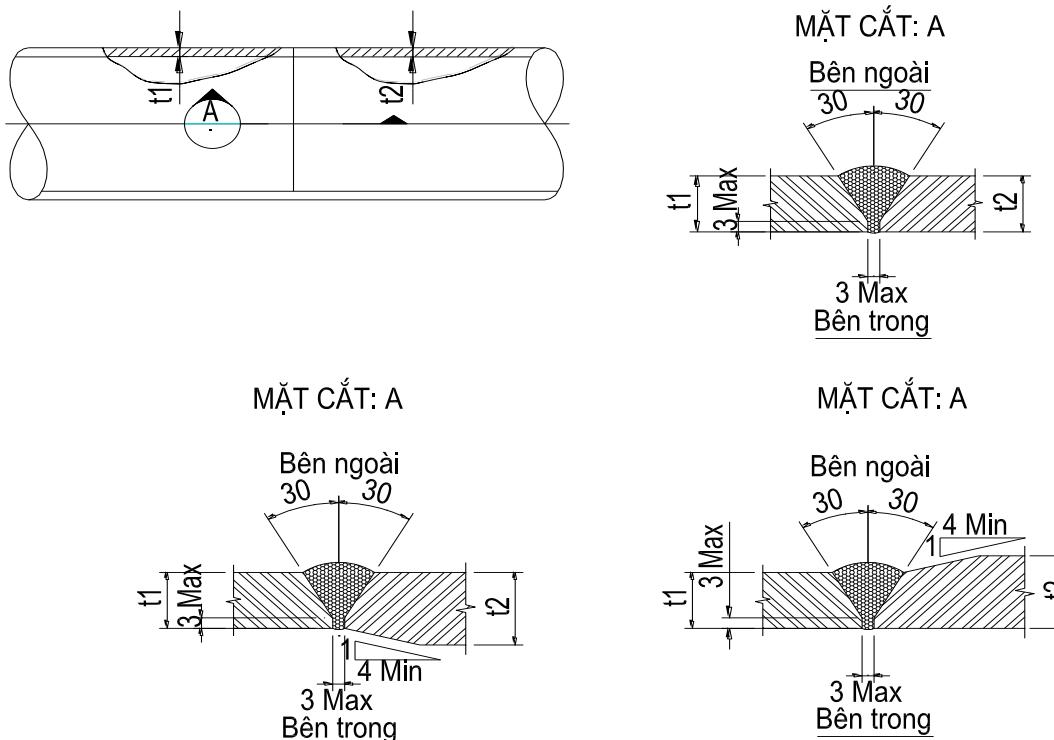
Hình 3.31

## Hàn nối ống

Để đẩy nhanh tiến độ thi công ta chế tạo các ống tại khu chế tạo ống trên các máy hàn tự động sau đó vận chuyển đến các khu vực tổ hợp panel và mặt ngang và tiến hành lắp ráp.

Tiến hành cắt các ống theo các kích thước định sẵn, bằng máy cắt tự động trong xưởng cắt ống.

Dùng cầu và xe nâng vận chuyển các đoạn ống ra bãi lắp ráp, sau đó đưa lên hệ thống gối đỡ và tiến hành mài nhẵn các đầu ống, góc mài giữa hai ống đối đầu tạo với nhau một góc  $60^{\circ}$ .



Hình 3.32 Cấu tạo chi tiết mối hàn đối đầu ống chính.

Dùng cầu và các pa-lăng đưa đoạn ống sau lại gần đoạn ống trước đã được định vị trước, hai đầu ống cách nhau một khoảng theo quy định (khoảng 3mm). Dùng máy đo đặc kiểm tra kích thước và độ đồng tâm của hai đoạn ống.

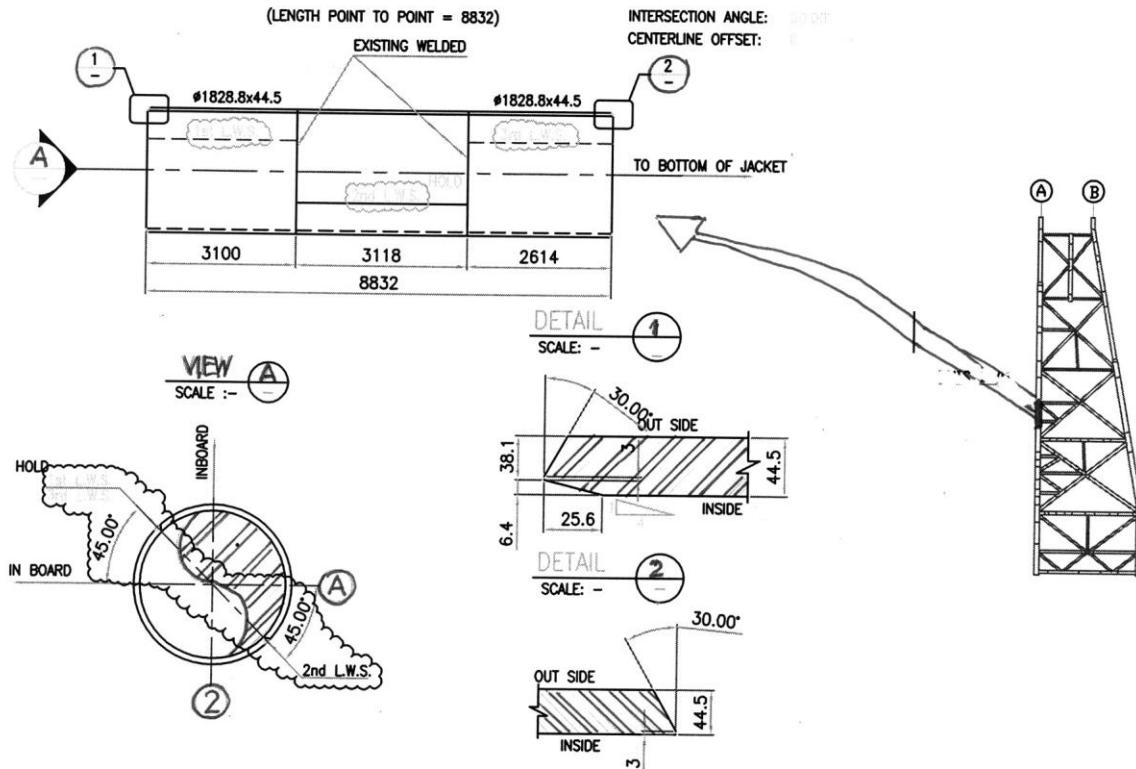
Tiến hành hàn gá cố định tạm hai đoạn ống.

Kiểm tra kích thước, độ đồng tâm của hai đoạn ống trước khi tiến hành hàn tổ hợp. Sau khi hàn, tiến hành kiểm tra độ biến dạng của ống do công tác hàn gây ra và kiểm tra chất lượng mối hàn. Đưa ra biện pháp khắc phục nếu có những sai số vượt quá giới hạn cho phép.

Công tác tổ hợp các đoạn ống tiếp theo được tiến hành với các bước tương tự.

Sau khi tổ hợp xong toàn bộ ống, tiến hành kiểm tra kích thước ống, độ oval, độ đồng tâm của các đoạn ống, kiểm tra mặt bằng các gối đỡ ống.

Ống chính được chia thành hai đoạn các đoạn được chế tạo tại khu chế tạo ống rồi được cầu nhắc ra vị trí tổ hợp panel và liên kết lại thành một ống chính hoàn chỉnh bằng một mối hàn tại công trường.



Hình 3.33 *Hàn ống chân đé*

#### **Quy trình tổ hợp panel**

Sau khi chế tạo các ống chính A1, B1, A2, B2 và các ống nhánh thì tiến hành tổ hợp các panel trên mặt bằng bối lấp ráp. Tiến hành tổ hợp đồng thời hai panel A và panel B, với quy trình tổ hợp như sau:

Tiến hành đo kích thước các thanh của panel và tiến hành vạch đường tâm của các thanh, bố trí gối đỡ cho các thanh của panel. Xác định vị trí và khoảng cách của các thanh xiên và các thanh ngang trên hai ống chính, dùng sơn (hoặc phần chuyên dụng) để đánh dấu điểm giao nhau của các ống (bằng máy toàn đạc).

Xác định đường giao của ống nhánh trên ống chính, tiến hành mài sạch khu vực đường giao đó, sau đó tiến hành cầu lắp các thanh theo thứ tự đã được vạch sẵn theo bản vẽ thi công.

Sau khi cầu đưa ống lên gối đỡ và đưa nó về đúng vị trí thì tiến hành kiểm tra kích thước và vị trí của ống. Khi đã thoả mãn các yêu cầu tiến hành hàn gá các ống lại. Kiểm tra lại lần nữa và nếu không có gì sai sót thi tiến hành hàn cố định các thanh vào ống chính. Sau khi hàn xong phải tiến hành kiểm tra chất lượng mối hàn, nếu có mối hàn nào không đảm bảo chất lượng thi phải tiến hành hàn lại mối hàn đó. Các mối hàn đều được thực hiện theo tiêu chuẩn AWS, các ống đều được gia nhiệt trước khi hàn. Quy trình chế tạo các mặt ngang D1, D2, D3, D4

Quy trình chế tạo các mặt ngang D1, D2, D3, D4 được tiến hành tương tự như chế tạo các panel. Sau khi chế tạo xong các mặt ngang tiến hành kiểm tra và nghiệm thu, chuẩn bị cho quá trình cầu lắp các mặt ngang.

#### **Quy trình quay dựng panel**

Sau khi hoàn thành công tác tổ hợp panel B và lắp ráp tất cả các anôt hi sinh và hệ thống các đường ống bơm trám xi măng, lắp đặt hệ thống dàn giáo phục vụ cho công tác thi công trên cao thi tiến hành quay lật panel B.

## **Quy trình quay dựng, di chuyển và cố định panel B**

### *Chuẩn bị*

Căn cứ kích thước hình học. Khối lượng panel, điểm móc cáp và bảng tính toán trọng tâm của panel, ta xác định được tải trọng tác dụng lên cầu. Từ kết quả đó vào đặc tính của các loại cầu ta chọn được loại cầu phục vụ cho công tác thi công quay dựng chân đế. Từ trọng lượng của panel và vị trí móc cáp ta tính toán được lực căng lớn nhất trong cáp. Từ đó chọn ra được kích thước cáp cần dùng. Chọn và tính toán tuyến di chuyển của cầu. Từ các tính toán đó ta tiến hành chuẩn bị cầu, cáp, dọn sạch các vật cản trên đường di chuyển của cầu trong quá trình quay dựng, di chuyển và cố định panel B.

Các tính toán kiểm tra sẽ được thể hiện cụ thể ở phần sau.

### *Quy trình quay dựng và di chuyển và cố định panel B.*

Sau khi công tác chuẩn bị đã hoàn tất thì tiến hành móc cáp vào ống chính theo hai vị trí đã định.

Di chuyển các cầu vào vị trí đã định, tiến hành móc cáp vào móc cầu. Cho cầu rút cáp đến khi cáp ở hai đầu móc cầu thẳng đứng thì dừng lại kiểm tra lần cuối sẵn sàng cho việc quay lật panel B.

Hai cầu cùng thu cáp để nhắc panel lên đồng thời, đến một độ cao cho phép thì dừng lại tiến hành dùng xe nâng di chuyển các gói đỡ K1, K2 đến vị trí khác, để giải phóng mặt bằng cho cầu di chuyển. Sau khi đã di chuyển hết các gói đỡ K1 cho cầu vừa tiến vừa rút cáp theo các bước đã vạch sẵn. Khi panel quay về vị trí thẳng đứng thi dừng cầu không di chuyển nữa mà chỉ cho cầu thu cáp để nâng panel B lên khỏi giá đỡ khoang 1.5m thi dừng thu cáp. Dùng xe nâng thu don nốt các gói đỡ K1 còn lại và cho cầu tiếp tục di chuyển theo các bước đã vạch sẵn để di chuyển panel B ra vị trí đã định.

Khi đã đưa panel B đến vị trí đã định thì dùng hai cầu giữ nguyên panel B ở vị trí thẳng đứng để tiến hành công tác cố định.

Tiến hành liên kết các thanh chống xiên vào các thanh xiên của panel B tại vị trí đã định sẵn sau đó hàn đầu còn lại của thanh chống xiên vào thanh chống ngang tạo hệ neo giữ giúp panel B ổn định ở vị trí thẳng đứng. Tiến hành tháo cầu và kết thúc giai đoạn này.

### *Quy trình lắp dựng các mặt ngang D4, D3, D2, D1*

Chuẩn bị dọn hết các vật cản nằm trên đường di chuyển của cầu đưa mặt ngang về vị trí lắp ráp, thành lập các hành lang an toàn cho cầu. Chuẩn bị cầu, cáp cầu.

Để thuận lợi cho việc lắp ráp các mặt ngang vào panel B ta tiến hành theo trình tự sau:

Lắp đặt mặt ngang D4 (-) 47.5 (m).

Lắp đặt mặt ngang D3 (-) 32.7 (m).

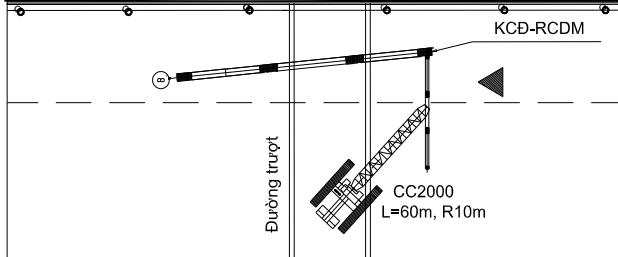
Lắp đặt mặt ngang D2 (-) 14.1 (m).

Lắp đặt mặt ngang D1 (+) 4.5 (m).

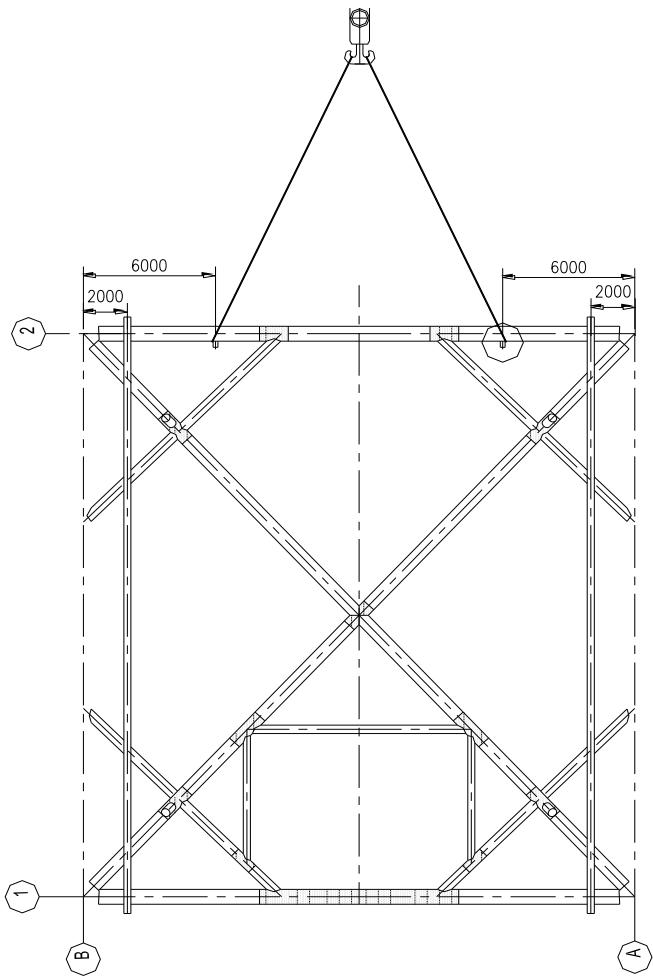
*Quy trình lắp dựng các mặt ngang tiến hành tương tự như nhau dưới đây là ví dụ quy trình lắp mặt ngang D4 ở cao trình (-) 47.5 (m).*

**Đặt gói đỡ cho mặt ngang D4 tại vị trí lắp dựng theo bản vẽ**

Tiến hành móc cáp cho cầu DEMAG 2000 theo vị trí đã định trên thanh ngang, sau khi móc cáp xong thi tiến hành nâng mặt ngang D4 lên khỏi giá đỡ một đoạn từ 1-1,5m (khoảng cách an toàn khi thi công) với sự giúp đỡ của cầu TADANO.



Hình 3.34 Lắp dựng D4 chân đế



Hình 3.35 Móc cầu vào D4

Tiến hành di chuyển mặt ngang D4 bằng cầu DEMAG2000 tới vị trí lắp dựng. Quá trình này phải tiến hành nhịp nhàng để đưa mặt ngang D4 về vị trí lắp dựng vào panel B, đặt mặt ngang D4 lên các gối đỡ và căn chỉnh vào đúng vị trí. Sau khi kiểm tra mọi tiến hành hàn liên kết mặt ngang D4 vào panel B. Cầu vẫn giữ nguyên vị trí suốt thời gian này. Hàn xong sẽ kiểm tra mối hàn. Nếu thỏa mãn các yêu cầu kỹ thuật mới tiến hành tháo cáp và di chuyển cầu.

Các quá trình hàn phải tuân thủ theo trình tự đã xây dựng trong quy trình hàn nhằm giảm thiểu tối đa biến dạng hình học của kết cấu. Kiểm tra kích thước thực hiện trên tất cả các cụm kết cấu và trong quá trình quay dựng. Kiểm soát kích thước được tiến hành trước khi hàn và sau khi hàn xong. Tất cả các sai số vượt quá quy định hay ảnh hưởng đến quá trình quay dựng đều phải tiến hành sửa chữa.

### Lắp dựng các thanh không gian cho panel

Song song với việc lắp các mặt ngang, tiến hành lắp đặt các thanh xiên không gian cho các khoang của panel 1, thanh dài lắp trước thanh ngắn sau. Giai đoạn này sử dụng cầu lắp các thanh không gian.

Các bước tiến hành hàn tổ hợp các thanh chéo như sau:

- Đặt gối đỡ cho các thanh chéo theo thiết kế.
- Cầu nhắc đưa các thanh chéo vào vị trí.
- Căn cứ vào các vị trí đã đánh dấu từ trước, tiến hành hàn gá tất cả các đầu chờ.

- Kiểm tra lại kích thước hình học, vị trí của các thanh chéo.
- Tiến hành hàn tổ hợp.
- Kiểm tra chất lượng mối hàn, các biến dạng do hàn gây ra. đưa ra các biện pháp khắc phục nếu có những sai sót nằm ngoài phạm vi cho phép.

### **Quy trình quay dựng, di chuyển và cố định panel A**

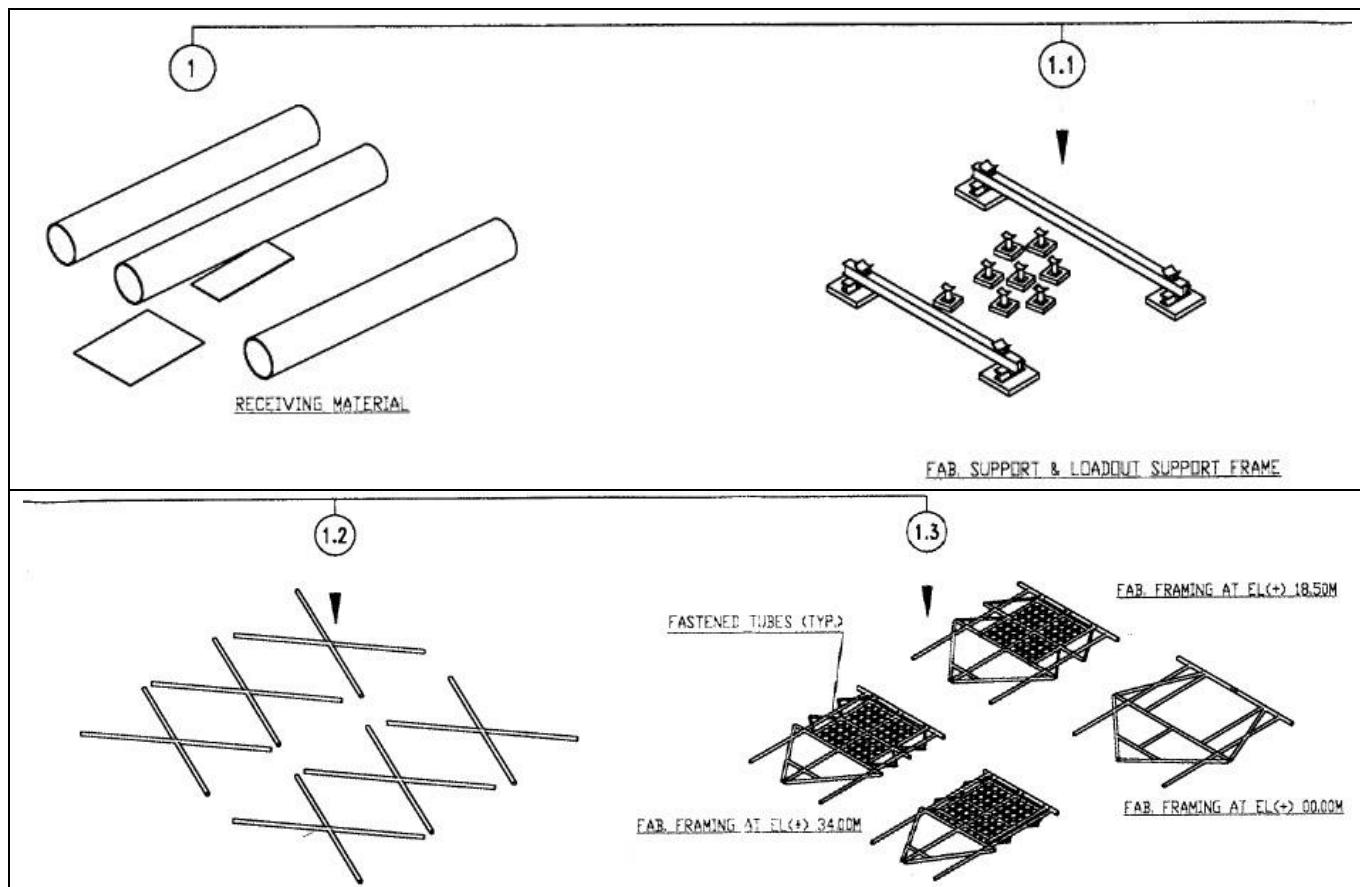
Quy trình quay dựng, di chuyển panel A lthực hiện tương tự như với panel B.

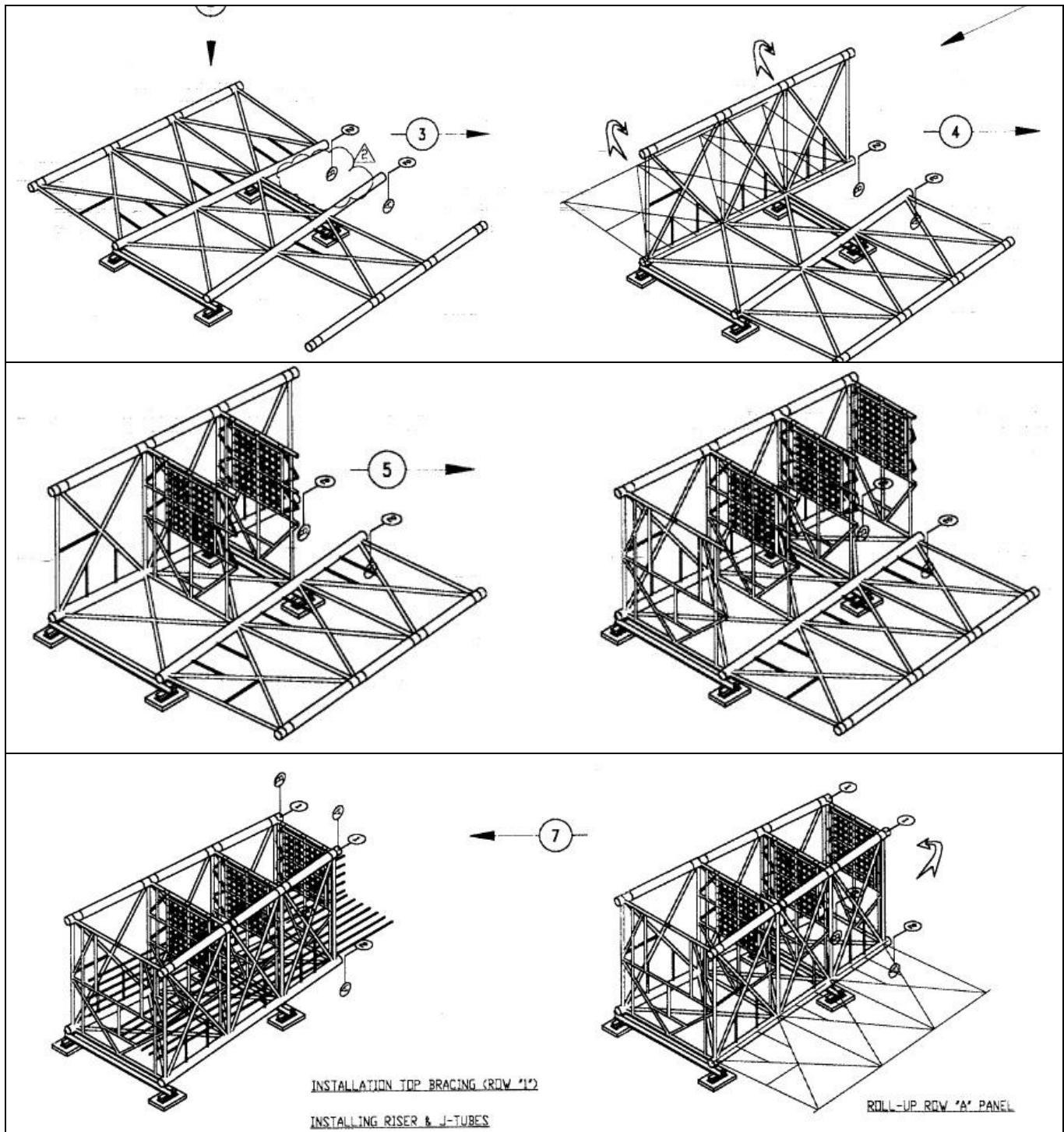
Sau khi đã căn chỉnh đưa panel A vào đúng vị trí thì tiến hành hàn gá, hàn cố định panel A vào các mặt ngang.

Trong suốt quá trình quay và lắp dựng, phải kiểm tra kích thước liên tục để đảm bảo các sai số không vượt quá giới hạn cho phép.

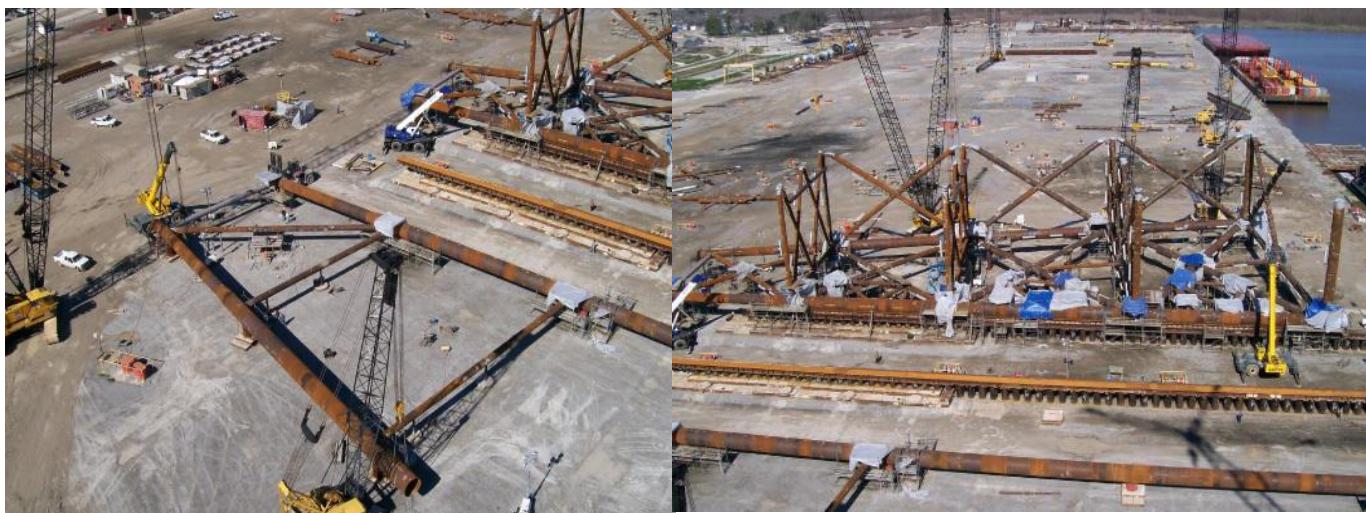
### **Lắp dựng các thanh không gian cho panel 2**

Sau khi cố định panel A xong ta tiến hành lắp dựng các thanh xiên không gian cho panel 2, quy trình lắp dựng tương tự như khi lắp dựng các thanh không gian của panel 1. Các thanh không gian trong trường hợp này khi lắp dựng không nằm trên các gối đỡ do vậy trong suốt quá trình lắp dựng cầu phải luôn cầu giữ cho thanh đúng cao độ và vị trí tính toán.





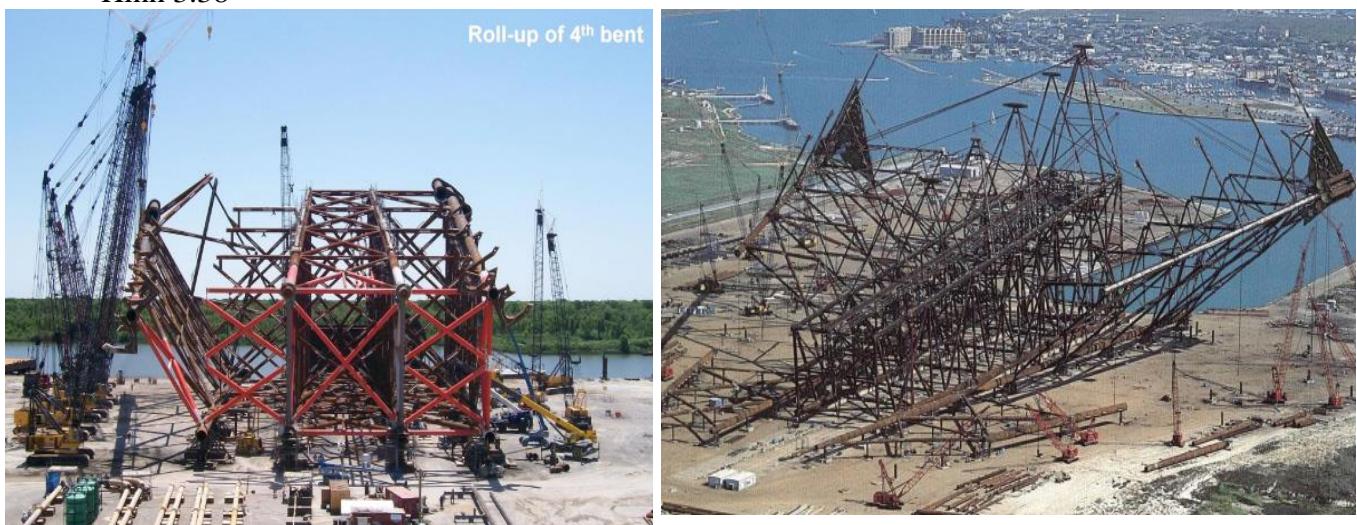
Hình 3.36 Ché tạo chân đế (jacket)



Hình 3.37



Hình 3.38



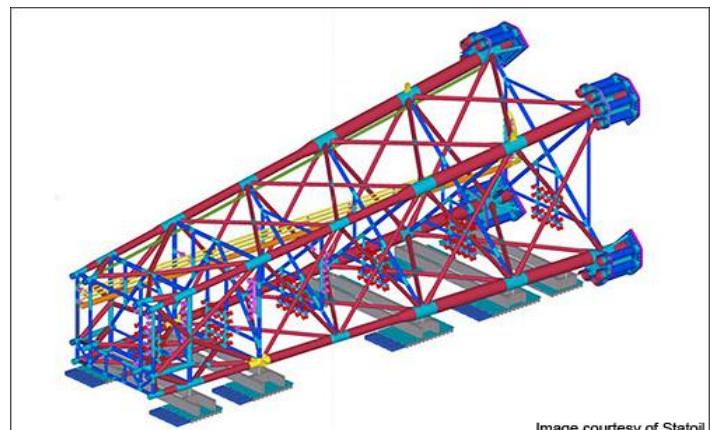
Hình 3.39



Hình 3.40

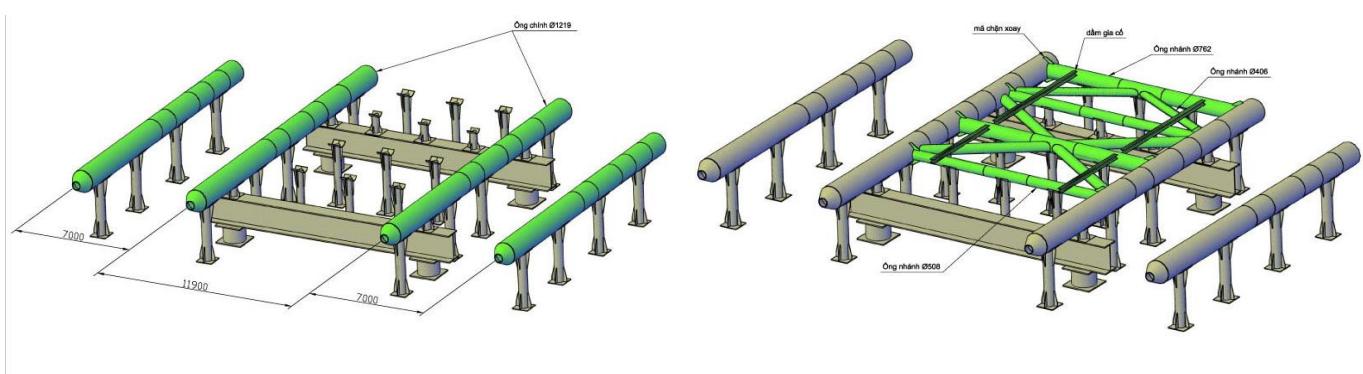


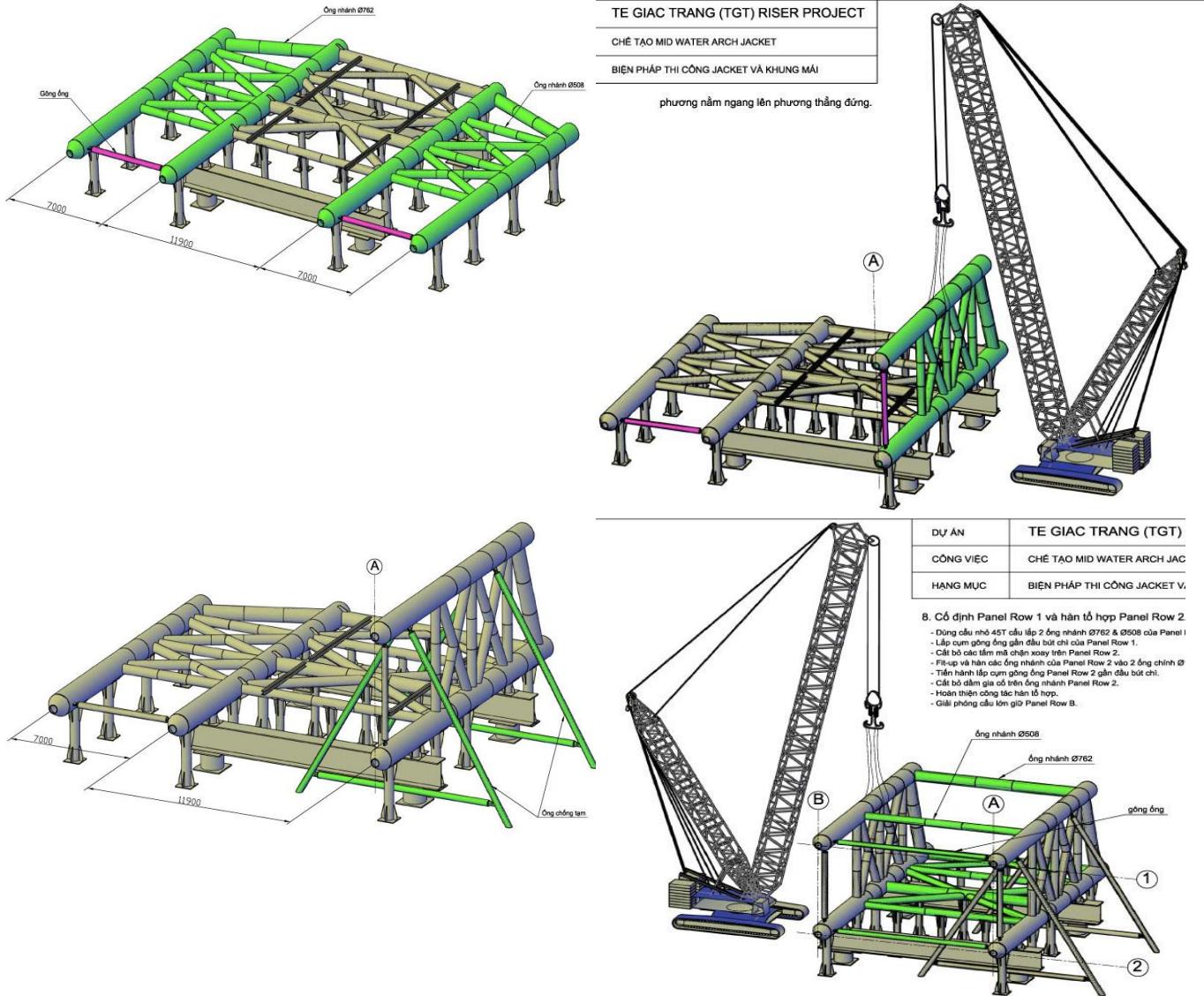
Hình 3.41



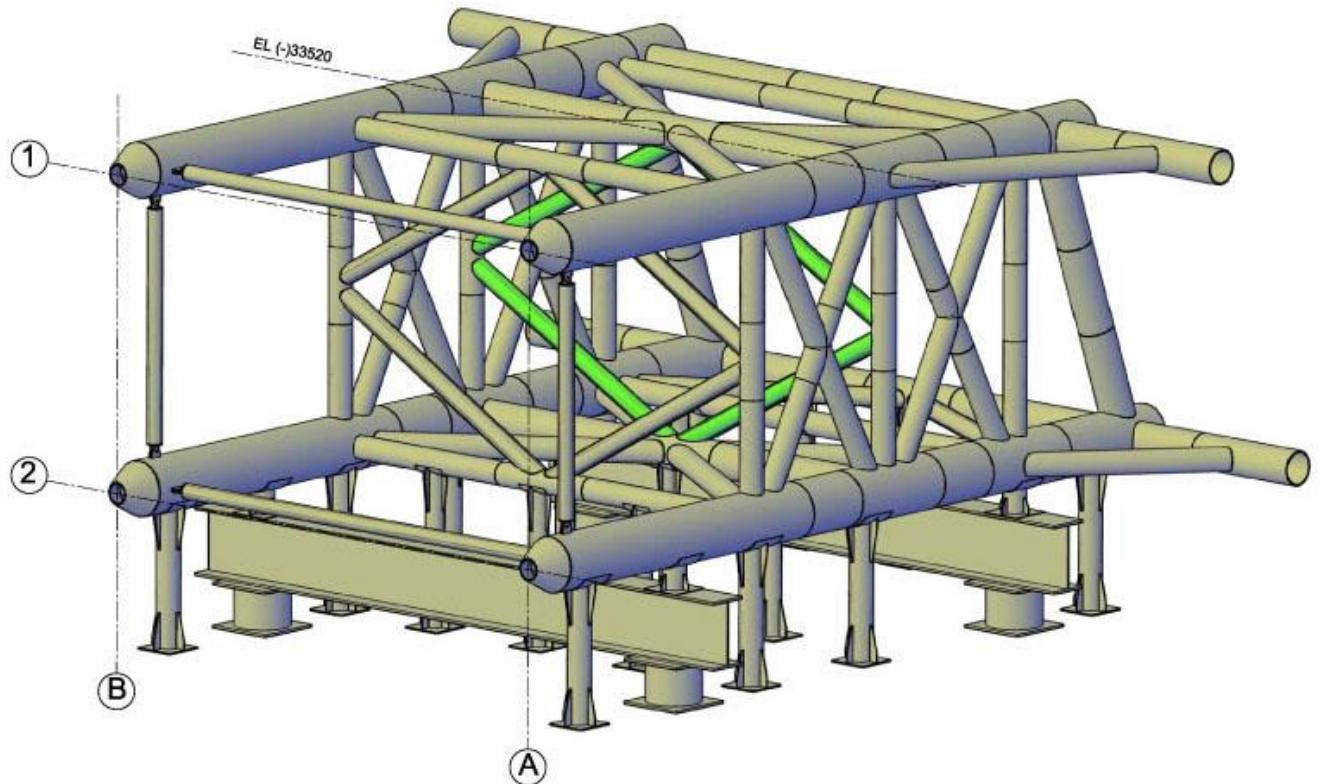
Hình 3.42

### Ví dụ chế tạo giàn nâng ống mềm tại mỏ Tê Giác Trắng - TGT





Hình 3.43 Qui trình thi công giàn arch jacket



Hình 3.44 Giàn arch jacket tại mỏ Tê Giác Trắng -TGT  
Chế tạo giàn cho dự án Biển Đông 1 tại Vũng Tàu



Hình 3.45 Chân đế DH 2 tại VSP Yard

## 4 Chế tạo thượng tầng

### Chế tạo các mô đun

Thời gian dài hằng năm như tất cả thượng tầng giàn khoan ngoài khơi đều chế tạo dưới dạng các mô đun. Các mô đun được thi công tại xưởng sau đó vận chuyển bằng sà lan chuyên dụng ra vị trí lắp giàn và nhờ cầu nồi nâng đặt lên chân đế đã cắm sẵn trước đó. Các cầu nồi thời gian đầu khi tham gia lắp ráp công trình ngoài khơi chỉ có thể nâng các mô đun nặng khoảng 1000 t đến 1200t. Theo yêu cầu công việc cần cầu nồi ngày nay có khả năng nâng kết cấu nặng đến 14000 tấn.

Hướng phát triển tiếp theo sau giai đoạn mô đun hóa là chế tạo hoàn thiện thượng tầng như một khối thống nhất, sử dụng phương pháp Float-Over-System, theo cách này toàn bộ kết cấu thượng tầng chế tạo thành một khối, trang thiết bị, các hệ thống lắp ráp cùng thượng tầng ngay tại xưởng, dùng sà lan chuyên khôi thượng tầng này ra vị trí lắp giàn khoan và đặt lên chân đế đã cắm sẵn. Cách làm này phù hợp cho các vùng biển. Cách lắp thượng tầng thứ hai này đang được sử dụng tại nước ta.



Hình 3.46 CPP Deck (2173 mT)



Hình 3.47 Compression Module Lift (1800 mT)



Hình 3.48 Các mô đun thượng tầng



Tamdao 3

### Thi công mô đun

Các mô đun

Mô đun thiết bị

Mô đun phòng điều khiển giàn

Mô đun các buồng sinh hoạt

Mô đun sân bay trực thăng

Mô đun tháp khoan

Mô đun máy phân ly

Mô đun máy phát

Mô đun các bảng điều khiển

Mô đun cần cẩu

Mô đun các kho hàng

Mô đun cầu khoan

Mô đun cần dẫn khí đồng hành



Hình 3.49 Ảnh chụp thi công thượng tầng giàn khoan ngoài khơi

## Qui trình chế tạo thượng tầng điển hình

Dưới đây trình bày các qui trình chế tạo thượng tầng cho các giàn khoan trong nước và nước ngoài đã thử nghiệm tại nhà máy chế tạo công trình ngoài khơi tại Vũng Tàu.

Công tác thi công điển hình (lắp dựng giàn)

- a) Tổ hợp các sàn (sàn chính, sàn phụ)
- b) Lắp dựng loadout
- c) Tổ hợp topside
- d) Hoàn thiện topside
- e) Cân sàn
- f) Chế tạo, lắp đặt main padeyes
- g) Chế tạo thiết bị buộc trên sà lan
- h) Công tác chuẩn bị hạ thủy
- i) Hạ thủy (loadout)
- j) Lập hồ sơ hoàn công

### Công việc chuẩn bị

Chuẩn bị mặt bằng, bố trí gói kê, bố trí trang thiết bị, yêu cầu bố trí điện, giàn giáo phục vụ thi công ([Layout Drawing](#)). ([Yêu cầu liên xuồng](#))

Nhận vật tư từ bộ phận vật tư của Dự án: Từ bản vẽ thi công (IFC, Shop, Cutting), cập nhật thông tin vật tư vật tư, lập các phiếu yêu cầu xuất vật tư (theo yêu cầu vật tư của bản vẽ thi công (IFC) của công tác thi công chuẩn bị thực hiện) để phục vụ thi công. ([Vật tư đơn ngoài cấp](#)), ([Vật tư công ty](#))  
**LẮP DỰNG SÀN** (Main Deck, Cellar Deck, Wellhead Access Platform)

### CHẾ TẠO CHI TIẾT SÀN

Tiếp nhận bản vẽ thi công (IFC), yêu cầu kỹ thuật, tiến độ, vật tư chính (kiểm tra, đóng số Heat N.o, số Traceability N.o)

Lấy dấu chi tiết (theo Cutting plan, ShopDrawing, \*đúng vật tư) ([Cutting Request](#))

Kiểm tra lấy dấu.(yêu cầu QC, Chủ đầu tư kiểm tra)

Đóng số Piece Mark; Heat No; Traceability No

Cắt chi tiết.

Nghiệm thu chi tiết.

Dự trù diện tích sơn, lập list mang chi tiết đi sơn

Theo dõi, giám sát chi tiết đi sơn. Nhận chi tiết về chuẩn bị cho công tác tổ hợp cụm chi tiết, sàn tiếp theo.

### TỔ HỢP SÀN

Tổ hợp các đầm chính ( [Bản vẽ Piece Mark](#), Quy trình lắp dựng, [Qui trình hàn](#))

Nghiệm thu tổng thể sàn: Dimension Check, Leveling ([Fit up request](#), [Dimension Request](#), [Buttering Request](#))

Chống biến dạng trước khi hàn.

Hàn đầm chính ([Qui trình hàn](#), [Trình tự hàn](#), [Bản vẽ Weld map](#))

Kiểm tra Visual, Kiểm tra không phá huỷ (NDT) mối hàn đầm sàn chính (Tiêu chuẩn áp dụng NDT, [NDT Matrix](#), [Visual Report](#), [NDT Report](#), [Weld Repair Quest](#))

Xử lý biến dạng sau khi hàn (Tiêu chuẩn sai số cho phép, [Qui trình nắn gia nhiệt](#))

Tổ hợp dầm phụ ([bản vẽ Piece Mark dầm phụ](#))

## LẮP DỤNG SÀN

Nghiệm thu lắp dầm phụ.

Hàn dầm phụ

Kiểm tra không phá hủy (NDT) mối hàn dầm phụ.

Rải tôn (Bản vẽ rải tôn, [Qui trình hàn](#))

Nghiệm thu lắp tôn sàn (Dimension Request, [Qui trình hàn](#))

Chống biến dạng trước khi hàn

Hàn tôn sàn ([Qui trình hàn](#))

Kiểm tra Visual, Kiểm tra không phá huỷ (NDT) mối hàn tôn sàn.

Xử lý biến dạng sau khi hàn ([Fairing Procedure](#), [Fairing Request](#), tiêu chuẩn sai số cho phép)

Kiểm tra, nghiệm thu tổng thể.

## Mô tả công việc lắp tổ hợp sàn

### Tiếp nhận bản vẽ và các tài liệu kỹ thuật.

Bản vẽ tổng thể, bản vẽ chi tiết, bản vẽ NDT.

Quy trình lắp dựng, quy trình hàn, quy trình gia nhiệt.v.v.

Kế hoạch thi công: Tiến độ, nhân sự, thiết bị.

Bóc tách vật tư chính.

Nghiên cứu quy trình thi công chi tiết. Lập nhu cầu về thiết bị, dụng cụ, vật tư phụ, nhân lực.

Cấp phát tài liệu thi công

### Công tác chuẩn bị nhân lực, dụng cụ, thiết bị, vật tư phụ

Lập kế hoạch cung cấp bổ sung nhân lực.

Qualify thợ hàn.

Kiểm tra, sửa chữa dụng cụ, thiết bị cũ.

Hiệu chuẩn, kiểm định máy móc thiết bị (Với các máy móc, thiết bị có hiệu chuẩn, kiểm định hết hạn)

Lập đề nghị cấp thêm dụng cụ, thiết bị mới. Triển khai tiếp nhận chúng khi được cấp.

Kiểm tra số lượng, chất lượng vật tư phụ tồn kho. lập báo cáo xí nghiệp.

Lập đề nghị mua thêm vật tư mới. Triển khai tiếp nhận chúng khi được cấp.

### Công tác chuẩn bị mặt bằng, gói kẽ

Dọn vật tư thiết bị không thuộc dự án ra khỏi vị trí thi công. Dọn vệ sinh rác và các vật

Dụng khác ra khỏi vị trí thi công.

Sửa chữa, chế tạo mới gói kẽ.

Rải gói kẽ theo bản vẽ bố trí gói.

Chế tạo các chi tiết phụ phục vụ tổ hợp.(Nêm, mã.v.v.)

### Tiếp nhận vật tư chính

Viết yêu cầu xuất kho vật tư, thiết bị.

Nhận vật tư theo phiếu yêu cầu xuất kho vật tư thiết bị.

Kiểm tra vật tư thực tế so với vật tư thiết kế. Báo cáo các sai khác và những thông số chưa rõ (Nếu có) với ban dự án, xin ý kiến chỉ đạo.

### Lấy dấu chi tiết

Lựa vật tư theo đúng bản vẽ.

Lấy dấu chi tiết theo bản vẽ.

Điều chỉnh kích thước chi tiết cho phù hợp với vật tư thực tế.

Đóng: Piece Mark No, Heat No, Traceability No lên chi tiết.

Lập request cutting gửi QC.

### Kiểm tra lấy dấu chi tiết

Kiểm tra vật tư:

+ Chủng loại và kích thước vật tư theo bản vẽ chi tiết và bản vẽ sơ đồ cắt.

+ Số heat No, traceability No.

Kiểm tra chi tiết:

+ Kích thước lấy dấu so với bản vẽ chi tiết.

+ Đã đóng đầy đủ các số hiệu chưa ( Piece Mark No, Heat No, Traceability No ).

Nếu các nội dung trên đủ và đúng bên QC ký chấp thuận cho cắt . Khi ký ghi rõ họ tên và thời điểm ký (Ký trên chi tiết và trên cutting request ).

Nếu sai do nhầm: Yêu cầu lấy dấu lại.

Nếu sai khác do các nguyên nhân khác bên QC yêu cầu giám sát kỹ thuật xác nhận vào bản vẽ trước khi ký .

### Cắt chi tiết

Cắt chi tiết theo dấu đã lấy (Vẫn phải bám theo bản vẽ).

Kiểm tra các kích thước quan trọng sau khi cắt. Căn cứ vào kết quả kiểm tra tiến hành điều chỉnh các bước tiếp theo sao cho kết quả cuối cùng đạt được chính xác nhất.

Nếu vết cắt bị khuyết tật sâu mà không hết triển khai hàn đắp khuyết tật. Khi hàn đắp cần tuân thủ quy trình hàn đắp.

Mài nhẵn chi tiết.

### Nghiệm thu chi tiết

Kiểm tra các thông số của sản phẩm sau khi cắt.

Nếu các sai số nằm trong giới hạn cho phép – các bên nhất trí nghiệm thu.

Nếu có thiếu sót nhỏ yêu cầu sửa chữa, hoàn thiện rồi nghiệm thu.

Nếu sai số lớn: Báo đốc công và giám sát kỹ thuật xử lý.

### Chế tạo chi tiết do phải nối vật tư

Do vật tư không đủ lớn nên nhiều chi tiết phải nối nhiều mảnh vật tư lại mới đủ. Trong trường hợp này ta phải cắt từng phần của chi tiết ( Phần: A,B,C... ). Ghép nối và hàn chúng lại với nhau.

Lấy dấu và cắt các phần A,B,C. Lưu ý: Do có hàn nối nên ta chỉ cắt chính xác phí đầu nối của chi tiết. Phía đầu còn lại ta lấy dư ra để dự phòng. Khi công việc nối ghép thành tấm vật tư lớn đã xong ta lấy dấu lại và cắt chính xác.

Nối ghép các phần A,B,C của chi tiết.

Gỗng chống biến dạng trước khi ký fit up và hàn.

Hàn theo quy trình hàn và hướng dẫn hàn

Kiểm tra NDT.

Kiểm tra và xử lý biến dạng khi hàn.

Cắt chính xác chi tiết

### Tổ hợp sàn chính

Lắp dầm trung tâm: Thông thường các dầm nối các deck legs là các dầm lớn nhất, chịu lực chính của sàn. Kích thước nối tâm các vòng ring cũng là các kích thước lắp ráp quan trọng nhất khi tổ hợp sàn vào topside. Do vậy khi lắp ráp tổ hợp các dầm này cũng đòi hỏi độ chính xác cao nhất. Để đạt được điều này ta chọn 1 trong các dầm lớn và dài nhất (Nối các deck legs) làm dầm trung tâm và lắp đặt đầu tiên.

Sau khi lắp xong dầm trung tâm triển khai lắp các dầm khác với các hướng độc lập theo chiều lắp dần từ dầm trung tâm ra xung quanh. Tuy nhiên trong những điều kiện có thể ta lên triển khai lắp trước ô có các deck legs & crane pedestal. Kiểm tra, điều chỉnh, khóa sơ bộ kích thước ô này. Sau đó mới tiến hành lắp tiếp ra xung quanh.

Lắp các thanh giằng: Thông thường các ô chịu tải trọng lớn có thêm các thanh giằng. Vị trí lắp các thanh này thường hay che khuất các mối hàn xung quanh. Do vậy ta chỉ tập kết các thanh giằng vào vị trí lắp ráp và lắp chính xác sau khi hoàn thiện các mối hàn xung quanh.

Các tấm insert plate và stiffener có thể lắp và hàn trên sàn hoặc lắp trước trong khi chế tạo dầm. Phương pháp lắp ring của trụ cầu phụ thuộc vào phương pháp tổ hợp trụ cầu vào topside.

Kiểm tra và căn chỉnh kích thước hình học của toàn bộ sàn cho tới khi đạt được các yêu cầu kỹ thuật.

Lắp dẫn hướng hàn.

Khóa chặt các mối ghép, lắp các mảnh chống biến dạng cục bộ khi hàn.

Lắp và gông chặt các đoạn deck legs vào sàn.

### Nghiệm thu tổng thể trước khi hàn sàn chính

Kiểm tra kích thước hình học.

Kiểm tra cao độ toàn mặt sàn

Kiểm tra các mối ghép: Khe hở, độ lệch mép, độ bóng bề mặt mối ghép. Ký fit up.

Nếu các thông số trên nằm trong giới hạn cho phép - Chấp thuận nghiệm thu.

Nếu thông số nào vượt qua giới hạn cho phép – Yêu cầu chỉnh lại.

### Chống biến dạng trước khi hàn

Đặt tải trọng hoặc lắp đồ gá chống biến dạng khi hàn.

Hàn sàn chính: Theo quy trình hàn và hướng dẫn hàn.

Kiểm tra NDT: Theo quy trình kiểm tra NDT.

### Xử lý biến dạng sau khi hàn

Thông thường chỉ sử lý được độ cong vênh bằng phương pháp gia nhiệt. Độ co ngót rất khó xử lý. Do vậy ta chỉ đo kiểm tra để chế tạo các phần khác phù hợp với kích thước này.

Kiểm tra kích thước hình học.

Kiểm tra cao độ toàn mặt sàn

Nếu các thông số trên nằm trong giới hạn cho phép - Chấp thuận nghiệm thu.

Nếu cao độ vượt qua giới hạn cho phép – Gia nhiệt nắn phẳng theo quy trình.

## **Kiểm tra, nghiệm thu**

Nếu các thông số nằm trong giới hạn cho phép- tiến hành nghiệm thu.

Nếu có thông số nằm ngoài giới hạn cho phép - trở về bước trước (nếu phải cắt ra sửa lại).

## **Tổ hợp kết cấu phụ**

Lấy dấu các vị trí lắp sàn phụ . Mài mối hàn, làm vệ sinh sạch sẽ tại các vị trí đó

Lắp sàn phụ.

Lắp mã dẫn hướng.

## **Nghiệm thu lắp kết cấu phụ**

Kiểm tra kích thước hình học.

Kiểm tra cao độ toàn mặt sàn

Kiểm tra các mối ghép: Khe hở, độ lệch mép, độ bóng bề mặt mối ghép. Ký fit up.

Nếu các thông số trên nằm trong giới hạn cho phép - Chấp thuận nghiệm thu.

Nếu thông số nào vượt qua giới hạn cho phép – Yêu cầu chỉnh lại.

**Hàn secondary:** Theo quy trình hàn và hướng dẫn hàn.

Kiểm tra NDT: Theo quy trình NDT, bản vẽ NDT.

## **Rải tôn sàn**

Mài phẳng mối hàn ở mặt trên của sàn phụ.

Mài vệ sinh sạch sẽ các vị trí sẽ hàn tôn sàn với sàn phụ.

Rải tôn (Tôn phải ép sát mặt đầm sàn phụ mới hàn đính )

## **Nghiệm thu rải tôn**

Kiểm tra vị trí rải tôn theo bản vẽ lắp tôn.

Kiểm tra biến dạng cục bộ của tôn sàn sau khi rải.

Kiểm tra mối ghép hàn nối theo quy trình hàn. Ký fit up.

Mối Hàn chòng: Kiểm tra khe hở, Kiểm tra vệ sinh bề mặt.

## **Chống biến dạng khi hàn tôn**

Độ biến dạng khi hàn tôn là lớn nhất trong quá trình chế tạo sàn do vậy ta phải đặt nhiều tải trọng hoặc chế tạo đồ gá cứng vững trước khi hàn.

## **Hàn tôn**

Hàn tôn theo quy trình hàn và sơ đồ hướng dẫn hàn hàn.

Kiểm tra NDT mối hàn: Theo quy trình NDT

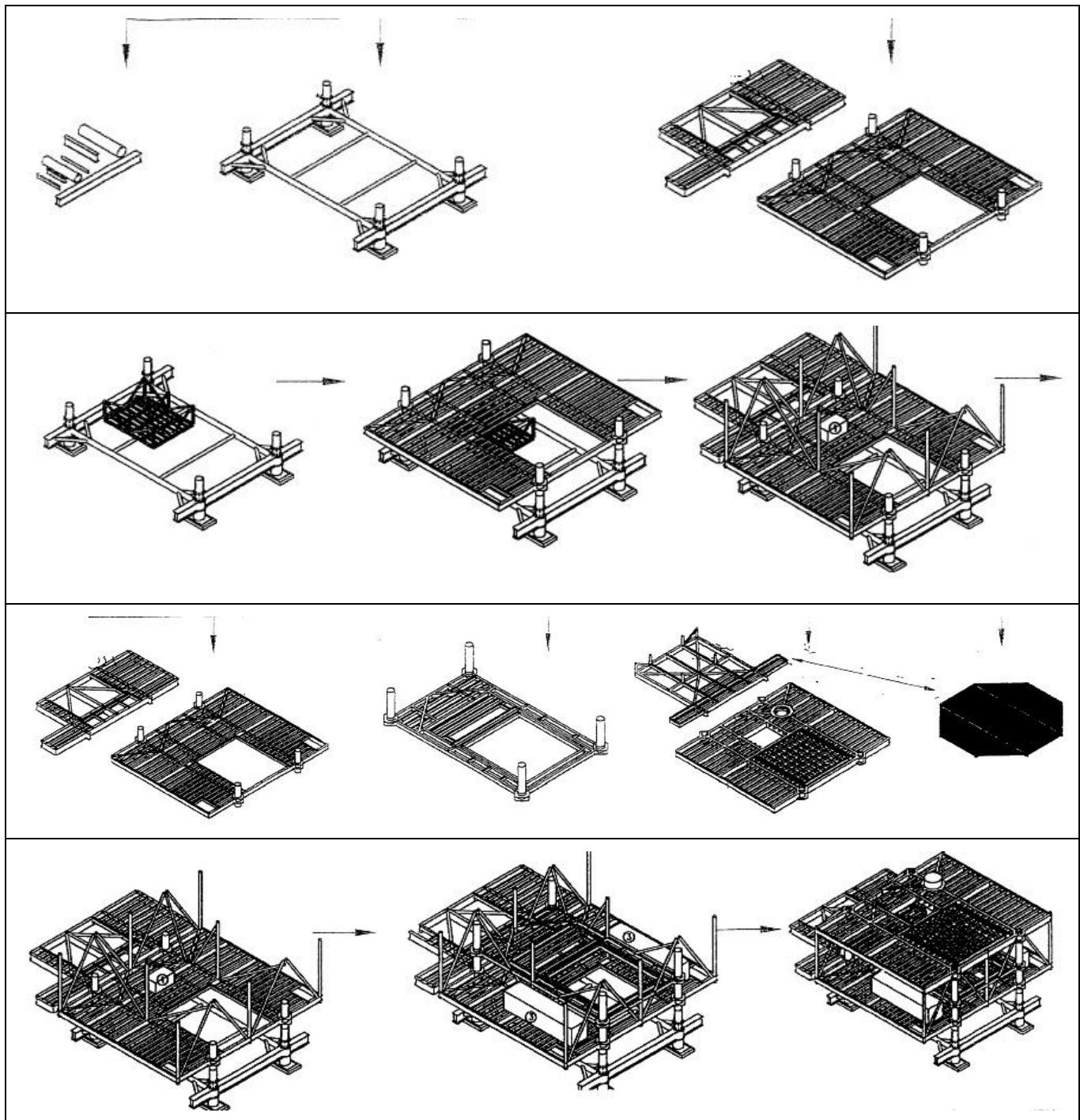
## **Kiểm tra, xử lý biến dạng sau khi hàn**

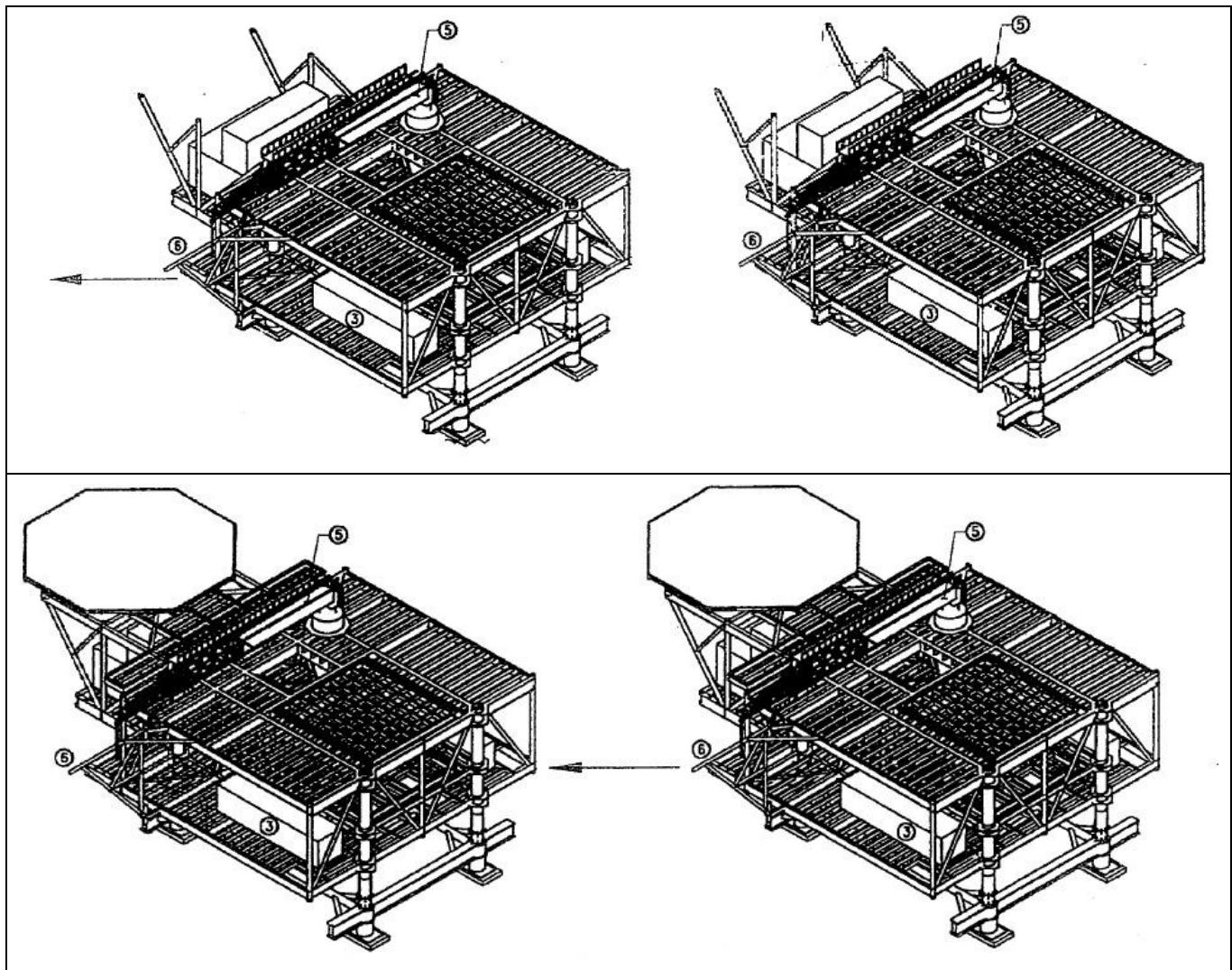
Kiểm tra biến dạng cục bộ.

Kiểm tra cao độ toàn mặt sàn (Kiểm tra độ phẳng của sàn)

Nếu độ phẳng nắn trong giới hạn cho phép - Chuyển sang bước tiếp

Nếu độ không phẳng vượt qua giới hạn cho phép – Gia nhiệt nắn phẳng cho tới khi đạt yêu cầu - chuyển sang bước sau.





Hình 3.50 Thương tầng Đại Hùng 2



Hình 3.51 Rang Đông



Hình 3.52 Chế tạo theo đơn hàng từ Malaysia



**BO-C: 1,442 MT**

Hình 3.53



**BO-D: 1,878 MT**

Thượng tầng giàn khoan 16 mũi khoan thiết kế và chế tạo cho mỏ tại miền Nam Việt nam do một công ty nước ngoài thiết kế giới thiệu tại hình 3.64.

Thượng tầng gồm 23 mô đun. Kích thước chính phần lớn mô đun là 20.3 x 16.6 (13.6) x 8.0 (m)

Kích thước thượng tầng: 60,4x40,6x78,0 (m)

Kích thước phủ bì: 77,0x48,3x78,0 (m)



Hình 3.54 Thượng tầng giàn công nghệ tại miền Nam

Trọng lượng thượng tầng đã chế tạo:

Không có vật tư 4300 t

Với vật tư 5900 t

Công suất các máy phát 2200 kW, 400V

Dự trữ dầu đốt phục vụ công tác đủ cho 30 ngày

Lương thực, thực phẩm, nước sinh hoạt đủ cho 15 ngày.

## 5 Vật liệu chế tạo giàn cát định và giàn khoan di động

### Vật liệu làm thân giàn

Vật liệu làm thân giàn khoan đến nay vẫn là thép dùng cho ngành tàu và công trình ngoài khơi. Thép dùng cho giàn khoan đòi hỏi phải có cơ tính cao, chịu mài tốt, độ dẻo cao, chịu được tác động môi trường biển. Với yêu cầu cao như vậy không phải bất cứ thép đóng tàu truyền thống nào cũng được dùng cho giàn khoan. Về cơ tính, có thể chia thép dùng làm giàn khoan làm ba nhóm, phụ thuộc chủ yếu vào giới hạn chảy  $\sigma_Y$  của vật liệu. Nhóm thứ nhất gồm các mác thép độ bền thông dụng, giới hạn chảy nằm trong phạm vi  $2400 \leq \sigma_Y \leq 2800 \text{ kG/cm}^2$  (tương đương 235 – 275 MPa). Trong nhóm này bao gồm 4 grade (tạm dịch: cấp) A, B, D, E. Nhóm thứ hai gồm các mác thép với  $2800 \leq \sigma_Y \leq 4000 \text{ kG/cm}^2$ . Theo cách phân loại của các tổ chức đăng kiểm, bốn cấp trong nhóm này gồm AH, BH, DH, và EH. Nhóm thứ ba gồm các mác thép độ bền cao, giới hạn chảy lớn hơn  $4000 \text{ kG/cm}^2$ . Thép độ bền cao áp dụng cho những chi tiết cơ khí quan trọng, các kết cấu đòi độ bền cao. Như bạn đọc sẽ thấy, trong kết cấu sàn conson trên giàn tự nâng, đàm dọc của kết cấu này làm bằng thép với độ bền chảy lớn hơn 500 MPa. Một số hãng chế tạo châu Âu đưa cả thép với giới hạn chảy trên 600 MPa vào sử dụng cho giàn, vài hãng sản xuất của Mỹ và Nhật đưa thép SSS-100 với giới hạn chảy 1000MPa và thép WT-80, với  $\sigma_Y$  đạt 800MPa vào giàn.

Theo qui ước của các đăng kiểm, các grade thép A,B, D,E phải có thành phần hóa học không khác biệt trị số sau.

Bảng 3.4

Grade	A	B	D	E
C %	0,23 max	0,21 max	0,21 max	0,18 max

Mn %	2,5x carbon min	0,80-1,1	0,7-1,35	0,70-1,35
P %	0,04 max	0,04 max	0,04 max	0,04 max
S %	0,04 max	0,04 max	0,04 max	0,04 max
Si %		0,35 max	0,10-0,35	0,10-0,35
Ni,Cl,Md,Cu	≤ 0,02%			

Giới hạn chảy của các grade trong nhóm: 235 N/mm<sup>2</sup>

Giới hạn bền kéo: 400 – 490 N/mm<sup>2</sup>.

Yêu cầu đối với thép độ bền cao, dày dưới 52mm.

Bảng 3.5

Grade	AH32,AH36	DH32,DH36	EH32,EH36
C %		0,18 max	
Mn %		0,9-1,6	
P %		0,04 max	
S %		0,04	
Si %		0,1 –0,50	
V %		0,10	

Giới hạn bền kéo H32: 470 –585 N/mm<sup>2</sup>

H36: 490 –620 N/mm<sup>2</sup>

H40: 510 –650 N/mm<sup>2</sup>

Giới hạn chảy H32: 315N/mm<sup>2</sup>

H36: 355 N/mm<sup>2</sup>

H40: 390 N/mm<sup>2</sup>

Phạm vi sử dụng các cấp thép được xác định rõ trong luật đóng giàn khoan. Ví dụ sử dụng bạn đọc tìm hiểu tại bảng 3.6.

Bảng 3.6

Cơ cấu	Cấp thép	Nhiệt độ °C			
		0	-10	-20	-30
		Chiều dày cơ cấu, mm			
Hạng hai	A	30	20	10	-
	B	40	30	20	10
	D	50	40	30	20
	E	50	50	50	50
	A32, A36, A40	40	30	20	10
	D32,D36, D40	50	50	45	35
	E32, E36, E40	50	50	50	50
Hạng nhất	A	20	10	-	-
	B	25	20	10	-
	D	35	25	20	10
	E	50	50	50	40
	A32, A36, A40	25	20	10	-
	D32,D36, D40	45	40	30	20
	E32, E36, E40	50	50	50	40
Đặc biệt	A	-	-	-	-
	B	15	-	-	-
	D	20	10	-	-

	E	50	45	35	25
	A32, A36, A40	15	-	-	-
	D32,D36, D40	30	20	10	-
	E32, E36, E40	50	45	35	25

Căn cứ qui định của các cơ quan phân cấp tàu, nhóm cơ cấu thứ yếu, cơ cấu hạng hai (trong tất cả qui phạm viết bằng tiếng Anh, cơ cấu nhóm này được gọi *secondary member, secondary structure*), gồm các kết cấu khi có hư hỏng không gây ảnh hưởng nghiêm trọng đến an toàn toàn giàn.

Nhóm cơ cấu cơ bản hay cơ cấu hạng nhất (*primary member, structure*), các kết cấu đảm bảo độ bền chung của giàn như vách chịu lực, tôn vỏ vv...

Các cơ cấu đặc biệt (*special member, structure*) , kết cấu cơ bản chịu ứng suất lớn như cột đê (chân) giàn tự nâng, nút liên kết các thanh giằng giàn nửa chìm vv...

Những cơ cấu của giàn nửa chìm được chia như sau.

Hạng hai:

Cơ cấu trong giàn tính cá vách, tấm ngăn trong cột chống, sườn và mă nối trong các cột chống

Boong của sàn trên hoặc boong phần thân trên, ngoại trừ vùng phải bố trí cơ cấu hạng nhất hoặc đặc biệt.

Các cột chống đường kính lớn

Hạng nhất:

Tôn vỏ các cột chống, tôn bao thân trên và thân dưới, mă giằng, tấm boong, vách thân trên.

Hạng đặc biệt:

Tấm bao tại khu vực tiếp giáp cột chống với boong

Tấm boong tại những khu vực chịu tập trung ứng suất

Các cơ cấu trên giàn tự nâng được chia ra ba hạng theo cách sau.

Hạng hai:

Sườn trong thân giàn, vách

Vách trong của phần thân trên

Tấm boong, mạn và đáy của kết cấu bên trên, ngoại trừ các cơ cấu hạng nhất mang tính bắt buộc trong khu vực đang đề cập.

Hạng nhất:

Tấm vỏ các cột chống tròn, các cột xiên

Tấm vách, boong, mạn, đáy tuy thuộc phần kết cấu trên song tạo thành kết cấu chịu lực dạng hộp, dạng chữ T.

Cơ cấu trên nhà điều khiển nâng hạ, tại footing, chịu lực từ chân truyền sang.

Hạng đặc biệt:

Các cột liên kết chân giàn với footing.

Các giao diện giữa cọc chống, cọc xiên với các chi tiết hàn liền nó.

## Kết cấu thân giàn

Thân giàn khoan nổi khác nhiều so với thân tàu thủy. Xác định độ bền cục bộ thân tàu tiến hành theo đúng các thủ tục giành cho phân tích độ bền thân tàu thủy. Với giàn tự nâng được miêu tả tại hình 4.1 . có thể phân biệt các cụm kết cấu chính sau đây.

- thân chính của giàn,
- các nhà điều khiển giàn,

- sân bay trực thăng dưới dạng kết cấu conson,
- kết cấu conson phục vụ công tác khoan, gồm cụm kết cấu dưới, di động dọc tàu, dọc giàn và cụm kết cấu trên, đỡ tháp khoan, di động ngang.

Trong thân chính có thể phân biệt các kết cấu cơ bản: kết cấu đáy đôi, boong chính, các vách và kết cấu két chuyên dụng.

Thiết kế kết cấu thân giàn nhằm đảm bảo độ bền cục bộ của chi tiết trong trường hợp chịu tải trọng tác động lên ngay chi tiết đó. Các dạng tải trọng cần quan tâm gồm uốn, xoắn, cắt và trong nhiều trường hợp chi tiết kết cấu phải chịu kéo, nén.

Những trạng thái nguy hiểm đối với kết cấu giàn thường có xuất xứ từ các nguồn sau.

- ứng suất cục bộ lớn, biến dạng dẻo lớn ,
- các vết nứt do mài, có khả năng dẫn đến hư hỏng mới,
- mất ổn định,
- phá hủy do dòng vật liệu.

Để ngăn ngừa các phá hủy có thể xảy ra trong thiết kế, chế tạo, các nhà nghiên cứu độ bền của giàn cố gắng định ra những tiêu chuẩn giúp người thiết kế nhanh chóng xác định các đặc trưng hình học kết cấu, đảm bảo tiêu chuẩn bền. Một trong những cách làm đơn giản cho việc định tiêu chuẩn là xác lập các hệ số an toàn cho kết cấu cụ thể. Hệ số an toàn  $\mu$ , được xác định bằng quan hệ giữa ứng suất tính toán hay còn gọi ứng suất tương đương, trên giới hạn chảy  $\sigma_Y$  của vật liệu được các đăng kiểm chấp nhận như sau.

Bảng 3.7

Đăng kiểm	Đặc trưng ứng suất	Trạng thái tính toán	
		Cực trị	Làm việc
DNV	Ứng suất tương đương của tải trọng chung và cục bộ:	0,84; 0,67	0,67 ;0,50
ABS	Dưới tác động tải trọng chung và cục bộ: Kéo và uốn Nén Tiếp tuyến	0,80 0,76 0,53	0,60 0,57 0,40
NKK	Ứng suất tính toán: Kéo và uốn Nén Tiếp tuyến	0,81 0,76 0,53	0,60 0,57 0,40
Lloyd's	Dưới tác động tải trọng chung và cục bộ: Ứng suất tương đương Kéo và uốn Nén Tiếp tuyến	0,85 0,80 0,76 0,53	0,70 0,60 0,57 0,40
Bureau Veritas	Ứng suất tương đương tại lớp giữa: Tác động tĩnh Tải trọng const và thay đổi	- 0,80	0,60 -

Cụ thể hơn với các nhóm kết cấu, hệ số  $\mu$  có giá trị không lớn hơn các trị số ghi dưới đây.

Bảng 3.8

Trạng thái tính toán	Kết cấu thuộc nhóm		
	Đặc biệt	Cơ bản	Thứ yếu
Cực trị	0,80	0,84	0,86
Làm việc	0,50	0,60	0,65
Chuyển vùng	0,55	0,65	0,80

Trong các công thức vừa nêu, ứng suất tương đương trong 2D được hiểu là:

$$\sigma_e = \sqrt{\sigma_x^2 + \sigma_y^2 - \sigma_x \sigma_y + 3\tau^2}$$

Để đảm bảo ổn định các chân làm từ thép ống, các đăng kiểm đều đưa ra yêu cầu cụ thể. Tỷ lệ  $\lambda = l_e/r$ , trong đó  $l_e$  – chiều dài tương đương của ống hoặc đầm,  $r$  – bán kính momen quán tính mặt cắt ngang, không được vượt quá 150. Hệ số an toàn tính bằng tỷ lệ ứng suất nén trên ứng suất giới hạn (ứng suất Euler) được công bố trong các qui phạm như sau:

Tỷ lệ này bằng 0,67 nếu  $\lambda \geq \lambda_0$ ;

bằng  $0,84(1 - 0,25\lambda/\lambda_0)$ , nếu  $\lambda < \lambda_0$

trong công thức trên  $\lambda_0 = \sqrt{\frac{2\pi^2 E}{\sigma_y}}$ .

E – mô đun đàn hồi vật liệu, tính bằng MPa.

Những kết cấu ống không được gia cường chịu nén dọc hoặc nén do uốn, các đăng kiểm yêu cầu thỏa mãn quan hệ sau:

$$\frac{D}{t} \leq \frac{E}{9\sigma_y}$$

trong đó D – đường kính trung bình của đường ống, mm; t – chiều dày ống, mm.

### Ông thép

Ông thép dùng trong chế tạo giàn khoan làm từ thép xây dựng. Những mác thép Viện dầu khí USA API đưa vào danh sách được phép dùng chế tạo giàn khoan gồm:

Bảng 3.9

Đặc trưng và grade	Giới hạn chảy (MPa)	Giới hạn bền (MPa)
API 5L Grade B	240	415 min
ASTM A53 Grade B	240	415 min
ASTM A35 Grade B	240	415 min
ASTM A500 Grade A	230	310 min
ASTM A501	250	400 min
API 5L Grade X42 2% max	290	415 min
API 5L Grade X52 2% max	360	455 min
ASTM A618	345	485 min
API 5L Grade X52 với SR5 hoặc SR6	360	455 min

Phần lớn hệ thống ống đang có mặt trong các giàn khoan ngoài khơi các nước khác nhau sử dụng ống thép làm từ thép cấp (grade) B ASTM A106 hoặc API 5L của USA.

ASTM A106 dùng cho môi trường nhiệt độ cao, từ  $-29^{\circ}\text{C}$  đến  $343^{\circ}\text{C}$ .

API 5L cấp (grade) B dùng cho các hệ thống đường ống đòi hỏi đường kính ống lớn, làm việc trong môi trường tự nhiên có nhiều thay đổi nhiệt độ. Theo catalog của nhà sản xuất đường kính lớn nhất ống làm từ thép đang nêu 2,032 m. Các ống thuộc hệ thống ống subsea pipeline làm từ thép với đặc

trung API 5L Grade X52 2% max. Con số trong ký hiệu X52 nêu rằng giới hạn chảy vật liệu làm ống 52.000 psi (ký hiệu: psi hoặc lbf/in<sup>2</sup>, One pound per square inch ≈ 6894,757 Pa). Đổi sang hệ metric giá trị này tương đương 358,5 MPa.

ASTM A333 dùng cho đường ống làm việc trong điều kiện nhiệt độ thấp, miền làm việc rộng từ -46°C đến 343°C.



Hình 3.55 Ống thép làm chân đế



Hình 3.56 Thép tấm và ống

## 6 Các phương pháp hàn

Ghi chú: MMA = *Manual Metal Arc* – hàn tay, MIG – hàn MIG, xem dưới đây, MAG – Metal Active Gas Welding (sometimes referred to as MIG Metal Inert Gas Welding), hàn MAG, FCW = *Flux Cored Wire* – hàn dây lõi thuốc, SAW = *Submerged Arc Welding* - Hàn hồ quang chìm.

Các qui trình hàn đang có mặt tại nhà máy đóng tàu thường thuộc nhóm hàn hồ quang. Nguồn nhiệt do thiết bị hàn cấp, nhiệt này làm nóng và chảy cạnh mép hàn, cho phép liên kết với kim loại que hàn gọi là kim loại đắp thêm cũng vừa chảy. Hàn hồ quang

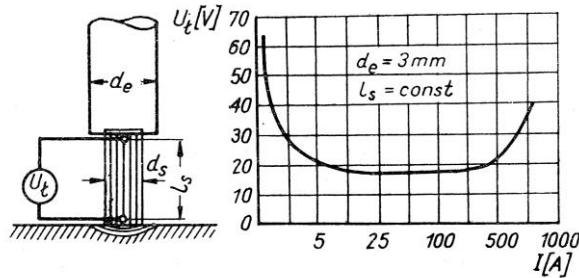
Trong **hàn hồ quang** (*arc welding*) phải tạo ra dòng điện giữa tâm hoặc thanh kim loại hàn với điện cực hoặc dây dẫn. Với khoảng cách rất nhỏ giữa điện cực dòng điện đi qua sẽ tạo ra hồ quang (*arc*) nhiệt độ rất cao. Nguồn nhiệt hồ quang cấp để đủ làm chảy mép tấm kim loại và đầu tiếp cận của điện cực để tạo ra mối hàn. Ngày nay có nhiều qui trình hàn hồ quang điện (*electric arc welding*) dùng cho ngành đóng tàu. Các phương pháp hàn có thể chia vào hai nhánh: hàn dưới lớp khí bảo vệ (*inert gas shielded*) và hàn dây lõi thuốc (*flux-cored arc welding*).

Trong nhóm các phương pháp đầu, tùy thuộc tính chất điện cực có thể phân thành hai nhóm nhỏ:

1) Điện cực không nóng chảy (*Non-consumable electrode*) trong trường hợp sử dụng cacbon, plasma, khí argon theo phương pháp TIG...

2) Điện cực nóng chảy (*Consumable electrode*) khi dùng điện cực kim loại, hàn dây thuốc: khí bảo vệ CO<sub>2</sub>, khí bảo vệ argon của phương pháp MIG, dây lõi thuốc ...

Nhiệt độ cột hồ quang ở trạng thái plasma lên đến 7000 - 8000°C. Điện thế ion hóa của khí bảo vệ từ 10V đến 24V. Quan hệ điện thế hồ quang U với cường độ dòng điện I trong ngành hàn gọi là đường đặc tính hồ quang, có thể miêu tả như tại hình 4. trường hợp cường độ dòng điện không quá lớn, quan hệ giữa điện thế hồ quang điện và chiều dài của nó có thể biểu diễn bằng biểu thức gần đúng:



Hình 3.57 Đặc tính tĩnh hồ quang hàn điện

$$U = a + b.l_a \quad ()$$

trong đó: a, b – các hệ số rút ra từ kinh nghiệm,  $l_a$  – chiều dài, trong tính toán nhận bằng  $l_s$  tại hình 3.16.

Công thức trên được viết từ biểu thức quen thuộc, gọi là công thức Arton:

$$U = a + b.l_a + (c + d.l_a)/I \quad ()$$

Các hệ số c, d cũng rút ra từ kinh nghiệm thực tế. Trong điều kiện cathode và anode đặt trong môi trường không khí bình thường các hệ số đang đề cập mang giá trị sau:

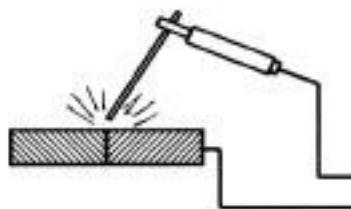
$$a = 15V; b = 1,57V/mm; c = 9,4W; d = 0,25W/mm.$$

Khi dòng điện I lớn chúng ta có thể bỏ qua thành phần cuối của (2) khi tính, bằng cách đó chúng ta quay lại công thức (1).

Các phương pháp hàn hồ quang đang dùng phổ biến gồm:

- Hàn que (*Shielded metal arc welding – SMAW*)
- Hàn dây lõi thuốc (*Flux-cored arc welding – FCAW*)
- Hàn hồ quang chìm (*Submerged arc welding – SAW*)
- Hàn T.I.G (*Gas tungsten arc – GTA or Tungsten Inert Gas Welding - TIG*)
- Hàn M.I.G (*Gas metal arc – GMA or Metal Inert Gas Welding - MIG*)
- Hàn plasma (*Plasma arc welding – PAW*)

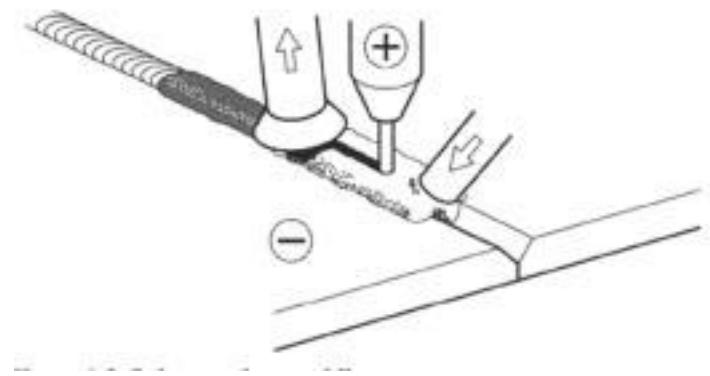
Hàn dây lõi thuốc có thể là hàn tay hay hàn tự động, điện cực sử dụng có thể khác nhau. Hàn tay được minh họa tại hình 3.17.



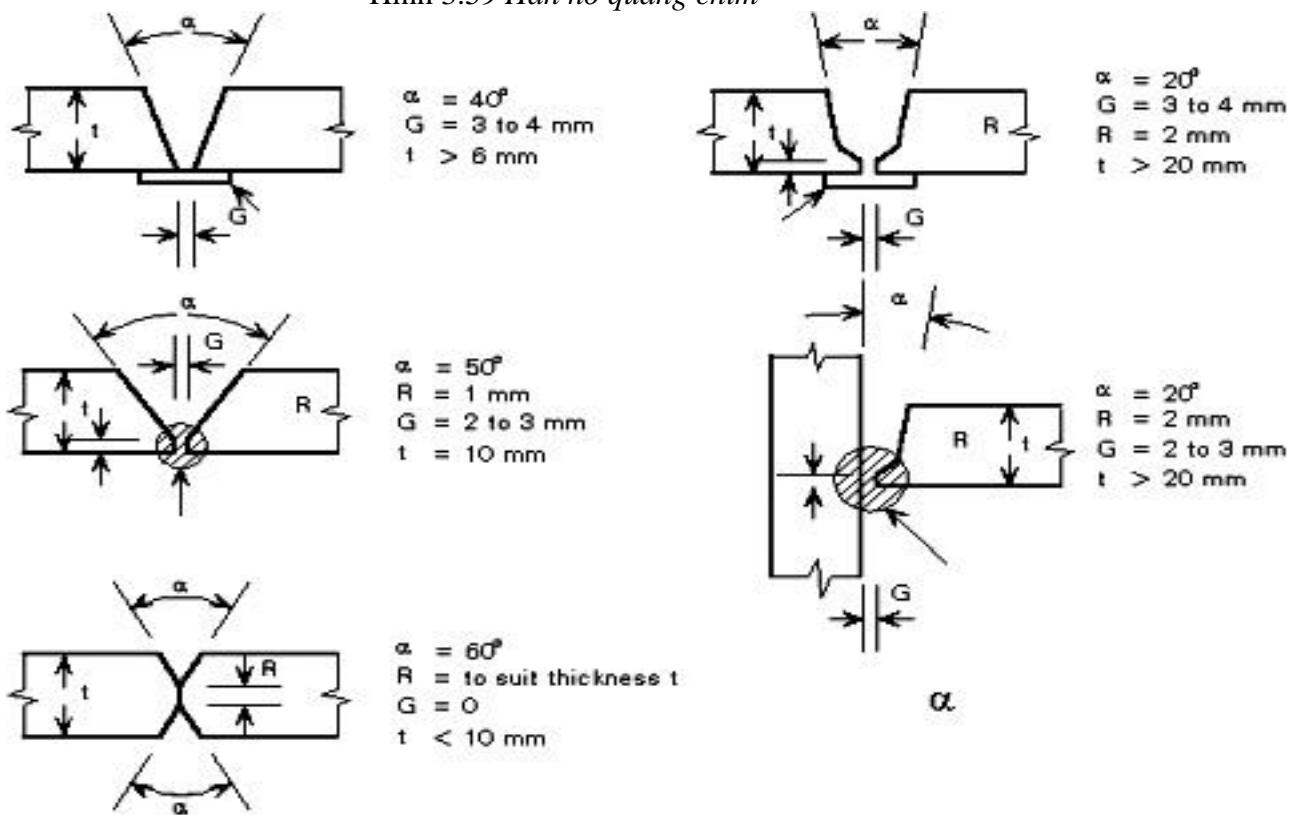
Hình 3.58 Hàn tay

Sau hàn tay người ta tiến hành tự động hóa quá trình hàn. Phương pháp hàn nửa tự động (bán tự động – *semiautomatic*) ra đời trong giai đoạn đầu của phát triển dùng vào thiết bị mang tên gọi là máy hàn tự trọng (*gravity welding machine*). Thiết bị này lợi dụng sức nặng bản thân của điện cực và thiết bị giữ điện cực đó để chuyển động trên vật hàn. Hàn tự động (*automatic welding*) thực chất là sử dụng phương tiện hàn tự chạy và tự đưa điện cực liên tục cho yêu cầu hàn.

Hàn hồ quang chìm (*Submerged arc welding – SAW*) là dạng của hàn trong môi trường bảo vệ, dùng phổ biến tại các nhà máy đóng tàu. Trong quá trình hàn lượng thuốc đùi lớn phủ lên môi hàn của vật hàn, che lõi dây hàn đóng vai trò điện cực nóng chảy. Hồ quang điện được che phủ làm chảy thuốc để tạo ra lớp bảo vệ. Với nhiều ưu điểm lớn, chúng ta tìm hiểu tại chương hai, hàn hồ quang chìm dùng cho vật hàn có chiều dày khá lớn, vận tốc dịch chuyển đủ nhanh. Hình 6 trình bày nguyên lý hàn điện dưới lớp bảo vệ.



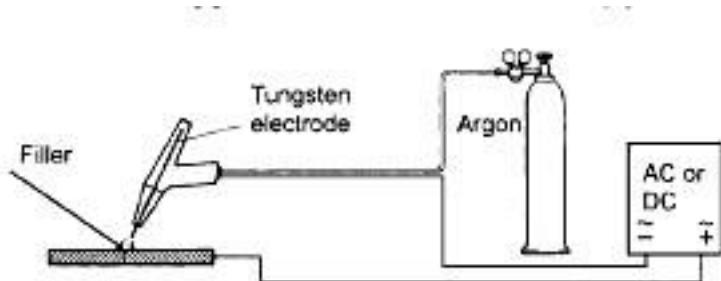
Hình 3.59 *Hàn hồ quang chìm*



Hình 3.60 *Chuẩn bị mép hàn cho hàn hồ quang chìm*

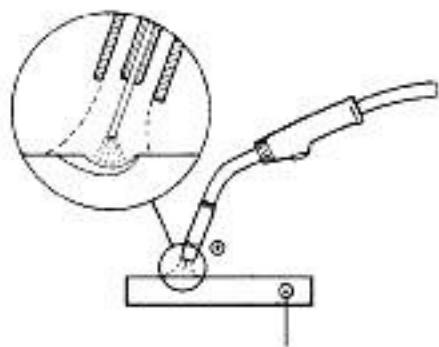
Hàn hồ quang tungsten trong môi trường khí trơ, viết tắt theo cách gợi ý của tổ chức ISO là Tungsten Inert Gas Welding – T.I.G., là phương pháp hàn dùng điện cực không nóng chảy. Khí bảo vệ dùng trong phương pháp này có thể là argon, helium và các khí trơ khác.

Hàn TIG dùng khi hàn kim loại có chiều dày nhỏ đến tầm chiều dày lớn nhờ khả năng điều chỉnh dòng điện khá rộng. Các kim loại là vật hàn có thể là thép, hợp kim thép, hợp kim nhôm, thép không rỉ vv... Hình 3.20 giới thiệu phương pháp TIG dùng trong ngành tàu.

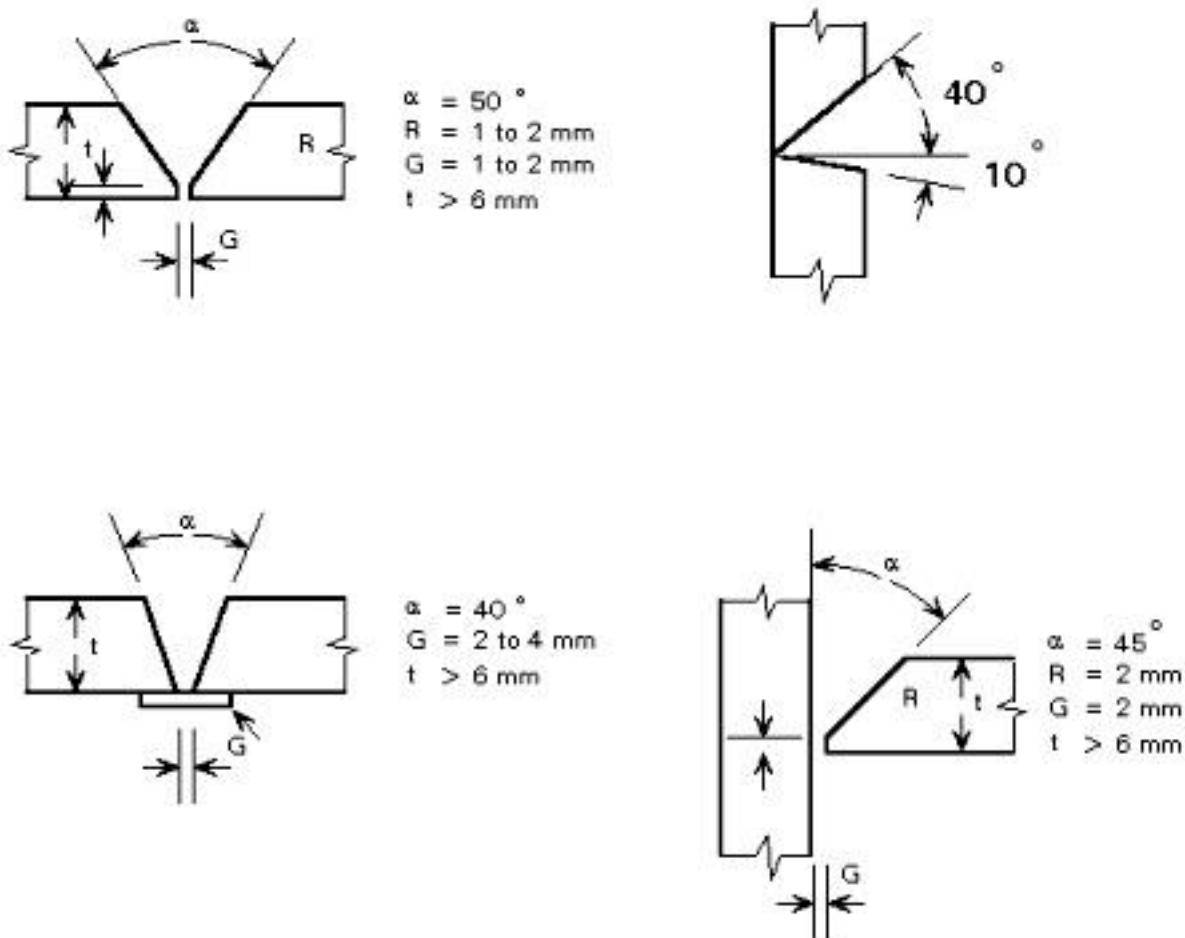


Hình 3.61 *Hàn T.I.G*

Hàn hồ quang kim loại trong môi trường khí bảo vệ có tên gọi theo ISO là M.I.G – *Metal Inert Gas Welding*, được đề xuất từ năm 1920, dùng lần đầu năm 1948. Những năm gần đây bên cạnh MIG còn có M.A.G. – *Metal active Gas Welding*. Tên gọi đúng chính thức trong các sách dạy hàn, theo phân loại của các nhà nghiên cứu USA đây là phương pháp hàn GMAW - *Gas metal arc welding*. Hàn MIG sử dụng hồ quang giữa dây điện cực nóng chảy và chi tiết hàn. Người ta sử dụng MIG dạng tự động hoặc nửa tự động. Hình 3.62 trình bày nguyên lý hàn MIG.

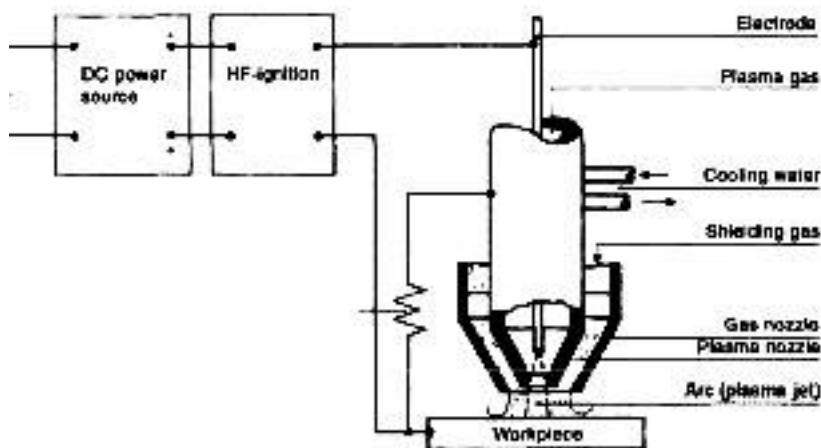


Hình 3.62 *Hàn M.I.G.*



Hình 3.63 Chuẩn bị mép hàn MAG

Hàn plasma là dạng hàn hồ quang trong khí bảo vệ (*plasma metal inert gas welding*). Trong phương pháp hàn này hồ quang tạo dòng plasma, dòng gas ion hóa, độ với độ tập trung cao, nhiệt độ cao tại chi tiết hàn làm nóng chảy nhanh vật hàn. Sau đó dây đắp được đưa vào tạo nên mối hàn. Hình 3.64 trình bày nguyên lý hàn plasma.

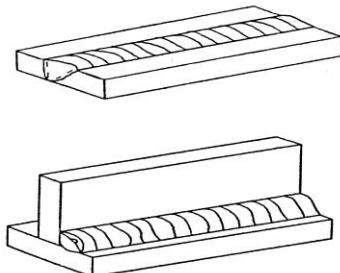


Hình 3.64 Hàn plasma

## Hàn thép cac bon

### Mối hàn

Mối hàn nối các chi tiết thân tàu, giàn khoan được chia làm hai nhóm chính như đã trình bày tại chương đầu sách: mối nối giáp mép (*butt*) và mối nối góc (*fillet*). Từ thông kê công việc hàn tại các xưởng các nhà máy châu Âu có thể thấy phân bố tỷ lệ giữa hai nhóm đó như sau:

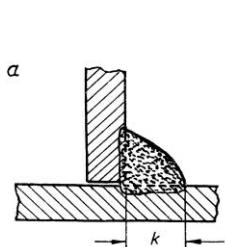


Hình 3.65 *Hàn giáp mép (trên), hàn góc (dưới)*.

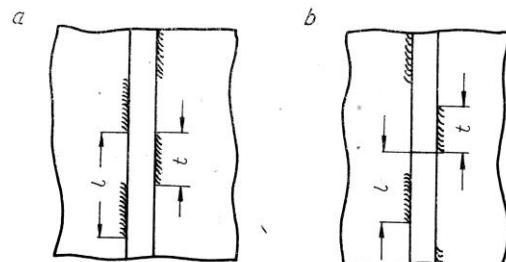
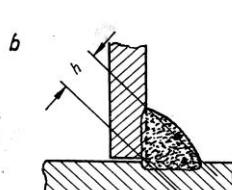
Tàu cỡ trung bình, kết cấu theo hệ thống dọc, mối hàn *butt* chiếm chỉ 12 – 13% chiều dài, hàn góc chiếm phần còn lại.

Tàu cỡ trung bình kết cấu theo hệ thống ngang tỷ lệ hàn góc chiếm chừng 80 – 82%.

Qui ước ký hiệu kích thước mối hàn giáp mép đang dùng tại các nhà máy như sau, hình 1a. Trong hình chiều rộng (*width*) mối hàn giáp mép qui ước tính bằng khoảng cách rộng nhất của mép, chiều cao tính bằng chiều dày thẩm thấu mối hàn, trong hình tính bằng chiều dày tấm thép, từ chuyên môn gọi là độ thẩm thấu (*penetration*) cộng với phần đắp thêm (*reinforcement*). Mỗi lớp vật liệu hàn của mối hàn này có tên gọi bằng tiếng Anh *pass*.



Hình 3.66a *ghi kích thước mối hàn*

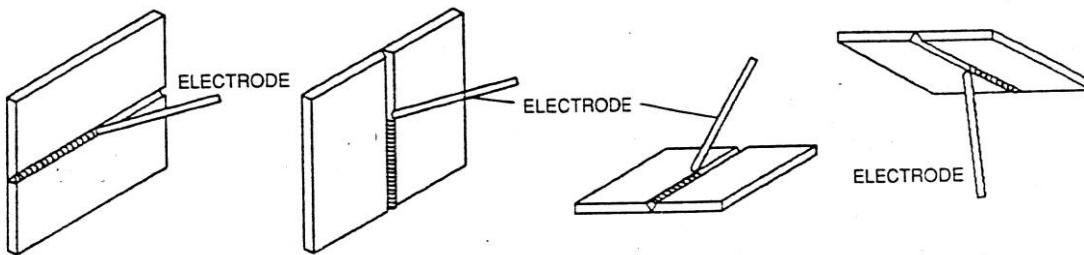


Hình 3.66b *Ghi kích thước mối hàn góc*  
a - *ghi một phía*, b - *ghi hai phía*

Mối hàn góc có hai kích thước chính, thường dùng trong qui trình hàn, trong các bảng tính vật tư hàn. Người ta cố gắng để mối hàn góc thành dạng tam giác cân. Cạnh tam giác có tên gọi trong tiếng Anh là chiều dài chân (*leg length*), ký hiệu *k*, có thể gọi dễ nghe hơn là chiều rộng. Chiều cao mối hàn thường tính từ đỉnh đến đáy tam giác, thường ký hiệu bằng ký tự *l*.

Kích thước mối hàn góc, tính theo chiều dài mối hàn còn có hai đại lượng đặc trưng. Chiều dài mỗi đạn mối hàn ký hiệu *t*, còn bước của những mối hàn ngắn đó ký hiệu *l*.

Tư thế hàn tay trong các nhà máy đóng tàu qui về bốn kiểu chính: hàn nghiêng, hàn đứng, hàn bằng và hàn trần, như giới thiệu tại hình 3.27.



Hình 3.67 *Tư thế hàn*

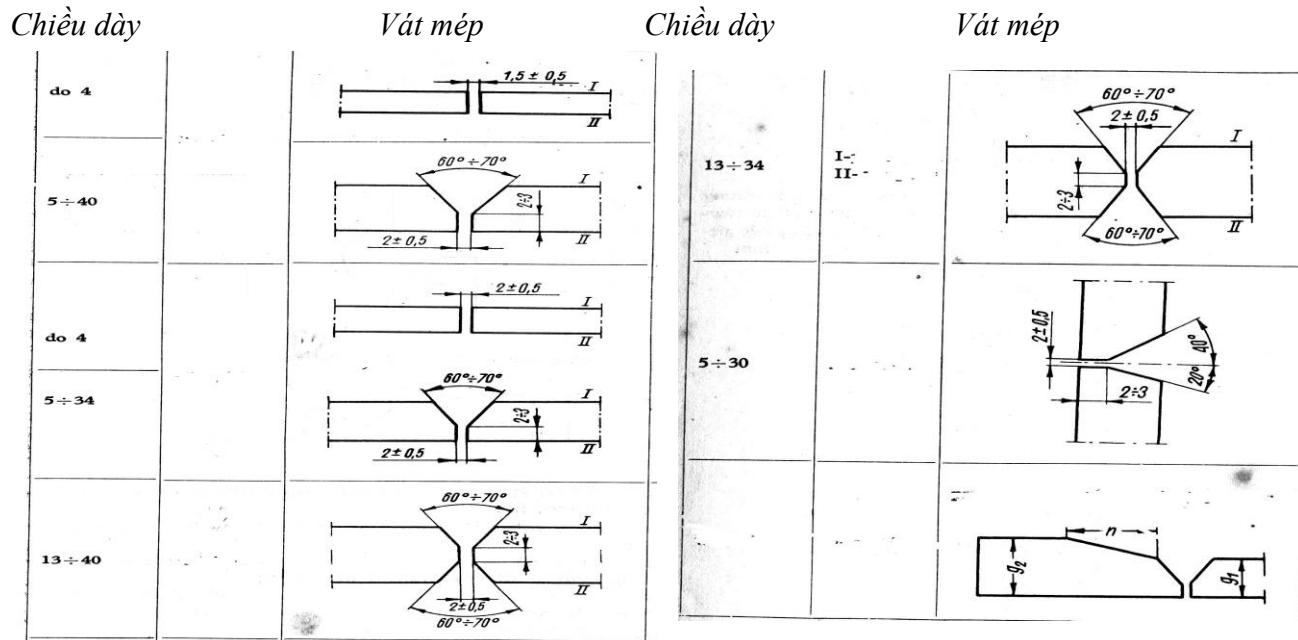
Mép hàn thép chuẩn bị cho hàn tay, dùng tại các nhà máy đóng tàu, giàn khoan có dạng như trình bày tại bảng hình 3.28.

Công nghệ hàn trước những năm chín mươi của thế kỷ XX cho phép không vát mép mỗi hàn giáp mép (*overlap*) với chiều dày tấm không quá 6mm, mép hai vật hàn được đưa lại gần nhau ở tư thế không vát. Khe hở giữa hai tấm chuẩn bị theo kinh nghiệm thực tế. Chúng ta sẽ xem xét khe hở này tại phần tiếp theo. Các tấm dày từ 6mm đến khoảng 18mm theo công nghệ cũ nhất thiết phải chuẩn bị mép vát dưới dạng chữ V. Góc vát giữa hai tấm nên từ  $55^\circ$  đến  $60^\circ$ .

Các tấm dày (*heavy plate*), từ 20mm trở lên phải chuẩn bị mép dạng chữ X.

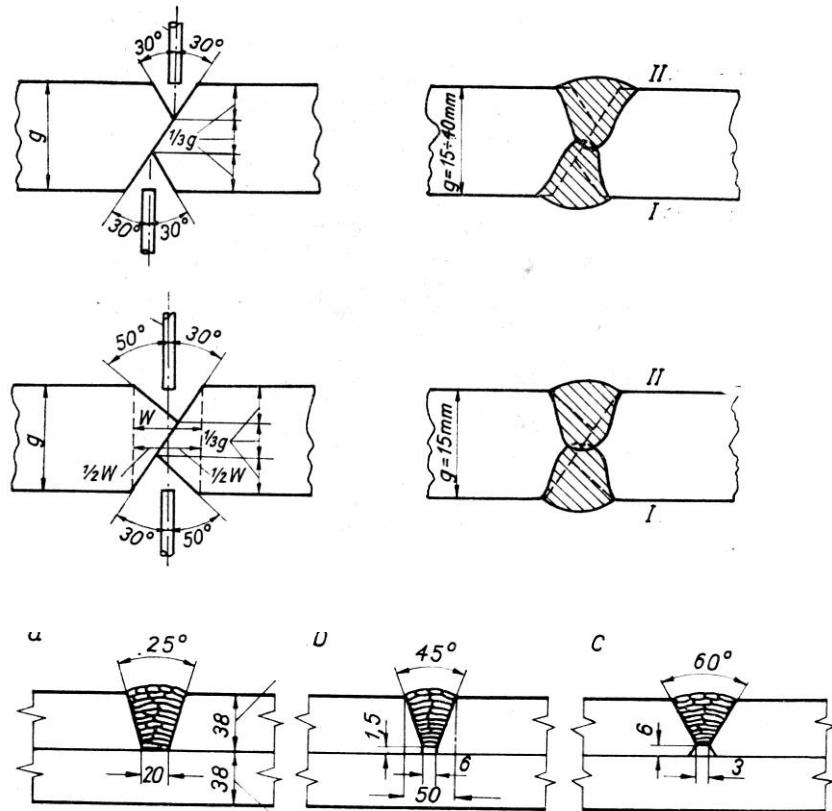
Công nghệ mới đang dùng tại các nhà máy đóng tàu khi hàn giáp mép thép dày tới 20mm là sử dụng cách chuẩn bị mép như kiểu square vừa nêu, có nghĩa không cần vát mép. Tấm lót dưới mỗi hàn làm bằng lá đồng hoặc sứ ceramic. Sử dụng hàn tự động cho những trường hợp này giảm được giờ công lao động, tiết kiệm vật liệu hàn.

Góc nghiêng dùng cho vát mép thành hình V khi hàn tay vào khoảng  $55^\circ$ . Góc đang đề cập khi áp dụng cho hàn tự động dưới lớp bảo vệ được giới thiệu tại hình 3.68.



Hình 3.68 *Chuẩn bị mép hàn để hàn tay*

Có thể tham khảo cách chuẩn bị mép hàn dạng chữ Z.

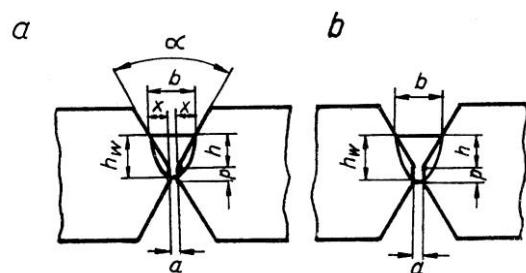


Hình 3.69 Chuẩn bị mép hàn dạng chữ Z

a – theo cách thực hiện tại Chantier de l'Atlantique; b – theo xưởng Kawasaki Nhật bản.

Hàn nửa tự động trong môi trường khí bảo vệ CO<sub>2</sub> tiến hành không khác cách đã trình bày tại phần hàn dưới lớp khí bảo vệ. Công việc chuẩn bị mép hàn thực hiện như đã trình bày.

Hàn nhiều lượt khi nối những chi tiết đủ dày đòi phải chuẩn bị mối hàn đúng kỹ thuật.



Hình 3.70 Chuẩn bị mép hàn

Chiều rộng mối hàn xác định theo công thức:

$$b = a + 2x, \quad x = h \cdot \operatorname{tg}(\alpha/2)$$

trong đó: a – khe hở giữa hai đỉnh mép, mm;  $\alpha$  - góc mở mép, tính bằng độ, h – chiều cao lớp hàn đầu, mm.

Giá trị của h có thể tính theo cách sau, xem hình 4:

$$h = h_w - n \cdot p$$

Trong công thức này p – chiều rộng phần đỉnh của mép hàn, mm, n – hệ số nêu yêu cầu độ ngẫu mối hàn,  $0 \leq n \leq 1$ .

Các công thức trên có thể viết lại như sau đây:

$$b = a + 2(h_w - n.p) \operatorname{tg}(\alpha/2)$$

Từ đó có thể xác định  $h_w$ :

$$h_w = \frac{a - 2nptg(\alpha/2)}{\psi - 2\operatorname{tg}(\alpha/2)}$$

$$\text{trong đó } \psi = \frac{a - 2(h_w - np)\operatorname{tg}(\alpha/2)}{h_w}$$

### Hàn tay thép các bon thông thường

Công nghệ đóng tàu hiện đại dựa vào nguyên lý, thực hiện công việc tiên chế càng nhiều càng tốt. Các phân đoạn phẳng, phân đoạn khối, nửa khối vv... được thực hiện tại xưởng, trong điều kiện làm việc thuận lợi. Người ta cố gắng sử dụng hàn nửa tự động, hàn tự động ở mức cao nhất. Tuy nhiên thực để sản xuất chỉ rõ rằng, chưa thể tự động hóa, cơ giới hóa toàn bộ công việc hàn, do vậy hàn tay còn chiếm tỷ lệ rất cao. Những năm sáu mươi, bảy mươi thế kỷ XX, thời điểm công nghiệp đóng tàu đạt đỉnh cao, hàn tay còn chiếm đến 80% công việc. Tỷ lệ này giảm xuống trong những năm chín mươi tuy nhiên hàn ở tư thế khó khăn như hàn ngược từ dưới lên, hàn xiên vv... hàn tự động chưa thay được con người.

Chuẩn bị hàn tay gồm những công việc:

- Chuẩn bị mép hàn
- Chọn que hàn điện
- Xác định các thông số hàn tay
- Xác định cách hàn, thứ tự hàn từng chi tiết, hàn nối và lắp phân đoạn

Chuẩn bị mép hàn chúng ta đã trao đổi ở phần đầu.

Chọn que hàn đúng là việc không giản đơn. Những yêu cầu đặt ra cho mỗi hàn là, sau khi nồi độ bể kết cấu đảm bảo các yêu cầu kỹ thuật đã đề ra, kim loại hàn phải phù hợp với vật liệu đang được sử dụng làm thân tàu. Vật liệu hàn không thể là nguyên nhân chính gây ra hiện tượng ăn mòn do rỉ của mối hàn. Que hàn chọn đúng giúp cho năng suất lao động cao, đảm bảo an toàn lao động cho thợ hàn.

Chọn đường kính que hàn phụ thuộc vào tư thế hàn, chiều dày tấm thép, chất lượng que hàn.

Cường độ dòng điện xác định theo công thức kinh nghiệm:

$$I = k.d, \quad (A)$$

trong đó  $k$  – hệ số đọc từ các số tay thợ hàn, phụ thuộc vào kiểu que hàn. Hệ số này mang giá trị từ 35 đến 50 nếu dùng que hàn thông dụng, đường kính  $3,25 \div 4\text{mm}$ . Hệ số này  $k = 40 \div 54$  nếu đường kính que hàn  $d = 5 \div 6\text{mm}$ .

Công thức vừa nêu dùng cho tư thế hàn bằng, khi hàn ở tư thế khó khăn hơn, cường độ nên tăng thêm  $15 - 20\%$ .

Diện tích mặt cắt ngang mỗi lớp hàn phải thỏa mãn yêu cầu không nhỏ hơn giá trị tính toán sau:

$$A_w \leq 12d, \quad (\text{mm}^2)$$

Chiều rộng mối hàn khi hàn đường thẳng, không đưa đầu hàn qua lại xác định bằng biểu thức:

$$b = (0,8 \div 1,5) d$$

Khi đưa đầu hàn qua lại chiều rộng tính theo cách sau:

$$b = (3 \div 5) d$$

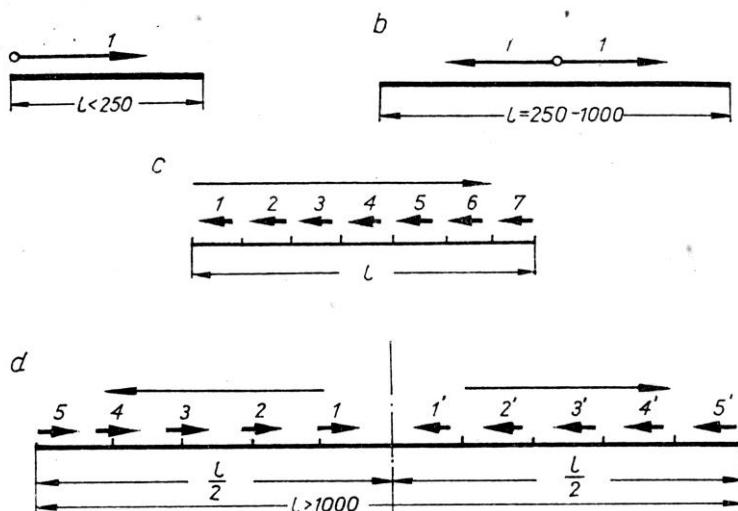
Vận tốc áp dụng cho hàn tay tại các nhà máy đóng tàu nên thỏa mãn yêu cầu sau. Trường hợp sử dụng que hàn đường kính  $d = 4\text{mm}$ , vận tốc hàn không nhỏ hơn:

Hàn tư thế bằng  $0,36\text{cm/s}$

Hàn đứng  $0,16\text{cm/s}$

Hàn leo  $0,36\text{cm/s}$

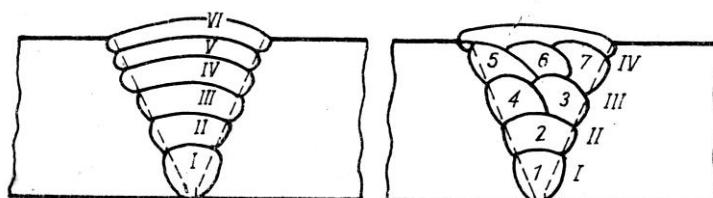
Thứ tự hàn trình bày tại hình 3.31



Hình 3.71 Thứ tự hàn khi hàn tay a – hàn thẳng cùng chiều, b – hàn từ giữa ra hai bên, c – hàn giật lùi, d – hàn từ giữa ra, bước giật lùi.

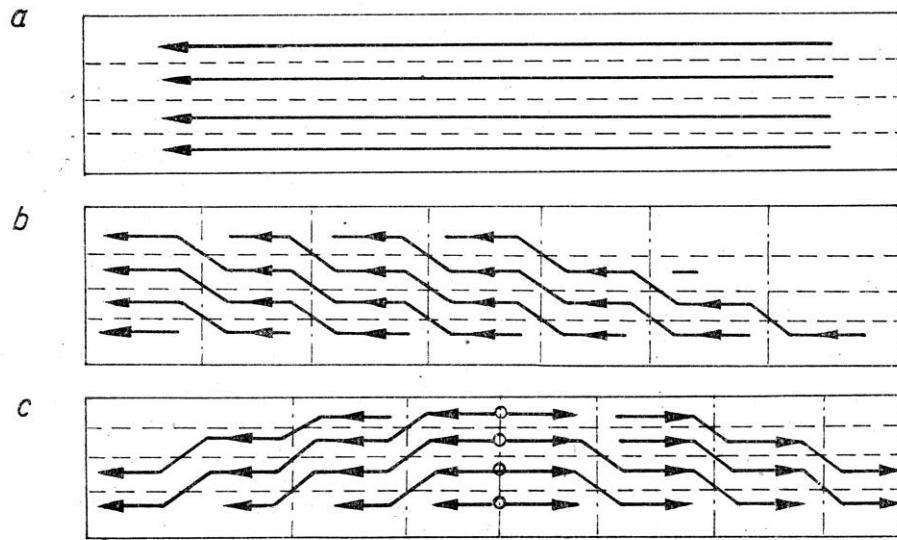
Hàn theo kiểu a chỉ dùng cho những mối hàn độc lập, ngắn. Những đường hàn cỡ trung bình trở lên hàn theo cách trình bày tại hình 8b, hình 8d, trong mọi trường hợp bắt đầu hàn từ giữa đoạn.

Hàn các tấm chiều dày lớn cần thực hiện theo cách hàn nhiều lớp (pass). Hai cách làm trình bày tại hình 3.32 đang được dùng tại các nhà máy chúng ta.



Hình 3.72 Hàn nhiều lớp

Điều cần quan tâm tại đây là cách bố trí lớp theo chiều dài mối hàn. Ba cách làm nêu tại hình 10 đều được dùng trong thực tế.

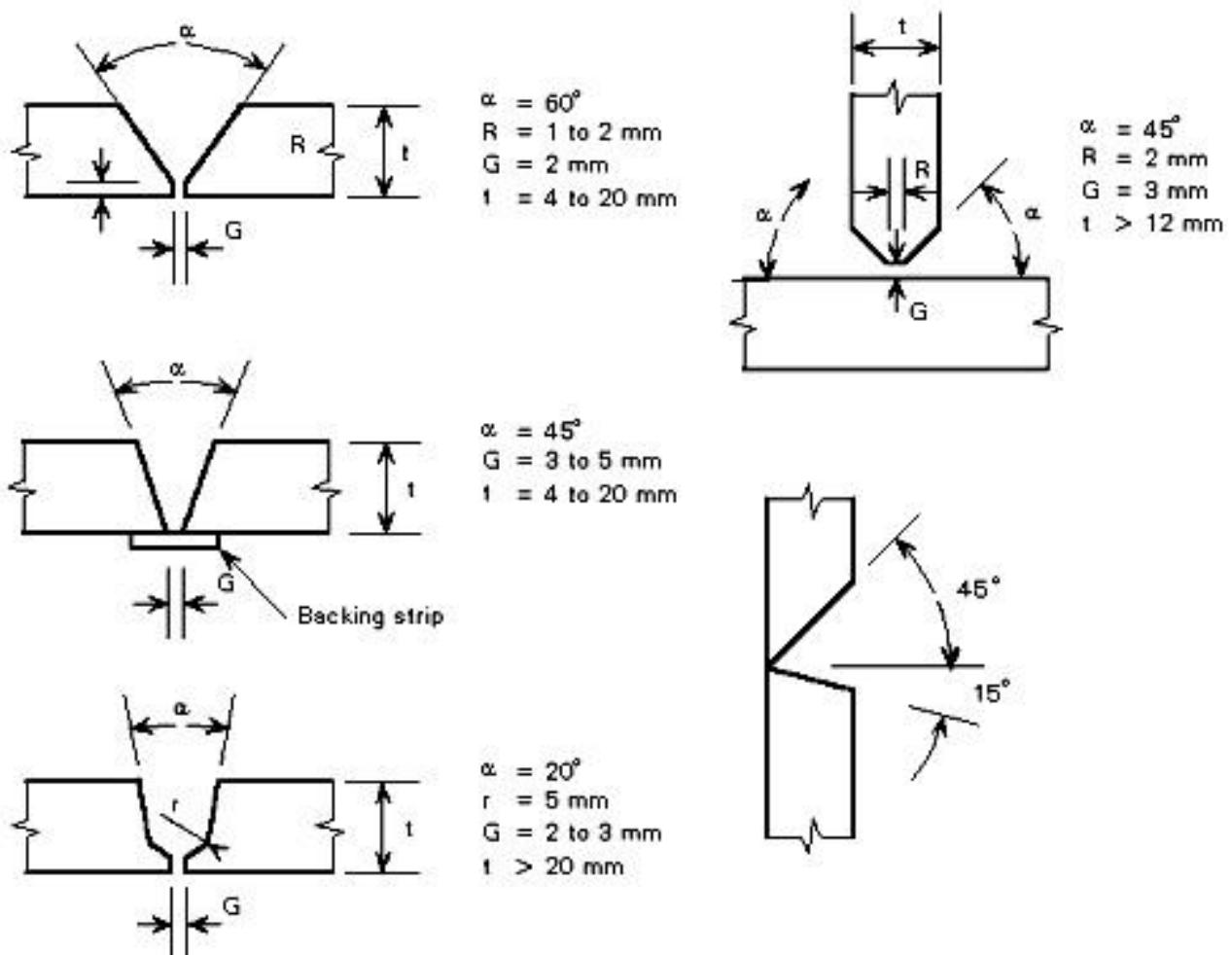


Hình 3.73 *Bố trí mối hàn lớp theo chiều dài mối hàn*

Tấm dày đến 8mm hàn một lớp cả hai phía. Với các tấm dày hơn 8mm tiến hành hàn nhiều lớp như hướng dẫn trên đây.

Mỗi hàn liên tục, dài hơn 0,5m cần thực hiện theo cách hàn giật lùi nhằm giảm thiểu ứng suất hàn. Các mối hàn dài hơn 2m nên hàn từ giữa ra hai bên, thay phiên nhau, lúc bên trái, lúc bên phải.

Vận tốc hàn tay chỉ nên trong phạm vi 8m/h. trong những trường hợp đặc biệt mới cho phép hàn nhanh hơn song không quá 15m/h.



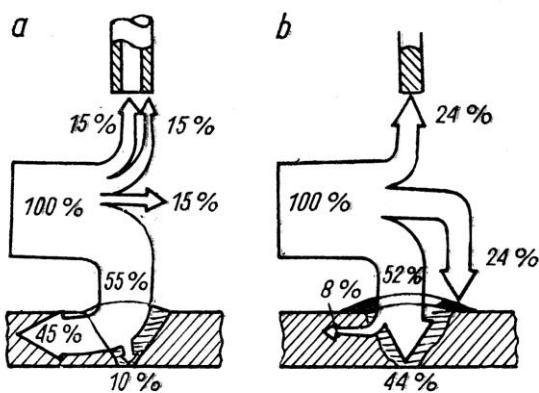
Hình 3.74 Chuẩn bị mép hàn

### Hàn tự động và nửa tự động

Hàn tự động, nửa tự động tiến hành theo hướng dẫn của phương pháp FCAW ghi phần trên. Hàn tự động nhờ thiết bị hàn tự chạy, làm các chức năng sau:

- giữ chiều dài hồ quang ở mức đã định,
- cấp dây hàn với vận tốc định trước,
- đưa dòng điện đến điện cực máy hàn,
- di chuyển mũi hàn theo vận tốc tính toán,
- giữ cho dây hàn vuông góc hoặc dưới góc xác định với mặt tẩm vật hàn

Nhờ hàn tự động vận tốc hàn nâng cao, nói cách khác năng suất hàn cao hơn hàn thủ công, tiết kiệm vật liệu hàn. Hàn tự động giúp cho việc tiết kiệm năng lượng, hiệu theo cách khác là hiệu suất sử dụng năng lượng cao hơn hàn tay. Sơ đồ sử dụng nguồn nhiệt hồ quang điện của hàn tay và hàn tự động trình bày tại hình 3.35. hàn hồ quang bằng hàn tự động cho phép sử dụng hơn 75% nhiệt lượng vào công việc hàn vật hàn, trong khi đó hàn tay chỉ tận dụng khoảng 55% nhiệt lượng được cấp.



Hình 3.75 Sơ đồ lưu lượng khí trong quá trình hàn tay và hàn tự động

Trong hàn tự động trước đây người ta có dùng dây trần, dây không quấn thuốc, để hàn. Ngày nay cách làm này đã đi vào lịch sử. Trong công nghiệp hàn tàu các cách làm sau đây đang được dùng:

Dây lõi quấn thuốc

Hàn dưới lớp bảo vệ CO<sub>2</sub>

Hàn dưới lớp bảo vệ khí argon

Các thông số hàn tự động.

Đường kính dây hàn (mm)	3,25	5,0	7,0
-------------------------	------	-----	-----

Đường kính dây có thuốc (mm)	7,25	9,0	11,0
------------------------------	------	-----	------

Cường độ dòng điện (A)

Dây axit	180-250	320-400	500-600
----------	---------	---------	---------

Dây kiềm	300-400	500-650	850-1000
----------	---------	---------	----------

Điện áp (V)

Dây axit	24-26	25-28	25-28
----------	-------	-------	-------

Dây kiềm	28-30	29-32	29-31
----------	-------	-------	-------

Hàn dưới lớp khí bảo vệ CO<sub>2</sub> phủ lớp xi hàn

Đường kính dây hàn (mm)	3,2	4,0	5,0
-------------------------	-----	-----	-----

Cường độ dòng điện (A)	300-480	400-700	550-850
------------------------	---------	---------	---------

Điện áp (V)	12-18	12-20	14-22
-------------	-------	-------	-------

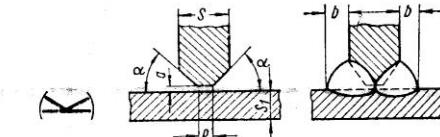
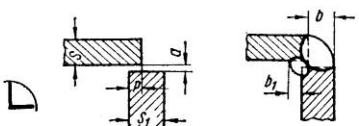
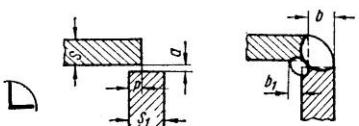
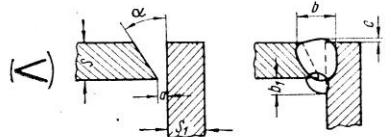
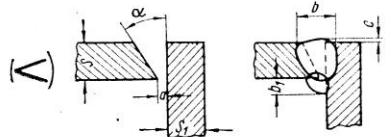
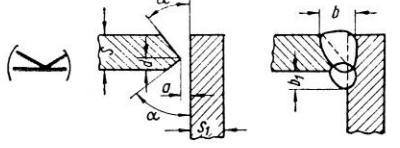
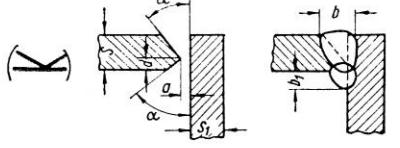
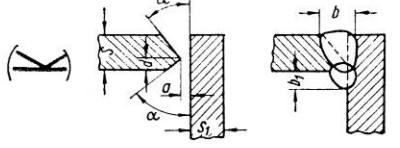
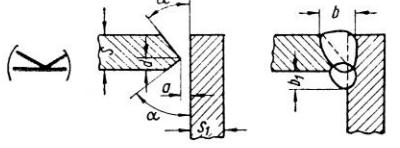
Hàn dưới lớp khí bảo vệ CO<sub>2</sub>

Đường kính dây hàn (mm)	1,6	2,0	2,4
-------------------------	-----	-----	-----

Cường độ dòng điện (A)	250-450	350-500	400-600
------------------------	---------	---------	---------

Điện áp (V)	27-35	28-40	28-46
-------------	-------	-------	-------

Mép vát cho hàn tự động với đường hàn mồi bằng tay thực hiện theo hướng dẫn tại hình 14.

	<i>S</i>	$\alpha^\circ$	<i>P</i>	<i>a</i>	<i>b</i>		
	16–18	50	4	1	4		
	24–26	50	4	1	6		
	32–36	50	4	1	8		
	38–40	50	4	1	9		
	<i>S</i>	<i>p</i>	<i>a</i>	<i>b</i> <sub>1</sub>			
	6–9	2	1	4			
	10–14	3	1	5			
	<i>S</i>	$\alpha^\circ$	<i>d</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>b</i> <sub>1</sub>	<i>c</i>
	10–12	40	—	1	15	5	2
	14	40	—	1	20	5	2
	16–20	40	—	1	25	6	2
	20–24	50	7	1	20	3	—
	26–28	50	8	1	25	4	—
	30–34	50	10	1	30	5	—
	30–34	50	12	1	40	5	—

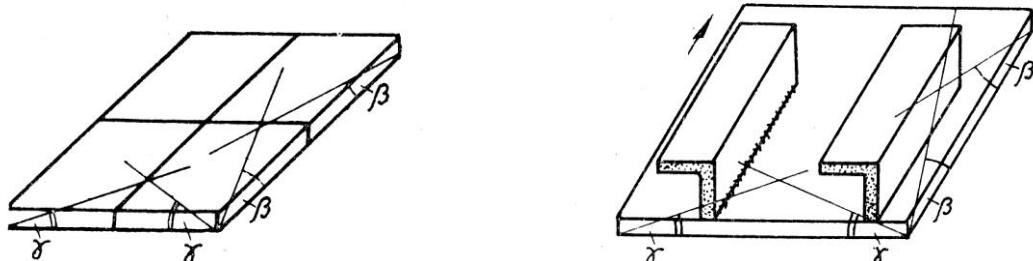
	<i>S</i>	$\alpha^\circ$	<i>p</i>	$\alpha$	<i>b</i>	<i>b<sub>1</sub></i>	<i>c</i>	<i>c<sub>1</sub></i>	<i>h</i>
II	2—3 4—5	— —	— —	— —	7 9	— —	1,5 1,5	— —	— —
III	6 8 11—14 15—17 18—20	— — — — —	— — — 4 4	— — 14 16 18 20 22 22 24 24	14 16 18 20 22 22 24 24	16 18 20 3,0 22 22 24 24	2,5 2,5 3,0 2,5 2,5 2,5 2,5 2,5	2,5 2,5 3,0 2,5 2,5 2,5 2,5 2,5	— — — — — — — —
V	14—16 18—20	60 60	— —	0—1 0—1	18 22	18 22	3 3	2 2	6 7
V	14—16 18—20	60 60	6 7	0—1 0—1	18 22	18 22	3 3	2 2	— —
K	5—7 9 10—12 13—14	80 60 60 60	— — — —	1 1 1 1	17 20 20 20	10 13 13 13	2 2 2 2	1,5 1,5 1,5 1,5	3 4 5 6
X	20—24 26—30	40 40	6 6	0—2 0—2	20 24	20 24	2 2	2 2	— —
X	20 26—28 34—36 40—42 48—50	60 60 50 50 50	6 8 6 6 6	0—2 0—2 0—2 0—2 0—2	20 22 24 26 28	20 22 24 26 28	2 2 3 4 4	2 2 3 4 4	7 9—10 14—15 17—18 21—22
X	20—23 24—25 26—29	60 60 60	4 4 4	0—2 0—2 0—2	20 20 22	22 22 24	2 2 2	2 2 2	6 7 8

Hình 3.76

Khe hở giữa các tấm chuẩn bị cho hàn tự động thực hiện theo bảng giới thiệu tại hình 3.33.

Hàn hồ quang chìm SAW nhờ thiết bị hàn, một trong những máy hàn được dùng phổ biến tại các nhà máy đóng tàu có dạng như nêu tại hình 3.34.

Hàn tự động trong điều kiện mỗi hàn nằm dưới lớp bảo vệ phải tuân thủ những hạn chế. Độ dốc các tấm không lớn, góc nghiêng dọc mỗi hàn  $\beta$  so với mặt bằng không quá  $20^\circ$  khi hàn các tấm có chiều dày không quá 8mm, góc này không hơn  $8^\circ$  nếu chiều dày thép quá 8mm. Độ nghiêng ngang  $\gamma$  trong những trường hợp tương tự không vượt quá giới hạn  $20^\circ$  cho chiều dày tấm không quá 8mm, bằng  $10^\circ$  cho chiều dày tấm trên 8mm, hình 3.77.



Hình 3.77

Kích thước mối hàn tự động được miêu tả lại như sau đây, giúp bạn đọc có cơ sở tính toán thiết kế mối hàn, kể cả tính toán vật tư hàn, hình 19. Các đại lượng thường xuất hiện trong tính toán, thiết kế được tổng kết như sau.

Chiều sâu mối hàn  $h_w$

Chiều cao phần nồi của mối hàn  $\Delta h_w$

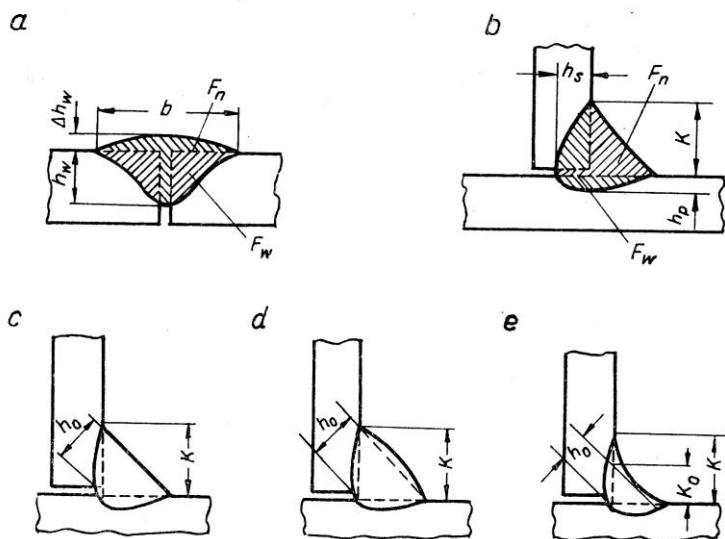
Chiều rộng b

Diện tích mặt cắt ngang mối hàn  $F_n$

Diện tích phần thâm thấu tâm dưới  $F_w$

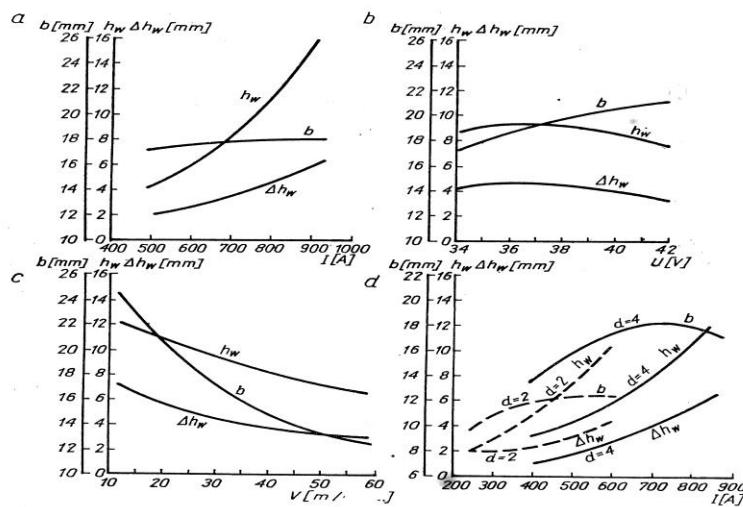
Hệ số thâm thấu  $\omega = F_w / (F_w + F_n)$

Kích thước mối hàn góc  $h_0$  và K, như ghi tại hình 3.37.



Hình 3.78 Kích thước mối hàn tự động

Các thông số hàn ảnh hưởng rõ nét đến các đặc trưng hình học vừa trình bày. Từ thí nghiệm có thể rút ra những quan hệ giữa cường độ dòng điện I, điện áp V, vận tốc di chuyển đầu hàn với các đặc trưng hình học đang đề cập khi hàn mối ghép mép, hình 3.38.



Hình 3.79 Ảnh hưởng các thông số hàn đến đặc trưng hình học mối hàn

Từ thực tế hàn bằng cách hàn tự động tại các nhà máy đóng tàu có thể đưa ra hướng dẫn chọn lựa thông số phù hợp sau đây.

6		1R	5	190 ÷ 220	35 ÷ 40	50
			5	600 ÷ 630		
7		1R	5	190 ÷ 220	35 ÷ 40	47
			5	630 ÷ 650		
8		2A	5	190 ÷ 220	35 ÷ 40	46
			5	650 ÷ 700		
9		1R	5	190 ÷ 220	35 ÷ 40	43
			5	700 ÷ 750		
10		1R	5	190 ÷ 220	34 ÷ 38	25
			5	650 ÷ 700		
11		1R	5	190 ÷ 220	34 ÷ 38	25
			5	700 ÷ 750		
12		2A	5	190 ÷ 220	34 ÷ 38	25
			5	750 ÷ 800		
13		1R	5	190 ÷ 220	34 ÷ 39	25
			5	800 ÷ 850		
14		1A	5	650 ÷ 700	38 ÷ 40	27
			5	700 ÷ 750		
16		1A	5	600 ÷ 650	38 ÷ 40	22
			5	650 ÷ 700		
18		1A	5	700 ÷ 750	38 ÷ 40	24
			5	750 ÷ 800		
20		1A	5	800 ÷ 850	36 ÷ 38	22
			5	800 ÷ 850		
22		1	5	650 ÷ 700	36 ÷ 38	26
		2	5	700 ÷ 750	36 ÷ 38	23
		3	5	700 ÷ 750	36 ÷ 38	14
24		1	5	650 ÷ 700	36 ÷ 38	25
		2	5	700 ÷ 750	36 ÷ 38	22
		3	5	700 ÷ 750	36 ÷ 38	14
26		1	5	700 ÷ 750	36 ÷ 38	25
		2	5	700 ÷ 750	38 ÷ 40	18
		3	5	700 ÷ 750	36 ÷ 38	14
28		1	5	750 ÷ 800	36 ÷ 38	25
		2	5	750 ÷ 800	38 ÷ 40	15
		3	5	750 ÷ 800	36 ÷ 38	14
30		1	5	750 ÷ 800	36 ÷ 38	27
		2	5	750 ÷ 800	38 ÷ 40	18
		3	5	750 ÷ 800	36 ÷ 38	17

Hình 3.80 Thông số hàn dùng cho hàn tự động, mối hàn giáp mép.

Kết thúc phần hàn thép đóng tàu, kề cả thép cường độ cao, chúng ta cùng tìm hiểu một số ví dụ ứng dụng phương pháp FCAW trong thực tế hàn FPSO của những năm cuối thế kỷ XX.

Chuẩn bị mối hàn: mép được vát thành hình chữ V, góc mở 60°, khe hở giữa hai đầu mép 8mm, chiều cao chân của chữ V 1mm.

Hàn FCAW tư thế 2G cho vật hàn là thép độ bền cao EH 36, dày 25,4mm.

Khí bảo vệ CO<sub>2</sub>, lưu lượng 19L/min.

Độ dài điện cực: 10 – 15mm

Dòng điện DC

Lớp vật liệu hàn

Cường độ dòng

Điện áp

vận tốc

	(A)	(V)	(mm/s)
hàn lót	140	24	1,1
lớp thứ hai	130	24	3,5
điền đầy	160	25	4,7

Hàn FCAW tư thế 3G cho vật hàn là thép độ bền cao EH 36, dày 25,4mm.

Khí bảo vệ CO<sub>2</sub>, lưu lượng 19L/min.

Độ dài điện cực: 10 – 15mm

Dòng điện DC

Lớp vật liệu hàn	Cường độ dòng (A)	Điện áp (V)	vận tốc (mm/s)
hàn lót	150	23	0,6
lớp thứ hai	130	22	1,3
điền đầy	130	22	3,0

## Qui trình hàn

Quy trình hướng dẫn chung về hàn áp dụng cho các công nghệ hàn argon (GTAW), hàn hồ quang tay (SMAW), hàn bán tự động (FCAW, GMAW), hàn tự động (SAW), trong chế tạo kết cấu kim loại, đường ống công nghệ, đường ống dẫn dầu, các bình áp lực.

### Vật liệu hàn

Mỗi loại que hàn được dùng phải được chỉ rõ trong quy trình hàn (WPS).

Vật liệu hàn phải thỏa mãn các yêu cầu của tiêu chuẩn ASME, hoặc các điều kiện khác được ghi trong chỉ dẫn kỹ thuật riêng.

Tất cả vật liệu hàn được dùng phải có chứng chỉ của nhà sản xuất và các tài liệu này phải được Ban kiểm tra chất lượng xem xét.

Lưu kho và vận chuyển vật liệu hàn phải tuân theo quy trình kiểm soát vật liệu hàn.

### Chuẩn bị và tổ hợp

#### Khoảng cách giữa các mối ghép và đường hàn

Các mối ghép hàn ngẫu hoàn toàn được dùng để nối, khi nối ghép phải tuân theo một số qui định sau:

Các đoạn ống nối phải có chiều dài ít nhất 1m, riêng cọc phải có chiều dài ít nhất 2m.

Các mối hàn ngang trên ống phải bố trí ở ngoài vùng cấm

Mối hàn ngang trên ống nhánh phải cách ống chính của nút ít nhất 600mm.

Các mối nối dầm phải cách nhau ít nhất 1m.

Tất cả các mối nối phải được hàn nối trước rồi mới tổ hợp (trừ khi có đặt vòng “Ring” tăng cứng phải hàn sau).

Các mối hàn dọc phải cách nhau ít nhất 250mm.

Các vòng “Ring” tăng cứng dọc phải cách mối hàn dọc ít nhất 150mm.

Các vòng “Ring” phải cách mối hàn ngang ít nhất 100mm.

Ống nhánh phải cách mối hàn dọc trên ống chính ít nhất 75mm. Nhưng khi không thể bố trí được thì mối hàn dọc được mai nhẵn từ chỗ hàn trong phạm vi 100mm.

Các tấm gá phụ tạm thời hoặc các tấm gá cố định tới kết chính phải cách các mối hàn trên kết cấu chính 100mm.

Mối hàn các tấm gá khi lắp ghép phải cách mép vát tối thiểu 25mm

Đối với dầm, các mối nối không được bố trí ở vị trí L/8, hoặc L/4 của các ngàm. Khi dầm Công-xôn thì các mối nối nên gần đầu tự do hơn là gần ngàm.- “Rat hole” và các chỗ cắt lắp ghép:

Các “Rat hole” phải có bán kính 50mm hoặc 2 lần chiều dày tấm, cũng có thể có bán kính nhỏ nhất là 25mm khi được phép của kỹ sư thiết kế.

Các chỗ cắt phải có bán kính chỗ góc không nhỏ hơn 4 lần chiều dày tấm hoặc 100mm. Khi đập lại phải dùng chính tấm đó hoặc tấm khác cùng vật liệu và được hàn, kiểm tra như phần kết cấu bị cắt. Không cho phép cắt ở những chỗ có ứng suất cao.

### ***Chuẩn bị mối hàn***

Mép hàn phải được chuẩn bị bằng máy, bằng mài cắt bằng ngọn lửa hoặc cắt bằng Plasma tương ứng với các bản vẽ hoặc các quy trình hàn đã được phê duyệt.

Bề mặt mép cắt phải nhẵn và không có các vết khía, màng oxit khi cắt. Mài mép cắt cho đến khi kim loại có ánh trắng.

Khi chiều sâu rãnh khía trên mép vát lớn hơn 5mm, cho phép dùng hàn để hàn đắp và phải dùng quy trình hàn đã được thử nghiệm.

Vật liệu nhóm I, II khi chiều dày từ 38.1mm trở lên thì sau khi vát mép phải kiểm tra bột từ diện tích mép vát, các khuyết tật đánh giá theo bảng 6.1 AWS D1.1.

Bề mặt tham vào gia mối ghép T, Y, K của ống chính có chiều dày lớn hơn hoặc bằng 25,4mm được mài bề mặt sâu đến 1mm và kiểm tra siêu âm tách lớp.

Kim loại cơ bản phải được làm sạch khỏi dầu mỡ, gi, hơi ẩm và các vật liệu có hại khác ít nhất 25mm về mỗi phía mép cắt.

Cho phép dùng sơn “Bloxide Aluminium” phủ lên mép hàn sau khi làm sạch. Khi phủ sơn có thể dùng chổi hoặc phun, nên quét 2 lớp mỏng để phủ kín toàn bộ bề mặt.

### ***Hàn đính***

Hàn đính nhằm duy trì độ thẳng của mối ghép. Mối hàn đính có thể loại bỏ hoàn toàn hoặc 2 đầu của nó được mài chuyển tiếp để hàn tiếp mối hàn.

Các mối hàn đính phải dùng cùng loại vật liệu hàn như hàn mối hàn và thợ hàn phải có chứng chỉ như hàn mối hàn.

Chiều dài mối hàn đính tối thiểu bằng 3 lần chiều dày chi tiết hoặc tối thiểu 50mm ở đâu nhỏ hơn.

Cho phép hàn đính nhiều lớp, khi đó phải hàn có bậc chuyển tiếp.

Hàn đính cũng phải được thực hiện với yêu cầu đảm bảo chất lượng như hàn chính thức như: đốt nóng trước khi hàn, các thông số hàn.

### ***Độ thẳng***

Độ thẳng của cụm, đoạn tại chỗ mối hàn phải tuân theo các qui định trong tiêu chuẩn.

Khi điều chỉnh độ thẳng mối hàn, các cách sau đây được áp dụng: các kẹp, nêm, cơ cấu ép, kích hay các thiết bị khác cũng có thể dùng hàn đính để điều chỉnh độ thẳng.

Độ lệch mép cho phép của thép tấm, ống tại mối hàn như bảng 3.10

Bảng 3.10

Chiều dày t (mm)	Độ lệch mép (mm)
$t \leq 20$	2

$20 < t \leq 60$	0.1t hoặc 3mm ở đâu nhỏ hơn
$60 < t$	6
Mỗi hàn dọc	0.1t hoặc 3mm ở đâu nhỏ hơn

Khi độ lệch mép lớn hơn qui định thì phải vát chuyển tiếp theo tỉ lệ một phần tư.

Cho đường ống công nghệ – dẫn dầu: Độ lệch mép của mỗi hàn đường ống công nghệ, ống dẫn dầu không được vượt quá 1,6mm.

Nếu đầu ống bị hư hay bị dập bẹp vượt quá tiêu chuẩn cho phép thì phải cắt và vát mép lại. Khi chiều dày không bằng nhau thì độ lệch ngoài không được vượt quá 3.2mm, độ lệch mép trong không được vượt quá 1.6mm.

Nếu độ lệch mép vượt quá qui định thì phải vát chuyển tiếp theo tỉ lệ (1:4).

### Xử lý nhiệt trước khi hàn

Khi nhiệt độ của kim loại cơ bản thấp hơn nhiệt độ được qui định trong quy trình hàn (WPS) thì phải đốt nóng sơ bộ đến nhiệt độ tối thiểu qui định và khoảng cách đốt nóng bằng chiều dày vật hàn nhưng không nhỏ hơn 75mm tính từ mép mỗi hàn.

Nhiệt độ đốt nóng sơ bộ và nhiệt độ giữa các lớp hàn.

Bảng 3.11 Hàn kết cấu thép.

Nhóm vật liệu	Nhiệt độ
A 36	$t \leq 38.1$ Không cần đốt nóng
API 5L Gr B, Gr x 42	$38.1 < t < 63.5$ nhiệt độ 6600C
API 2H Gr 42, Gr 50	$t > 63.5$ nhiệt độ 10700C
API A572 Gr 42, Gr 50	
API 5 L x 52	$t \leq 19$ Không cần đốt nóng
API 5 L x 60	$19 < t < 38.1$ nhiệt độ 6600C
	$38.1 < t < 63.5$ nhiệt độ 10700C
	$t > 63.5$ nhiệt độ 15000C

Bảng 3.12 Hàn đường ống công nghệ.

Vật liệu	Nhiệt độ	Ghi chú
P N01	$t < 25.4$ Không cần đốt nóng $t \geq 25.4$ nhiệt độ 7900C	Carbon steel (Thép các bon)
P N08	Không	Thép không gỉ

Khi hàn hai loại vật liệu yêu cầu nhiệt độ đốt nóng sơ bộ khác nhau thì nhiệt độ tính cho thép có cường độ cao hơn.

Nhiệt độ giữa các lớp hàn không được vượt quá 2500C.

Gia nhiệt sau khi hàn phải tuân theo các qui định của tiêu chuẩn áp dụng.

Gia nhiệt phải thực hiện theo quy trình gia nhiệt.

### Các thông số hàn

Dòng điện hàn, điện áp và cực tính cho mỗi loại vật liệu hàn và phương pháp hàn được chỉ ra ở các quy trình hàn (WPS).

### Quy trình hàn

Chỉ được phép tiến hành hàn mối hàn khi những yêu cầu sau đây (nhưng không hạn chế) được thực hiện:

Mối ghép phải được bảo vệ khỏi gió, mưa.

Mối ghép đã được nghiệm thu lắp ghép.

Quy trình hàn đã được phổ biến cho thợ hàn.

Thiết bị hàn còn trong hạn bảo dưỡng (trừ khi ở ngoài biển được miễn bảo dưỡng).

Vật liệu hàn đúng chủng loại ghi trong quy trình và được sấy, bảo quản theo quy trình.

Các dụng cụ đốt nóng và bút đo nhiệt có sẵn tại nơi làm việc.

Thợ hàn có chứng chỉ phù hợp với yêu cầu mối hàn.

Các hướng dẫn bổ sung cho các mối hàn đặc biệt (mối hàn T, K, Y với chiều dày lớn hơn 25mm).

### Kỹ thuật hàn

Khi hàn ở vị trí thẳng đứng, quá trình hàn phải từ dưới lên, khi có sự thay đổi thì phải chỉ ra ở quy trình hàn.

Để tránh ứng suất và biến dạng thứ tự hàn phải được kỹ sư hàn chỉ dẫn. Các thứ tự hàn được đánh số và phải chỉ ra cả số thợ hàn cho một mối khi có từ 2 thợ hàn cùng hàn trở lên, thứ tự hàn cho mỗi thợ hàn cũng được qui định.

Chỉ được mối hàn quang ở trên mép vát mối hàn. Cấm mối hàn quang ở ngoài mối hàn. Khi hàn các tấm phụ lên phần kết cấu chịu chính, chịu áp lực thì phải mối hàn quang ở phần tấm phụ.

Sau mỗi đường hàn, xỉ phải được làm sạch khỏi bề mặt đường hàn, thợ hàn phải kiểm tra tại chỗ khởi đầu và kết thúc của mối que hàn.

Đá mài, chổi mài cho thép không rỉ phải dùng loại riêng, không được dùng chổi bằng thép carbon cho thép không gỉ.

Khi tốc độ gió lớn hơn  $8km/h$ , hoặc khi hàn khí CO<sub>2</sub> bảo vệ, phải che chắn mối hàn.

Phải che chắn mối hàn khỏi ảnh hưởng của mưa, vật liệu che chắn phải bảo vệ được mối hàn để không bị ướt khi đang hàn.

Nếu trên mỗi lớp có nhiều đường hàn thì các điểm bắt đầu và kết thúc của các đường hàn phải lệch nhau từ 25mm đến 35mm. Hai lớp kề nhau phải hàn bậc và độ lệch tương đối của chúng từ 50mm đến 70mm.

### Hàn mối hàn đối đầu

Khi hàn các mối hàn đối đầu ngẫu hoàn toàn, dao động của que hàn không được vượt quá hạn cho phép theo bảng sau:

Bảng 3.13

Phương pháp hàn	Độ rộng lớn nhất của đường hàn
Hàn hồ quang tay (SMAW)	2.5 x đường kính que hàn hoặc 12mm ở đầu nhỏ hơn
Hàn dây bán tự động (FCAW, GMAW)	20mm
Hàn argon (GTAW)	12mm
Hàn tự động (SAW)	6 x đường kính dây hoặc 25mm ở đầu nhỏ hơn
Hàn tự động (SAW) (TANDEM, TWINARC)	30mm

Phản tăng cường trên bề mặt mối hàn không được vượt quá 3mm.

Ở mối hàn được hàn hai phía thì đường lót phía hàn trước phải mài hoặc thổi điện cực trước khi hàn phía thứ 2.

### **Gián đoạn khi hàn**

Chỉ cho phép ngừng hàn khi đã hàn xong lớp lót và lớp nóng trên toàn bộ chiều dài mối hàn.

Những mối hàn có yêu cầu riêng về chiều dày hàn phải đạt được trước khi ngừng sẽ được kỹ sư hàn qui định.

Khi ngừng hàn lâu hơn 2 giờ thì trước khi hàn lại phải đốt nóng đến nhiệt độ 1070°C.

Mỗi mối hàn chỉ cho phép tối đa 2 chu kỳ nhiệt. Khi dùng hai phương pháp hàn trên một mối hàn (như hàn tay và tự động dưới lớp thuốc hay hàn argon và hàn tay) cho phép 3 chu kỳ nhiệt.

### **Mối hàn kín (seal weld hoặc back weld)**

Mối hàn phủ thêm phía sau phải bao gồm một hoặc hai lớp nhưng chiều dày lớp phủ không được vượt quá 9,5mm. Để đảm bảo hình dạng chuyển tiếp đều, cho phép dùng kỹ thuật bán lắc que hàn.

Khi hàn kín mối ghép ren, không được phép hàn lên phần ren lộ ra. Các ren lộ ra ở chỗ hàn phải mài hết và làm sạch dầu mỡ trước khi hàn.

### **Mối hàn lồng (socket weld)**

Khi lắp ghép đầy ống lồng vào hết cõi, sau đó kéo dài ra từ 1,6~2,4mm rồi hàn.

### **Mối hàn góc**

Phải chú ý đến góc độ que hàn để sao cho độ ngẫu đều kim loại cơ bản ở chân của mối hàn

Nếu mối ghép của mối hàn góc có khe hở thì phải bù khe hở này khi hàn để đảm bảo đạt chiều cao chân theo thiết kế. Khi hàn một lớp, khe hở tối đa cho phép là 3mm. Khi hàn nhiều lớp, khe hở tối đa là 6mm.

Bề mặt mối hàn góc phải hơi lồi đều hoặc hơi lõm đều.

Mối hàn góc phải không có các khuyết tật biến dạng.

### **Kiểm tra mối hàn**

Sau khi hàn xong, thợ hàn phải kiểm tra ngoại dạng và sửa chữa ngay các khuyết tật bề ngoài như cháy cạnh, độ lồi, bề mặt quá xâu, kẹt sỉ trên mặt. Bộ phận thi công phải làm sạch bề mặt kim loại cơ bản trong phạm vi tối thiểu 100mm ở cả hai phía từ mối hàn. Công việc làm sạch và viết RFI phải thực hiện trong vòng 24 giờ kể từ khi hàn xong.

Việc kiểm tra ngoại dạng và lập hồ sơ phải thực hiện trong vòng 24 giờ kể từ khi nhận được RFI. Các yêu cầu về kiểm tra NDT phải được gửi tới bộ phận kiểm tra NDT sau khi kiểm tra ngoại dạng hoàn tất.

Công tác kiểm tra NDT phải được hoàn thành trong vòng 48 giờ kể từ khi nhận được yêu cầu kiểm tra (RFI).

Các kết quả kiểm tra mối hàn phải thông báo cho bộ phận thi công trong vòng 24 giờ kể từ khi có kết quả kiểm tra.

### **Sửa chữa khuyết tật mối hàn**

Khuyết tật bề mặt mối hàn có thể sửa chữa bằng mài và hàn đắp nếu thấy cần thiết. Việc hàn phải bằng thợ hàn có chứng chỉ và theo quy trình hàn sửa chữa.

Các khuyết tật bên trong mối hàn phải được loại bỏ bằng cách dùng máy mài hoặc thổi điện cực Carbon, chiều dài đoạn này tối thiểu phải 50mm và có chuyển tiếp đầu cũng như góc vát đủ lớn để hàn.

Khi hai khuyết tật cách nhau nhỏ hơn 100mm phải sửa chữa thì coi như một khuyết tật liên tục.

Việc hàn khi sửa chữa phải theo quy trình hàn sửa chữa. Chỉ cho phép sửa chữa hai lần trên cùng một vị trí. Nếu sau hai lần sửa chữa vẫn không đạt thì phải cắt đi và hàn lại.

Các mối hàn không đạt yêu cầu phải được đơn vị thi công sửa chữa hoàn tất trong vòng 48 giờ kể từ khi nhận được báo cáo khuyết tật từ ban kiểm tra chất lượng.

Các yêu cầu kỹ thuật khác: Sau khi dùng mắt hoặc các thiết bị chiết chụp khi hàn mà phát hiện ra các khuyết tật khi hàn thì phải tiến hành sửa chữa các khuyết tật khi hàn:

Ranh giới chỗ hỏng cần được người kiểm tra đánh dấu và xác định chính xác.

Kích thước cho phép của các đoạn khuyết tật của các mối hàn ống được ghi trong các quy phạm tính toán các mối hàn .

Chuẩn bị sửa chữa các khuyết tật của mối hàn phải được tiến hành dưới sự hướng dẫn của các chuyên gia và kỹ sư trưởng hàn.

Sửa chữa khuyết tật bên ngoài trước khi tiến hành chiết chụp, hoặc siêu âm.

Các vết nứt phải được xóa bỏ cùng với các đường hàn kè cạnh . Sau đó nhất thiết phải làm sạch và xem xét lại , việc này phải do thợ cả kiểm tra . Sau khi làm sạch, đoạn ống phải được hàn lại và tiếp tục tiến hành kiểm tra chất lượng.

Các vết lõm ở độ sâu dưới 1mm sửa chữa bằng cách dùng máy mài đến độ sâu lớn hơn thì hàn bỗ xung thêm một lớp, sau đó mài tới thép cầu kỳen.

Các vết nứt ở miệng hàn phải phá bỏ và hàn lại miệng hàn.

Các đoạn mối hàn có đám bột bị phá vỡ bề mặt, có những vết dây của xỉ và các khuyết tật khác nhất thiết phải phá đi hàn lại.

Các đoạn hàn chưa đủ độ sâu và chưa đủ độ nóng chảy dọc rãnh phải phá đi hàn lại, hơi nén, đục tay và máy cắt khi Oxy-Axetylen. Tiếp đó, nhất thiết phải làm sạch bề mặt. Dọc cung hàn, nhất thiết phải tẩy lớp chìa nhiều Cacbon tới độ sâu quy định là 2mm.

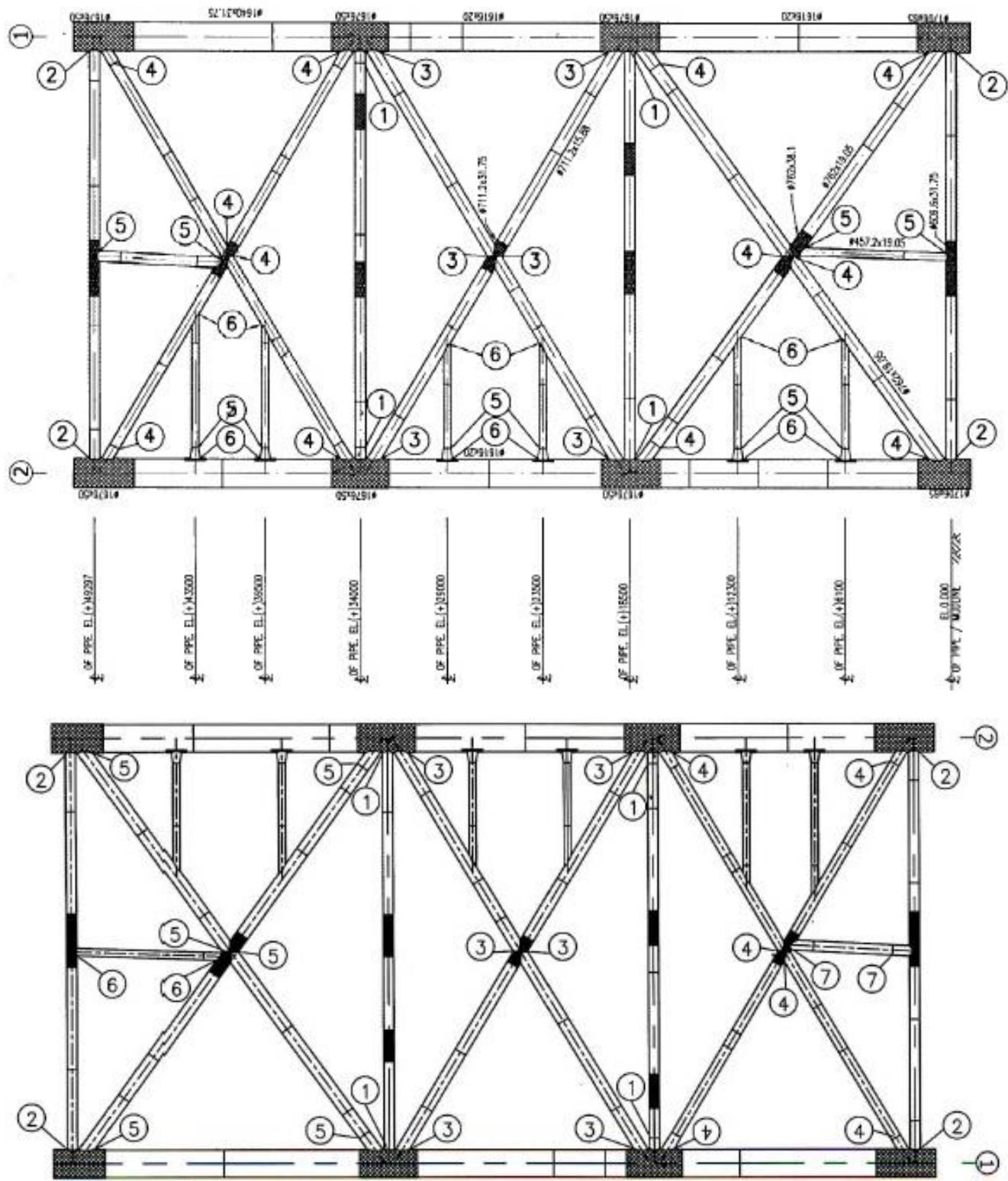
Sửa chữa tại mỗi chỗ khuyết tật không được quá 2 lần.

Nếu sự xuất hiện khuyết tật trong các mối hàn mang tính chất có hệ thống thì phải ngừng quy trình hàn cho đến khi làm rõ nguyên nhân gây ra khuyết tật, việc hàn chỉ được tiếp tục khi khắc phục được nguyên nhân gây ra khuyết tật.

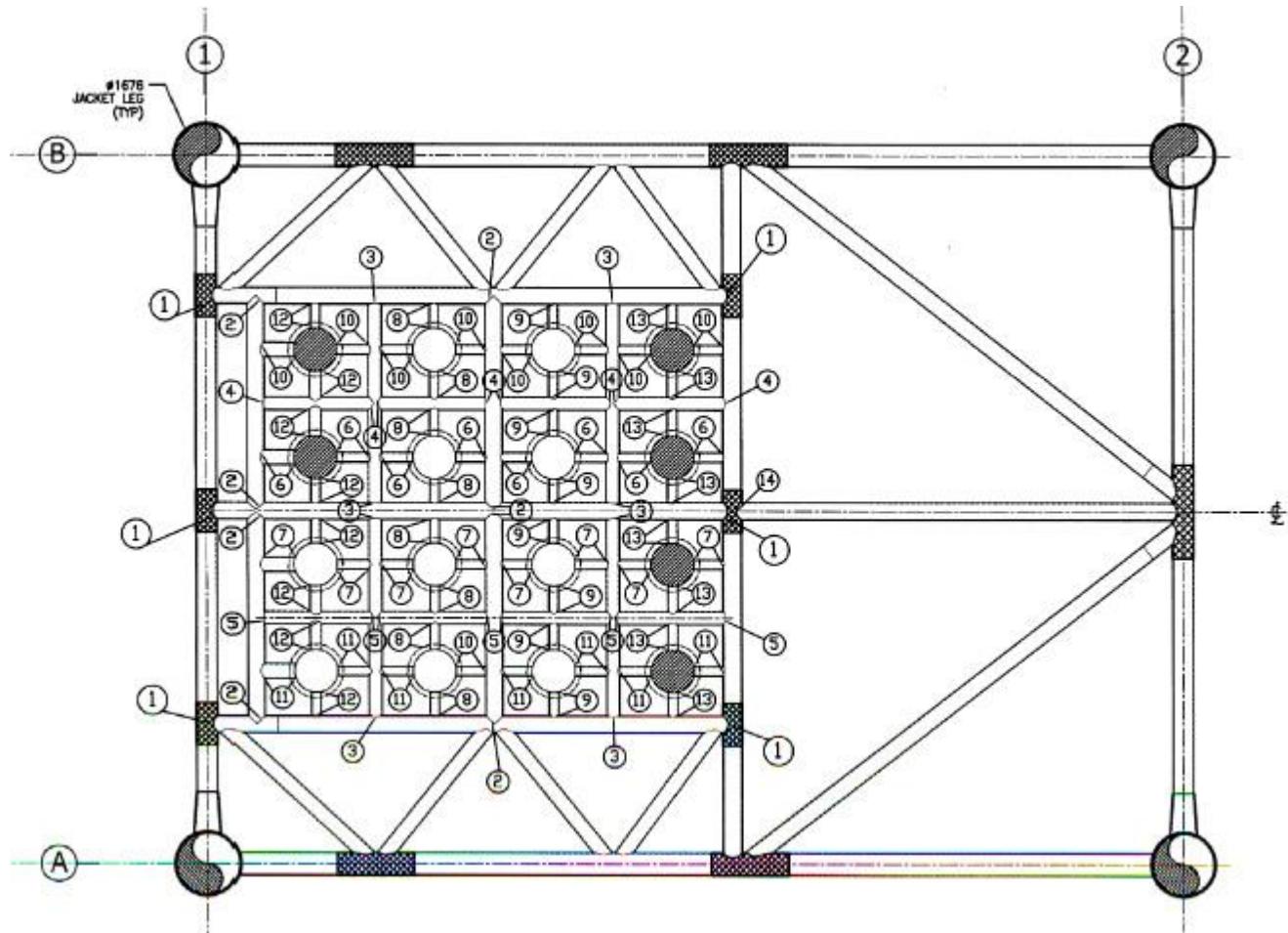
Phá bỏ đoạn có khuyết tật phải tiến hành bằng máy mài hoặc thổi sạch bằng cac bon.

Bảng 3.14 *Tiêu chuẩn chấp nhận kiểm tra ngoại dạng*

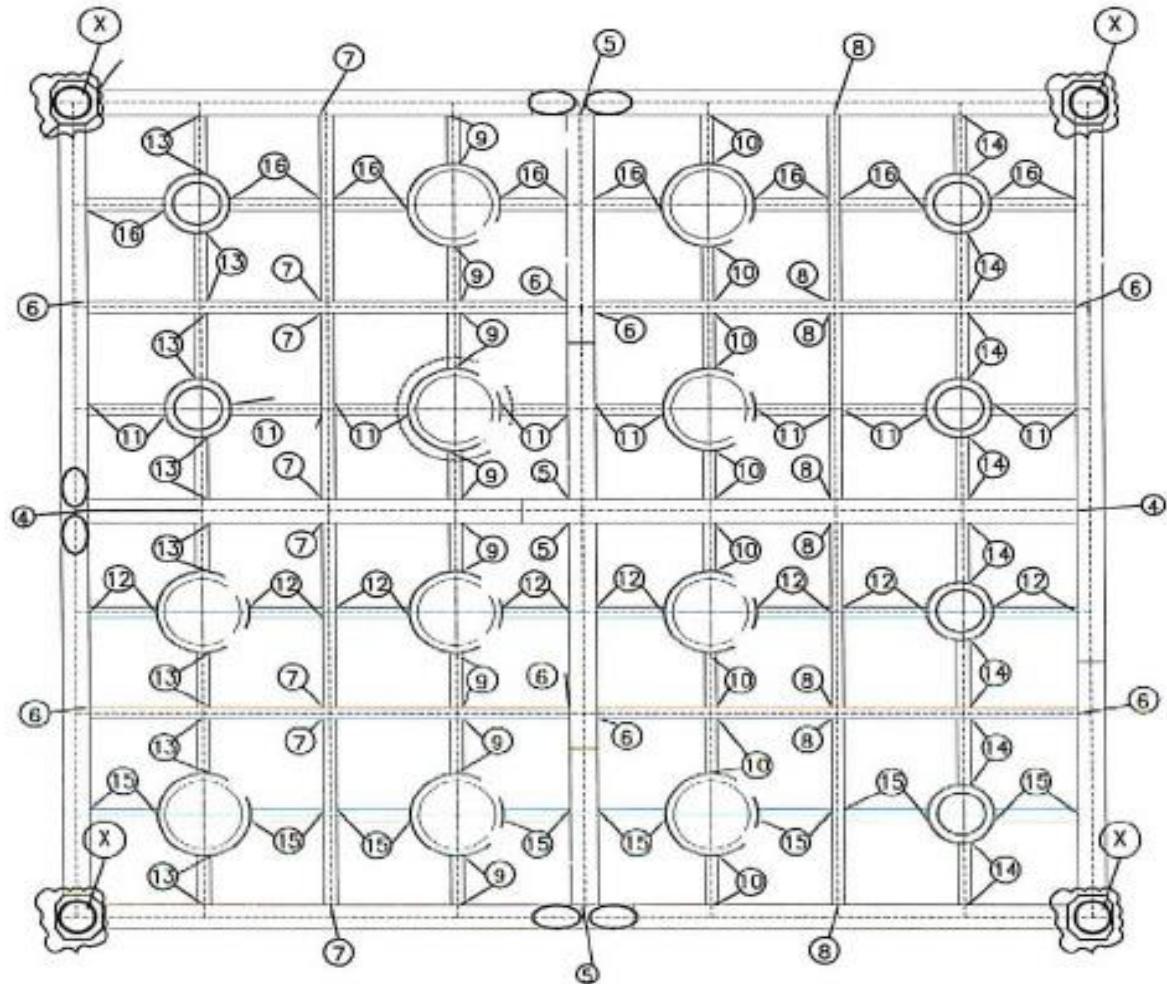
Loại khuyết tật	Tiêu chuẩn chấp nhận
Sỉ trong mối hàn	Không cho phép
Bề mặt mối hàn không đều	Không cho phép – Mài để tạo biên dạng trơn đều
Cháy cạnh	Cho phép với chiều sâu không vượt quá 0.5mm
Lõm đáy	Cho phép với chiều sâu không vượt quá 1.5mm
Lồi đáy	Lớn nhất cho phép 3mm. Các chỗ lồi cục bộ cho phép đến 5mm.
Phần tăng cường mối hàn	Phải có chuyển tiếp đều với kim loại cơ bản chiều cao lớn nhất 5mm.
Trào lớp	Không cho phép.



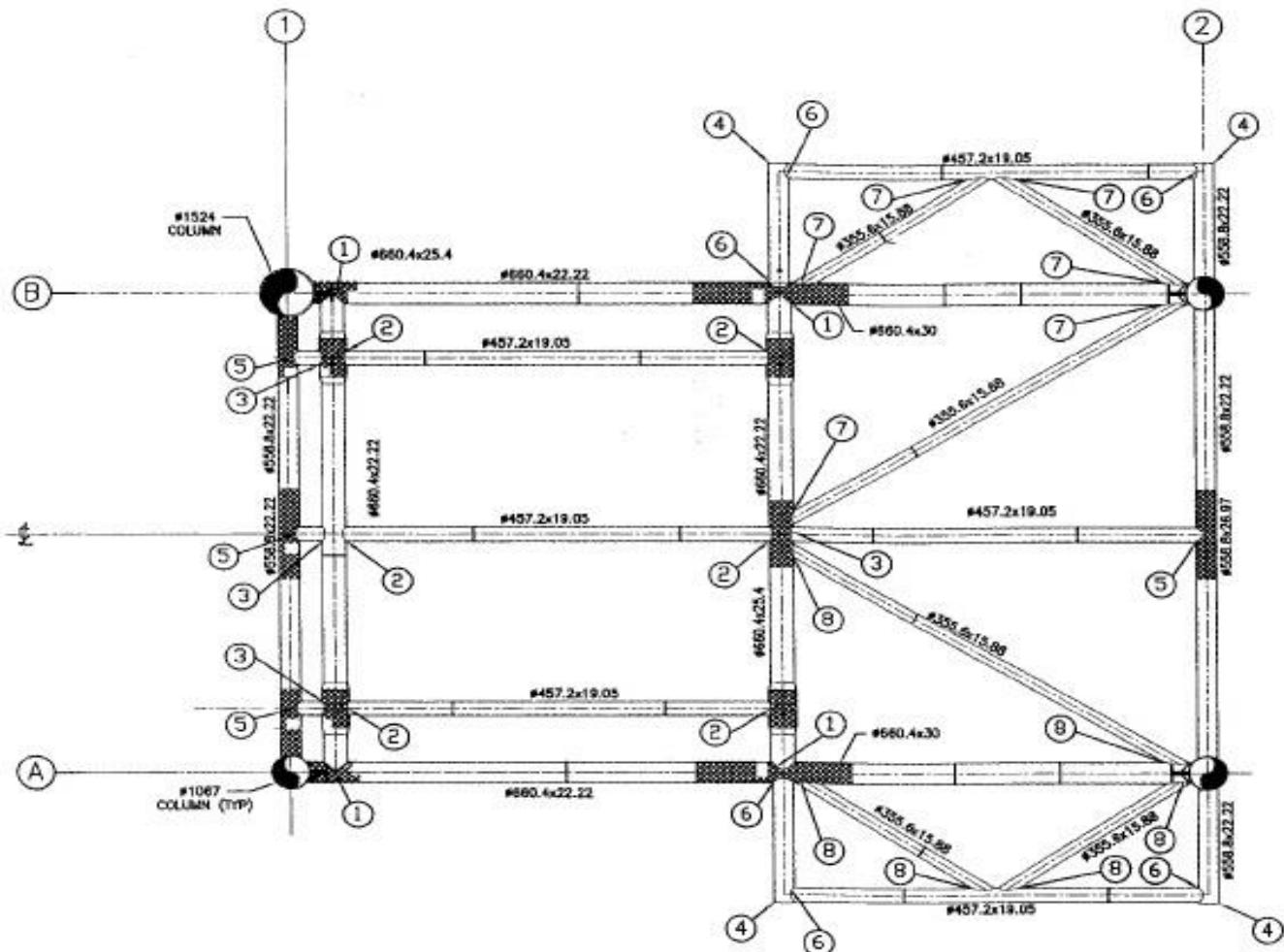
Hình 3.81



Hình 3.82



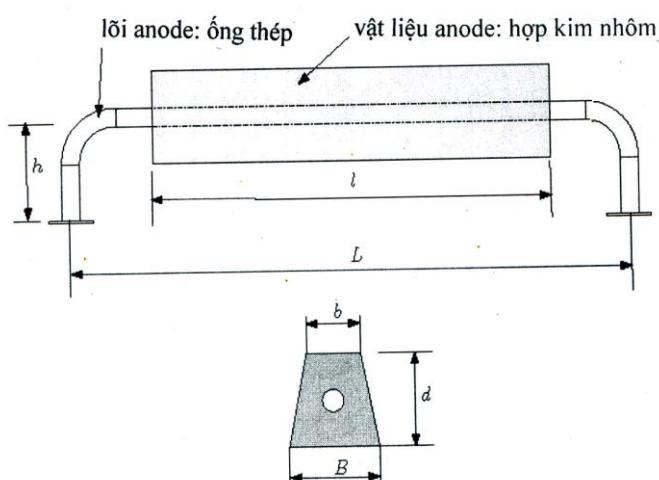
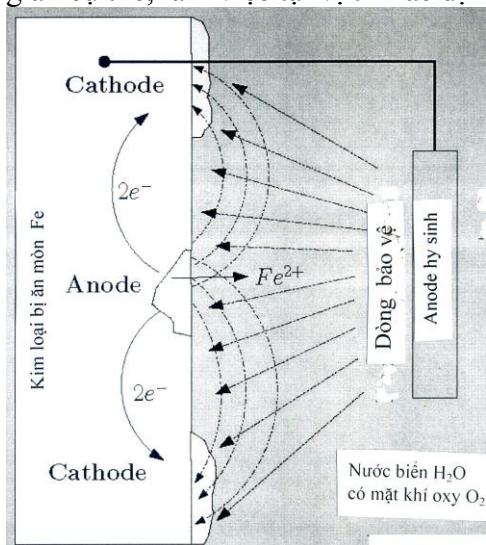
Hình 3.83



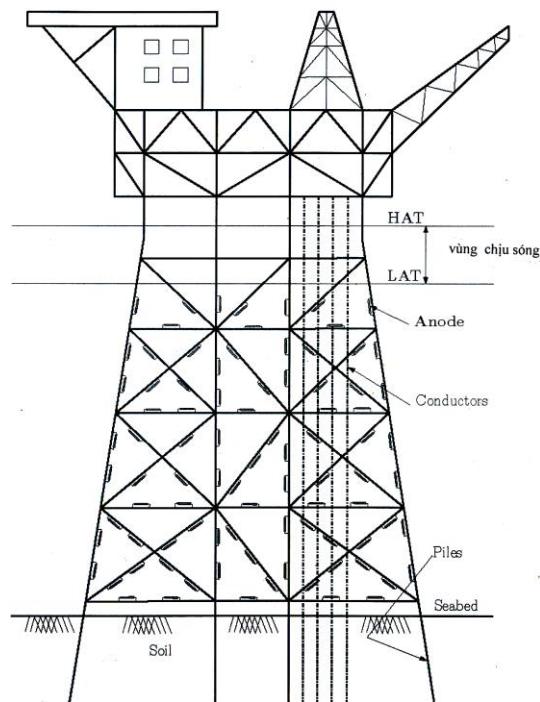
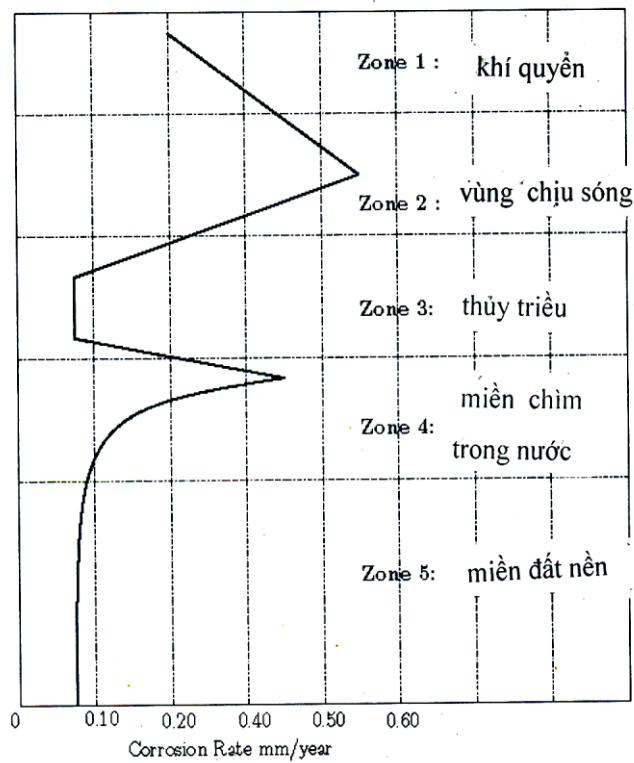
Hình 3.84

## 7 Chống ăn mòn kim loại

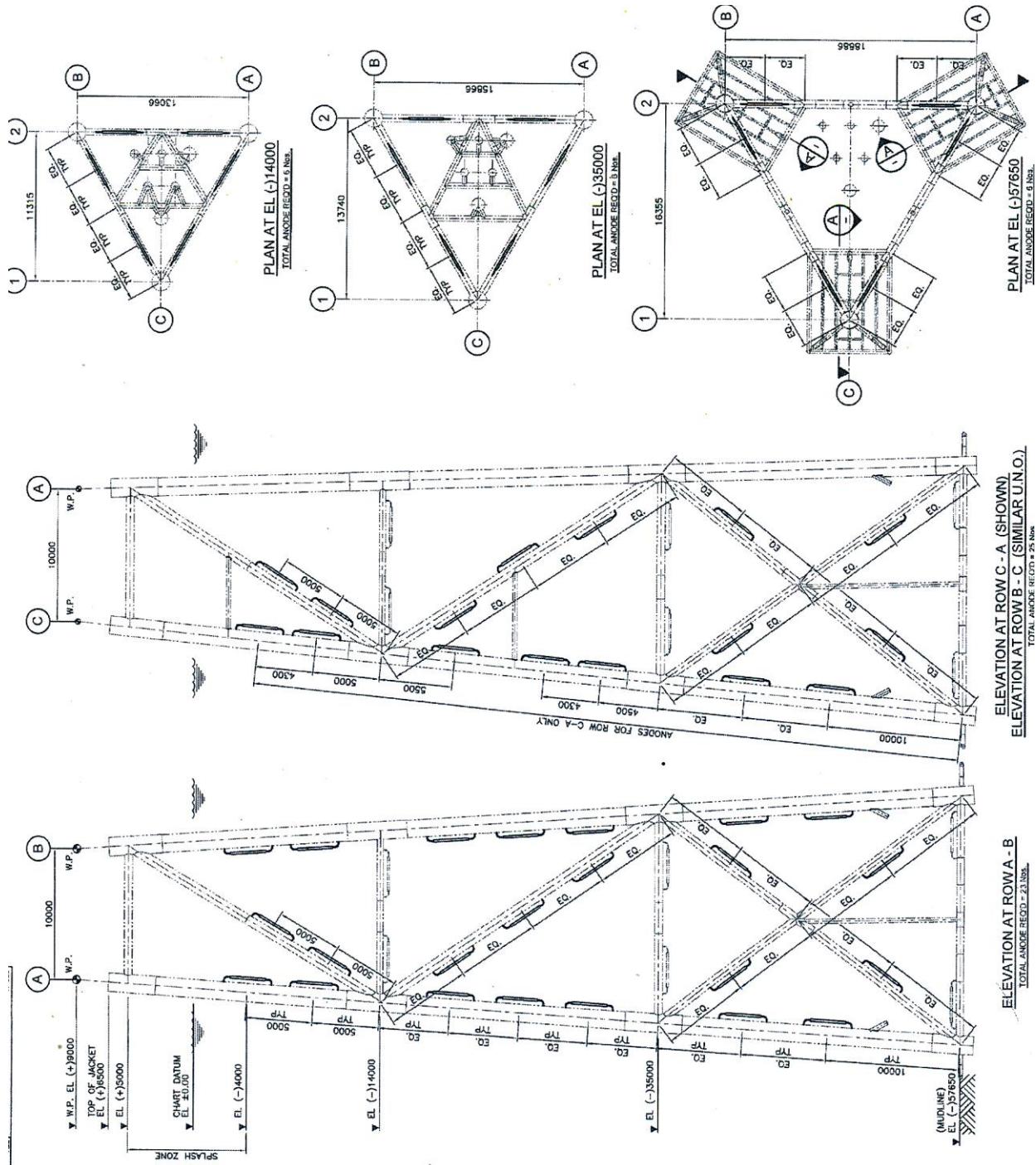
Phân bố các anode hy sinh và biện pháp gắn bền vững các cực này được phân tích, tính toán cho mỗi giàn cụ thể, làm việc tại vị trí xác định.



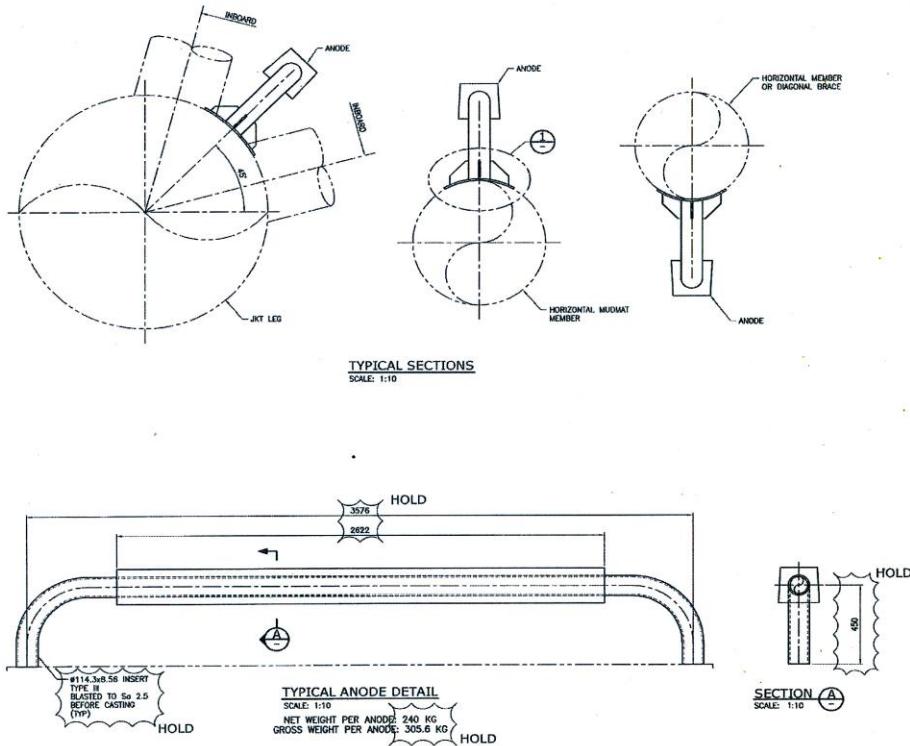
Hình 3.85 Kết cấu anode hy sinh



Hình 3.86



Hình 3.87 *Bố trí thanh chống ăn mòn kim loại*



Hình 3.88 Gắn thanh anode hy sinh trên chân đế

## 8 Qui trình sơn

Nhằm đảm bảo chất lượng công tác chống ăn mòn cho các cấu kiện kim loại trong công nghệ chế tạo giàn khoan.

Trách nhiệm.

Trưởng phân xưởng sửa chữa công trình biển có trách nhiệm tổ chức thực hiện công tác sơn chống ăn mòn công trình theo đúng qui định của qui trình này và yêu cầu kỹ thuật của khách hàng.

Trưởng phân xưởng sửa chữa công trình biển có trách nhiệm duy trì số truy tìm nguồn gốc sản phẩm trong quá trình làm sạch và sơn.

Trưởng phân xưởng sửa chữa công trình biển và Trưởng các bộ phận chế tạo các sản phẩm có trách nhiệm tổ chức, thoả thuận trình tự công việc chống ăn mòn để tránh lãng phí vật tư sơn và đảm bảo chất lượng sơn phủ.

Trưởng các bộ phận chế tạo sản phẩm có trách nhiệm vận chuyển, kê và lật theo đúng yêu cầu của qui trình này và của Phân xưởng sửa chữa công trình biển.

### Làm sạch bề mặt

Bề mặt thép phải khô, sạch. Các vết dầu mỡ phải được làm sạch bằng cách dùng dung môi lau rửa phù hợp với tiêu chuẩn ISO 8501-1:1998.

Những chi tiết ở ngoài biển hoặc được tháo dỡ từ các công trình biển về phải được rửa bằng nước ngọt sau khi đã dùng búa gõ bỏ những mảng gỉ lớn, dày.

Các mối hàn, cạnh sắt, mép cắt phải được mài tròn nhẵn. Mọi xỉ hàn, vảy hàn phải được mài sạch.

Các miệng ống của hệ thống thoát nước nói riêng, đường ống nói chung phải được che đậy, tránh hạt phun sơn vào làm tắt đường ống.

Các bảng tên, van, mặt bích, bóng đèn, máy móc phải được che đậy phù hợp tránh hạt phun làm xát, hư hỏng.

## **Làm sạch bằng hạt phun**

Các hạt phun phải khô, sạch.

Để làm sạch bề mặt kim loại có thể sử dụng các hạt sau:

+ Cát thạch anh.

+ Xỉ đồng.

+ Hạt thép loại sắt cạnh (steel grit).

+ Hạt thép tròn (steel shot).

+ Chỉ tiến hành phun làm sạch bề mặt thép khi độ ẩm không khí không vượt quá 85% và nhiệt độ bề mặt thép phải cao hơn điểm sương ít nhất 3oC.

Bề mặt thép phải được làm sạch tới độ sạch Sa phù hợp với yêu cầu thiết kế của công trình.

Độ nhấp nhô bề mặt kim loại phải phù hợp với yêu cầu thiết kế của công trình.

Sau khi phun, mọi hạt phun, bụi phải được thổi sạch bằng khí nén sạch, khô. Các vết mờ, dầu phải được lau sạch bằng dung môi.

Phần bề mặt không kịp sơn lót để qua đêm do bất kỳ lý do nào đều phải phun sạch đến độ sạch yêu cầu.

Không khí nén để phun phải sạch, khô do xưởng Cơ cấu cung cấp.

## **Làm sạch bằng dụng cụ thủ công**

Các mối hàn lắp ráp và những nơi do vị thế đặc biệt của chúng không thể phun hạt làm sạch được sẽ phải làm sạch bằng dụng cụ thủ công.

Bề mặt thép phải được làm sạch tới độ sạch St phù hợp với yêu cầu thiết kế của công trình và ISO 8501-1:1998.

## **Làm sạch bằng dung môi**

Làm sạch bằng dung môi được tiến hành trước khi phun hạt và cả trước mỗi lần sơn (nếu cần thiết) để loại bỏ hết dầu, mỡ hoặc tạp chất khác.

## **Sơn phủ**

### **Vật liệu sơn và hệ sơn**

Tất cả các thùng sơn cung cấp đều phải nguyên vẹn, chưa mờ, chưa quá hạn trong thời gian thi công, ghi rõ ngày tháng nơi sản xuất và số lô của lô hàng.

Kho chứa sơn phải khô, sạch và thông gió.

### **Điều kiện môi trường**

Không được tiến hành sơn trong những điều kiện sau:

Bề mặt ướt.

Độ ẩm không khí vượt quá 85%.

Nhiệt độ bề mặt thép cao hơn điểm sương không quá 3<sup>0</sup>C: ( $\Delta T = T_{bm} - T_{ds} < 3^0C$ )

Tbm: Nhiệt độ bề mặt thép, Tds: Nhiệt độ điểm sương.

Nhiệt độ bề mặt thép cao hơn hay thấp hơn nhiệt độ cho phép của hãng sơn.

Sơn được khuấy trộn kỹ trước, trong và sau khi pha trộn. Thùng để pha sơn phải sạch, không lẫn dầu mỡ hoặc các tạp chất.

Lớp sơn lót phải được sơn càng sớm càng tốt để tránh gỉ hay tạp chất xuất hiện trên bề mặt thép.

Phần đầu chi tiết để hàn lắp ráp không được sơn. Dùng băng keo quấn chừa lại ít nhất 50mm.

Trước mỗi lần sơn lớp sau phải dùng khí nén phổi sạch bụi, tạp chất trên bề mặt lớp sơn trước. Khoảng thời gian giữa hai lớp sơn phải tuân thủ theo chỉ dẫn của hãng sơn.

Những khu vực sơn lót, sơn mỏng đều phải sơn bô sung và để khô mới được sơn lớp phủ tiếp theo.

Các bảng tên, van, mặt bích, bóng đèn, máy/thiết bị đều phải che đậm thích đáng trước khi sơn để bụi sơn không bám lên.

Trong trường hợp thời gian sống của sơn đã bị vi phạm, lượng sơn ấy phải bỏ đi và thông rửa lại máy sơn trước khi sơn lớp sơn mới tiếp theo.

Tất cả các lớp sơn chảy, nhăn đều phải mài lại cho cho nhẵn.

Áp suất sơn phải được đặt theo chỉ dẫn của hãng sơn.

Chỗi, rulô phải có hình dạng kích thước thích hợp đảm bảo chất lượng màng sơn.

Tất cả những nơi màng sơn bị hư hỏng sau khi lắp ráp đều phải sửa chữa bằng dụng cụ thủ công đạt độ sạch St 3 rồi sơn dặm lại theo thiết kế.

Thợ sơn phải thường xuyên đo WFT mỗi khi sơn để đảm bảo DFT phù hợp với yêu cầu thiết kế.

Khu vực sơn còn ướt phải được khoanh vùng bằng dây và treo ở những nơi dễ thấy biển báo “Sơn ướt – Cấm qua lại”.

## 9 Kiểm tra độ bền kết cấu trong giai đoạn chế tạo giàn

### Phần mềm SACS

SACS viết tắt từ *Structural Analysis Computer System*, xuất phát từ *Bentley Systems, Incorporated*, là phần mềm tích hợp trên cơ sở phương pháp phần tử hữu hạn FEM, thích hợp cho phân tích kết cấu các công trình ngoài khơi. Chương trình giúp các kỹ sư trong thiết kế, chế tạo, lắp ráp khai thác, bảo dưỡng các công trình ngoài khơi. SACS được sử dụng rộng rãi, được các đăng kiểm American Bureau of Shipping, Bureau Veritas Group, Germanischer Lloyd AG, and Lloyd's Register Group công nhận.

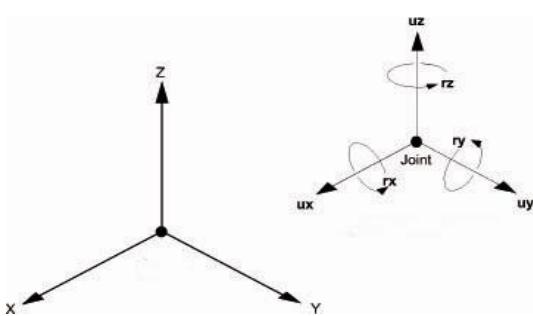
SACS gồm những mô đun giải quyết những vấn đề liên quan trực tiếp độ bền kết cấu giàn khoan ngoài khơi: phân tích phi tuyến các kết cấu phức tạp các giàn; tính toán dao động giàn do gió, dòng chảy, sóng biển, động đất; phân tích độ bền tĩnh, ảnh hưởng động đất, va đập; phân tích kết cấu bị ảnh hưởng xung vụ nổ gần, va chạm tàu vào giàn. Phần mềm có khả năng mô hình hóa kết cấu ống tạo thành chân đế, cọc nền, thượng tầng. SACS giành một phần công việc cho đánh giá mỗi giàn khoan ngoài khơi.

Những phần tử dùng trong SACS gồm phần tử BEAM mô hình các kết cấu ống, nút chữ T, mép bể, thép định hình, hộp vv... SACS sử dụng các phần tử sau: phần tử Solid và Plate, phần tử Shell 6, 8, 9 nút. Các phần tử đặc biệt của SACS: phần tử Gap, phần tử chỉ chịu nén, phần tử Whisebone thích hợp cho mô hình hóa cọc là phần tử trong lòng phần tử ống chân; phần tử chỉ chịu kéo, phần tử không mang tải cần cho tính toán chân đế, topside trường hợp load-out. Phần tử ma sát, phần tử lò xo như các phần tử biên. Phần tử “siêu phần tử” tích hợp trong chương trình giúp giải quyết những bài toán vô cùng lớn.

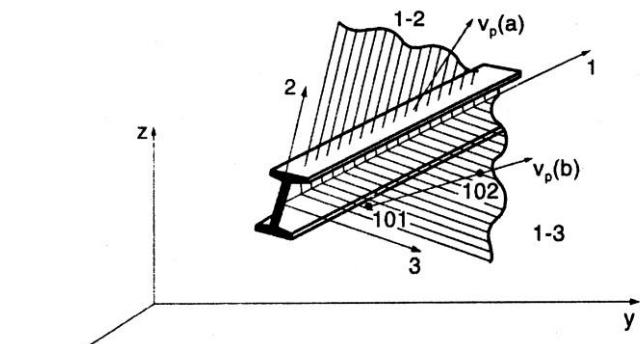
Phần lớn các phép tính bền kết cấu, mô hình hóa kết cấu và mô phỏng quá trình thi công, hạ thủy dùng trong sách này thực hiện nhờ SACS ver 5.2.

### Những phần tử dùng trong SAP<sup>1</sup>

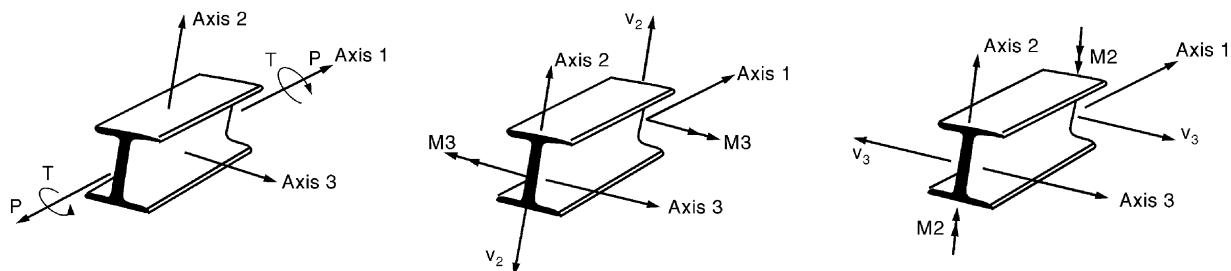
<sup>1</sup> Structural Analysis Program – SAP, sản phẩm của Computers and Structures, Inc, Berkeley, California, USA



Hình 3.89 Hệ tọa độ chung và chuyển vị nút



Hình 3.90 Tải trọng phân bố phần tử BEAM trong hệ tọa độ cục bộ (1, 2, 3)



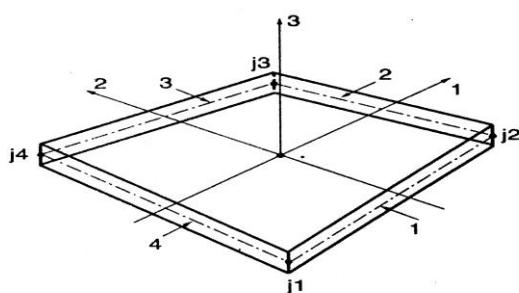
Hình 3.91 Miêu tả phần tử BEAM 3D (Frame/Cable) trong SAP

Trong phần mềm SAP sử dụng những phần tử:

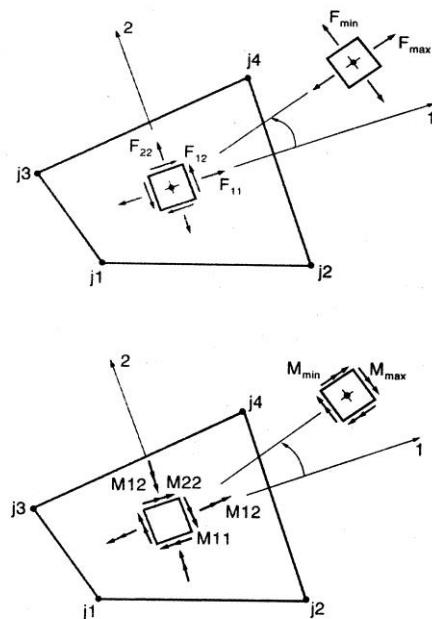
#### Phần tử BEAM 3D (Frame/Cable)

Phần tử **SHELL**, **Plane** - tương đương phần tử Membrane; **Asolid** - phần tử phẳng dùng mô hình trong vật thể tròn xoay; **Solid** – phần tử 3D dạng “viên gạch” 8 nút.

**Link/Support** – phần tử biên dạng lò xo độ cứng hữu hạn.



Hình 3.92 Phân tử SHELL trong SAP  
Chữ số cùng mũi tên chỉ mặt phân tử. Mặt số 5 nằm trên, mặt số 6 nằm dưới.



Hình 3.93 Output từ phân tử SHELL của SAP

Phần mềm SAP2000 với phần tử Frame/Cable dùng phô biến phân tích kết cấu chân đế, topside giai đoạn sản xuất như công đoạn roll-up, cầu nâng khung, mặt, chân, tựa trên các gối kê vv... Phần mềm này hữu dụng cho các bài toán load-out, phân tích giàn ngoài khơi in-place vv...

### Kiểm tra roll-up

Kiểm tra sức nâng và độ vuông cần cầu

Kiểm tra độ bền cục bộ chân đế chịu cầu tại vị trí đặt mốc cầu.

Kiểm tra gối đỡ

## Quay lật panel

### Chọn cầu quay lật, cầu panel và mặt ngang

Trước khi chọn cầu tiến hành xác định vị trí mốc cáp, chiều dài các cáp. Vị trí mốc cáp phải thoả mãn điều kiện trọng tâm kết cấu cần nâng nằm giữa hai vị trí mốc cáp. Cao trình của mốc cầu xác định tại vị trí này. Với chân đế đang xem xét các cầu kiện có đặc tính sau:

Bảng 3.15

Cầu kiện	Trọng lượng (T)	Chiều dài (m)	Chiều rộng (m)
Panel A	206,03	54,468	28,448
Panel B	198,49	54,468	28,448
Mặt ngang D1	34,69	20,4	14,64
Mặt ngang D2	39,92	22,725	18,36
Mặt ngang D3	41,6	25,05	22,08
Mặt ngang D4	48,84	26,9	25,04

Có thể chọn cầu đang có tại nhà máy cho các quá trình thi công.

Bảng 3.16

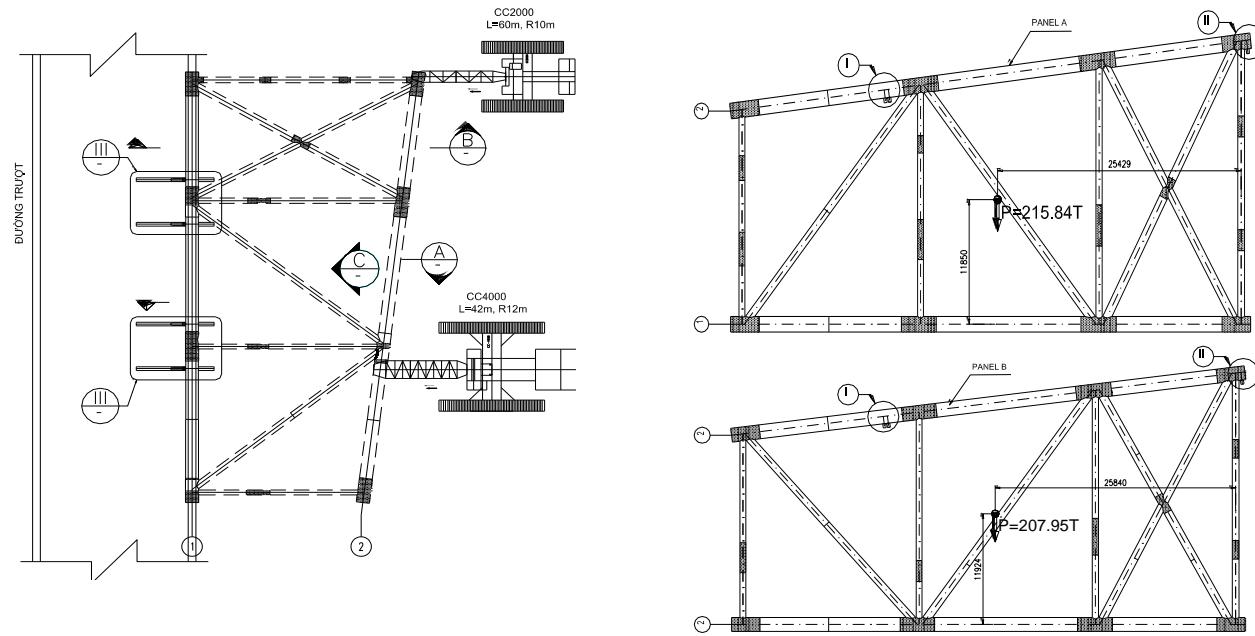
Tên công việc	Loại cầu	Chiều dài cần (m)	Tầm với (m)	Sức nâng lớn nhất (T)	Chiều cao nâng Max (m)
Quay lật panel A	CC2000	60	10	89,25	55,5
	CC4000	42	12	225	37,5
Quay lật panel B	CC2000	60	10	89,25	55,5
	CC4000	42	12	225	37,5
Cầu mặt ngang D1	CC2000	60	10	89,25	55,5
Cầu mặt ngang D2	CC2000	60	10	89,25	55,5
Cầu mặt ngang D3	CC2000	60	10	89,25	55,5
Cầu mặt ngang D4	CC2000	60	10	89,25	55,5

### Tính toán lực nâng lên mốc cầu khi cầu panel và mặt ngang

Khi quay lật panel với hai vị trí mốc cầu đã chọn tải trọng tác dụng lên hai mốc cầu lớn nhất khi hai cầu di chuyển panel về vị trí lắp ráp chân đế. Lực nâng ở hai vị trí mốc cầu nhỏ nhất cho panel ở vị trí nằm ngang, dây cáp cầu (sling) vừa căng, hai mốc cầu bắt đầu nhắc panel lên khỏi gối đỡ.

Tính toán chọn cáp móc cầu cho quá trình quay lật panel và di chuyển panel về vị trí thẳng đứng đòi hỏi tính lực nâng của móc cầu ở vị trí lực nâng lớn nhất.

Dùng phần mềm SAP2000 để xác định lực tác dụng lên hai móc cầu.



Hình 3.94 *bố trí cầu quay lật panel*

### **Chọn cáp cho quá trình quay lật và di chuyển panel**

$$\text{Công thức xác định tải: } T = n \times P \leq [T]$$

trong đó: n - hệ số an toàn, nhận lớn hơn hoặc bằng 6, P - khối lượng của vật cần nâng, T, [T] - lực kéo đứt nhỏ nhất của cáp.

Các loại cáp sử dụng như sau:

Bảng 3.17

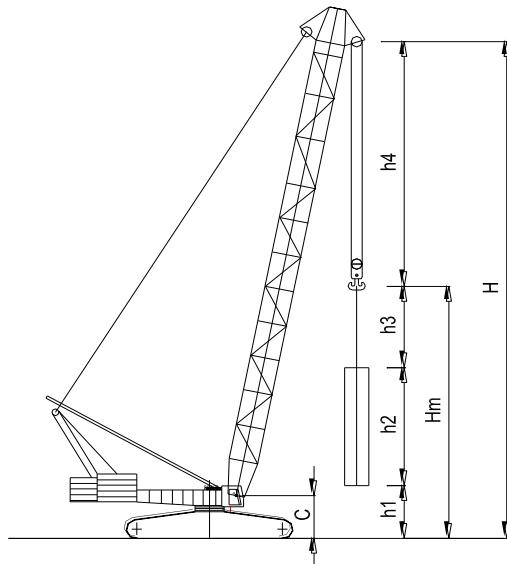
Tên	P	n	T	Cáp chọn	[T]
	Tấn		Tấn	Đường kính(mm)	(Tấn)
Cáp CC2000 cầu PA	69,34	6	416,04	84	513
Cáp CC4000 cầu PA	136,69	6	820,14	114	945
Cáp CC2000 cầu PB	76,5	6	459	84	513
Cáp CC4000 cầu PB	122	6	732	114	945
Cáp cầu D1	34,69	6	208,14	50	137
Cáp cầu D2	39,92	6	239,52	50	137
Cáp cầu D3	41,6	6	249,6	50	137
Cáp cầu D4	48,84	6	293,04	50	137

### **Kiểm tra sức nâng của cầu**

Sức nâng của cầu tại nhà máy.

Bảng 3.18

Tên	Tải trọng nâng	Sức nâng lớn nhất
	(T)	(T)
CC2000 cẩu PA	72,9	89,25
CC4000 cẩu PA	142,9	225
CC2000 cẩu PB	80,5	89,25
CC4000 cẩu PB	127,5	225
CC2000 Cầu D1	39,9	89,25
CC2000 Cầu D2	39,92	89,25
CC2000 Cầu D3	41,6	89,25
CC2000 Cầu D4	48,85	89,25



Hình 3.95 Sơ đồ tính toán chiều cao nâng móc cẩu

### Kiểm tra chiều cao cẩu (chiều dài tay càn)

Tùy bán kính cẩu và chiều dài cần cẩu chọn trước, tra bảng thông số của cẩu nhận chiều cao nâng vật lớn nhất. Trong quá trình dịch chuyển panel và các mặt ngang về vị trí lắp ráp, cần thiết nâng panel và mặt ngang lên mức mà điểm thấp nhất cao hơn mặt gối đỡ khoảng 1,5 đến 2m, cao hơn mặt đất khoảng 3m. Chiều cao móc cẩu tính ở vị trí này so với chiều cao nâng móc lớn nhất, hình .

$$H = h_1 + h_2 + h_3 + h_4$$

trong đó:  $h_1$ : là chiều cao nâng vật lên cao hơn cao trình mặt bãi lắp ráp,  $h_2$  là chiều cao của cẩu kiện tại điểm móc cáp,  $h_3$  là chiều cao tối thiểu an toàn cho móc cẩu,  $h_4$  là chiều dài đoạn cáp.  $H_m$  là chiều cao nâng móc,  $H$  là chiều cao từ vị trí cầu đứng đến puli đầu cần.

Công thức kiểm tra:  $H_m \leq H_{max}$ , trong đó  $H_{max}$  là chiều cao nâng móc lớn nhất của cẩu.

Kết quả kiểm tra trong ví dụ này.

Bảng 3.19

Tên	H <sub>m</sub>	H <sub>max</sub>
	(m)	(m)
CC2000 cẩu PA	36,2	55,5
CC4000 cẩu PB	31,8	37,5
CC2000 cẩu PB	36,2	55,5
CC4000 cẩu PB	31,8	37,5
CC2000 Cầu D1	35,1	55,5
CC2000 Cầu D2	35,7	55,5
CC2000 Cầu D3	36,9	55,5
CC2000 Cầu D4	39,4	55,5

### Kiểm tra bền cho các thanh khi quay lật, cẩu panel và mặt ngang

Trong quá trình quay lật và di chuyển panel về vị trí lắp dựng, cẩu lắp dựng các mặt ngang toàn bộ panel được treo trên hai vị trí móc cáp, cần thiết kiểm tra ứng suất của các thanh panel, mặt ngang.

Kiểm tra 2 trường hợp : khi cầu di chuyển panel về vị trí lắp ráp chân đế và khi bắt đầu cầu quay lật.  
 Kiểm tra ứng suất xuất hiện trong các phần tử thanh theo tiêu chuẩn API-RP 2A-WSD2000.

Ứng suất cho phép của thanh trụ tròn chịu kéo được xác định :  $F_t = 0.6F_y$

trong đó:  $F_t$ , là ứng suất kéo cho phép,  $F_y$  là ứng suất chảy vật liệu.

Ứng suất cho phép thanh trụ tròn chịu nén xác định như sau:

*Ứng suất cho phép ổn định tổng thể của thanh.*

Với thanh có tỷ số  $D/t < 60$ , ứng suất cho phép tính theo biểu thức:

$$F_a = \frac{\left[1 - \frac{(Kl/r)^2}{2C^2}\right]F_y}{\frac{5}{3} + \frac{3(Kl/r)}{8C_c} - \frac{(Kl/r)^3}{8C_c^3}}, \text{ với } Kl/r < C_c$$

$$F_a = \frac{12\pi^2 E}{23(Kl/r)^2}, \text{ với } Kl/r > C_c$$

trong đó  $C_c = \left[\frac{12\pi^2 E}{F_y}\right]^{\frac{1}{2}}$ ,  $E$  – mô đun đàn hồi của vật liệu (MPa),  $K$  - hệ số chiều dài tính toán của thanh,  $l$  - là chiều dài thanh,  $r$  - bán kính quán tính tiết diện thanh.

Với thanh có tỷ số  $D/t > 60$ , khả năng mất ổn định cục bộ lớn hơn mất ổn định tổng thể, trong công thức trên  $F_y$  sẽ thay bằng  $\min(F_{xe}, F_{xc})$  là các ứng suất cho phép mất ổn định cục bộ trong và ngoài miền đàn hồi.

*Ứng suất cho phép ổn định cục bộ*

Mất ổn định cục bộ trong miền đàn hồi:  $F_{xe} = \frac{2CEt}{D}$ , với  $C=0.6$  là hệ số mất ổn định.

$D, t$  - đường kính ngoài và chiều dày của ống (m)

Mất ổn định cục bộ ngoài miền đàn hồi :  $F_{xc} \leq F_y [1164 - 0.23(D/t)^{1/4}] \leq F_{xe}$

*Ứng suất cho phép của thanh trụ tròn chịu uốn.*

Trường hợp  $\frac{D}{t} \leq \frac{10.34}{F_y}$   $F_b = 0.75.F_y$

Trường hợp  $\frac{10.34}{F_y} < \frac{D}{t} \leq \frac{20.68}{F_y}$   $F_b = \left[0.84 - 1.74 \frac{F_y \cdot D}{E \cdot t}\right] \cdot F_y$

Trường hợp  $\frac{20.68}{F_y} < \frac{D}{t} \leq 300$   $F_b = \left[0.72 - 0.58 \cdot \frac{F_y \cdot D}{E \cdot t}\right] \cdot F_y$

trong đó:  $D$  - đường kính ngoài của thanh (m),  $F_b$  - ứng suất cho phép (MPa),  $t$  - chiều dày thanh (m),  $E$  - mô đun đàn hồi vật liệu,  $F_y$  - cường độ chảy của vật liệu (MPa).

Ứng suất cho phép thanh trụ tròn chịu cắt:  $F_v = \frac{V}{0.5A}$  (MPa), với  $A$  - diện tích mặt cắt ngang của ống ( $m^2$ ),  $V$ : - lực cắt (MN)

Ứng suất cho phép chịu cắt:  $F_v = 0.4F_y$

Ứng suất do momen xoắn  $M_t$ :  $F_{vt} = \frac{M_t(D/2)}{I_p}$  (MPa), với  $I_p$  - momen quán tính chống xoắn ( $m^4$ ),  $M_t$  - momen xoắn (MN-m).

Ứng suất phát sinh do kéo + nén:  $f_a = \frac{P}{A}$  (MPa)

trong đó:  $P$  - lực dọc phát sinh trên thanh, (MN),  $A$  - diện tích mặt cắt ngang thanh ( $m^2$ ).

Ứng suất phát sinh do uốn thanh:  $f_b = \frac{M}{W}$  (MPa)

trong đó:  $M$  - momen uốn phát sinh trên thanh (MNm),  $W$  - mô đun chống uốn ( $m^3$ ).

### Kiểm tra thanh chịu nén + uốn

Tất cả các điểm trên phần tử phải thoả mãn hai điều kiện sau:

$$\frac{f_a}{F_a} + \frac{Cm\sqrt{f_{bx}^2 + f_{by}^2}}{\left(1 - \frac{f_a}{F_y}\right)F_b} \leq 1.0 \quad \frac{f_a}{0.6F_a} + \frac{\sqrt{f_{bx}^2 + f_{by}^2}}{F_b} \leq 1.0$$

Nếu  $\frac{f_a}{F_a} \leq 0.15$  sử dụng công thức kiểm tra:  $\frac{f_a}{F_a} + \frac{\sqrt{f_{bx}^2 + f_{by}^2}}{F_b} \leq 1.0$

Hệ số  $Cm$  được lấy như sau:

- 0.85
- $0.6 - 0.4\left(\frac{M_1}{M_2}\right)$  nhưng không nhỏ hơn 4, không lớn hơn 0.85
- $1 - 0.4\left(\frac{f_a}{F_e}\right)$ , hoặc 0.85 lấy giá trị nhỏ hơn.

### Kiểm tra thanh chịu kéo + uốn

Với các thanh chịu kéo + uốn thì phải thoả mãn phương trình sau:

$$\frac{f_a}{0.6F_a} + \frac{\sqrt{f_{bx}^2 + f_{by}^2}}{F_b} \leq 1.0$$

### Kiểm tra thanh chịu cắt

Điều kiện chịu cắt phải thoả mãn công thức sau:

$$f_v = \frac{V}{0.5 \cdot A} \leq F_v = 0.4F_y$$

### Tính toán kiểm tra cho các thanh

Sơ đồ kết cấu: hệ panel là hệ không gian.

Tại điểm móc cáp coi như liên kết gối

Sơ đồ tải trọng: tải trọng tác dụng lên kết cấu gồm tải trọng bản thân phân bố trên các thanh.

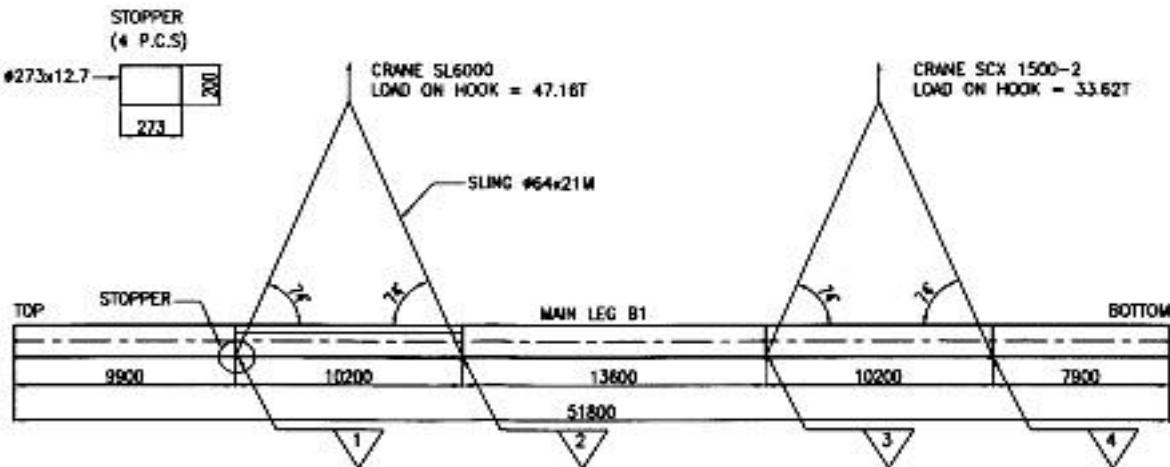
Điều kiện bền các thanh: các hệ số kiểm tra  $\leq 1$ .

## Tính toán bền cho các thanh trong cấu kiện

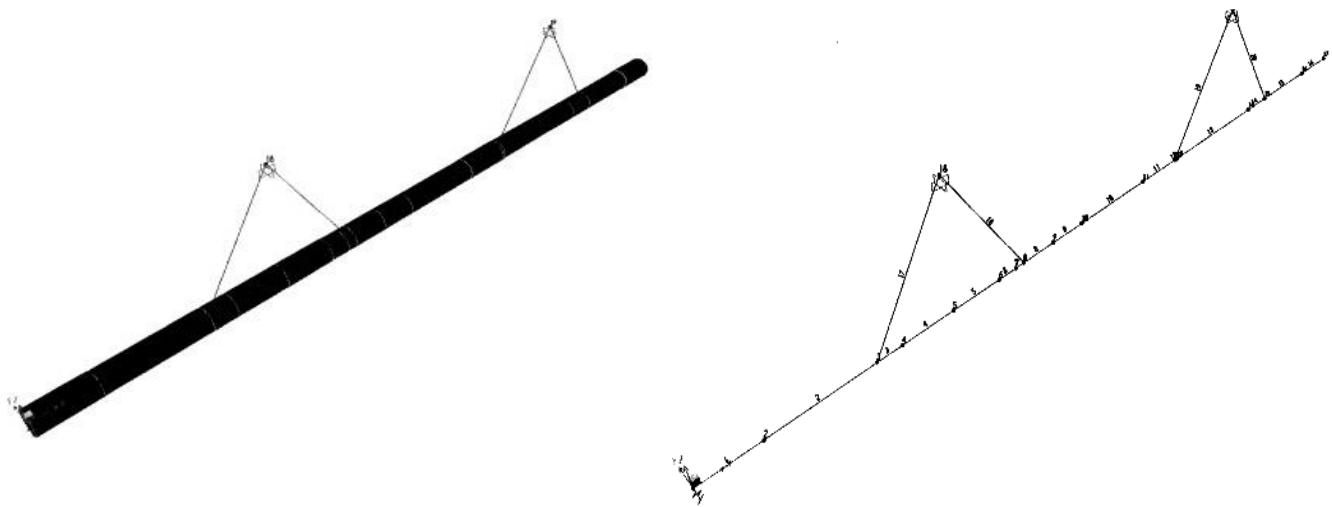
Phần mềm SAP2000 thích hợp kiểm tra bền các thanh trong cấu kiện.

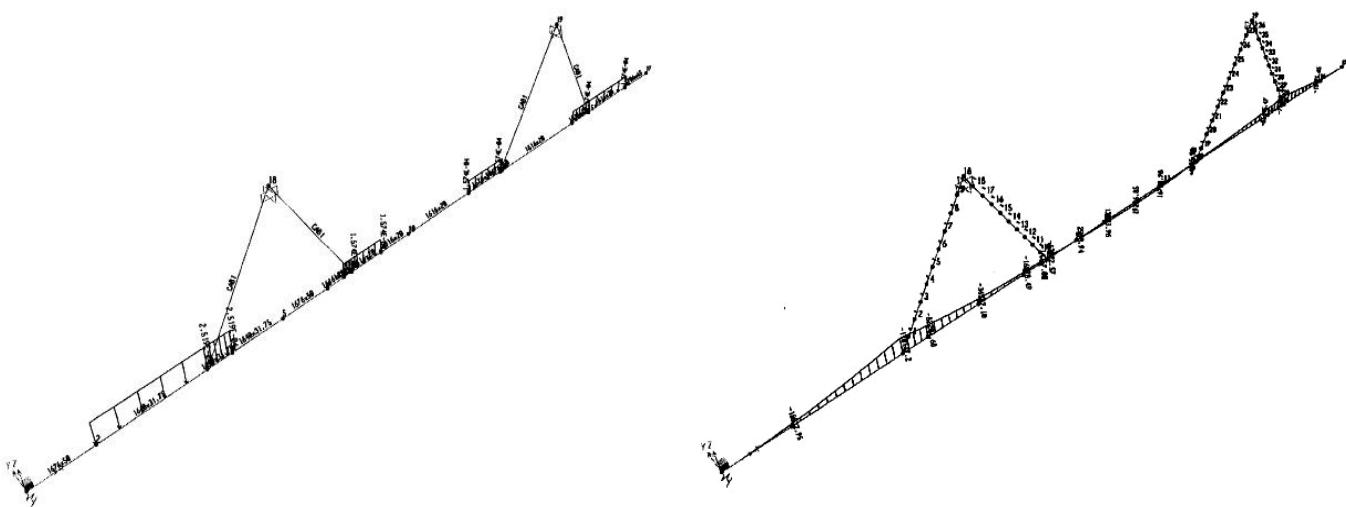
### Kiểm tra độ bền kết cấu mỗi chân thuộc chân đế

Sử dụng phần mềm SAP hoặc SACS kiểm tra các chân, hình 3.96



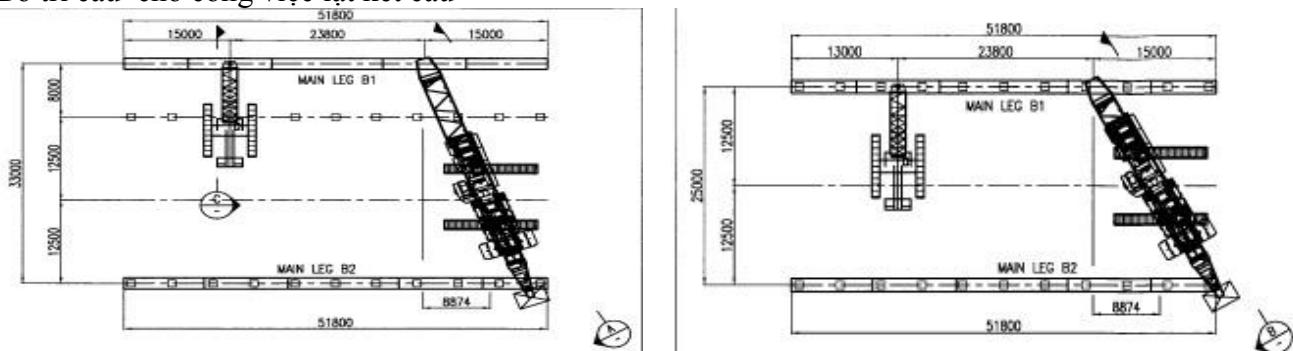
Hình 3.96 Cấu một chân thuộc kết cấu chân đế



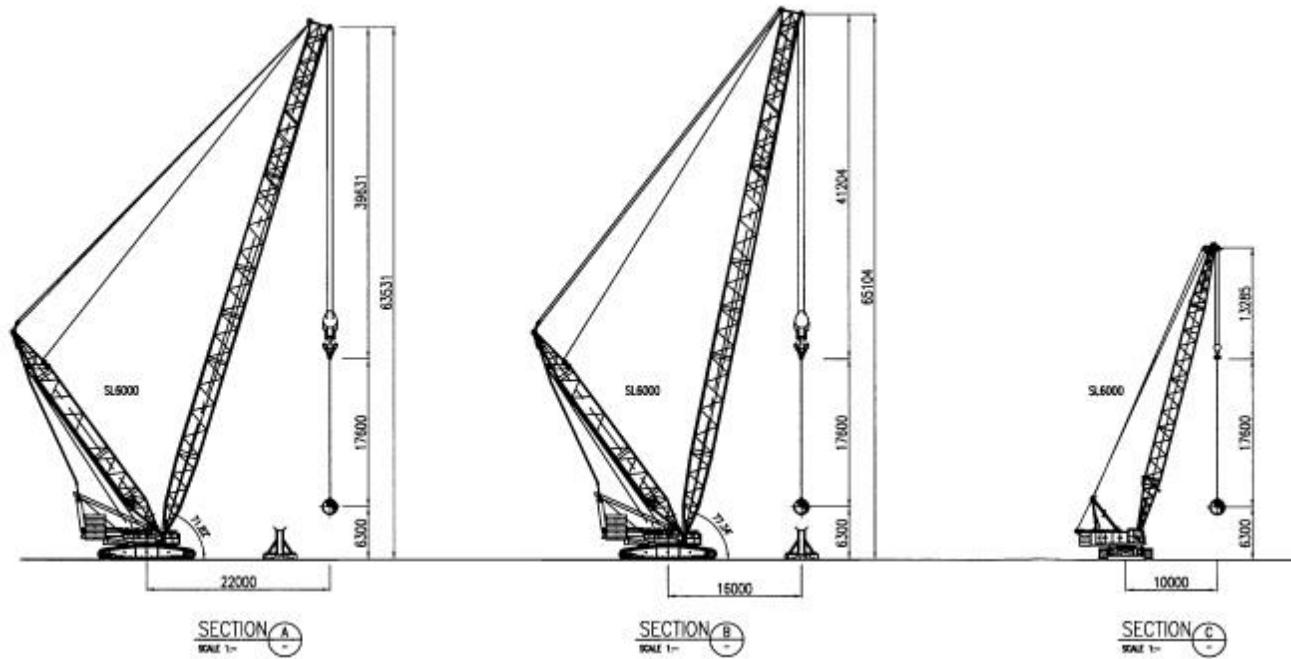


Hình 3.97 Mô hình tính (dòng trên), kết quả tính (dòng dưới)

#### Bố trí cầu cho công việc lật kết cầu

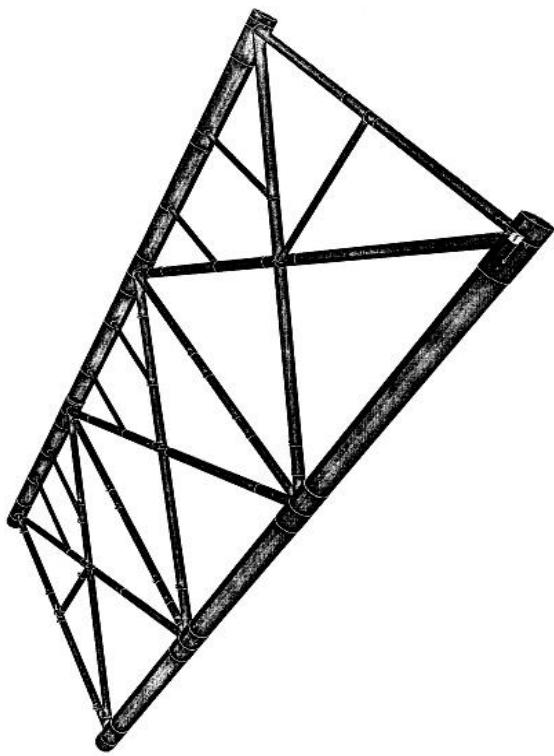


Hình 3.98

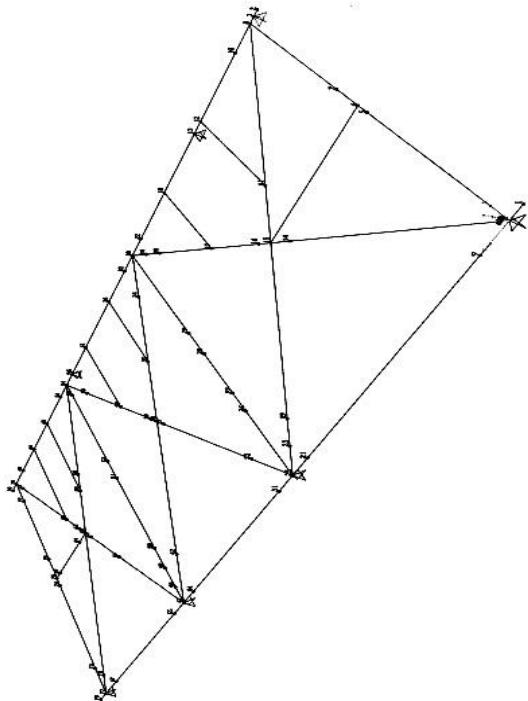


Hình 3.99 Bố trí các cầu khi lật (roll-up)

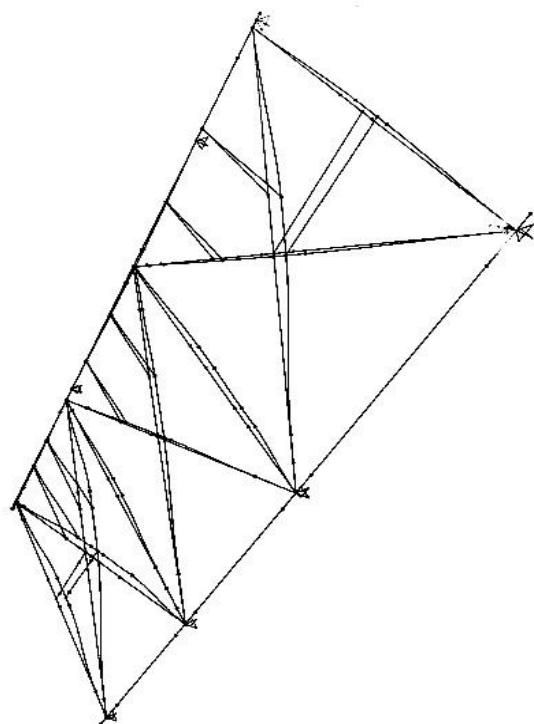
SAP2000



SAP2000



SAP2000



SAP2000

Trạng thái nghiêng  $60^\circ$

Trạng thái nghiêng  $0^\circ$   
Hình 3.100 Kết quả tính

Kiểm tra khả năng chịu tải lúc nâng  
Đối tượng kiểm tra: main deck giàn H04

Sử dụng 4 dây sling sau khi nâng: 22mØ64mm;  
Áp dụng SAP2000 tính độ bền kết cấu boong khi nâng.  
Công thức tính

Trọng lượng thô GW = trọng lượng tính toán x CF

Trọng lượng cần nâng LW = GW x DAF

Trong đó: CF – contingency factor, nhận bằng 1,05;

DAF – dynamic amplification factor, tính bằng 1,15

Trọng lượng tính toán P = 55,98 T.

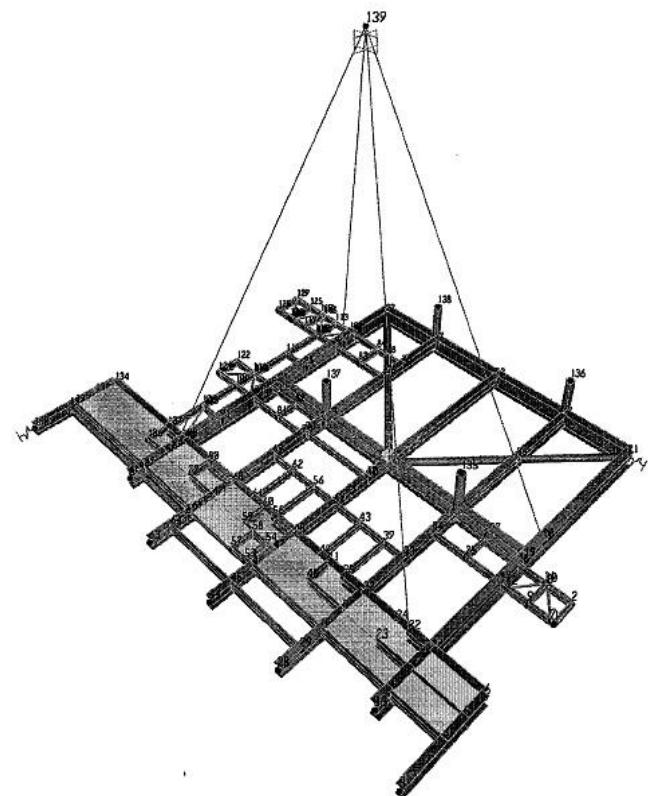
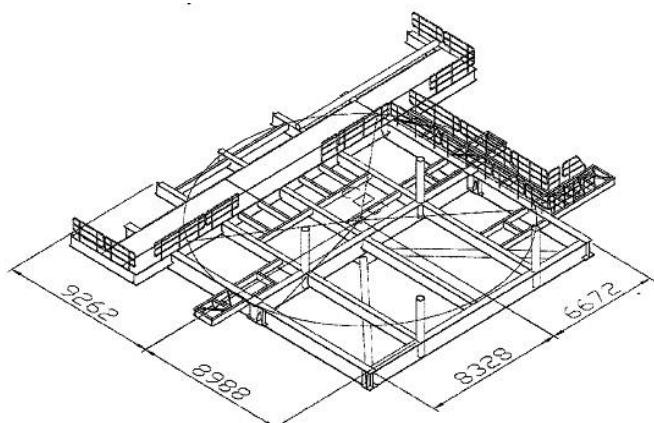
Lực nâng:  $55,98 \times 1,05 \times 1,15 = 67,59$  T.

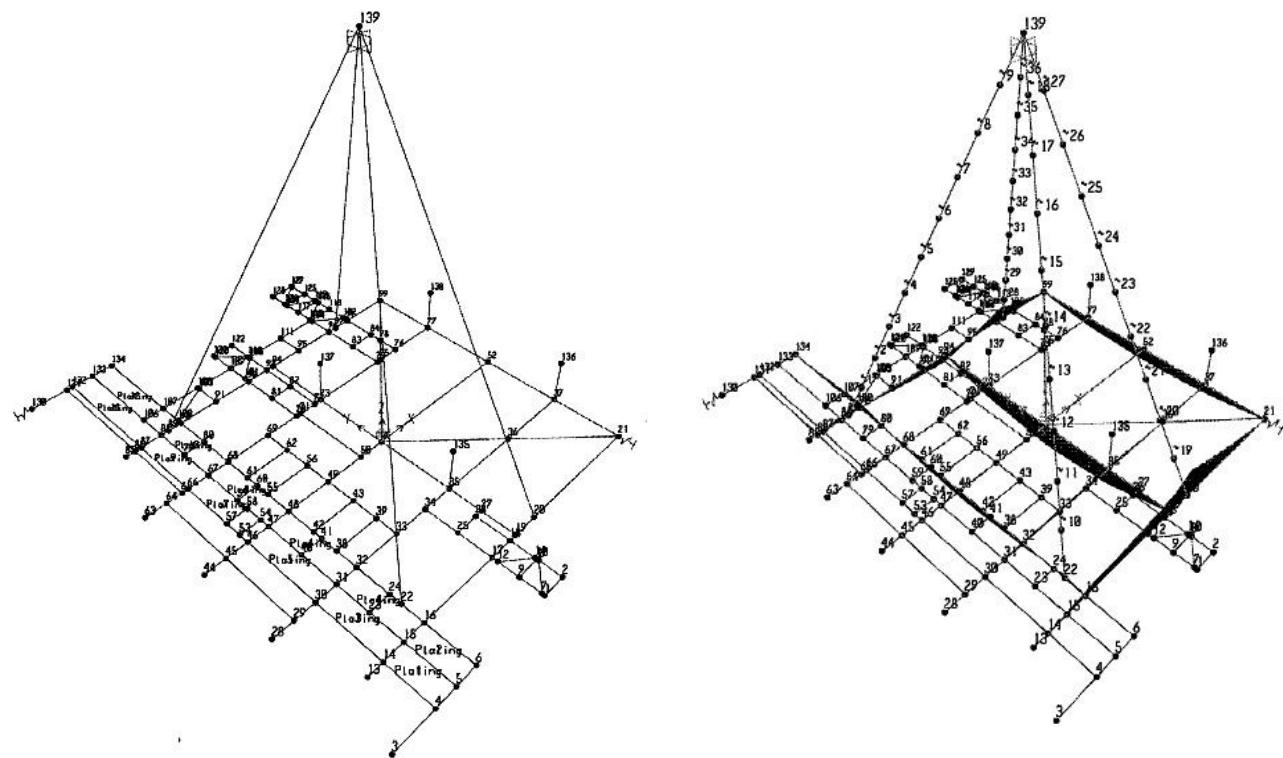
Trọng tâm:

Tải tại dây sling

(tải hướng đứng + trọng lượng dây sling)

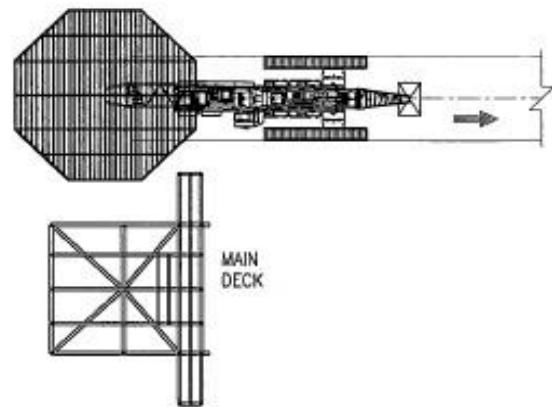
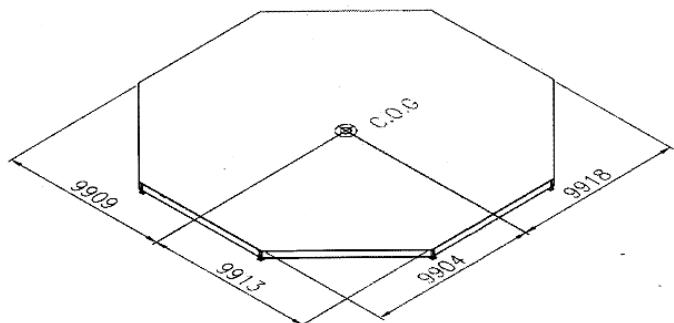
$$\text{Tải dây sling} = \frac{\text{tải hướng đứng} + \text{trọng lượng dây sling}}{\sin(\theta)}$$



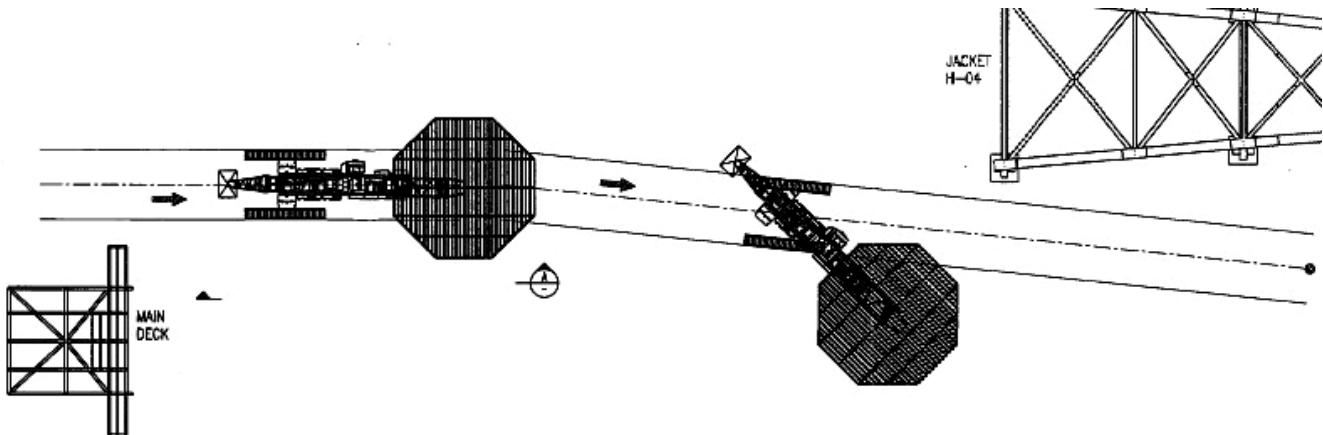


Hình 3.101

### Tính độ bền kết cấu sân bay trực thăng lúc cất

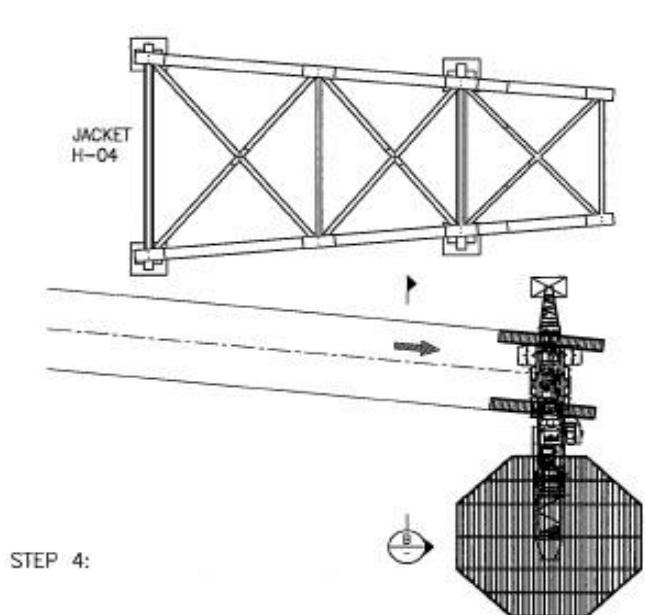


**STEP 1:**

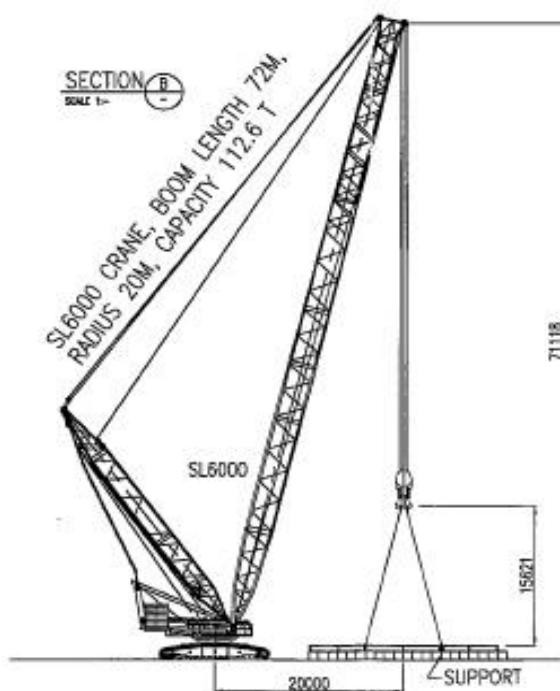


STEP 2:

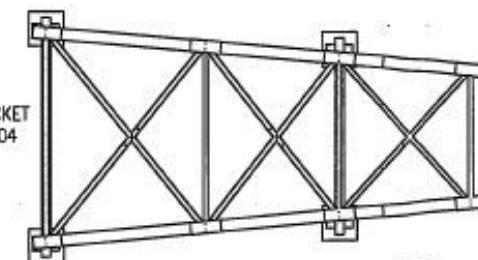
STEP 3:



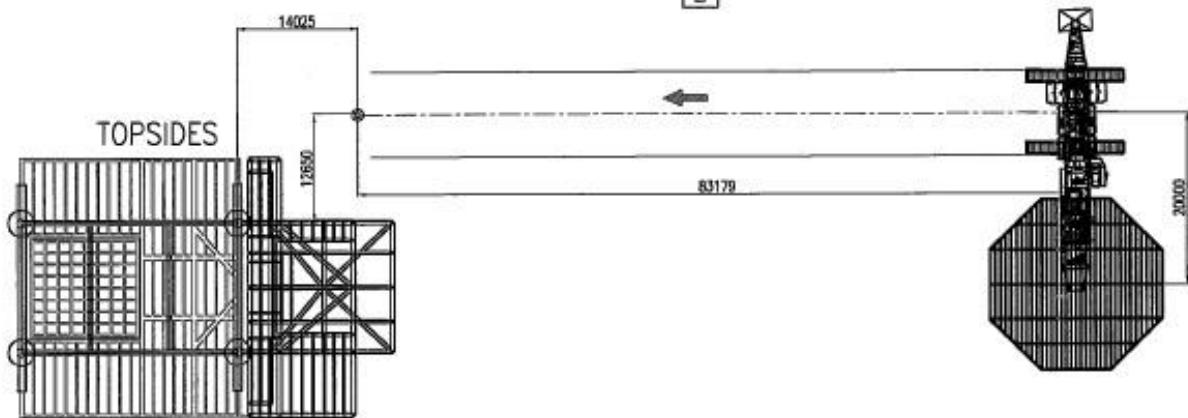
STEP 4:



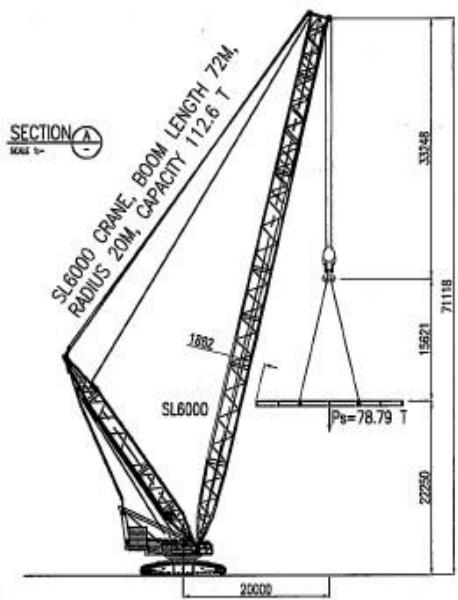
STEP 5:



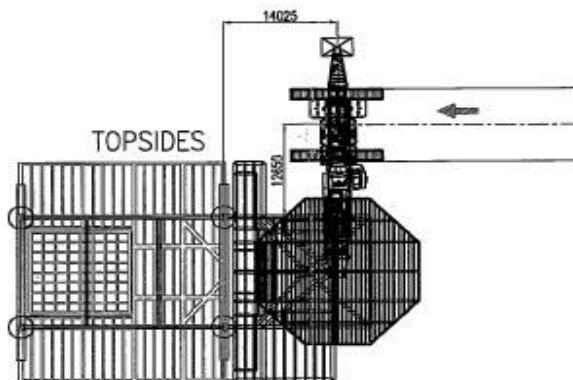
STEP 6:



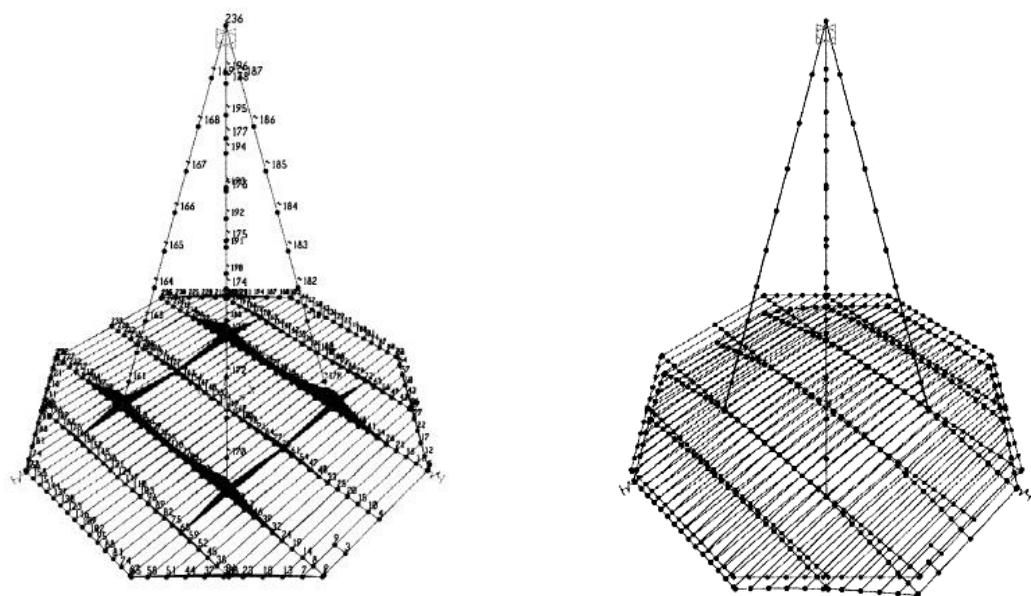
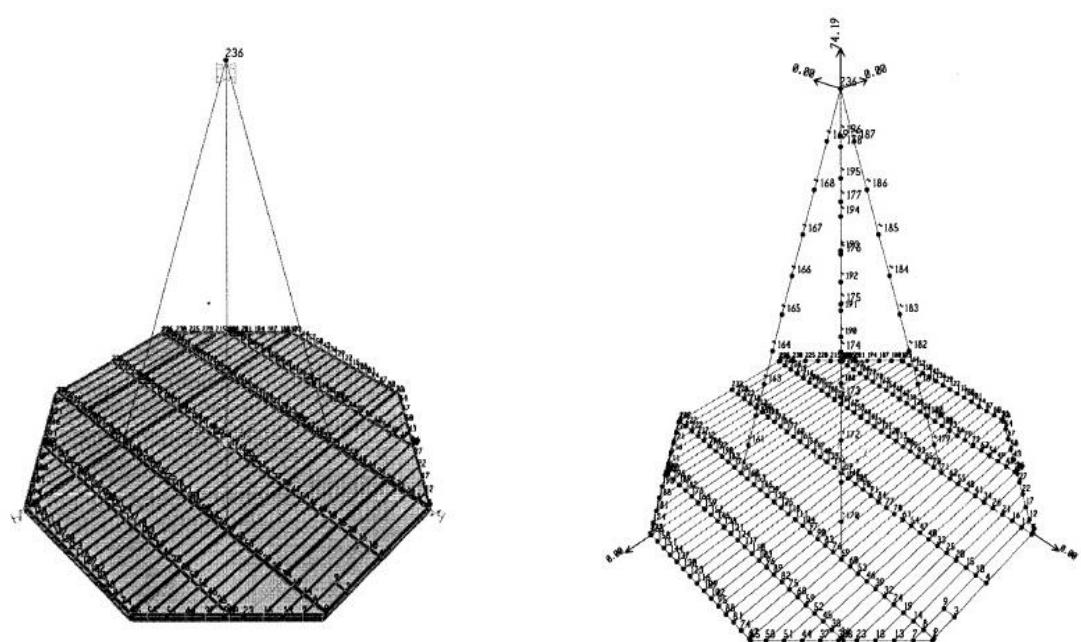
STEP 8:



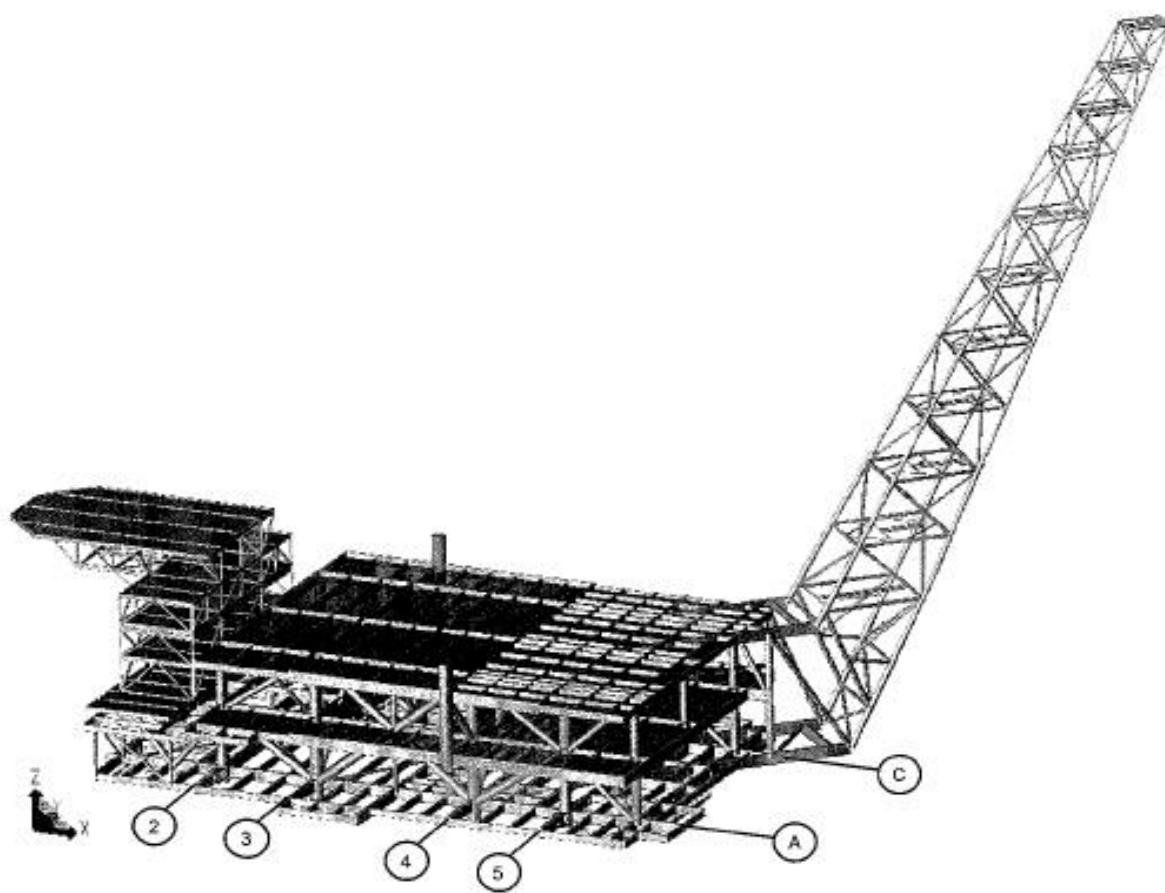
STEP 9:



Hình 3.104

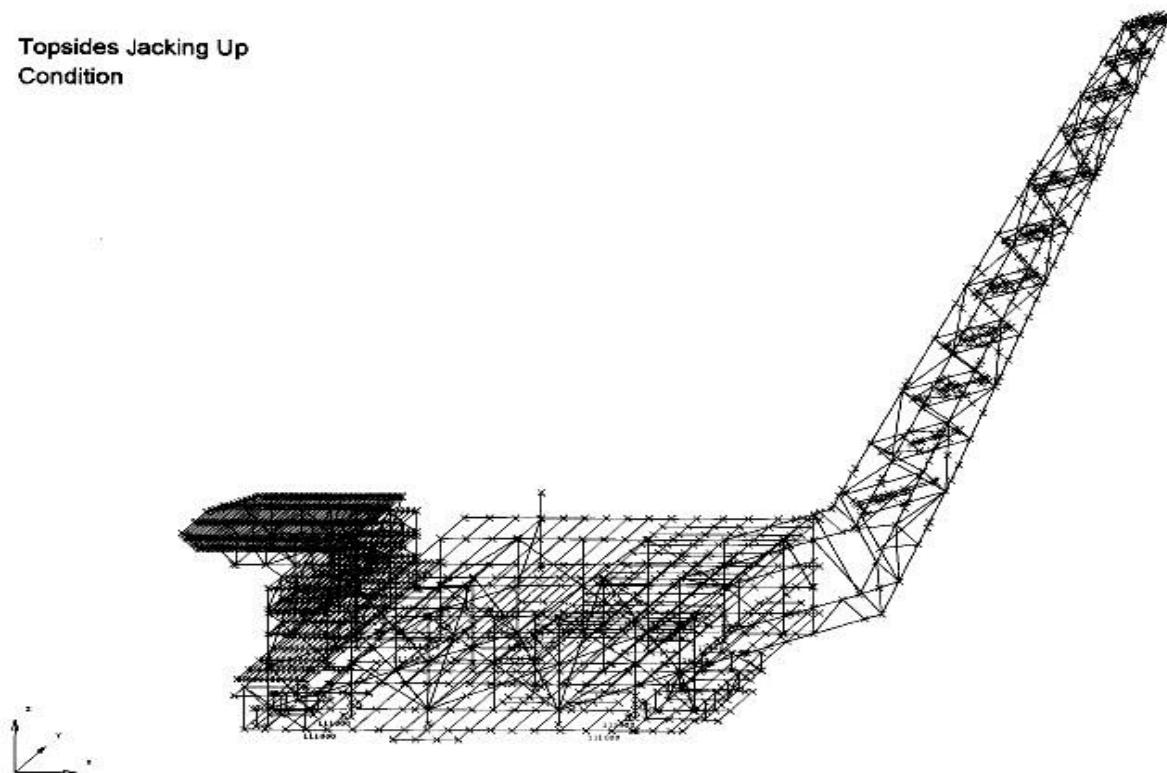


Hình 3.105



Hình 3.106a Thiết kế thượng tầng

Topsides Jacking Up  
Condition



Hình 3.106b Mô hình computer theo phần mềm SACS