

BỘ GIAO THÔNG VẬN TẢI  
Viện Khoa Học và Công Nghệ GTVT  
1252-Đường Láng - Đống Đa – Hà Nội

ĐỀ TÀI ĐỘC LẬP CẤP NHÀ NƯỚC  
**NGHIÊN CỨU THIẾT KẾ VÀ CHẾ TẠO MỘT SỐ  
THIẾT BỊ CHUYÊN DÙNG PHỤC VỤ SỬA CHỮA  
NÂNG CẤP CẦU BÊ TÔNG Ở VIỆT NAM**  
MÃ SỐ ĐTDL 2003/04

Báo cáo tổng kết khoa học và công nghệ nội dung 2:  
**NGHIÊN CỨU THIẾT KẾ CHẾ TẠO HỆ THỐNG THIẾT BỊ  
NÂNG DÂM THAY GỐI CẦU PHỤC VỤ SỬA CHỮA  
VÀ NÂNG CẤP CẦU BÊ TÔNG Ở VIỆT NAM**

*Chủ nhiệm đề tài:*  
*Thư ký đề tài:*  
*Chủ trì nội dung 2:*  
*Chủ trì đề mục:*

*TS. Nguyễn Xuân Khang*  
*TS. Nguyễn Văn Thịnh*  
*TS Nguyễn Xuân Khang*  
*TS Nguyễn Xuân Khang*  
*TS Bùi Xuân Ngó*

Hà Nội, 2004

BỘ GIAO THÔNG VẬN TẢI  
Viện Khoa Học và Công Nghệ GTVT  
1252-Đường Láng - Đống Đa – Hà Nội

ĐỀ TÀI ĐỘC LẬP CẤP NHÀ NUỐC  
**NGHIÊN CỨU THIẾT KẾ VÀ CHẾ TẠO MỘT SỐ  
THIẾT BỊ CHUYÊN DÙNG PHỤC VỤ SỬA CHỮA  
NÂNG CẤP CẦU BÊ TÔNG Ở VIỆT NAM**

MÃ SỐ ĐTDL 2003/04

Báo cáo tổng kết khoa học và công nghệ nội dung 2:  
**NGHIÊN CỨU THIẾT KẾ CHẾ TẠO HỆ THỐNG THIẾT BỊ  
NÂNG DÂM THAY GỐI CẦU PHỤC VỤ SỬA CHỮA  
VÀ NÂNG CẤP CẦU BÊ TÔNG Ở VIỆT NAM**

*Chủ nhiệm đề tài:*

*TS. Nguyễn Xuân Khang*

*Thư ký Đề tài:*

*TS. Nguyễn Văn Thịnh*

*Chủ trì nội dung 2:*

*TS Nguyễn Xuân Khang*

*Chủ trì Đề mục:*

*TS Nguyễn Xuân Khang*

*TS Bùi Xuân Ngó*

Hà Nội, 2004

## DANH SÁCH NHỮNG NGƯỜI THAM GIA THỰC HIỆN NỘI DUNG 2

S TT	Họ và tên	Học hàm, học vị	Chức vụ	Chức danh
1	Đỗ Hữu Trí	Thạc sỹ	Viện Trưởng	Chủ trì Đề mục
2	Đặng Gia Nải	PGS, TS	Phó Viện trưởng	
3	Lâm Hữu Đắc	Kỹ sư	Phó Viện trưởng	
4	Phạm Văn Hê	Tiến sỹ	Giám đốc Trung tâm	
5	Bùi Xuân Ngó	Tiến sỹ	Trưởng phòng	
6	Nguyễn Huy Tiến	Thạc sỹ	Nghiên cứu viên	
7	Đỗ Văn Hiệp	Kỹ sư	Kỹ sư trưởng	Tham gia
8	Bùi Xuân Học	Thạc sỹ		
9	Đinh Trọng Thân	Kỹ sư		
10	Lê Nguyên Hoàng	Kỹ sư		
11	Đỗ Xuân Thọ	Tiến sỹ		
12	Đinh Tiến Khiêm	Kỹ sư		

## TÓM TẮT

Gối cầu là một bộ phận kết cấu của cầu, có nhiệm vụ truyền tải trọng của tĩnh tải và hoạt tải xuống kết cấu hạ bộ. Theo thời gian khai thác, chất lượng của gối cầu bị suy giảm, gây ra những hư hỏng như nứt héo dầm cầu hoặc có thể gây sụp đổ cầu. Vì vậy, việc kiểm tra để phát hiện các hư hỏng của gối cầu là việc làm thường xuyên của các cơ quan quản lý đường bộ và công tác thay thế gối cầu bị hư hỏng bằng thiết bị chuyên dùng có vai trò rất quan trọng nhằm duy trì và kéo dài tuổi thọ của cầu bê tông hiện nay ở Việt Nam. Hiện nay công tác này đang được Bộ Giao thông Vận tải đặc biệt quan tâm.

Xuất phát từ những yêu cầu cụ thể về công tác đảm bảo giao thông, công nghệ sửa chữa, thao tác và kiểm tra giám sát trong quá trình sửa chữa cầu, các tác giả đã đề xuất những quan điểm chỉ đạo thực hiện để tài, đồng thời xây dựng các chỉ tiêu kinh tế - kỹ thuật cho thiết bị. Qua tìm hiểu những hệ thống thiết bị trên thế giới và các hệ thống thiết bị có sẵn trong nước; nhóm nghiên cứu đã đề xuất phương án chế tạo hệ kích nâng làm việc hai chiều: nâng nhờ thuỷ lực, hạ nhờ lò xo, có ê cu hâm cơ khí cần pít tông, có van khoá tải một chiều nhằm tăng thêm độ an toàn cho hệ thống thiết bị, tất cả được điều khiển nhờ hệ thống thiết bị điều khiển động bộ, tự động theo các chương trình đã lập sẵn. Đây là phương án chế tạo thiết bị nâng dầm sửa chữa nâng cấp cầu phù hợp với khả năng chế tạo trong nước, điều kiện sử dụng ở nước ta, vừa đảm bảo tính tiên tiến, có giá thành hạ để các cơ sở thi công có thể chấp nhận được và mang lại hiệu quả kinh tế, kỹ thuật và xã hội trong khai thác thực tế.

## MỤC LỤC

Trang

TÓM TẮT .....	3
MỞ ĐẦU .....	7
1. TỔNG QUAN VỀ CÔNG NGHỆ NÂNG DÂM THAY GỐI CHO CẦU BÊ TÔNG....	9
1.1. Những yêu cầu đối với công nghệ nâng dầm thay gối cầu.....	9
1.1.1. Yêu cầu về giao thông.....	9
1.1.2. Yêu cầu về kỹ thuật sửa chữa cầu .....	9
1.1.3. Những yêu cầu đối với hệ thống thiết bị nâng dầm .....	9
1.2. Giới thiệu các phương pháp nâng dầm thay gối cầu bê tông.....	10
1.2.1. Khảo sát về hư hỏng của gối cầu.....	10
1.2.2. Khảo sát về công tác thay gối cầu và thiết bị nâng dầm cầu .....	12
1.2.3. Các phương pháp nâng dầm thay gối .....	14
1.2.4. Công nghệ nâng dầm đặt kích trên bệ tì .....	19
2. TỔNG QUAN VỀ HỆ THỐNG THIẾT BỊ NÂNG DÂM SỬA CHỮA NÂNG CẤP CẦU BÊ TÔNG .....	20
2.1. Tình hình sử dụng thiết bị nâng dầm thay gối cầu trên thế giới .....	20
2.1.1. Thiết bị nâng dầm theo phương pháp dùng ống chống kiểu giàn .....	21
2.1.2. Sử dụng hệ kích thủy lực tỳ lên các ống chống độc lập .....	22
2.1.3. Sử dụng hệ dàn kích thủy lực tỳ lên nền đất .....	23
2.1.4. Sử dụng hệ kích thủy lực tỳ lên mó hoặc trụ cầu .....	24
2.2. Tình hình sử dụng thiết bị nâng dầm thay gối cầu ở Việt Nam.....	26
2.2.1. Hệ thống thiết bị nâng dầm sử dụng kích đĩa .....	26
2.2.2. Hệ thống thiết bị nâng dầm sử dụng ống chống chịu lực .....	27
2.2.3. Hệ thống thiết bị nâng dầm sử dụng bệ tỳ .....	29
2.3. Nhận xét về thiết bị nâng dầm thay gối phục vụ sửa chữa nâng cấp cầu bê tông .....	30
3. NGHIÊN CỨU LỰA CHỌN PHƯƠNG ÁN THIẾT KẾ THIẾT BỊ NÂNG DÂM THAY GỐI CẦU .....	32
3.1. Những quan điểm chỉ đạo trong nghiên cứu lựa chọn phương án .....	32
3.1.1. Tận dụng tối đa tiềm năng sẵn có trong nước .....	32
3.1.2. Hiện đại hóa sản phẩm .....	32
3.1.3. Lựa chọn tỷ lệ nội địa hóa hợp lý .....	33
3.2. Những chỉ tiêu kinh tế kỹ thuật lựa chọn phương án thiết kế.....	33
3.2.1. Tính năng kỹ thuật phù hợp .....	33
3.2.2. Nguyên lý cấu tạo thích hợp, hiện đại .....	33
3.2.3. Thích nghi với môi trường nhiệt đới Việt Nam .....	34
3.2.4. Phù hợp với trình độ công nghệ hiện tại trong nước .....	34
3.2.5. Gọn nhẹ, thuận tiện trong việc sửa chữa thay thế .....	34
3.2.6. Tiện lợi trong sử dụng và bảo quản .....	35
3.2.7. Độ tin cậy cao trong khai thác .....	35
3.3. Nghiên cứu lựa chọn phương án tkế tổng thể hệ thống thiết bị nâng dầm .....	35
3.4. Lựa chọn phương án thiết kế các phần tử thuỷ lực .....	38
3.4.1. Lựa chọn phương án thiết kế bộ nguồn thuỷ lực .....	38

3.4.2. Lựa chọn phương án thiết kế kích thuỷ lực .....	42
3.4.2. Lựa chọn chủng loại bộ phân phối thuỷ lực .....	47
3.4.3. Lựa chọn phương án thiết kế các chi tiết liên kết thuỷ lực.....	51
3.5. Lựa chọn phương án thiết kế hệ thống điều khiển.....	55
3.5.1. Yêu cầu đối với hệ thống điều khiển thiết bị.....	55
3.5.2. Sơ đồ khối.....	56
<b>4. NGHIÊN CỨU TÍNH TOÁN THIẾT KẾ HỆ THỐNG THUỶ LỰC .....</b>	<b>59</b>
4.1. Xác định các thông số cơ bản hệ thống thiết bị đồng bộ nâng dầm thay gối cầu .	59
4.1.1. Xác định lực nâng của kính .....	59
4.1.2. Xác định hành trình nâng của kính .....	61
4.1.3. Xác định số lượng kính làm việc đồng thời.....	62
4.1.4. Xác định tốc độ nâng dầm.....	62
4.1.5. Tính toán áp suất, lưu lượng của hệ thống thuỷ lực.....	63
4.1.6. Tính toán công suất của truyền động .....	64
4.2. Tính toán thiết kế bộ nguồn thuỷ lực.....	65
4.2.1. Xác định các thông số cơ bản của bộ nguồn thuỷ lực .....	65
4.2.2. Tính chọn bơm thuỷ lực .....	65
4.2.3. Tính toán công suất dẫn động bơm.....	66
4.2.4. Tính chọn động cơ điện.....	67
4.2.5. Tính toán thiết kế thùng dầu .....	67
4.2.6. Tính toán thiết kế khớp nối .....	68
4.3. Tính toán thiết kế kính nâng thuỷ lực .....	68
4.3.1. Đường kính xi lanh.....	70
4.3.2. Chiều dây s và đường kính ngoài $D_1$ của xi lanh.....	70
4.3.3. Tính toán chiều cao của pít tông $H_1$ .....	72
4.3.4. Tính toán chiều dây của nắp kính $H_3$ .....	73
4.3.5. Tính toán lò xo và chiều cao lắp lò xo hồi kích $H_5$ .....	74
4.3.6. Đường kính cần pít tông d.....	76
4.3.7. Tính toán chiều dây của ê cu hâm cần pít tông $H_4$ .....	78
4.3.8. Tính toán chiều dài của ren thang trên cần pít tông .....	79
4.3.9. Tính toán chiều dây của đáy kính m .....	79
4.4.1. Tính chọn phân phối thuỷ lực .....	79
4.4.2. Tính chọn các loại van thuỷ lực.....	80
4.5. Nghiên cứu tính toán thiết kế các chi tiết liên kết thuỷ lực .....	82
4.6. Tính chọn một số phần tử thuỷ lực khác.....	83
<b>5. NGHIÊN CỨU TÍNH TOÁN THIẾT KẾ HỆ ĐIỀU KHIỂN ĐỒNG BỘ THIẾT BỊ..</b>	<b>84</b>
5.1. Đầu đo dịch chuyển .....	84
5.2. Đầu đo áp lực .....	85
5.3. Giới thiệu tính năng kỹ thuật PLC Hãng Siemens SIMATIC S7-200.....	85
5.3.1. Simatic S7-200, CPU226 .....	86
5.3.2. Modul mở rộng EM223.....	88
5.3.3. Modul vào /ra tương tự EM 235 .....	88
5.3.4. Màn hình cảm ứng TP070 .....	89
5.4. Sơ đồ nguyên lý thiết bị .....	90
5.4.1. Chọn địa chỉ cho các thiết bị vào/ra .....	90
5.4.2. Sơ đồ nguyên lý .....	92

5.5. Thiết kế phần mềm cho thiết bị .....	100
5.5.1. Lưu đồ chương trình máy tính.....	100
5.5.2 Lưu đồ chương trình cho màn hình thao tác TP070 .....	102
5.5.3 Lưu đồ điều khiển trong PLC .....	102
<b>6. NGHIÊN CỨU TÍNH TOÁN THIẾT KẾ THIẾT BỊ CĂNG KÉO THÉP DỰ ÚNG LỰC PHỤC VỤ SỬA CHỮA NÂNG CẤP CẦU .....</b>	<b>106</b>
6.1. Xác định các thông số cơ bản kích cảng kéo thép dự ứng lực.....	107
6.2. Tính toán thiết kế kích cảng kéo thép DUL .....	107
6.2.1. Đường kính ngoài của ống dẫn hướng $d_1$ .....	108
6.2.2. Đường kính xi lanh $D$ .....	110
6.2.3. Chiều dày s và đường kính ngoài $D_1$ của xi lanh.....	110
6.2.4. Đường kính cần pít tông $d$ .....	112
6.2.5. Tính toán chiều cao của pít tông $H_1$ .....	113
6.2.6. Tính toán chiều dày của nắp kích $H_2$ và đáy kích $H_3$ : .....	113
<b>7. NGHIÊN CỨU CÁC GIẢI PHÁP CÔNG NGHỆ CHẾ TẠO THIẾT BỊ NÂNG DÂM THAY GỐI CẦU .....</b>	<b>114</b>
7.1. Giải pháp về tỷ lệ nội địa hoá .....	114
7.3. Giải pháp về nguyên lý kết cấu: .....	115
7.3.1. Lựa chọn nguyên lý kết cấu hợp lý .....	115
7.3.2. Chia tách cụm thành những chi tiết hợp lý.....	115
7.4. Giải pháp lựa chọn chủng loại vật liệu hợp lý: .....	116
7.4.1. Sử dụng đúng chủng loại vật liệu cần thiết.....	116
7.4.2. Giảm trọng lượng và kích thước hợp lý.....	116
7.4.3. Chế tạo bằng các loại vật liệu phù hợp .....	116
7.5. Giải pháp nghiên cứu giảm thiểu ảnh hưởng của môi trường nhiệt đới tới chất lượng thiết bị: .....	117
7.6. Giải pháp lựa chọn công nghệ gia công chi tiết hợp lý: .....	117
7.7. Giải pháp nâng cao độ tin cậy của thiết bị.....	117
7.8. Giải pháp hiện đại hoá thiết bị.....	118
7.9. Các giải pháp Khoa học công nghệ khác: .....	118
7.9.1. Chuyển môi trường làm việc khắc nghiệt sang môi trường bình thường.....	118
7.9.2. Câu hóa các bề mặt, các mối ghép, cải thiện điều kiện làm việc .....	119
7.9.3. Giải pháp “Thiếu”, “Thừa” .....	119
<b>8. NHỮNG KẾT QUẢ ĐÃ ĐẠT ĐƯỢC VỀ THIẾT BỊ NÂNG DÂM THAY GỐI CẦU .....</b>	<b>120</b>
8.1. Những sản phẩm nghiên cứu của nội dung 2.....	120
8.2. Thủ nghiệm những sản phẩm tại hiện trường .....	120
<b>9. KẾT LUẬN .....</b>	<b>121</b>
<b>PHẦN PHỤ LỤC .....</b>	<b>124</b>
Phụ lục A. Danh mục vật tư và thiết bị phân điều khiển .....	125
Phụ lục B. Chương trình trong PLC.....	Error! Bookmark not defined.
Phụ lục C. Chương trình trong Máy tính .....	Error! Bookmark not defined.

## MỞ ĐẦU

Công tác bảo dưỡng sửa chữa các cầu nhằm đảm bảo giao thông thông suốt an toàn là công việc thường xuyên của ngành Giao thông vận tải (GTVT), một trong những công việc đó là việc thay các gối cầu cao su đã bị hư hỏng, hết khả năng làm việc bằng các loại gối cao su mới phù hợp. Nhưng theo công nghệ nào và bằng hệ thống thiết bị nào vừa rút ngắn thời gian thi công, an toàn, đặc biệt vừa nâng dầm thay gối cầu vẫn đảm bảo giao thông liên tục ngay trên đỉnh dầm của gối đang được thay là vấn đề được thực tế đặt ra đã và đang được nhiều người quan tâm.

Qua khảo sát cho thấy, các cầu bê tông ở nước ta rất đa dạng về khố cầu, khẩu độ và kết cấu; chúng được xây dựng qua nhiều thời kỳ và chất lượng cũng như thời gian sử dụng còn lại của chúng cũng rất khác nhau. Để thay thế các gối cầu, ta phải áp dụng các phương pháp khác nhau cho phù hợp với từng loại hình cầu. Hiện tại người ta có thể sử dụng các phương pháp sau: sử dụng hệ đòn gánh; nâng dầm trực tiếp vào cánh dầm; nâng dầm trên các ống truyền lực; nâng dầm từ bệ tì; nâng dầm bằng kích đĩa. Một số công trình đã thực hiện nâng dầm thay gối cầu như: Cầu Phủ, cầu Đa Phúc, cầu Trầm, cầu Đoan Hùng, cầu Ghép, cầu Gián Khẩu...

Những thiết bị nâng dầm thay các gối cầu trên đây đã đáp ứng phần nào nhu cầu cấp bách của thực tế sản xuất, nhưng do chưa được đầu tư nghiên cứu đầy đủ, nguồn kinh phí có hạn, chưa tập hợp được đông đảo các nhà khoa học thuộc nhiều lĩnh vực, nên việc điều khiển các kích nâng dầm được tiến hành bằng tay do đó chất lượng nâng dầm phụ thuộc nhiều vào trình độ của công nhân vận hành.... Từ thực tế đó, trong quá trình thi công đã bộc lộ nhiều tồn tại rất cần phải đầu tư quan tâm nghiên cứu để hoàn thiện và nâng cao chất lượng hệ thống thiết bị nâng dầm cầu.

Hệ thống thiết bị nâng dầm thay gối cầu bao gồm:

- Bộ nguồn thuỷ lực
- Kích nâng thuỷ lực
- Bộ phân phối dòng chảy tới các kích
- Các đường ống thuỷ lực.
- Hệ điều khiển PLC theo chương trình, các thao tác được tự động, bán tự động và được hiển thị trên màn hình, kiểm tra, giám sát và lưu trữ các số liệu cần thiết

**Mục tiêu của đề mục:**

- *Phân tích so sánh và tuyển chọn phương án thiết kế các cụm chi tiết của thiết bị nâng dầm thay gối cầu và hệ thống điều khiển tự động đồng bộ*
- *Nghiên cứu, tính toán thiết kế các chi tiết của thiết bị nâng dầm thay gối cầu và hệ thống điều khiển tự động đồng bộ hệ thống thiết bị.*

Thiết bị chuyên dùng nâng dầm thay gối, ngoài chức năng chủ yếu là nâng dầm thay gối, qua nghiên cứu chúng tôi thấy hệ thống này còn có thể áp dụng vào nhiều công trình khác, cụ thể như sau :

- Xây dựng nhà cao tầng bằng phương pháp nâng sàn
- Xử lý lún, nghiêng của các công trình xây dựng
- Sửa chữa đinh trụ cầu, tôn cao đinh trụ cầu
- Dịch chuyển toà nhà cao tầng ra vị trí mới
- Nâng cột toà nhà cao tầng để lót đệm giảm chấn
- Một số ứng dụng khác

# **1. TỔNG QUAN VỀ CÔNG NGHỆ NÂNG DẦM THAY GỐI CHO CẦU BÊ TÔNG**

## **1.1. Những yêu cầu đối với công nghệ nâng dầm thay gối cầu**

### **1.1.1. Yêu cầu về giao thông**

*Thực hiện công tác nâng dầm thay gối sửa chữa cầu trong khi vẫn đảm bảo giao thông bình thường*

Đặc thù của ngành giao thông vận tải là phải đảm bảo giao thông thông suốt trong mọi tình huống, kể cả khi thực hiện công tác sửa chữa nâng dầm thay gối cầu. Các phương tiện giao thông vẫn lưu thông bình thường qua cầu ngay cả trên đỉnh dầm của gối đang được thay.

### **1.1.2. Yêu cầu về kỹ thuật sửa chữa cầu**

*- Mặt cắt ngang tại nơi sửa chữa có chiều cao sai khác không quá 2mm theo thiết kế thi công.*

Sửa chữa cầu nhưng phải đảm bảo an toàn cầu, không làm hư hỏng cho các kết cấu dầm. Điều đó đòi hỏi trong quá trình nâng dầm, trên một mặt cắt ngang không có sự chuyển động tương đối giữa các dầm với nhau hoặc giữa các phần của một dầm, đảm bảo dầm không bị uốn ngang, chịu tải trọng bất lợi có thể gây hư hỏng cho cầu trong quá trình sửa chữa.

### **1.1.3. Những yêu cầu đối với hệ thống thiết bị nâng dầm**

*- Thiết bị nâng phải an toàn tuyệt đối, giữ tải ổn định trong suốt thời gian thay gối từ 1-2 ngày.*

Điều quan trọng của hệ thống thiết bị nâng dầm thay gối cầu đòi hỏi an toàn tuyệt đối, không bị tụt sập, đảm bảo tính đồng đều cho tất cả các kích nâng dầm.

*- Tự động hoặc bán tự động các thao tác trong quá trình thi công. Đặt trước được thông số về chiều cao nâng, chu kỳ kiểm tra... Lưu trữ, hiển thị các thao tác.*

Quá trình nâng dầm được thực hiện đồng thời đối với tất cả các dầm trong mặt cắt ngang cầu. Số lượng kích nâng phụ thuộc vào số lượng dầm trong mặt cắt ngang, thông thường từ 6-12 kích, nhiều cầu hiện đại số lượng kích phải sử dụng đồng thời có thể tới 16, 20, 26 kích hoặc nhiều hơn nữa. Với số lượng lớn như vậy, không thể thực hiện bằng thủ công hoặc sử dụng nhiều người điều khiển theo dõi giám sát. Một khía cạnh khác là việc sử dụng nhiều người điều khiển giám sát sẽ không đảm bảo tính đồng thời, đồng đều,