

TECHNOLOGIA SPRĘŻANIA I NASUWANIA KONSTRUKCJI MOSTOWYCH ASIN KPRM

Andrzej JURKIEWICZ, Sebastian MULARZ

Katedra Automatykacji Procesów

al. Mickiewicza 30 B2/10 30-059 Kraków, tel/fax: (12) 617 30 80, jurkand@agh.edu.pl

Streszczenie

Artykuł stanowi syntetyczną prezentację wybranych zagadnień z szerokiego programu badawczego, którego celem jest opracowanie oryginalnej technologii sprężania i nasuwania konstrukcji mostowych. Są one wdrożone między innymi przez KPRM SKANSKA. W ramach programu zaprojektowano urządzenia, systemy sterowania w oparciu o strategię wirtualnego kreowania produktu co umożliwiło wyeliminowanie budowy kosztownych prototypów. Utworzono Laboratorium Badań i Analiz Maszyn i Budowli KAP AGH. Opracowaną technologię zastosowano m.in. przy realizacji mostu Zwierzynieckiego i węzła Wielicka w Krakowie, estakady w Starachowicach, estakady Bracka DTŚ w Katowicach, wiaduktu Chabówka. Prowadzone są prace badawcze nad systemami wantowymi oraz systemami sterowania sprężaniem przestrzennym obiektów mostowych.

Słowa kluczowe: technologia, sprężanie konstrukcji, wirtualne kreowanie produktu.

THE TECHNOLOGY OF STRESSING AND SLIDING OVER OF BRIDGE CONSTRUCTIONS ASIN KPRM

Summary

The article is a synthetic presentation of the selected issues from the broad research programme, whose aim is the development of the original stressing technology and placing of the bridge constructions. They are applied among others by KPRM SKANSKA. Within this programme devices, steering systems based on the strategy of virtual product creation were designed which enabled the elimination of the construction of expensive prototypes. The Laboratory of Research and Analysis and Construction KAP AGH came into existence. The which was elaborated was applied among others during the construction of the Zwierzyniecki bridge, Wielicka fly-over in Krakow, the viaduct in Starachowice, the viaduct Bracka DTŚ in Katowice and the viaduct in Chab owka. The research on the string support and the steering systems of the special stressing of bridge constructions is conducted.

Key words: technology, the stressing of construction, the virtual creation of the product.

1. WSTĘP

Narodowy Program Autostrad zakłada zbudowanie w Polsce 2600 km dróg oraz prawie 1000 obiektów inżynierskich – głównie mostów, wiaduktów i estakad. Program ten może być szansą na ożywienie w wielu działach gospodarki i wielkim wyzwaniem dla ośrodków naukowo badawczych. W krajach UE oraz USA ponad 90% konstrukcji mostowych zrealizowanych w latach 1990-2000 wykonano technologią betonów sprężanych. W Polsce mimo bogatych tradycji prace nad tą nowoczesną ale niezwykle trudną technologią mają charakter szczątkowy. Problemy finansowe uczelni i instytutów resortowych ograniczają lub wręcz uniemożliwiają prowadzenie badań o charakterze interdyscyplinarnym, które są niezbędne przy

opracowywaniu tak nowoczesnej technologii. W kraju stosowane są drogie rozwiązania koncernów europejskich, które opracowały technologię sprężania i nasuwania konstrukcji mostowych. Sytuacja ta powoduje eliminowanie z rynku polskich firm mostowych, które miały czołową pozycję w Europie, a przez uzależnienie technologiczne składają mało atrakcyjne oferty przetargowe. Podjęte w KAP prace badawcze mają solidne podstawy finansowe. Inwestycje mostowe są finansowane lub refinansowane przez fundusze zewnętrzne i realizowane są w oparciu o przetargi zgodnie z wymogami dyrektywy nr 076 Unii Europejskiej. Spowodowało to konieczność przyjęcia kilku istotnych założeń, które opracowana technologia musi spełniać:

- czystość i zdolność patentową,

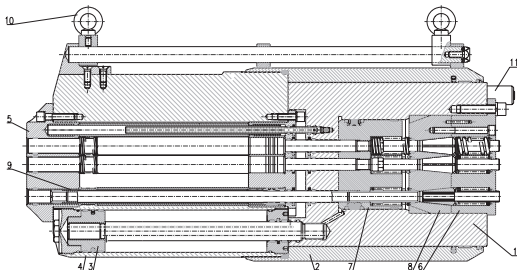
- zgodność rozwiązań z wymogami Euronorm i pakietu Eurokodów,
- spełnienie przez układy napędowe wymogów serii norm ISO 14000,
- utworzenie laboratorium badawczego z pełną certyfikacją UE.

2. ELEMENTY SYSTEMU ASIN KPRM

2.1 Hydrauliczne urządzenia napinająco-transportujące

W ramach prac naukowo-badawczych opracowano urządzenia wykonawcze hydrauliczne urządzenia napinająco-transportujące (prasy) do technologii struno- i kablobetonu, wyposażone w procesory hydrauliczne korygujące efekty dynamiczne wciągach (drżania samowzbudne i wymuszone), które generowane są podczas przebiegu procesu sprężania lub nasuwania elementu konstrukcyjnego czy obiektu mostowego, wyposażone w sekwencyjny, zautomatyzowany system kotwienia cięgien (rys.1).

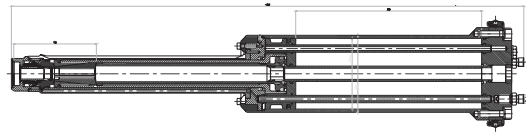
Są to między innymi urządzenia typu UNTM19 oraz UNTM13. Urządzenia te umożliwiają sprężanie konstrukcji kablami składającymi się maksymalnie z 19 cięgien $\varnothing 15,5$. Maksymalne wartości sił sprężających wynoszą dla kabla 7L15,5 1610 kN, dla kabla 12L15,5 2760 kN oraz dla kabla 19L15,5 4370 kN. W praktyce oznacza to możliwość uzyskania wartości sił w pojedynczym ciągnięciu na poziomie 230 kN.



Rys. 1. Rozwiązanie konstrukcyjne urządzenia napinająco-transportującego UNTM13
1 – tłok główny, 2 – cylinder, 3 – tłoki wspomagające, 4 – pniaczek przedni, 5 – rozeta przednia, 6 – rozeta tylna, 7 – tarcza tłoczków rozkatwiających, 8 – tarcza szczęk wewnętrznych, 9 – tłoczki kotwienia szczęk zewnętrznych (w bloku kotwiącym), 10 – zawieszanie, 11 – czujnik wysuwu tłoka

System ASIN KPRM zawiera również urządzenia do technologii strunobetonu: UNT8 i UNT15. W urządzeniach tych sterowanie cyklami roboczymi realizowane jest za pomocą agregatu hydraulicznego (zalecany: UHBJf 10/5,5/100). Urządzenia te umożliwiają napinanie (naprężanie) lin, prętów, cięgien o dowolnej długości i średnicy $\varnothing 7,8$ i $\varnothing 15,5$ mm oraz utrzymanie cięgna

w szczękach wewnętrznych przy zaniku ciśnienia zasilającego. Maksymalna siła urządzeń wynosi od 100kN lub 270 kN. Realizowany jest pomiar wysuwu tłoka z dokładnością min. 1 mm (rys.2).



Rys. 2. Rozwiązanie konstrukcyjne urządzenia napinająco-transportującego UNT15

2.2. Agregaty napędowo-sterownicze

W celu sterowania pracą urządzeń napinająco-transportujących opracowano nową generację agregatów napędowo-sterowniczych, w których po raz pierwszy zastosowano napęd inwerterowy (falownikowy). Opracowano następujące agregaty: agregaty UHBJf współpracujące z prasami UNTM19 oraz agregaty typu UHF-ASIM-10/7,5/180 współpracujące z urządzeniami UNTM13/2000, w których sterowanie cyklami roboczymi pras odbywa się z wykorzystaniem impulsów napięciowych. Nowatorskie rozwiązanie tych urządzeń, polegające na wykorzystaniu właściwości napędu falownikowego oraz możliwości techniki mikroprocesorowej, pozwoliło na opracowanie prostego, a przez to bardzo niezawodnego układu hydraulicznego agregatu. Zaproponowany w urządzeniu sposób sterowania parametrami strumienia zasilającego posiada wszystkie zalety techniki hydraulicznego sterowania proporcjonalnego, z których najważniejsze to:

- kontrolowane i płynne sterowanie wielkościami hydraulicznymi,
- szybsze i dokładniejsze przebiegi sterowania ruchami,
- zredukowanie liczby elementów hydraulicznych w urządzeniu,
- większa trwałość elementów mechanicznych i hydraulicznych.



Rys. 3. Widok agregatu napędowo-sterującego UHF-ASIM 10/7,5/180

2.3. Zakotwienia i bloki kotwiące

W oparciu o model Ayre'go oddziaływań kontaktowych układu ciągnio – szczęki kotwiące – tuleja (tarcza) wykorzystując środowisko MES opracowano typoszereg korygowanych zakotwień i zacisków do technologii strunobetonu dla typoszeregu cięgien $\varnothing 7.8$, $\varnothing 12.5$, $\varnothing 15.5$. Elementy te decydują o jakości ustroju sprężającego konstrukcyjnych elementów strunobetonowych m.in. belek mostowych, dźwigarów, płyt nośnych.

Opracowano typoszereg tarcz kotwiących charakteryzujących się parametrami eksploatacyjnymi i zmęczeniowymi analogicznymi jak w przypadku zakotwień.

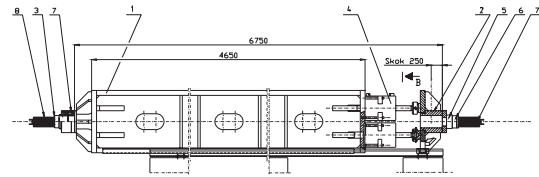
2.4. Laboratorium Badań i Analiz Maszyn i Budowli

W ramach prac nad systemem opracowano i wykonano stanowisko (rys.4) do badań statycznych i dynamicznych pras, bloków kotwiących, zakotwień oraz ustrojów sprężających obciążonych siłami do 10000 kN.

Podstawowym problemem jaki zaistniał w fazie projektowej stanowiska badawczego było przyjęcie założeń odpowiadających wymaganiom zawartym w obowiązujących normach. Wymagania te dotyczą nie tylko konstrukcji wykonanego stanowiska ale także warunków jego pracy. Zgodnie z zaleceniami instytutów badawczych zajmujących się certyfikacją laboratoriów przyjęto następujące założenia co do konstrukcji i pracy stanowiska:

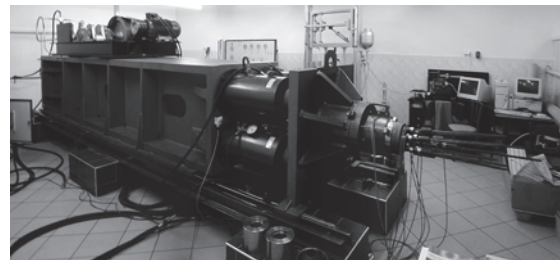
- konstrukcja powinna przenosić siłę 10000kN, co narzucone jest poprzez siłę potrzebną do zerwania pełnego kabla (w naszym przypadku 19 cięgien, przy maksymalnej sile zrywającej ciągnio 350kN),

- maksymalne odkształcenia liniowe stanowiska przy obciążeniu osiowym nie powinno przekroczyć 0.8 mm,
- układ napędowy stanowiska (agregat hydrauliczny) powinien charakteryzować się bezdławieniowym charakterem pracy (powinien być energooszczędny – zgodnie z ISO 14000),
- konstrukcja stanowiska jak i jego oprzyrządowanie powinny umożliwiać przeprowadzenie badań statycznych i dynamicznych (zmęczeniowych) ustrojów sprężających z wymaganą dokładnością.



Rys. 4a. Schemat stanowiska pomiarowego

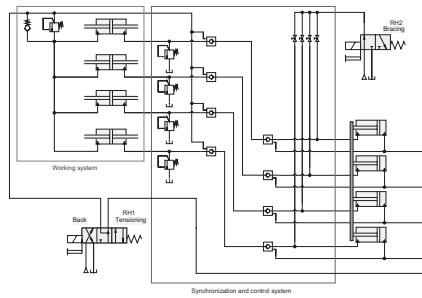
- 1 – rama stanowiska, 2 – tarcza ruchoma,
3 – czynne zakotwienie, 4 – siłowniki,
5 – czujnik siły, 6 – zakotwienie bierne,
7 – hydrauliczny pulsator, 8 - ciągnia



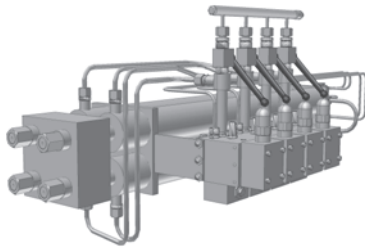
Rys. 4b. Widok stanowiska laboratoryjnego

Dwoma głównymi elementami są korpus oraz tarcza ruchoma, które połączone są razem za pomocą czterech siłowników hydraulicznych. Siłowniki osadzone są na stałe w korpusie i połączone są z tarczą ruchomą za pomocą przegubów kulistych. Po przeciwnej stronie stanowiska zamocowany jest zespół pulsatora hydraulicznego służący jako układ wymuszający pulsacje siły w ciągnach podczas badań zmęczeniowych.

Zespół czterech siłowników hydraulicznych umożliwia uzyskanie siły o wartości rzędu 11000 kN przy zasilaniu ciśnieniem 32MPa. Zespół siłowników zasilany jest z agregatu hydraulicznego wyposażonego w układ falownikowy zapewniający bezdławieniowy charakter pracy układu. Schemat połączeń układu hydraulicznego siłowników przedstawiono na rys. 5.



Rys. 5a. Schemat hydraulicznego układu sterowania siłownikami



Rys 5b. Widok hydraulicznego układu sterowania siłownikami

Jak widać na rys.5 połączenie siłowników tworzy układ szeregowo-równoległy w którym medium robocze zasila dwa siłowniki, natomiast kolejne dwa zasilane są cieczą pochodzącą z dwóch pierwszych. Układ oznaczony literą D umożliwia w skrajnym położeniu przy wysuniętych tłokach uzupełnienie układu hydraulicznego w ciecz roboczą poprzez zasilanie wszystkich czterech komór napinania, a co za tym idzie wyrównywane są ewentualne nieosiowości, które mogły wystąpić podczas ruchu tarczy ruchomej. Zastosowany w agregacie układ falownikowy zapewnia płynną zmianę prędkości ruchu siłowników.

W fazie końcowych prób znajduje się obecnie układ do badań zmęczeniowych, który umożliwiła dynamiczne badanie ustrojów sprężających z częstotliwościami pulsacji siły do 8 Hz. Możliwa jest również oprócz zmiany częstotliwości drgań pulsatora zmiana kształtu impulsu hydraulicznego.

Stanowisko badawcze do badań zmęczeniowych obejmuje następujące zespoły:

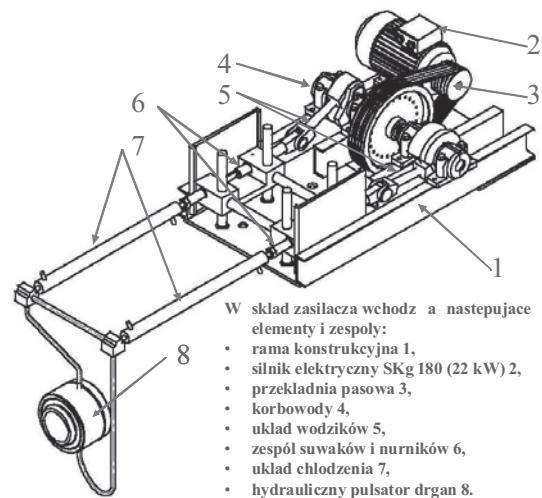
- konstrukcję mechaniczną ramy oraz zespół siłowników naciągu,
- hydrauliczny pulsator,
- uniwersalną hydrauliczną stację zasilacza nurkowego,
- elektrohydrauliczny zespół sterujący siłowników napinania,
- układ chłodzenia,
- układ pomiarowo-sterujący (Spider-Hottinger).

Zasilacz nurkowy zaprojektowany w KAP AGH jest zespołem hydrauliczno-mechanicznym (układ korbowo-wodzikowy), którego zadaniem jest

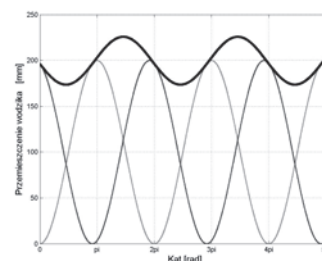
dostarczenie medium o określonym ciśnieniu oraz częstotliwości zmian pulsacji do 8 Hz do hydraulicznego pulsatora. W skład zasilacza wchodzi następujące elementy i zespoły:

- rama konstrukcyjna,
- silnik elektryczny SKg 180 (22 kW),
- koło zamachowo-pasowe $\varnothing 600$,
- korbowody,
- układ wodzików,
- zespół suwaków i nurników.

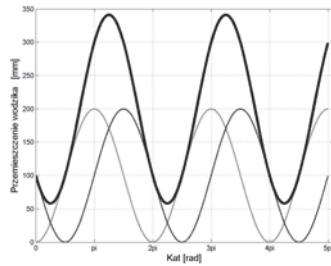
Konstrukcja zasilacza umożliwia sterowanie pracą pulsatora poprzez zmianę amplitudy oraz kształtu impulsu hydraulicznego. Zmiana amplitudy realizowana jest przez zmianę przesunięcia kąтового dzielonego koła pasowo-zamachowego. Natomiast zmiana kształtu możliwa jest dzięki zmianie położenia bloków nurników.



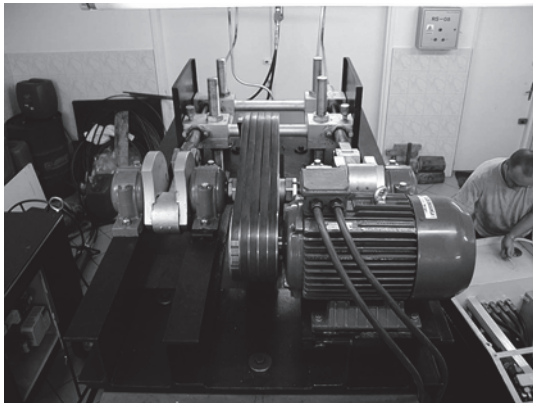
Rys. 6. Schemat hydraulicznego zasilacza nurkowego



Rys. 7a. Wykres przebiegów przemieszczeń nurników oraz sumy przemieszczeń dla położenia nurników w osi wału korbowego $e = 0$ oraz przesunięcia fazowego koła pasowego $j = 15^\circ$



Rys. 7b. Wykres przebiegów przemieszczeń nurników oraz sumy przemieszczeń dla położenia nurników w osi wału korbowego $e = 0$ oraz przesunięcia fazowego koła pasowego $j = 90^\circ$

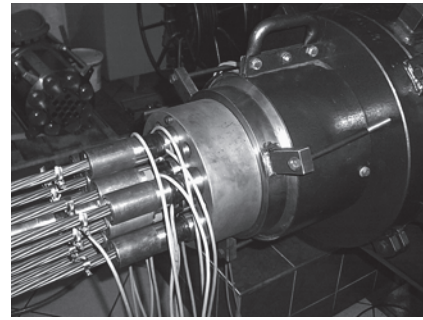


Rys. 8. Widok hydraulicznego zasilacza nurnikowego

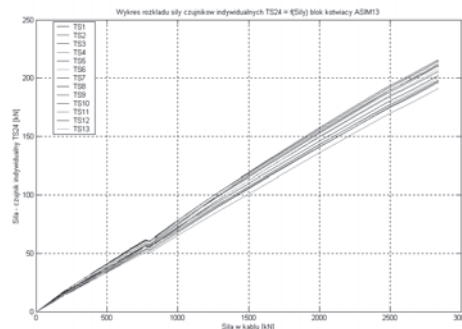
2.5. Przykładowe badania bloków kotwiących

Badania równomierności naciągu bloku kotwiącego ASIM13-AWL15,5 przeprowadzono na stanowisku badań wytrzymałościowych w Laboratorium Badań i Analiz Maszyn i Budowli AGH. W czasie badania po stronie czynnej stanowiska założono blok ASIM13-AWL15,5, natomiast po stronie biernej pojedyncze zakotwienia ASIN45-AWL15,5 wraz z czujnikami siły TS20. Szczęki w uchwytach wstępnie zakotwiono siłą 30kN. Cykl obciążenia ustroju sprężającego był następujący: 0 kN – 400 kN – 800 kN – 1200 kN – 1600 kN – 2000 kN – 2400 kN – 3000 kN (Dalej nie kontynuowano badań ze względów bezpieczeństwa-zerwanie kabla).

Pomiary poślizgów badanego ustroju sprężającego w obu zakotwieniach (czynnym i biernym) mierzono jako różnicę między przemieszczeniem wskaźników na linie w stosunku do szczęk zakotwienia. Ze względów bezpieczeństwa przemieszczeń nie mierzono powyżej siły 2700 kN. Na rys. 9 pokazano rozmieszczenie indywidualnych czujników siły TS20.

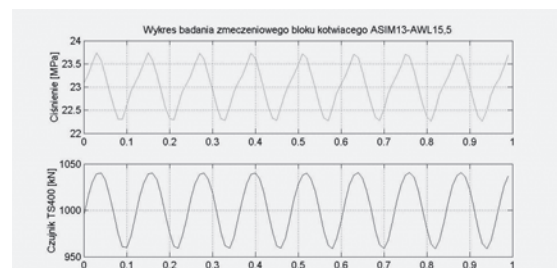


Rys. 9. Widok rozmieszczenia indywidualnych czujników siły podczas badania równomierności naciągu bloku kotwiącego ASIM13-AWL15,5



Rys. 10. Wykres równomierności naciągu bloku kotwiącego ASIM13-AWL15,5

Wyniki pomiarów równomierności naciągu przedstawiono na rys. 10. Przy sile dopuszczalnej dla cięga wg normy PN-71/M-80236 oraz PNE-10040 ($0,77 P_{mk}=2700$ kN), średni poślizg w zakotwieniu wynosił: $a_{pb}=4,5$ mm. Poślizg zmierzony w zakotwieniach przy maksymalnej sile, przy której prowadzono pomiar, nie przekraczał 5 mm. Na podstawie przeprowadzonych badań zakotwień ASIM13-AL15,5 można stwierdzić, że zakotwienia prawidłowo przenoszą siły znacznie większe niż dopuszczalne wg normy PN-71/M-80236 oraz PNE-10040, rozrzut siły w pojedynczym cięgnie kabla nie przekraczał $\pm 5\%$, poślizgi w zakotwieniach, przy siłach dopuszczalnych nie przekraczają wartości 5 mm. Przykładowe przebiegi ciśnienia w siłowniku pulsatora oraz siły w cięgnach uzyskane w czasie badań zmęczeniowych bloku ASIM13-AWL15.5 przedstawiono na rys. 11.



Rys. 11. Przykładowe wyniki badań zmęczeniowych bloku 13 cięgnowego

Badania zmęczeniowe zakotwień ASIM13-AWL15,5 przerwano po osiągnięciu $2 \cdot 10^6$ cykli. Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, że zakotwienia prawidłowo przenoszą siły dynamiczne dopuszczalne wg normy PN-71/M-80236 oraz PN-S-10040. Nie zaobserwowano żadnych oznak zmęczenia, pęknięcia lub wykruszania materiału zarówno bloku kotwiącego jak i szczęk. Rozrzut siły w pojedynczym ciągnięciu kabla nie przekraczał $\pm 5\%$ oraz poślizgi w zakotwieniach przy siłach dopuszczalnych nie przekraczają wartości 0,5 mm.

2.6. Wykorzystanie systemu ASIN-KPRM w procesie weryfikacji programu sprężania

Odpowiednia baza narzędziowa i pomiarowa systemu ASIN-KPRM umożliwia przeprowadzanie skomplikowanych badań ustrojów sprężających jak również wykonywanie pomiarów i weryfikacji programów sprężania na budowanych obiektach mostowych.

Opracowanie planu sprężania dla realizowanego obiektu mostowego spoczywa na barkach projektanta, który przygotowuje tak zwany „program sprężania”. Jest to bardzo ważny dokument, w którym zawarte są wszystkie potrzebne dane umożliwiające bezpieczne sprężenie konstrukcji. Określa on siłę sprężającą i odpowiadające jej wydłużenia kabli oraz podstawowe parametry materiałowe takie jak: rodzaj kabli sprężających, parametry betonu, kolejność naciągu kabli, rodzaj i sposób wykonywanych pomiarów.

Zgodnie z polską normą PN-EN-10040 wymagania dotyczące sprężania można uznać za spełnione, jeżeli siły sprężające wprowadzone w konstrukcję różnią się od wymaganych nie więcej niż 5% a różnice między rzeczywistymi a przewidywanymi wydłużeniami kabli nie mogą być większe niż 10%. W przypadku stwierdzenia większych różnic należy przerwać sprężanie oraz określić i usunąć przyczynę rozbieżności. Dlatego też w czasie sprężania konstrukcji należy obowiązkowo dokonywać pomiaru wydłużenia kabla, po osiągnięciu siły odpowiadającej 20, 40 60, 80, 100% siły sprężającej.

W większości przypadków niedotrzymanie tych parametrów związane jest z nieprawidłowym przyjęciem współczynników tarcia występującego w ustroju sprężającym.

W systemie ASIN-KPRM do przeprowadzenia weryfikacji programu sprężania wykorzystywany jest specjalny tensometryczny czujnik siły TS 1000 o zakresie pomiarowym 10000 [kN] i klasie dokładności 1 oraz mikroprocesorowy wzmacniacz pomiarowy typu Spider 8 firmy Hottinger GmbH.

Proces weryfikacji polega na sprężeniu wybranego przez projektanta kabla do siły projektowej bez zakatwiania lin w blokach kotwiących (istnieje wówczas możliwość „odpuszczenia” siły do wartości zerowej bez

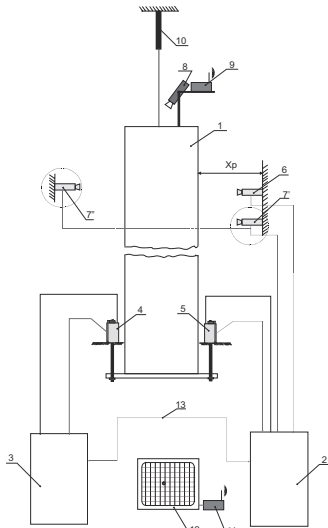
jakichkolwiek konsekwencji dla konstrukcji). Podczas sprężania kabla mierzymy siłę sprężającą po obu stronach budowanego segmentu oraz wydłużenie kabla. Postępując w ten sposób możemy łatwo sprawdzić czy przyjęte w obliczeniach współczynniki tarcia kabli sprężających o ścianki kanału są zgodne z rzeczywistymi wartościami. Dzięki temu projektant stwierdzi na ile dokładnie przewidział charakterystykę obiektu i ma możliwość skorygowania swoich obliczeń, czyli ustalenia nowej siły sprężającej, jeszcze przed fazą ostatecznego sprężenia konstrukcji. Metoda ta jest bardzo przydatna w ocenie jakości procesu sprężania konstrukcji w początkowej fazie realizacji obiektu.



Rys.12. Czujnik siły zamocowany na obiekcie podczas weryfikacji

2.7. System nasuwania konstrukcji mostowych ASIN KPRM

W skład technologii ASIN-KPRM wchodzi również prototypowy, zautomatyzowany system nasuwania konstrukcji mostowych. Składa się on z urządzeń wykonawczych, agregatów zasilających i zespołu czujników pomiarowych odpowiadających za ciągłą kontrolę trajektorii nasuwanej konstrukcji. W urządzeniach systemu ASIN-KPRM zastosowano po raz pierwszy technikę cyfrową, która umożliwia realizację programową (a nie sprzętową) algorytmów pracy agregatu i urządzeń wykonawczych oraz pozwala na szybką modyfikację realizowanych algorytmów bez zmiany elementów tworzących układ. Schemat ideowy automatycznego sterowania nasuwaniem konstrukcji mostowych przedstawiono na rys.13.



Rys. 13. Schemat ideowy systemu automatycznego nasuwania konstrukcji mostowych

Konstrukcja mostowa (1) nasuwana jest przy pomocy dwóch urządzeń napinająco-transportujących (4, 5) zasilanych i sterowanych z agregatów napędowo sterowniczych (2, 3). Agregaty połączone są ze sobą przy pomocy dwużyłowej skrętki (13). W układzie automatyki zastosowano sprzężenie zwrotne od bocznego przemieszczenia konstrukcji mostowej. W tym celu do nieruchomej podpory przymocowano ultradźwiękowy przetwornik przemieszczenia (6). W związku z tym, że przy sterowaniu automatycznym sprzężenie zwrotne odgrywa bardzo istotną rolę w układzie wprowadzono dodatkowy przetwornik przemieszczenia (7). Obydwa przetworniki mogą być zamocowane po tej samej (7') lub po przeciwnych stronach mostu (7''). Sposób zamocowania przetworników zależy od usytuowania podpór i kształtu nasuwanej konstrukcji.

Najbardziej korzystne dla bezpieczeństwa procesu nasuwania jest umieszczenie przetworników na dwóch podporach. Pozwala to na wykrycie ewentualnych odchyłek wynikających z ugięcia lub uszkodzenia podpór. W szczególnych warunkach możliwe jest zastosowanie trzech przetworników w konfiguracji jak na rysunku. Umożliwi to uwzględnienie w algorytmie sterowania niedokładności wykonania nasuwanej konstrukcji jak np. zmiany szerokości mostu w funkcji jego długości.

Dla dodatkowego zabezpieczenia w systemie zastosowano kontrolę położenia czoła mostu. W tym celu na nieobciążonej podporze zainstalowany jest nadajnik wiązki laserowej (10) w paśmie światła widzialnego (czerwone). Wiązka światła pada na tarczę umieszczoną na czole mostu. Ze względu na znaczne odległości czoła mostu od stanowiska operatora agregatów obraz plamki lasera na tarczy filmowany jest kamerą przemysłową (8) zainstalowaną na czole mostu i przekazywany drogą radiową (9, 11) do monitora (12) zainstalowanego

na stanowisku operatora. Umożliwia to kontrolę działania systemu automatycznego sterowania.

3. REALIZACJE OBIEKTOWE

System sprężania ASIN-KPRM został wdrożony w wielu zakładach produkcyjnych zajmujących się prefabrykacją sprężanych elementów strunobetonowych. Najważniejszym jednak efektem jest realizacja wielu obiektów mostowych na terenie całej Polski.

- Nasuwanie wiaduktu w Starachowicach (1998-1999 r.)
- Budowa wiaduktu w Zabrzu (1998 r.)
- Budowa wiaduktu w Jeleniej Górze (1999 r.)
- Sprężanie wiaduktu w Chabówce, rehabilitacja poprzez sprężenie kablami zewnętrznymi (jeden z najdłuższych ustrojów sprężających w Europie) 2001 r., zastosowano po raz pierwszy na świecie system sprężania przestrzennego w układzie 4 urządzeń sprężających,
- Budowa wiaduktu w ul. ks. Popiełuszki w Warszawie (2001 r.)
- Budowa wiaduktu kolejowego w Bolesławcu (2001 r.)
- Most Zwierzyniecki w Krakowie,
- Dojazdowa Trasa Średnicowa w Katowicach, (2001-2002 r.)
- Budowa węzła komunikacyjnego „Wielicka” w Krakowie, (2002-2003 r.)
- Wiadukt nad autostradą A-4 Wd-26,
- Wiadukt nad autostradą A-4 Wd-27
- Wiadukt nad autostradą A-4 Wd-28
- Wiadukt nad ulicą Kosocicką w Wieliczce Wd-30
- Most przez rzekę Serafa w ciągu autostrady A-4 MA-34
- Tunel drogowy nad ulicą Kosocicką Wd-29

4. PODSUMOWANIE

System ASIN-KPRM dzięki opracowaniu nowych urządzeń napinająco-transportujących UNTM-13 oraz agregatów nowej generacji UHF-ASIM-10/7.5/180 rozszerzył swoje możliwości w zakresie sprężania i nasuwania obiektów mostowych. Urządzenia UNTM-13 dzięki zastosowaniu w nich nowych, oryginalnych rozwiązań mogą być z powodzeniem stosowane do naprężania (z wysoką dokładnością) odciągów i konstrukcji wantungowych.

Agregaty UHF-ASIM-10/7,5/180 mogą współpracować w systemach rozproszonych dzięki sterownikom z modułem transmisji sieciowej LonWorks. Pozwala to na realizację złożonych operacji nasuwania obiektów mostowych. Nowoczesna baza laboratoryjna i projektowa umożliwia badania nowych rozwiązań i doskonalenie systemu. Urządzenia wchodzące w skład systemu ASIN-KPRM od fazy wyboru koncepcji aż po wykonanie i badania spełniają

wymogi UE w zakresie EN ze szczególnym uwzględnieniem norm serii ISO 14000.

System ASIN-KPRM został w latach 1998, 1999 i 2000 nagrodzony złotymi medalami na Międzynarodowych Targach „Autostrada Polska” w Kielcach.

5. LITERATURA

- [1] JURKIEWICZ A., MIGAŁA D., *Technologia sprężania i nasuwania konstrukcji mostowych ASIN-KPRM, XLV Konferencja Naukowa Problemy naukowo-badawcze budownictwa, Tom 6 - Mosty, Krynica, wrzesień 1999.*
- [2] *Sprawozdanie Realizatora z etapu Projektu Celowego KBN Nr 7T07E-027 97C/3659, Opracowanie oryginalnej technologii sprężania i nasuwania konstrukcji kablo- i struno-betonowych dla inżynierii dróg i mostów, Kraków 1999.*



Dr inż. Andrzej JURKIEWICZ ukończył studia na Wydziale Maszyn Górniczych i Hutniczych AGH w 1976r. o specjalności Automatyka i Metrologia w trybie indywidualnym z poszerzeniem o przedmioty kierunku Telekomunikacja na WEAiE AGH oraz studiów doktoranckich na Wydziale Matematyki UJ. Stopień doktora nauk technicznych uzyskał z zakresu identyfikacji obiektów wielowymiarowych z wykorzystaniem widmowych funkcji resztkowych. Jego zainteresowania naukowe obejmują zagadnienia sterowania obiektami wielowymiarowymi oraz technologią mostów sprężanych i nasuwanych. Jest autorem kilku patentów, ponad 40 artykułów w kraju i zagranicą oraz kilkudziesięciu prac dla przemysłu. Obecnie pracuje na stanowisku adiunkta w Katedrze Automatykacji Procesów WIMiR AGH.



Mgr inż. Sebastian MULARZ ukończył studia na Wydziale Inżynierii Mechanicznej i Robotyki AGH w 1998 roku. Aktualnie jest asystentem w Katedrze Automatykacji Procesów na Wydziale IMiR Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie. Główne zainteresowania dotyczą sterowania i napędów hydraulicznych. Jest autorem kilku publikacji krajowych i międzynarodowych.