

**BAZADANYCH DO WYZNACZANIA DEFORMACJI
PRZESTRZENNYCH SEKCJI OKRĘTOWYCH***

Edward Preweda

Katedra Informacji o Terenie
AGH w Krakowie

Słowa kluczowe: modele odkształceń, konstrukcje okrętowe, bazy danych.

Abstrakt

W pracy przedstawiono aplikację umożliwiającą tworzenie zbiorów służących do identyfikacji konstrukcji sekcji okrętowych budowanych w stoczni statków. W związku z odkształceniami sekcji, wynikającymi głównie z procesu spawania, wymiary elementów konstrukcyjnych są celowo zwiększane. Problem odkształceń występujących podczas montażu statku nie jest dostatecznie rozpoznany, dlatego naddatki technologiczne są projektowane z nadmiarem. Na kolejnych etapach montażu zachodzi więc konieczność przycinania elementów, co znacznie wydłuża czas budowy statku. Znajomość wpływu technologicznych procesów cieplnych na odkształcenia konstrukcji okrętowych umożliwi prognozowanie naddatków na takim poziomie, aby było możliwe wyeliminowanie końcowego przycinania elementów.

DATA BASE FOR IDENTIFICATION OF SPATIAL DEFORMATIONS IN SECTIONS OF SHIPS

Edward Preweda

Chair of Land Information
University of Mining and Metallurgy in Kraków

Key words: models of deformations, constructions of ships, data bases.

Abstract

The application presented in the article is used to form data bases for the identification of the construction of structural parts of ships built in the shipyard. Structural parts are oversized on account of deformations of sections, caused mainly by welding. The nature of deforma-

* Praca powstała w ramach projektu badawczego KBN Nr 9 T12E 028 4.

tions which occur while ships are built is not well-defined, so technological allowances are designed to excess. Consequently, excessive material must be later trimmed off, which prolongs the construction of a vessel. Good knowledge of the effect of thermal processes on deformations of ship constructions will make it possible to design material allowances so as to avoid any subsequent trimming.

1. Wprowadzenie

Pomiary geodezyjne lub fotogrametryczne związane z procesem budowy statku są wykonywane począwszy od etapu przygotowania blach i profili aż do czasu jego wodowania. Niezbędne prace kontrolno-pomiarowe wykonuje się również w czasie eksploatacji statku. Szczególną rolę odgrywają pomiary związane z kontrolą kształtu i wymiarów konstrukcji okrętowych oraz prace dotyczące badań przemieszczeń i odkształceń sekcji przestrzennych czy całego kadłuba. Odkształcenia te są spowodowane przede wszystkim obciążeniami dynamicznymi i statycznymi oraz zmianą temperatury.

Na powstawanie naprężeń i odkształceń elementów konstrukcji okrętowych bardzo duży wpływ mają tzw. odkształcenia spawalnicze. Ze względu na ich występowanie na poszczególnych etapach montażu sekcji stosuje się naddatki technologiczne, przycinane w końcowej fazie montażu. Znajomość wpływu technologicznych procesów cieplnych na odkształcenia konstrukcji okrętowych może umożliwić prognozowanie naddatków na takim poziomie, aby końcowe przycinanie poszczególnych elementów nie było konieczne. Czas budowy statku zostałby znacznie skrócony, co ma duże znaczenie ekonomiczne.

Najefektywniejszym sposobem określania modelu deformacji przestrzennych sekcji okrętowych jest jego formułowanie na podstawie odpowiednich danych opracowanych metodami statystycznymi (JASTRZĘBSKI i in. 1996). Analizie muszą być poddane właściwości materiałów stosowane w konstrukcjach okrętowych oraz warunki montażu, a także wyniki geodezyjnych pomiarów kontrolnych.

Na podstawie informacji podanych w cytowanej powyżej pracy autor niniejszego opracowania sformułował aplikację umożliwiającą tworzenie zbiorów służących do identyfikacji rzeczywistych konstrukcji sekcji okrętowych budowanych w stoczni statków. Oprócz zbiorów identyfikatorów materiałowo-konstrukcyjnych i technologicznych, w bazie są gromadzone zbiory z pomiarów zmierzających do wyznaczenia kształtu i wymiarów sekcji. W jednej bazie mogą być przechowywane dane dotyczące różnych okrętów. Na potrzeby procesu technologicznego zebrane informacje mogą być poddawane analizom statystycznym w celu formułowania modeli deformacji i prognozowania odkształceń rozpatrywanych konstrukcji.

Nadmienić należy, że aplikacja ShipBase 2.0 została zaprojektowana i zrealizowana pod kątem jej rozbudowy w miarę uzyskiwanych doświadczeń, szczególnie w kontekście formułowania kinematycznych modeli przemieszczeń i wyznaczania kinematycznego wektorowego pola przemiesz-

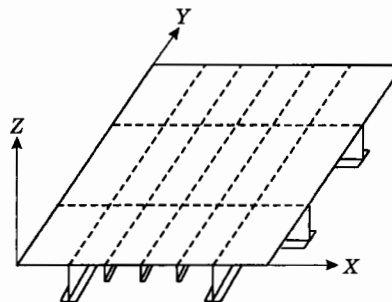
czeń. W obecnej fazie pozwala przede wszystkim na odpowiednie przygotowanie danych materiałowo-konstrukcyjnych oraz geodezyjnych lub fotogrametrycznych w celu ułatwienia prowadzenia dalszych badań.

2. Klasyfikacja przestrzennych sekcji okrętowych

Kadłuby statków buduje się z wielu sekcji płatowych, zespołowych oraz z bloków prefabrykowanych, łączonych metodą spawania. Pojedyncze elementy konstrukcyjne, łączone w usztywnione podzespoły, tworzą sekcje płatowe, np. sekcje poszycia burtowego. Te z kolei są łączone w zespołowe sekcje przestrzenne, np. sekcje dna podwójnego czy sekcje zbiorników burtowych. Szereg sekcji płatowych lub zespołowych tworzy bloki.

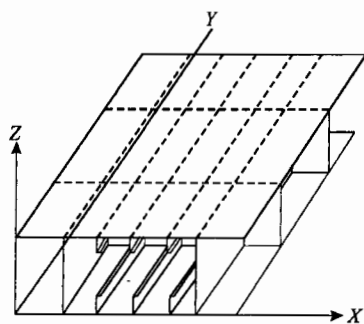
Zgodnie z propozycją zawartą w pracy JASTRZĘBSKIEGO i in. (1996), sekcje przestrzenne, w zależności od liczby i sposobu ułożenia płyt płaskich, podzielono na następujące typy:

- typ 1 – sekcja przestrzenna składająca się z jednego (lub więcej) płata płaskiego, np. sekcja pokładu (rys. 1);
- typ 2 – sekcja przestrzenna składająca się z dwóch (lub więcej) płyt płaskich, ułożonych równolegle, np. sekcja dna podwójnego (rys. 2);



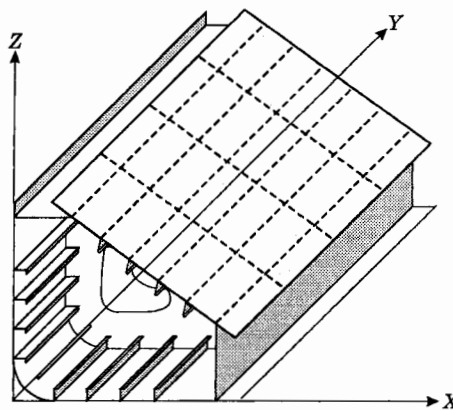
Rys. 1. Sekcja przestrzenna składająca się z jednego płata płaskiego

Fig. 1. Spatial section composed of one flat sheet



Rys. 2. Sekcja przestrzenna składająca się z dwóch płyt płaskich ułożonych równolegle

Fig. 2. Spatial section composed of two parallel flat sheets



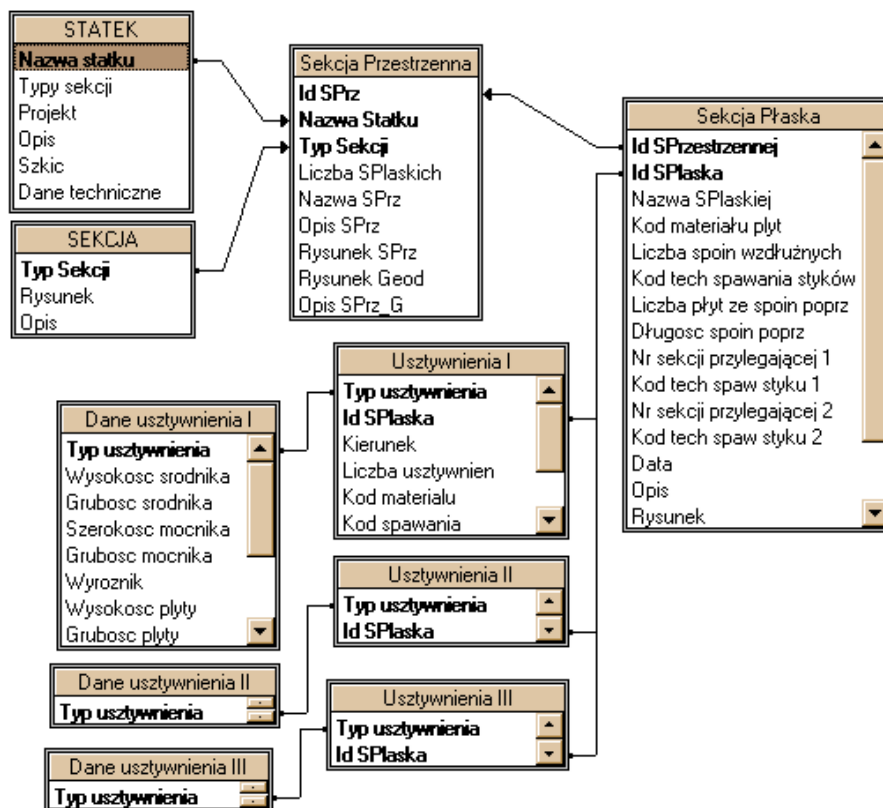
Rys. 3. Sekcja przestrzenna składająca się z kilku płyt płaskich ułożonych pod różnymi kątami

Fig. 3. Spatial section composed of several flat sheets placed at different angles

- typ 3 – sekcja przestrzenna składająca się z kilku płytów płaskich, ułożonych pod różnymi kątami, np. sekcja zbiornika obłowego (rys. 3);
- typ 4 – inna sekcja przestrzenna (definiowania bezpośrednio w bazie).

3. Podstawowe relacje aplikacji ShipBase 2.0

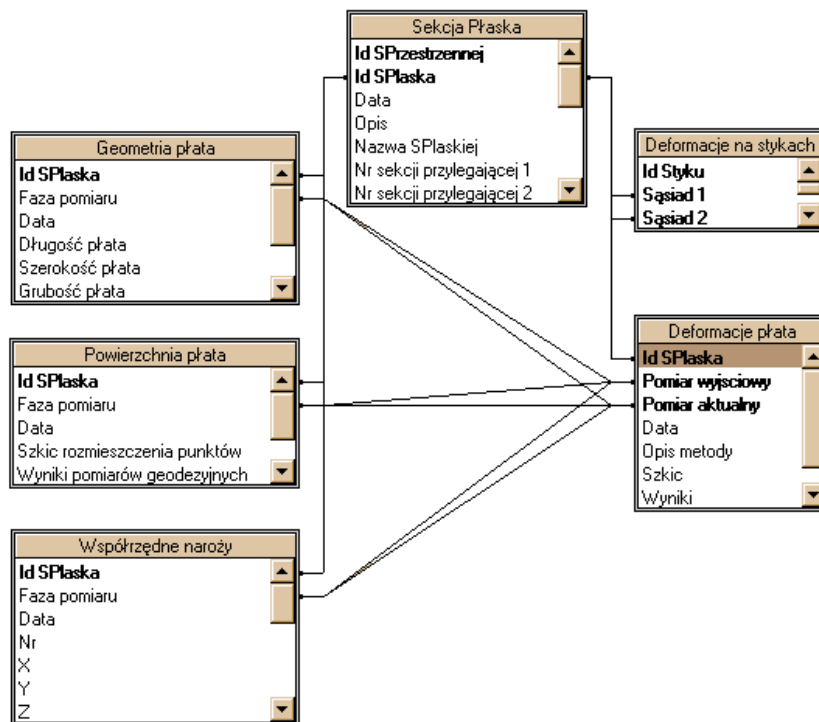
Aplikacja ShipBase 2.0 została utworzona za pomocą relacyjnego systemu zarządzania baz danych MS Access, dzięki czemu jest zgodna ze standardem ODBC. Działa na komputerach klasy PC w środowisku Windows 95. Projekt bazy zakłada możliwość korzystania z danych gromadzonych i zapisanych w aplikacjach zewnętrznych, tworzonych w takich systemach baz danych, jak: dBase, Paradox, Btrieve, Microsoft SQL Server, Microsoft Fox Pro czy Sysbase SQL Server. Do opracowanej aplikacji można również włączać obiekty utworzone w dowolnej aplikacji działającej w środowisku Windows 95, np.: rysunki, dokumenty, filmy video. W skład aplikacji,



Rys. 4. Wybrane relacje bazy ShipBase – identyfikatory materiałowo-konstrukcyjne
 Fig. 4. Some relations of the ShipBase – identifiers of materials and construction

oprócz wielu modułów i makr, wchodzi ok. 50 relacji, 40 zapytań, 100 formularzy i podformularzy oraz 20 raportów. W niniejszym opracowaniu przedstawiono jedynie kilka podstawowych własności aplikacji, dających pogląd ogólny na jej konstrukcję i sposób działania.

Jak wcześniej wspomniano, aby umożliwić analizę deformacji sekcji przestrzennych i prognozowanie naddatków technologicznych, w bazie połączono dane materiałowo-konstrukcyjne z danymi pochodzącymi z geodezyjnych pomiarów kontrolnych. Wybrane relacje zachodzące między danymi gromadzonymi w bazie przedstawiono na rysunkach 4 i 5. Zarówno dane materiałowe, jak i dane geodezyjne są powiązane z elementarną relacją „Sekcja Płaska”, dzięki czemu w zapytaniach do bazy można jednocześnie stosować kryteria obejmujące te wszystkie dane.

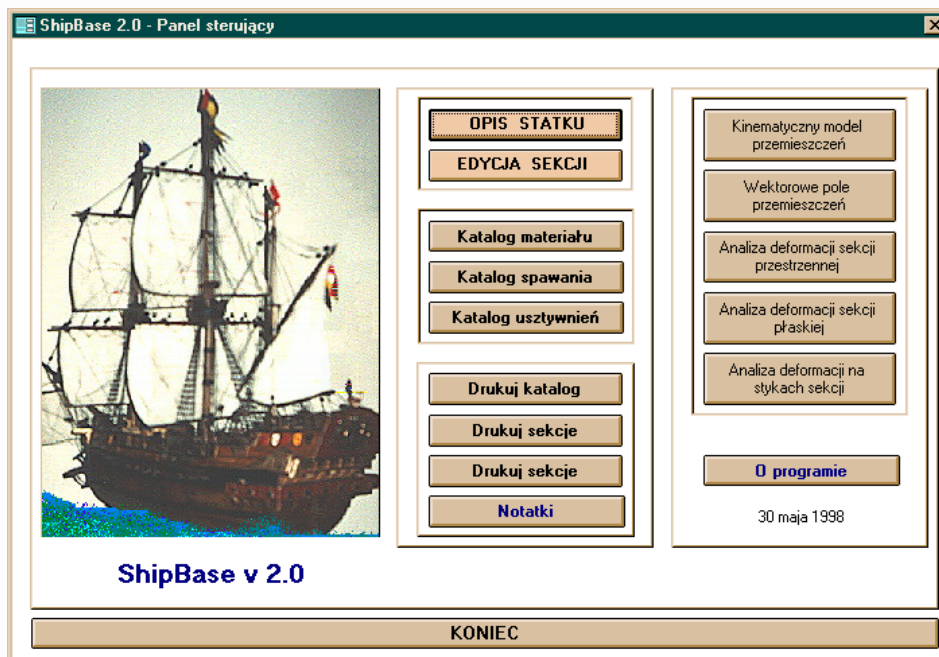


Rys. 5. Wybrane relacje bazy ShipBase – wyniki pomiarów geodezyjnych i analiza deformacji

Fig. 5. Some relations of the ShipBase – results of geodetic measurements and analysis of deformations

4. Skrócona prezentacja aplikacji ShipBase 2.0

Podstawowym celem aplikacji jest formułowanie zbiorów informacji materiałowo-geodezyjnych dotyczących przestrzennych sekcji okrętowych. Aplikacja umożliwia ponadto wprowadzenie szczegółowego opisu projektowanych do realizacji okrętów, tworzenie i korzystanie w bazie z katalogów materiałowych, technologii spawania i katalogów usztywnień. W przyszłości aplikacja umożliwi również wyznaczanie kinematycznego modelu przemieszczeń oraz wektorowego pola przemieszczeń poszczególnych sekcji. Aplikacja jest sterowana za pomocą panelu, którego postać przedstawiono na rysunku 6.



Rys. 6. Panel sterujący aplikacji ShipBase 2.0

Fig. 6. Control panel of the ShipBase 2.0 application

Informacje opisowe dotyczące projektowanej konstrukcji wybranego statku wprowadza się do bazy poleceniem „Opis statku”. Użytkownik dysponuje przy tym pełną swobodą co do typu wszystkich danych zamieszczanych w tej części bazy. Oprócz pól związanych z bazą bezpośrednio (dane wprowadzone do tych pól są przechowywane w bazie), program oferuje możliwość połączeń z danymi dowolnego typu, przechowywanymi w plikach zewnętrznych. Nie jest przy tym ograniczona ani liczba, ani rozmiar plików zewnętrznych. Baza przechowuje jedynie ścieżki dostępu do plików oraz ścieżki dostępu do aplikacji, w których poszczególne pliki mają być uruchamiane.

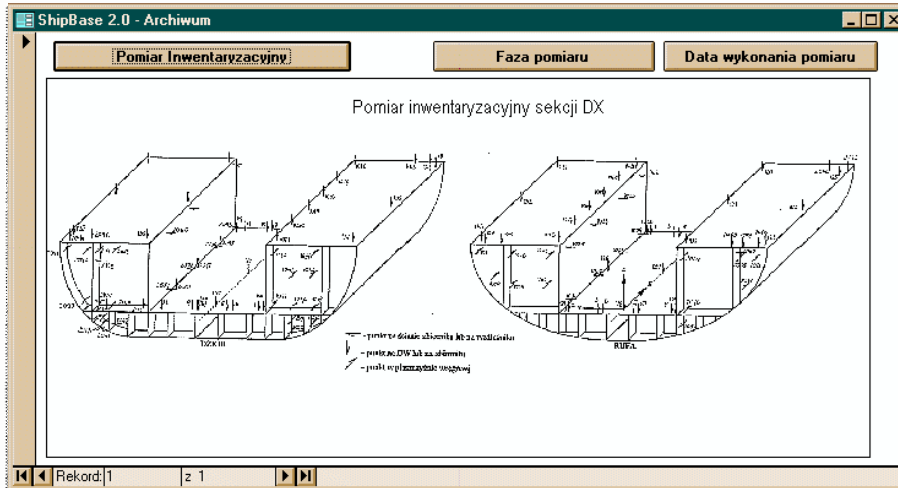
Polecenie „Edycja sekcji” umożliwi wprowadzanie danych materiałowo-konstrukcyjnych i geodezyjnych. Poszczególne sekcje przestrzenne są ściśle związane z określonym statkiem oraz typem sekcji przestrzennej. W związku z tym przed rozpoczęciem edycji danych należy wprowadzić nazwę statku oraz zadeklarować jeden z czterech proponowanych typów, do którego dana sekcja przestrzenna przynależy. W przypadku typu czwartego jest dodatkowo wymagane precyzyjne zdefiniowanie typu. Kolejnym etapem pracy jest edycja zbiorów informacji związanych z sekcją przestrzenną.

W nagłówku formularza „Sekcja przestrzenna” (rys. 7), po jego prawej stronie, są umieszczone dane informujące użytkownika o nazwie statku oraz typie edytowanej sekcji. Każda sekcja przestrzenna przynależna do

Rys. 7. Widok formularza „Sekcja przestrzenna”
Fig. 7. The form „Spatial section”

danego okrętu ma swoje unikatowe oznaczenie (nazwę), które należy wprowadzić w powyższym formularzu. Te sekcje, które już zostały wprowadzone do bazy, wybiera się za pomocą selektorów rekordów. W formularzu można wprowadzić opisy tekstowe i obiekty OLE, dodatkowo charakteryzujące daną sekcję przestrzenną. Wyniki pomiarów geodezyjnych mogą być edytowane bezpośrednio w bazie lub włączane do bazy z plików zewnętrznych, dokumentów, szkiców itp. (rys. 8).

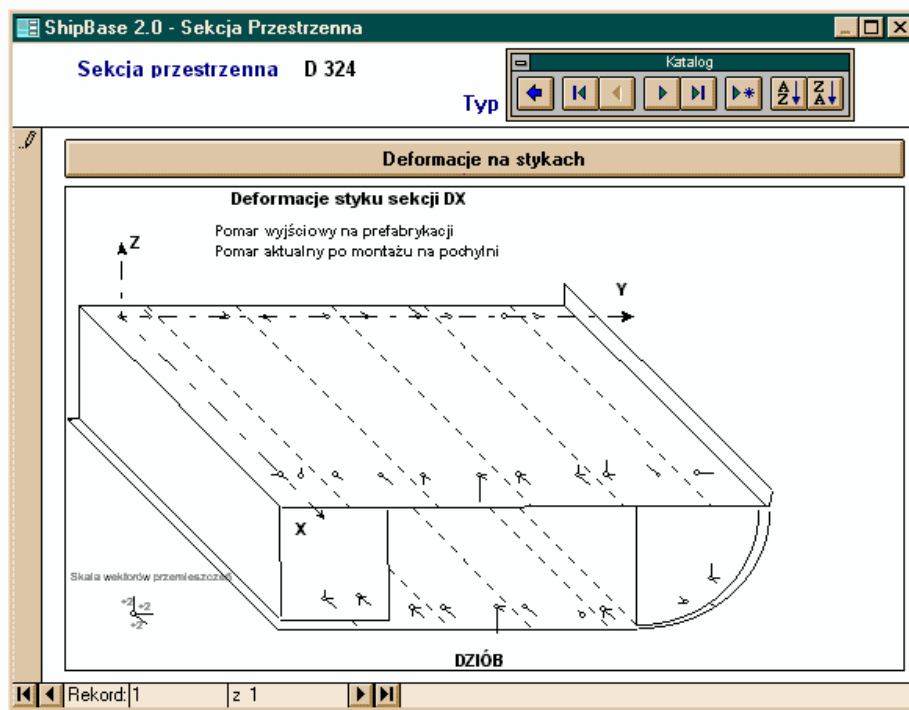
Z poziomu formularza „Sekcja przestrzenna” będzie możliwe wyznaczenie modelu przemieszczeń oraz analizowanie deformacji sekcji i deformacji



Rys. 8. Przykład archiwum danych geodezyjnych
Fig. 8. Example of geodetic data kept in archive files

na jej stykach. Na obecnym etapie istnieje możliwość włączania wyników obliczeń przeprowadzonych poza bazą (rys 9).

W stopce formularza „Sekcja przestrzenna” są umieszczone przyciski



Rys. 9. Deformacje na stykach sekcji
Fig. 9. Deformations at contacts of sections

pozwalające na przełączenie się do innych formularzy związanych z edytowaną sekcją oraz do sporządzania wybranych raportów.

Z sekcją przestrzenną są bezpośrednio związane sekcje płaskie wchodzące w jej skład. Poleceniem „Pokaż sekcje płaskie” otwiera się formularz, którego postać przedstawiono na rysunku 10. W formularzu tym wprowadza się zasadnicze identyfikatory sekcji płaskiej. Poszczególne pola formu-

Rys. 10. Fragment formularza „Szekcja płaska”
Fig. 10. The form „Flat section” (fragment)

larza wypełnia się, wpisując nazwy i oznaczenia bezpośrednio z klawiatury lub wybierając je z rozwijalnych list. Podczas wprowadzania kodów materiału, technologii spawania czy wyróżnika usztywnień są pomocne przyciski umieszczone w pasku narzędzi i w pasku menu. Przyciskami uruchamia się formularze pozwalające na odszukanie danego kodu na podstawie jego składowych lub wykazujące składowe podanego kodu, np. przycisk oznaczony symbolem „? Kod spawania” otwiera pomocniczy formularz w postaci jak pokazano na rysunku 11.

Z rozwijalnych list powyższego formularza wybiera się poszczególne składowe kodu. Jeżeli dla podanych składowych istnieje kod technologii spawania zapisany w odpowiednim katalogu, zostanie on wyświetlony w dolnym polu opcji 1. Inne opcje umożliwiają wybieranie kodu identyfikacyjnego bezpośrednio z listy, jeszcze inne pozwalają na definiowanie no-

Pomoc w ustaleniu kodu identyfikacyjnego technologii spawania OPCJA 1

Wybierz metodę spawania: automatyczne łukiem krytym pod topnikiem

Wybierz kod materiału dodatkowego: [dropdown]

Wybierz rodzaj złącza: [dropdown]

Wybierz rodzaj spoiny: [dropdown]

Wybierz typ rowka: [dropdown]

Wybierz wymiary rowka: [dropdown]

Wybierz sposób wykonania spoiny: jednowarstwowa

Wybierz napięcie łuku: [dropdown]

Wybierz natężenie prądu: [dropdown]

Wybierz prędkość spawania: [dropdown]

Znaleziony kod technologii spawania : [input field]

Przełącz

Rys. 11. Formularz pomocniczy do ustalenia kodu technologii spawania

Fig. 11. The supplementary form for the selection of the code for a welding technology

wych kodów. Analogiczne rozwiązania zastosowano do ustalenia kodów stosowanych materiałów i wyróżników usztywnień.

W odpowiednich podformularzach (rys. 12) wprowadza się do każdej sekcji płaskiej informacje na temat stosowanych usztywnień pierwszego i drugiego rodzaju oraz usztywnień poprzecznych.

Usztywnienia III Sekcja płaska D 324 / S23

Usztywnienia poprzeczne

Kierunek usztywnienia: poprzeczny

Liczba usztywnień: 6

Kod materiału usztywnienia: B

Kod identyfikacyjny technologii spawania usztywnienia do płyty: CD-05

Wybierz typ usztywnienia:

- Płaskownik
- Płaskownik żełbkowy
- Kątownik nierównoramienny
- Teownik spawany
- Płyta

Pokaż dane usztywnienia

Usztywnienia

? Kod materiału ? Kod spawania ? Wyróżnik usztywnienia

Rys. 12. Formularz do edycji usztywnień poprzecznych

Fig. 12. The form for the edition of transverse bracings

Kolejną grupę informacji związanych z sekcją płaską stanowią podstawowe dane geometryczne, np. współrzędne naroży sekcji czy geometria płata. Dodatkowe dane mogą pochodzić z geodezyjnych pomiarów punktów reprezentujących powierzchnie płata.

Podobnie jak w przypadku sekcji przestrzennej, użytkownik ma możliwość sporządzania różnorodnych raportów na podstawie danych opisujących aktywną sekcję płaską. Raporty dla wybranych sekcji płaskich, przestrzennych lub dla wybranego statku mogą być sporządzane również z poziomu panelu sterującego aplikacji.

5. Podsumowanie

Elementy konstrukcyjne sekcji okrętowych ulegają na poszczególnych etapach montażu statku znacznym odkształceniom i deformacjom. Pewne zmiany zachodzą również w czasie wykonywania pomiarów kontrolnych. Na niektórych etapach, np. podczas łączenia poszczególnych elementów lub sekcji, zmiany te można uznać za zaniedbania małe (względem np. odkształceń spawalniczych), na innych zaś, np. podczas wodowania statku, są one bardzo istotne.

W pracy zaproponowano konkretne rozwiązanie pierwszego etapu problemu, jakim jest wyznaczanie modelu deformacji przestrzennych sekcji okrętowych. Rozwiązanie to może być stosowane w pierwszych fazach budowania sekcji przestrzennych. Rozpoznanie zjawiska powstawania deformacji umożliwiłoby ich prognozowanie, a więc możliwe byłoby stosowanie naddatków technologicznych bez dodatkowych zapasów. Przycinanie podczas montażu elementów konstrukcyjnych, z konieczności projektowanych wcześniej z „zapasem”, znacznie wydłuża cykl budowy statku, dlatego możliwość wyeliminowania tego procesu ma bardzo duże znaczenie ekonomiczne.

Do rozpoznania modelu deformacji sekcji można wykorzystać metody oparte na statystycznej analizie danych materiałowo-konstrukcyjnych i wyników obserwacji geodezyjnych lub fotogrametrycznych, wykonanych na poszczególnych etapach montażu sekcji. Punkty reprezentujące kontrolowane sekcje mogą być uznawane za „stałe” lub „ruchome” w czasie wykonywania pomiarów. W pierwszym przypadku zbiór tych punktów będzie tworzyć model quasi-statyczny, w drugim zaś – model kinematyczny. Na podstawie wyznaczonego dyskretnego zbioru współrzędnych punktów można z poszczególnych faz montażu statku aproksymować funkcję przemieszczeń punktów w czasie lub, jeżeli poszczególne obserwacje będą miały przypisany odpowiedni czas, aproksymować model ruchu dla danej fazy.

Model kinematyczny będzie stanowił podstawę do aproksymacji zarówno funkcji przemieszczeń pojedynczych punktów, jak i kinematycznego wektorowego pola przemieszczeń. Podczas aproksymacji modelu kinematycznego problemem może być konieczność uwzględnienia warunków cią-

głości odkształceń. Model uwzględniający te warunki i nadający się do adaptacji w rozważanym zagadnieniu podał np. CZAJA (1996).

Warto zwrócić uwagę na pewne podobieństwa niektórych etapów rozważanego problemu do takich zagadnień, jak wyznaczanie deformacji obiektów inżynierskich o powierzchniach stopnia drugiego czy nawet aproksymacji kinematycznego wektorowego pola przemieszczeń punktów w sieciach geodezyjnych. W sensie samego sposobu formułowania modelu kinematycznego różnice między powyższymi zagadnieniami są niewielkie. Powyższe względy skłoniły autora do zachowania pełnej zgodności opracowanej aplikacji do standardów przyjętych wcześniej w pracach PREWEDA (1995, 1997).

Przyjęto do druku 1999.02.19

Recenzent prof. nadzw. dr hab. Alojzy WASILEWSKI

Piśmiennictwo

References

- Czaja J. 1996. Estimation of linear deformation models. Proc. of the 8th FIG International Symposium on Deformation Measurements. Hong Kong.
- Jastrzębski T. i in. 1996. Identyfikatory materiałowo-konstrukcyjne i technologiczne przestrzennych sekcji okrętowych celem utworzenia bazy danych deformacji spawalniczych (na przykładzie sekcji pilotowej D-3). Manuskrypt opracowania wykonanego w ramach Projektu Celowego: „Nowe technologie budowy kadłubów okrętowych wymuszające skrócenie cykli budowy i podwyższające wymogi jakościowe” nr 9 9286 93 c/1430, Szczecin.
- Niebylski J. 1988. Pomiary deformacji statków na pochylni w technologicznym cyklu budowy. Geodezja w Gospodarce Morskiej, III Konf. SGP, Gdańsk.
- Preweda E. 1995. System gromadzenia i przepływu informacji o stanie geometrycznym obiektów powłokowych. Skomputeryzowane systemy pomiarowe w geodezji inżynierskiej, Kraków
- Preweda E. 1996. ShipBase 1.0. Opracowanie nie publikowane. Kraków.
- Preweda E. 1997 : Baza informacji na temat przemieszczeń poziomych terenu, Geodezja i Urządzenia Rolne, XIV, 324, AR, Wrocław
- Wytyczne wykonania geodezyjnych pomiarów stoczni i statków morskich. 1976. Ministerstwo Przemysłu Ciężkiego. Wyd. Przem. Masz. „Wema”, Warszawa.