

Barbara KLISZCZEWICZ

ANALIZA NUMERYCZNA POWŁOK WALCOWYCH PODDANYCH GEOMETRYCZNYM WYMUSZENIOM

Streszczenie. Analizie numerycznej poddano cylindryczną powłokę, której dolna krawędź obciążona jest niesymetrycznie. Obciążenie to, mające charakter geometrycznego wymuszenia o zadanym przebiegu, symuluje oddziaływanie poziomej składowej górniczej deformacji terenu. Zagadnienie to rozwiązane zostało w sposób dyskretny. Za pomocą programu O.K. MES/3 utworzono numeryczny model walcowej powłoki, obciążonej niesymetrycznie i wyznaczono uogólnione siły wewnętrzne w powłoce i pierścieniu fundamentowym.

NUMERICAL ANALYSIS OF CYLINDRICAL SHELLS AFTER GEOMETRICAL INPUT FUNCTION

Summary. A cylindrical shell of a bottom edge asymmetrically loaded underwent numerical analysis. The loading was of a nature of a geometric input function with a course given and it simulates the influence of horizontal component in the conditions of mining subsoil deformations. The task was solved discretely. By means of the O.K. MES/3 program a numerical model of the cylindrical shell asymmetrically loaded was worked out, and generalized internal forces in the shell and circular foundation were determined.

DIGITALANALYSE GEOMETRISCH ERZWUNGENER ZYLINDERSCHALEN

Zusammenfassung. Der Digitalanalyse wurde eine Zylinderschale unterzogen, deren unterer Rand asymmetrisch belastet war. Diese Belastung, als geometrische Erzwingung mit einem vorangesetzten Verlauf, simuliert die Einwirkung der horizontalen Teilkraft der bergbaubedingten Geländeverformung. Die Lösung dieser Aufgabe erfolgte eben in digitaler Art. Über Anwendung des O.K. MES/3 - Programms wurde das Digitalmodell der Zylinderschale erstellt, welche nach asymmetrischer Belastung, die Ermittlung interner generalisierter Kräfte, so in der Schale, wie auch im Fundamentenring, gewahrt hat.

1. WSTĘP

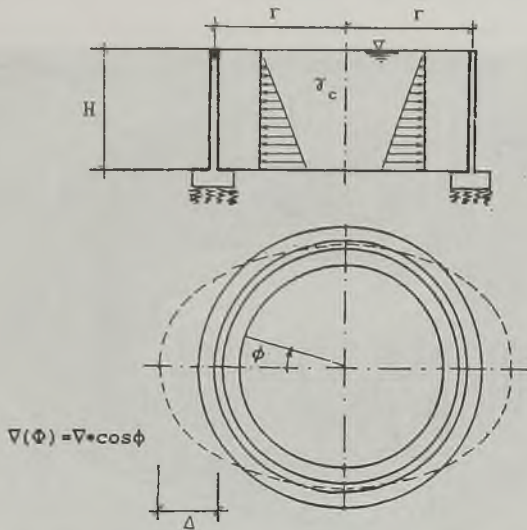
Żelbetowe zbiorniki na ciecze, często realizowane jako konstrukcje walcowe, narażone są na destrukcyjne oddziaływanie wielu czynników mechanicznych. W wypadku zbiorników posadowionych na terenach podlegających wpływowi górniczej deformacji uszkodzenia takie są szczególnie realne [1,4]. Konsekwencje tych uszkodzeń, zważywszy na funkcje zbiorników, są duże. Znaczne są również koszty usuwania powstałych uszkodzeń. W związku z tym określenie stopnia zagrożenia konstrukcji zbiorników, pracujących w złożonych warunkach obciążeń, jest zagadnieniem istotnym. Obecnie brak jest jeszcze analitycznych, ścisłych rozwiązań zagadnienia wpływu poziomych przemieszczeń terenu górniczego na konstrukcje obrotowo-symetryczne. W niniejszej pracy podjęto zatem próbę przybliżonego, numerycznego rozwiązania tego problemu.

2. ZAŁOŻENIA ANALIZY NUMERYCZNEJ

Numerycznemu modelowaniu poddano konstrukcję cylindrycznego zbiornika, którego ściana zamocowana jest w pierścieniowym fundamencie, oddylatowanym od dna i spoczywającym na podłożu sprężystym typu Winklera (rys.1). Konstrukcja obciążona jest parciem cieczy wypełniającej zbiornik oraz ciężarem własnym ściany. Dolna krawędź powłoki jest dodatkowo poddana działaniu wymuszenia o charakterze geometrycznym i o zadanym przebiegu funkcyjnym.

3. NUMERYCZNY MODEL CYLINDRYCZNEGO ZBIORNIKA, OBCIĄŻONEGO NIESYMETRYCZNIE

W związku z niepełnym jeszcze teoretycznym rozeznaniem wpływu górniczo deformującego się podłoża gruntowego na konstrukcje zagadnienie rozwiązano w sposób przybliżony, z zastosowaniem metody elementów skończonych (MES) w ujęciu komputerowym. Kontynuálny model cylindrycznego zbiornika zastąpiono modelem dyskretnym. Zarówno pierścień fundamentowy, jak i powłoka zbiornika zostały podzielone na elementy,

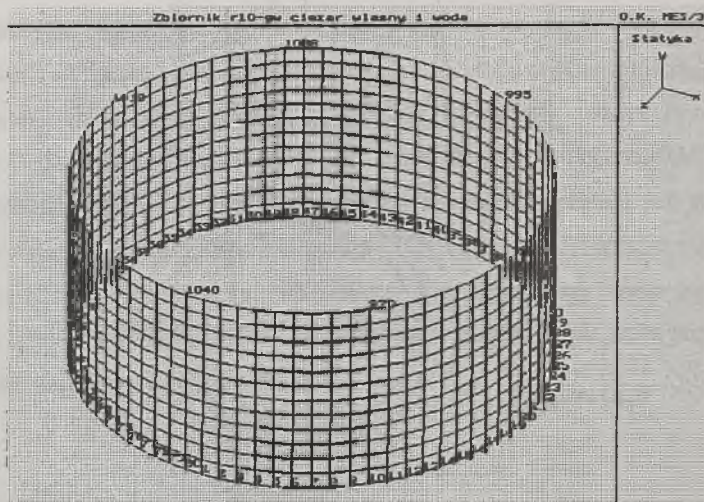


Rys.1. Schemat konstrukcji zbiornika
Fig.1. Shell structure

połączone w węzłach. Elementy powłoki traktowane są jako przestrzenne elementy płytowo-powłokowe, o stałej grubości, pozostające w płaskim stanie naprężenia. Natomiast elementy pierścienia fundamentowego traktowane są jako przestrzenne elementy belkowe o stałym przekroju. Przyjęto, że materiał konstrukcji jest izotropowy.

Numerycznemu modelowaniu poddano zarówno konstrukcję zbiornika, jak i oddziaływanie podłoża. Poziome przemieszczenia warstw gruntu zasymulowano wymuszeniami kinematycznymi, przyłożonymi w węzłach dolnej krawędzi powłoki.

Siatka modelu numerycznego składa się z 960 elementów: 80 elementów wydzielono na obwodzie i 12 elementów na tworzącej. W pierścieniu fundamentowym wydzielono również 80 elementów. Numeryczny model zbiornika przedstawiono na rys.2.

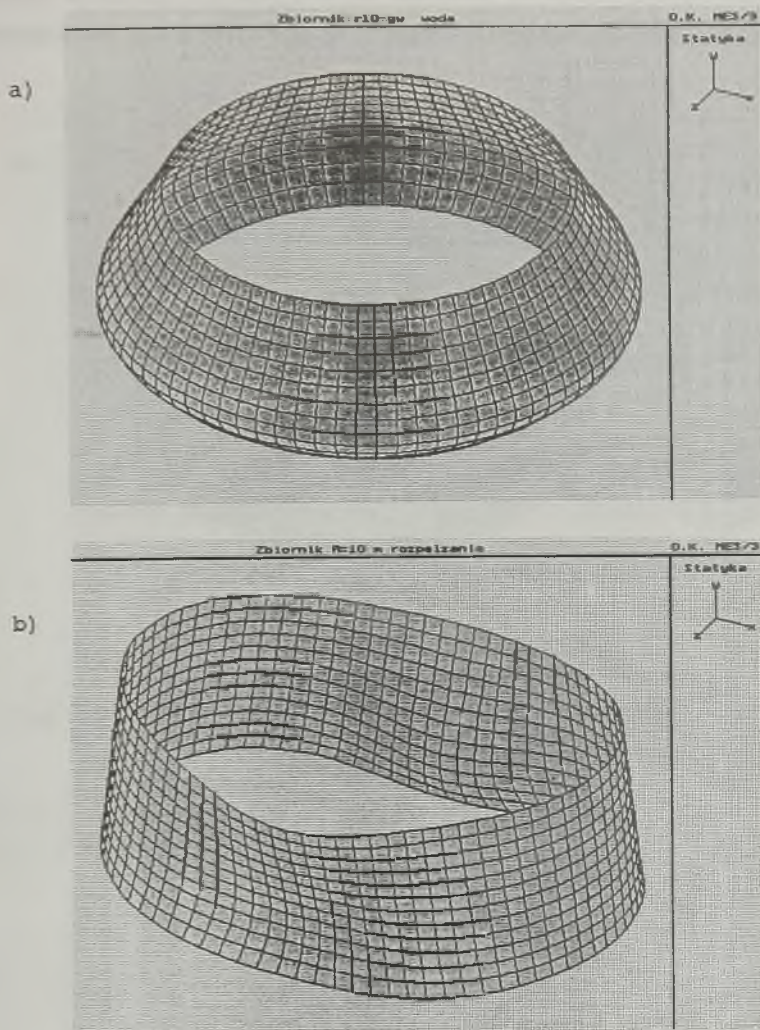


Rys.2. Numeryczny model zbiornika
Fig.2. Numerical model of the shell

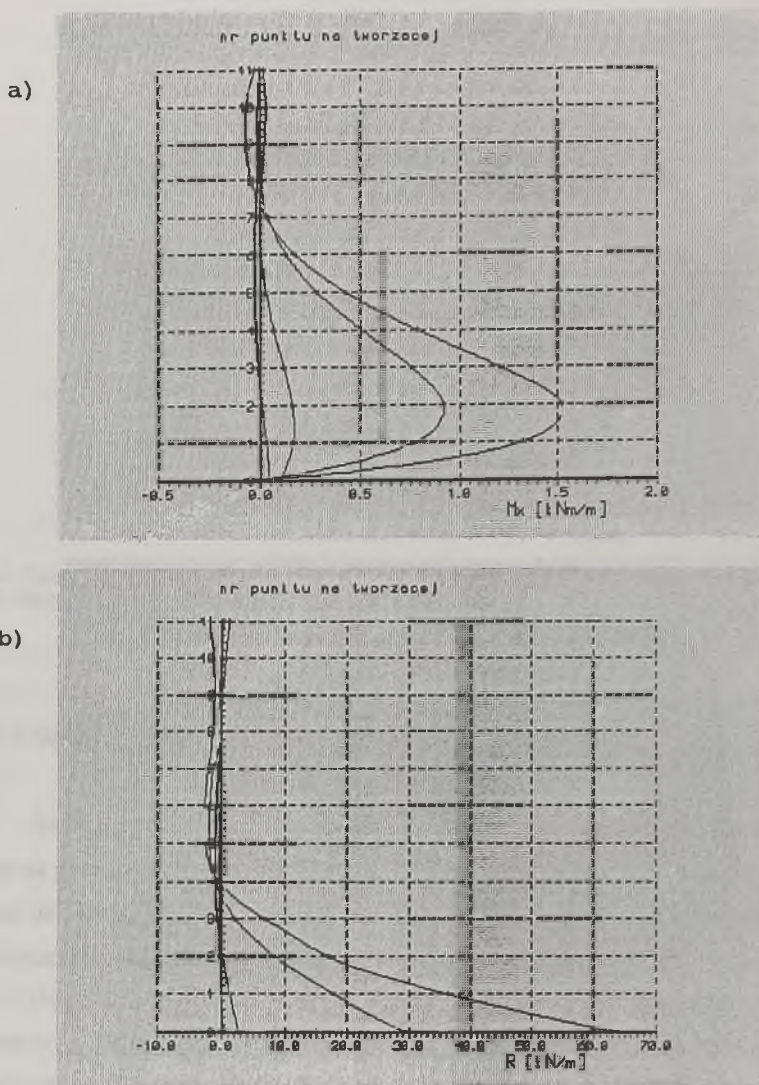
4. WYNIKI ANALIZY NUMERYCZNEJ

Analiza przemieszczeń węzłów siatki numerycznego modelu konstrukcji przeprowadzona za pomocą programu O.K. MES/3 pozwala na przedstawienie w sposób plastyczny obrazu deformacji powłoki, wywołanej zarówno przez obciążenia o charakterze obrotowo-symetrycznym, jak i niesymetrycznym - rys.3.

Uogólnione siły wewnętrzne, wywołane obciążeniem obrotowo-symetrycznym oraz dodatkowym wymuszeniem kinematycznym, wyznaczono w węzłach ustroju w postaci przeliczalnych zbiorów wartości. Rozkłady obliczonych wartości mogą być przedstawione w postaci pęku wykresów liniowych. Przykładowo na rys.4 pokazano wykresy południkowych momentów zginających oraz sił równoleżnikowych, wywołanych zadaniem wymuszeniem.

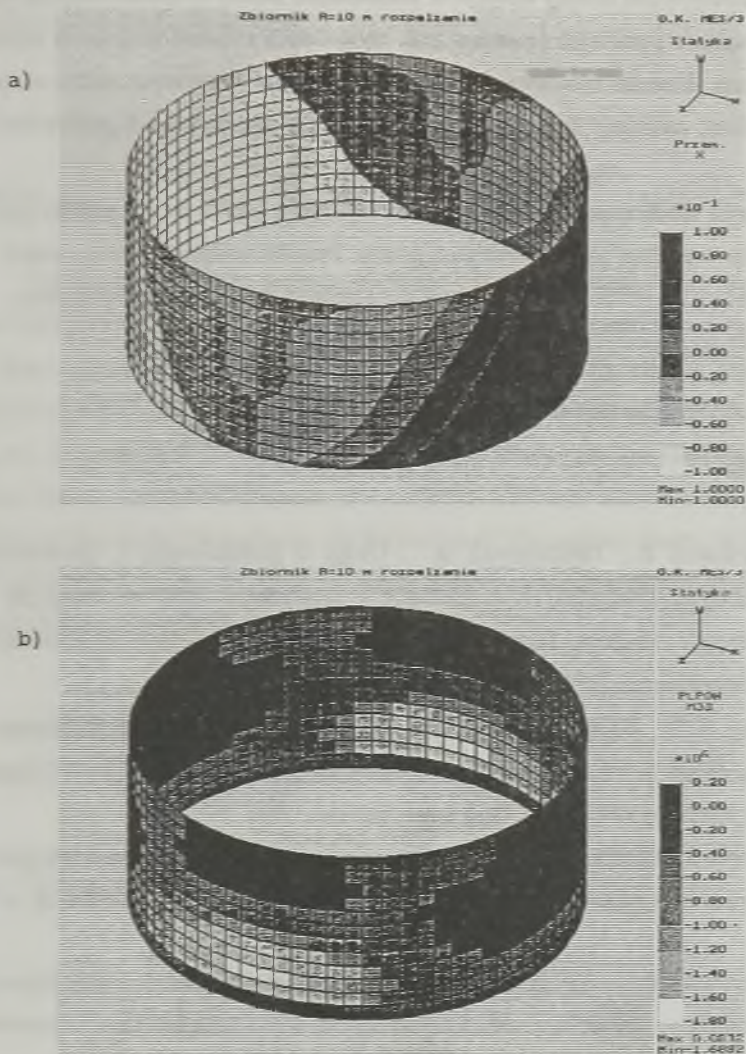


Rys.3. Deformacja powłoki wywołana: a)parciem cieczy, b)deformacją dolnej krawędzi
 Fig.3. Shell deformation resulting from: a) pressure of liquid, b) bottom edge deformation



Rys.4. Wykresy: a) południkowych momentów zginających i b) sił równoleżnikowych
 Fig.4. Diagram: a) meridional bending moment, b) parallel forces

Poniżej przedstawiono dwa, z wielu otrzymanych z programu O.K. MES/3 wydruków, obrazujących rozkłady uogólnionych sił wewnętrznych i przemieszczeń w elementach dyskretnego modelu powłoki zbiornika. Na rys.5a przedstawiono rozkład przemieszczeń na kierunku osi x, a na rys.5b rozkład południkowych momentów zginających.



Rys.5. Rozkład: a) przemieszczeń na kierunku osi x, b) południkowych momentów zginających
 Fig.5. Distribution: a) displacements on X axis, b) meridional bending moments

5. WNIOSKI

Przedstawione wyniki analizy numerycznego modelu cylindrycznej powłoki, obciążonej w płaszczyźnie dolnej krawędzi geometrycznymi wymuszeniami potwierdzają możliwość zastosowania metody elementów skończonych (MES) w ujęciu komputerowym do badania wpływu poziomych przemieszczeń, wywołanych górnictwem deformacją terenu na cylindryczne zbiorniki żelbetowe. Sposób, w jaki opisana numeryczna analiza została przeprowadzona, nawiązuje do aktualnie prowadzonych badań konstrukcji powłokowych [2,5].

Dalszym uściśleniom i modyfikacjom należy jednak poddać model podłoża poprzez uwzględnienie w analizie plastycznych cech gruntu. Ponadto uwzględnić należy współdziałanie konstrukcji obrotowo-symetrycznej z górnictwem deformującym się podłożem, nawiązując do analogicznych rozwiązań dla budynków [3].

LITERATURA

- [1] Kliszczewicz R., Tumidajewicz B.: Uwagi o projektowaniu i wykonawstwie żelbetowych zbiorników typu BIOMIX o pojemności 7000 m³. Materiały III Konferencji Naukowo-Technicznej pt. "Betonowe konstrukcje cienkościenne", Wrocław-Karpacz 1993.
- [2] Krätzig W.B., Gruber K., Meskouris K., Zahlten W.: Computer Simulations of Ultimate and Serviceability States of Reinforced Concrete Shells. Euro-C Computational Modeling of Concrete Structures, Innsbruck 1994.
- [3] Majewski S.: Sprężysto-plastyczny model współpracującego układu budynek-podłoże poddanego wpływom górniczych deformacji terenu. Zeszyty Naukowe Pol. Śl., z.79, 1995.
- [4] Pawlonka A.: Przyczyny uszkodzeń oraz sposoby napraw i zabezpieczeń żelbetowych zbiorników na cieczy. Materiały Konferencji Naukowo-Technicznej pt. "Żelbetowe i sprężone zbiorniki", Wrocław-Szklarska Poręba 1992.

- [5] Ramm E., Maute K.: Topology Optimization - A general tool in structural design. Euro-C Computational Modeling of Concrete Structures, Innsbruck 1994.

Recenzent: Doc. dr inż. Marian Kawulok

Wpłynęło do Redakcji 24.05.1995 r.

Abstract

The article presents the analysis of the influence of geometrical deformations with a functional course given on a cylindrical shell. The problem was solved discretely by means of a computer Finite Elements Method. Both the shell itself with the circular foundation and geometrical input function on the bottom edge of the shell as well as loads planned (liquid pressure, dead weight of the wall) underwent a numerical analysis. The values of generalized internal forces, determined by means of a computer numerical analysis were presented in diagrams while the shell deformation on the print-outs. The analysis results confirm that the method described can be applied to testing the influence of horizontal dislocations of the mining subsoil on the reinforced concrete shells.