

УДК 316

GRAŻYNA OBER

KOMPUTEROWA WIZUALIZACJA RUCHU ZMECHANIZOWANEJ OBUDOWY GÓRNICZEJ

W artykule przedstawiono charakterystykę i możliwości jakie daje wizualizacja ruchu sekcji obudowy zmechanizowanej na przykładzie obudowy TAGOR 12–23,8/30 – POz.

1. Wstęp

Wizualizacje komputerowe są bardzo szerokim zagadnieniem we współczesnej gospodarce. Wspomaganie wyobraźni człowieka przez rysunki miało miejsce od najdawniejszych czasów, obraz zawsze przemawiał do nas silniej i wyraźniej niż słowo pisane, lub suche liczby. W obecnych czasach, dzięki rozwojowi grafiki komputerowej, wizualizacja komputerowa stała się ogólnie dostępnym i stosowanym sposobem prezentowania koncepcji oraz projektów. Szeroki dostęp do tego rodzaju techniki wizualizacji przysłużył się do rozwoju wielu dziedzin gospodarki. Poczynając od branży rozrywkowej, gdzie efektywność obrazu często decyduje o komercyjnym sukcesie produktu, aż do poważniejszych zastosowań przemysłowych i projektowych, gdzie wizualizacje komputerowe pozwalają obejrzeć nie tylko istniejące już rozwiązania, ale także często służą jako najwcześniejszy model urządzenia, zanim powstanie pierwszy prototyp. Nie do przecenienia jest także rola takich prezentacji w procesie edukacyjnym, przede wszystkim z racji wspomnianej siły przekazu, jaką niesie obraz.

Prezentacja pozwala także odtworzyć to, z czym wyobraźnia ma często duży problem, czyli ruch wizualizowanych obiektów. Co więcej, możliwe jest zaangażowanie użytkownika prezentacji, poprzez uczynienie jej interaktywną, co zwiększa zarówno atrakcyjność wizualizacji, jak i jej walory poznawcze.

Celem artykułu jest charakterystyka i omówienie możliwości wizualizacji ruchu zmechanizowanej sekcji obudowy ścianowej typu TAGOR 12-23,8/30 – POz.

2. Zmechanizowana obudowa ścianowa

Aby przeprowadzić dobrą wizualizację, należy zdobyć jak najszerszą wiedzę na temat wizualizowanego obiektu. Podstawowe informacje na temat obudów górniczych, ze szczególnym uwzględnieniem modelu będącego tematem niniejszego artykułu, historii ich powstania, oraz budowy, pozwolą przybliżyć temat.

3. Rozwój obudowy wyrobisk górniczych

Od początku historii górnictwa zawód ten wiązał się ze znacznym ryzykiem wynikającym między innymi z faktu ingerowania przez górników w

strukturę geologiczną górotworu, co zazwyczaj skutkuje działaniem dużego obciążenia, zarówno statycznego, jak również dynamicznego na elementy stabilizujące kontur wyrobiska.

Pierwsze pomysły mechanizacji obudów ścianowych pojawiły się w Niemczech na początku lat 40-tych ubiegłego wieku. Konstruowane wtedy obudowy miały ręcznie rozpierane stojaki, z powodu niedoskonałości ówczesnych siłowników hydraulicznych. Prawdziwy rozwój obudów górniczych miał jednak miejsce już po drugiej wojnie światowej, wraz z rozwojem techniki hydraulicznej. Jednocześnie w Wielkiej Brytanii oraz w Niemczech powstawać zaczęły pierwsze hydrauliczne obudowy ramowe, a także rozwijane stopniowo obudowy typu kasztowego. Były to coraz bardziej rozbudowane układy stojaków hydraulicznych, wyposażonych także w mechanizmy kroczenia. Dzięki ich zastosowaniu uzyskano możliwość szybkiego montażu obudów oraz dopasowania ich do zmieniającej się wysokości wyrobiska, a także znaczne poprawienie parametrów wytrzymałościowych. Pierwsze obudowy osłonowe powstały w połowie lat 50-tych w ZSRR. Początkowo były to urządzenia z układem przegubowego zamocowania osłony, później pojawiły się doskonalsze układy lemniskatowe. W latach 70-tych pierwsze obudowy osłonowe, produkcji francuskiej, zostały wdrożone w Niemczech. Trafiły także do Polski, produkowane i udoskonalane są nadal przez zakłady w Tarnowskich Górach oraz Centrum Mechanizacji Górnictwa KOMAG w Gliwicach. Od czasu swojego powstania, obudowy osłonowe rozprzestrzeniły się po całym świecie i znalazły szerokie zastosowanie jako obudowy ścianowe.

4. Sekcja obudowy zmechanizowanej

Zestawy obudowy zmechanizowanej różnią się między sobą konstrukcyjnie w zależności od przeznaczenia, to znaczy warunków geologiczno – górniczych, w których mają być zastosowane. W skład części konstrukcyjnej obudowy zmechanizowanej wchodzi kilka rodzajów elementów, przy czym w kontekście tej pracy najbardziej interesujące są elementy podstawowe, czyli te których zadaniem jest przenoszenie obciążenia. Wymienione poniżej elementy są najistotniejszymi z punktu widzenia wizualizacji ruchu zestawu. Są to: tojaki

Stojakami nazywamy siłowniki hydrauliczne, służące do rozpierania obudowy w miejscu pracy i ponownego jej składania (rabowania). Przenoszą one naciski skał stropowych górotworu na spągnicę. Są one realizowane jako siłowniki tłokowe dwustronnego działania z jednym drągiem tłokowym. Rozróżnia się tu stojaki jedno, dwu i trójteleskopowe. Z uwagi na stosunkowo niewielki skok hydrauliczny, zasada jednoteleskopowego wysuwu stosowana jest tylko w wyjątkowych wypadkach. W obudowie będącej przedmiotem tej pracy rozpatrywany jest stojak dwuteleskopowy.

Oprócz głównego stojaka w omawianej sekcji obudowy lemniskatowej występuje także podpora stropnicy – siłownik zamontowany między osłoną odzawałową a stropnicą, zapewniający prawidłowy tor ruchu przy rozpieraniu i

rabowaniu. Z powodu znacznie mniejszego wymaganego skoku hydraulicznego, jest to siłownik jednoteleskopowy.

– Stropnica

Stropnica to część sekcji obudowy zmechanizowanej stykająca się bezpośrednio ze skałami stropu. Przenosząc siły wywierane przez stojaki i podporę stropnicy, zabezpiecza ona wyrobisko przed opadaniem skał. Można wyróżnić stropnice z wysięgnikiem przednim, z wysięgnikiem przednim i tylnym, oraz przegubowe. W omawianej obudowie mamy do czynienia z pierwszym rodzajem stropnicy. Wysięgniki stropnicy stosowane są celem lepszego dostosowania stropnicy do kształtu stropu oraz szybkiego podparcia nowo odsłoniętej powierzchni stropu. Najczęściej stosowane, w tym także w omawianej obudowie, są stropnice sztywne, wykonane jako jednolita konstrukcja spawana płytowa lub rzadziej belkowa, o przekroju skrzynkowym. Stropnice posiadają gniazda do mocowania siłowników oraz ucha do połączenia z osłoną odzawałową.

– Spągnica

Jest to podstawowy zespół sekcji obudowy, stykający się bezpośrednio ze spągiem i pośredniczący w przenoszeniu nacisków skał stropowych na spąg. Stosowane rozwiązania konstrukcyjne można podzielić na spągnice jednoczęściowe, spągnice dzielone na swojej długości oraz spągnice z płytą przegubową.

– Osłona odzawałowa

Jest to element sekcji obudowy odgradzający wyrobisko od zrobów, częściowo przejmujący nacisk skał stropowych oraz w całości nacisk rumowiska zawałowego. W obudowach podporowo-osłonowych przy eksploatacji ścian systemem z zawałem stropu stosuje się jednolite osłony odzawałowe. Osłona jednolita o stałej długości połączona jest przegubowo ze stropnicą oraz z łącznikami układu lemniskatowego. Ma ona przekrój skrzynkowy i jest spawana z blach różnej grubości. Na wewnętrznej powierzchni osłony odzawałowej umieszcza się ucha i obejmy do mocowania elementów wyposażenia hydraulicznego sekcji.

– Łączniki układu lemniskatowego

Są to elementy stanowiące część składową układu czworoboku przegubowego. Wykonane są w formie belki lub płyty z uchami na końcach do połączenia ze spągnicami i osłoną odzawałową. Najczęściej wykonywane są jako konstrukcje spawane.

Oprócz tego wyróżniamy także elementy osprzętu, czyli układy przesuwne (mechanizm kroczenia), układy sterujące i korygujące oraz sterowanie, a także elementy dodatkowe, takie jak elementy odciążające, urządzenia zraszające, oraz oświetlenie.

Obecnie stosowane obudowy górnicze różnią się pomiędzy sobą kształtem i przeznaczeniem. Najogólniejszy podział stosowanych obecnie obudów zmechanizowanych przedstawia się następująco:

- obudowa ramowa;
- obudowa kasztowa;

– obudowa osłonowa.

Ze względu na usytuowanie stojaków w sekcji, obudowy osłonowe dzieli się na obudowy podporowo – osłonowe, osłonowo – podporowe i osłonowe. Przedmiotem tej pracy jest obudowa podporowo-osłonowa z układem lemniskatowym. W przeciwieństwie do pozostałych dwóch typów obudów, zamocowane w niej stojaki nie są równoległe do stropu, przez co jej ruch jest bardziej złożony. Sposoby mocowania osłony odzawałowej do spągnicy zaowocowały powstaniem sekcji obudowy o różnych rodzajach ruchu stropnicy. Rozróżniamy tutaj obudowy o ruchu kołowym (tor ruchu stropnicy jest wycinkiem koła), ruchu lemniskatowym, oraz ruchu eliptycznym. W każdym z tych rodzajów ruchów podczas rozpięcia sekcji obudowy stropnica porusza się równoległe do spągu. Obecne obudowy osłonowe posiadają najczęściej układ lemniskatowy, należą więc do drugiego z wymienionych wcześniej rodzajów sekcji obudowy osłonowej. Układem tym nazywamy czworobok przegubowy, służący do prowadzenia stropnicy w całym zakresie wysokości sekcji z możliwie małą zmianą jej odległości od czoła ściany. Dzięki zastosowaniu tego rozwiązania, możliwe jest uzyskanie najbardziej zbliżonego do pionowego profilu ruchu stropnicy, poruszającej się po odcinku lemniskaty Bernoulliego najbardziej zbliżonym swym kształtem do prostej, stąd potocznie nazywa się te obudowy lemniskatowymi. Zastosowanie tego mechanizmu w sekcji zapewnia uzyskanie w całym zakresie wysokości obudowy prawie jednakowego odsłonięcia stropu przy czole ściany, zwanego potocznie ścieżką stropową.

5. Założenia projektowe aplikacji do wizualizacji

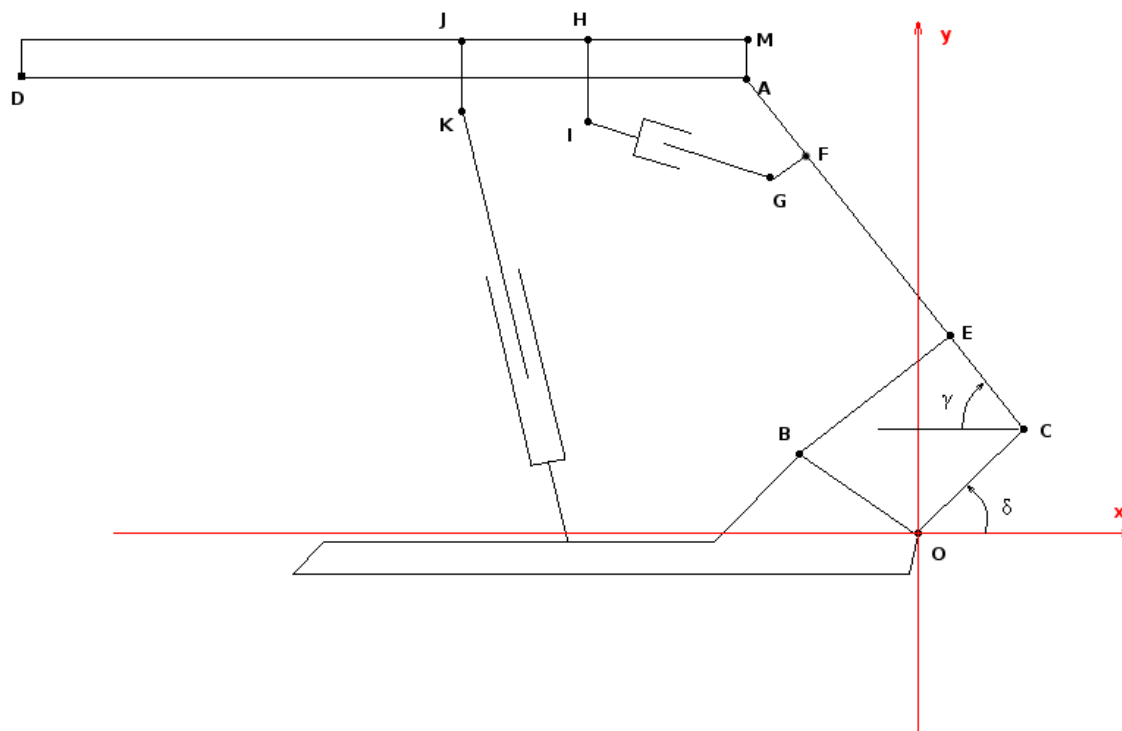
Użytkownicy aplikacji powinni mieć możliwość zapoznania się z wyglądem podstawowych elementów wchodzących w skład obudowy ścianowej typu TAGOR 12-23,8/30 – POz. Odwzorowanie tych elementów powinno być skalowalne przy zachowaniu rzeczywistych proporcji urządzenia, dzięki czemu wizualizacja będzie niezależna od rozdzielczości ekranu użytkownika. Aplikacja powinna udostępniać także możliwość poruszania zestawem obudowy w ramach symulacji rozpięcia jej na stanowisku oraz jej rabowania (składania). Oprócz tego powinna istnieć możliwość modyfikacji kluczowych elementów składowych obudowy, takich jak długość poszczególnych części wchodzących w jej skład, jej wysokość, oraz zakres kątowy pracy przy rozpięciu i rabowaniu.

Aplikacja powinna działać na większości standardowych komputerów klasy PC, w środowisku Windows. Interfejs użytkownika powinien być możliwie intuicyjny, przy zachowaniu założenia, że użytkownik posiada minimalną wiedzę o obudowach górniczych.

6. Charakterystyka aplikacji

Pomimo faktu, że na ruch rzeczywistego urządzenia główny wpływ mają rozszerzające się i zwężające siłowniki hydrauliczne, odwzorowanie tego efektu w wizualizacji nie musi przebiegać na tej samej zasadzie. Z punktu widzenia użytkownika nie ma znaczenia w jaki sposób realizowane są w aplikacji obliczenia związane z ruchem, o ile tylko ruch obserwowany na monitorze komputera jest zbieżny z ruchem rzeczywistej sekcji obudowy górniczej. Można

więc powiedzieć, że z punktu widzenia aplikacji wizualizującej, siłowniki są niezbędnym dodatkiem poprawiającym jej wygląd i nadającym jej zachowanie bliższe pierwowzorowi, a samo ich poruszanie jest efektem obliczeń. Do faktycznego wyznaczenia pozycji punktów charakterystycznych, a za ich pośrednictwem także pozostałych punktów, używa się kątów sterujących, znajdujących się przy łącznikach układu lemniskatowego. Położenie poszczególnych kątów sterujących oraz punktów charakterystycznych jest przedstawione na rysunku 1.



Rys. 1. Punkty charakterystyczne i kąty sterujące.

Materiały, na podstawie których była opracowywana aplikacja składają się z:

- Zestawu punktów charakterystycznych, znajdujących się w kluczowych elementach obudowy;
- Wymiarów obudowy, w postaci wyznaczonych odległości pomiędzy wyżej wspomnianymi punktami;
- Wartości kątów w czworoboku układu lemniskatowego, w postaci 15 zmierzonych na rzeczywistym urządzeniu wartości, w szczególności kątów δ i γ .

Omawiana aplikacja jest samodzielny plikiem wykonywalnym, działającym w środowisku Windows. Aby zapewnić maksymalną łatwość użytkownika, program nie wymaga żadnej instalacji ani czynności wstępnych przed uruchomieniem. Obszarem prezentacji jest okno o dowolnych wymiarach, zależnych od dostępnej konfiguracji ekranu użytkownika. Jest też możliwość przeskalowywania okna, co do pewnego skrajnego momentu, określonego

empirycznie w trakcie powstawania aplikacji, nie powinno powodować pogorszenia parametrów wyświetlania. Poniżej określonego rozmiaru okna wizualizacja staje się na tyle nieczytelna, że traci sens, w związku z tym rozmiar ten został uznany za minimalną wielkość okna prezentacji.

Aby zobaczyć pracę obudowy w czasie składania i rozkładania, użytkownik może wykorzystać klawisze kursora, odpowiednio strzałka w lewo i w prawo. Prędkość składania i rozkładania obudowy jest właściwie dowolna, jednakże autor nie dostrzegł istotnej potrzeby wprowadzenia możliwości modyfikacji tego parametru, stąd obudowa składa się i rozkłada z prędkością 0.1 wartości parametru sterującego na jedno naciśnięcie klawisza. Wynika z tego że w tej wersji programu istnieje 148 pośrednich położeń obudowy pomiędzy pozycją górną i dolną, co jest ilością wystarczającą do uzyskania złudzenia płynnego ruchu przy rozkładaniu i składaniu. Dzięki temu rozwiązaniu, możliwe także jest, podobnie jak w rzeczywistym urządzeniu, zatrzymanie obudowy w dowolnym położeniu pośrednim między maksymalnym i minimalnym.

Istnieje możliwość dokonywania zmian parametrów wizualizowanej obudowy. Przy zachowaniu oryginalnego rozmieszczenia punktów kontrolnych, możliwe jest wpływanie na ich względne położenie za pomocą modyfikacji dzielących je odległości. Modyfikacja ta jest realizowana za pomocą okna dialogowego Modyfikacja Odległości, wywoływanego z menu Modyfikacje – Odległości. Istnieje tu możliwość wpisania praktycznie dowolnych wartości będących dodatnimi liczbami całkowitymi. W oknie dialogowym widoczny jest podział na elementy należące do stropnicy, oraz te wchodzące w skład spągnicy i osłony odzawałowej. Poznanie dokładnego położenia tych punktów możliwe jest po naciśnięciu w oknie głównym programu klawisza "P". Zostaną wówczas wyświetlone wszystkie punkty sterujące wraz z ich odpowiednimi opisami. Brak sprawdzenia poprawności wprowadzonych danych jest uzasadniony tym, że ewentualna pomyłka jest widoczna natychmiastowo i jest łatwa do naprawienia, a wprowadzone błędne dane nie mogą trwale uszkodzić programu.

7. Wnioski i propozycje usprawnień

Dalszy rozwój aplikacji mógłby iść w kilku kierunkach. Istnieje możliwość, przy poświęceniu pewnego nakładu pracy, przekształcenia płaskiej w tej chwili wizualizacji w wersję w pełni trójwymiarową. Wymagałoby to dopisania funkcji odpowiedzialnej za wyświetlanie bryły obudowy górniczej w 3D.

Jeśli powyższa modyfikacja okazałaby się sukcesem, można by było zrealizować na jej podstawie wizualizację ruchu całej ściany zmechanizowanego wyrobiska górniczego, w przyszłych perspektywach być może wraz z wizualizacją mechanizmu kroczenia, lub nawet wraz z przedstawieniem kombajnu górniczego.

Inną drogą rozwoju aplikacji mogłoby być umożliwienie wizualizowania innych niż założone rozwiązań stosowanych w sekcjach obudowy górniczej. Można pokusić się o stworzenie na bazie istniejącego już kodu źródłowego wizualizacji obudów innych niż tych z układem lemniskatowym, na przykład takich z dwuprzegubowym układem bezlemniskatowym, które charakteryzują

się jeszcze wyższym skomplikowaniem konstrukcji niż sekcja opisywana w temacie niniejszej pracy. Istniałaby także możliwość dodania interfejsu do samodzielnej modyfikacji rozmieszczenia siłowników hydraulicznych. Ilość i rodzaj siłowników jest także różna dla różnych wariantów sekcji obudów górniczych, nie pozbawione zasadności byłoby więc także umożliwienie użytkownikowi modyfikacji tych cech.

Bibliografia

1. Janusz Smużyński. Obudowy Zmechanizowane”, Śląskie Wydawnictwo Techniczne, Katowice 1993. – rozdziały 2, 3, 4.
2. Irresberger H., Gräwe F., Migenda P. Zmechanizowane Obudowy Ścianowe. – Tiefenbach Polska, części A, C, D
3. Górnicza Agencja TRANSFMASZ Określenie ogólnego zakresu stosowania obudowy TAGOR – 12/23,8/30-POz wykonanej wg dokumentacji. – Katowice, 1996. – str 2–4.
4. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.openg1.org/resources/features/fontsurvey/>.
5. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://msdn2.microsoft.com/en-us/library/default.aspx>.