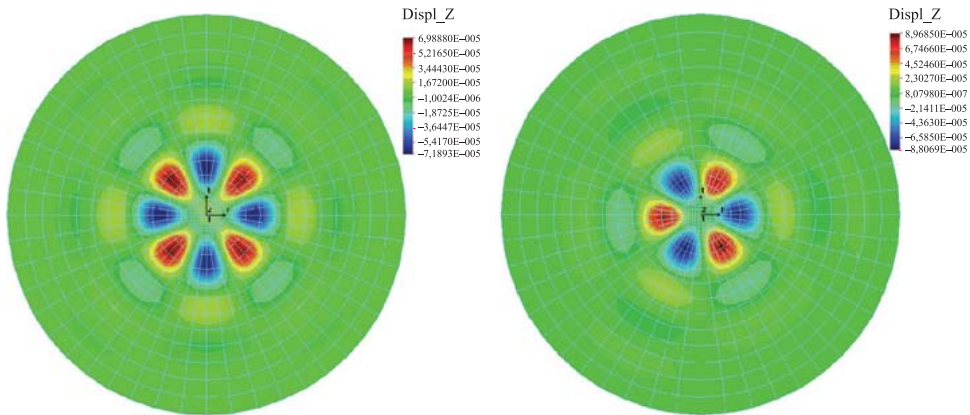


Dwie ostatnie z rozpatrywanych siedmiu imperfekcji (imperfekcje 6 i 7) odpowiadają pierwszej i drugiej formie wybozczeniowej analizowanej powłoki. Formy te uzyskano w analizach LBA (stateczność początkowa) wykonanych programem COSMOS/M [7]. Były one przedmiotem rozważań zawartych w pracach [3] i [4]. Przedstawiono je na rys. 1.49.



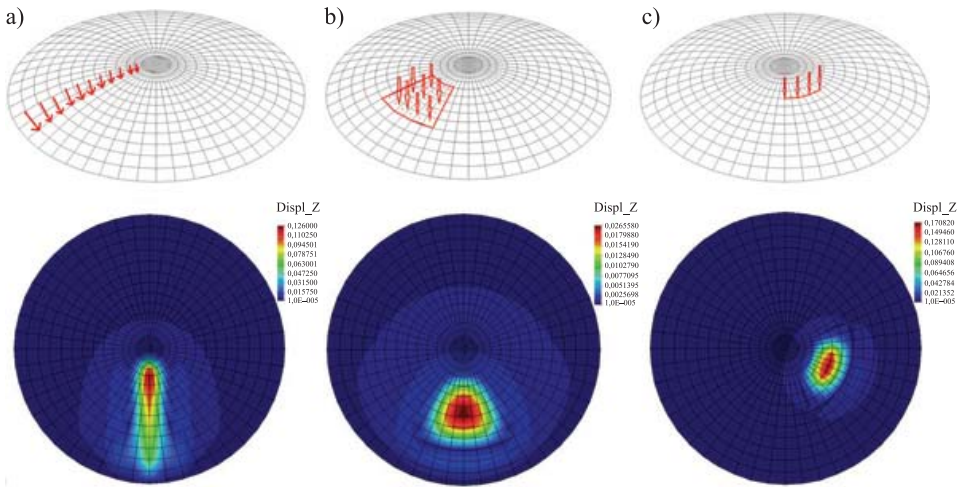
Rysunek 1.49. Pierwsza i druga forma wybozczeniowa analizowanej powłoki sferycznej

1.4.5.3. Generacja geometrii na potrzeby analizy GMNIA

W celu stworzenia wyjściowych geometrii powłok sferycznych, uwzględniających zakładane formy imperfekcji, posłużono się systemem COSMOS/M [7] bazującym na metodzie elementów skończonych [N13]. W modelu dyskretnym składającym się z 720 elementów skończonych o łącznej liczbie 4182 stopni swobody wykorzystano powłokowe czterowzłowe elementy skończone o nazwie SHELL4 (por. [7], [N13]).

Kształty poszczególnych form imperfekcji uzyskano, wykonując sprężyste analizy statyczne powłok obciążonych w sposób pokazany na rys. 1.50a-c. Wynikiem tych analiz były przemieszczenia (rys. 1.50a-c), które po znormalizowaniu do żądanej wielkości amplitudy (w zakresie od $0,01t$ do $2,0t$) nakładano na geometrię wyjściową. Ten stan był wolny od naprężeń początkowych.

W taki sam sposób uzyskano kształty łagodnych zakłębnień dla form imperfekcji 4 i 5, pokazanych na rys. 1.48d, e. Kształty powłok zaburzone imperfekcjami zgodnymi z pierwszą i drugą formą wybozczenia (imperfekcje 6 i 7) uzyskiwano drogą skalowania rzędnych danej formy do pożądanej amplitudy i nakładania tego kształtu na geometrię oryginalną powłoki.



Rysunek 1.50. Schematy obciążenia powłok sferycznych i odpowiadające im przemieszczenia

1.4.5.4. Analizy GMNIA

Generacja geometrii poszczególnych form imperfekcji o żądanych amplitudach oraz zdefiniowanie materiału biliniowego było podstawą do rozpoczęcia analiz GMNIA dla rozpatrywanej rodziny powłok sferycznych. Analizy te wymagały oprogramowania umożliwiającego przeprowadzenie analizy przyrostowej z jednym z możliwych schematów sterowania procesem obliczeniowym: sterowanie obciążeniem, sterowanie przemieszczeniem lub sterowanie parametrem łuku ścieżki (metoda Riksa czy Riksa-Wempnera). Możliwości takie daje program COSMOS/M [7] wykorzystany w prezentowanych analizach.

W analizach GMNIA za ostateczny poziom wyczerpania nośności wyboczeniowej przyjmowano wartość obciążenia, przy którym dochodzi do uplastycznienia lokalnego lub globalnego. Uznawano, że jest to wartość mnożnika obciążenia w momencie, gdy wykres ścieżki równowagi wykazywał wyraźne maksimum lub przybierał postać linii poziomej, nie wykazując tendencji do wzmocnienia. Przykładowe wyniki analiz GMNIA pokazano na rys. 1.51 dotyczącym imperfekcji 2 i na rys. 1.52 dotyczącym imperfekcji 5. Przedstawione przykładowe analizy dotyczą amplitudy imperfekcji równej $1,0t$.