

Analiza komputerowa problemów mechaniki ośrodka ciągłego oraz inżynierii lądowej to rzecz znana i powszechna od wielu lat. Dzięki niej możliwe jest uzyskiwanie przybliżonych rozwiązań wielu skomplikowanych i złożonych problemów, dla których nie istnieją rozwiązania analityczne - czyli takie, których znalezienie jest możliwe za pomocą matematyki. Dlatego też, dzisiejszy inżynier, prócz zasad projektowania i wykonywania dokumentacji technicznej budowli, zobligowany jest znać zasady pracy najnowszych komputerowych systemów obliczeń inżynierskich, co sprowadza się nie tyle do znajomości samych programów komputerowych, ale do rozumienia modeli (mechanicznych, matematycznych, numerycznych), na jakich one bazują, oraz do poprawnej interpretacji wyników.

Pośród wielu metod modelowania problemów inżynierskich, dwie najbardziej powszechnie używane podejścia to metoda elementów skończonych (MES) oraz metoda różnic skończonych (MRS). W obydwu metodach zamiast rozważać cały obszar zadania (którym może być np. płyta, tarcza, powłoka, belka), dokonuje się jego podziału (dyskretyzacji) na punkty zwane węzłami. Same węzły są wystarczające do rozpoczęcia obliczeń za pomocą MRS (zwłaszcza w wersji bezsiatkowej - BMRS - w której to węzły mogą być rozłożone dowolnie nieregularnie). Z kolei MES wymaga dodatkowo wygenerowania prostych figur lub brył geometrycznych, których wierzchołki to węzły (trójkąty, czworoboki, sześciiany, czworościany) - są to elementy skończone. Ta różnica w dyskretyzacji, pomiędzy MES i MRS, ma ogromne znaczenie w późniejszych etapach analizy numerycznej. Musi być ona wykonana niezwykle precyzyjnie, by już na samym początku siatka samych węzłów lub siatka węzłów i elementów pasowała do obszaru zadania, w którym mogą być proste i zakrzywione krawędzie, otwory, załomy, szczeliny czy naroża. Dlatego też ważnym elementem pracy jest dopracowanie efektywnego generatora siatek, biorącego pod uwagę wcześniejszy podział na podobszary.

W projekcie postanowiono połączyć obydwie metody w jednym obszarze, zamiast przeciwstawiać jedną drugiej. Każda z nich ma swoje zalety i wady. Spróbujmy zatem wykorzystać ich zalety najlepiej jak to jest tylko możliwe, a z drugiej strony postarajmy się wyeliminować lub przynajmniej zredukować ich wady. Przykładowo, MES to lepsza jakość samego rozwiązania (przemieszczenia), ale zazwyczaj gorsza jakość jego pochodnych (odkształcenie, naprężenie). W przypadku BMRS jest na odwrót. Dzięki temu będzie możliwe stworzenie nowego kombinowanego podejścia MES/BMRS, o którym twierdzi się, że pozwoli na szybszą, bardziej efektywną i dokładniejszą analizę wybranych zagadnień.

Spośród wielu możliwych problemów natury inżynierskiej, w projekcie skupimy się na zagadnieniach termoplastycznych. W zagadnieniach tych konstrukcja wykonana jest z materiału, który w specyficzny sposób reaguje na przyłożone obciążenie - mianowicie, pozostają trwałe, nieodwracalne skutki jego działania. Dodatkowo odpowiedź konstrukcji na przyłożone obciążenie może być zależne od czasu i temperatury, podobnie jak parametry materiałowe ją opisujące. Taka sprzężona analiza wymaga wprowadzenia kilku pól termicznych i mechanicznych i połączenia ich w całość. Pamiętajmy też o głównym pomysłu pracy - sprzężeniu mają podlegać nie tylko pola fizyczne (temperatura, przemieszczenia), ale też metody analizy komputerowej (MES/BMRS).

Nawet, gdy otrzymamy już rozwiązanie takiego sprzężonego (na poziomie mechanicznym i numerycznym) zadania, musimy być pewni jego jakości. Dlatego też w pracy przeprowadzimy analizę błędów takiego rozwiązania, rozwijając metody szacujące ten błąd. Dodatkowo, postaramy się dopracować siatkę węzłów (dla BMRS) / węzłów i elementów (dla MES), zmieniając ich układ i liczbę w procesie rozwiązywania zadania. W ten sposób, dbamy o wiarygodność obliczeń inżynierskich, która stanowi niezwykle ważną gałąź dzisiejszej mechaniki obliczeniowej.