

AEF-T.3.2

PACHETE PERFORMANTE DE AEF

CUPRINS

AFT-3.2.1 ASPECTE GENERALE DESPRE PROGRAMELE DE AEF

AFT-3.2.2 STRUCTURA GENERALĂ A PROGRAMELOR DE AEF

AFT-3.2.1 ASPECTE GENERALE DESPRE PROGRAMELE DE AEF

Deși perioada de implementare a MEF sub formă de programe performante a fost scurtă, până în prezent, s-au elaborat un număr mare de produse program comerciale (ADINA, ALGOR, ANSYS, APPLE, ASAS, ASKA, BEASY, BERSAFE, CASTEM, CASTOR, CATIA, COMET, COSMOS, DIAL, DREAM, FASOR, GIFTS, IES, MARC, NASTRAN, PAFEC, PECET, PREFEM, RAFTS, SAP7, SCIA, SESAM69, STDYNL, SUSAN, TITUS etc.) care au multiple facilități de pre și postprocesare și algoritmi performanți de rezolvare pentru studiul problemelor ingineresti practice [33].

Actual, performanțele produselor program care au la baza MEF se pot identifica prin următoarele caracteristici principale: tipurile de probleme pe care le rezolvă, posibilitățile de pre și postprocesare, tipurile de elemente finite disponibile, tipul algoritmului de rezolvare a modelului cu elemente finite, posibilitățile de colaborare cu alte programe de CAD și/sau de analiză cu elemente finite și numărul maxim de noduri permise.

Cu programele performante comerciale care au la baza MEF se pot rezolva probleme practice diverse remarcându-se, cu precădere, cele pentru analiza câmpurilor mecanice, termice și electromagnetice din medii solide sau fluide. Acestea se pot studia în regimuri staționare și/sau tranzitorii.

Programele de pre și postprocesare actuale au structuri complexe, bazate pe tehnica meniurilor, care permit cooperarea "prietenoasă" cu operatorul uman. Majoritatea programelor performante de preprocesare conțin module program de modelare geometrică, de modelare a caracteristicilor fizice ale materialelor, de modelare cu elemente finite, de introducere a condițiilor limită, de introducere a încărcărilor și de verificare a modelului cu elemente finite.

Pentru modelarea geometrică programele performante de preprocesare conțin module care pot genera entități geometrice elementare (punct, linie, suprafață și volum) și complexe prin combinarea celor elementare. În vederea apropierii de aplicațiile practice concrete, multe preprocesoare geometrice pot genera entități specifice (linii de tip arc de cerc, cerc, spline, evolventă, elipsă, parabolă, hiperbolă etc., suprafețe conice, cilindrice, sferice etc., volume tetraedrale, pentaedrale, hexaedrale, conice, cilindrice sferice etc.). Un program performant care are la baza MEF, pe de altă parte, se poate aprecia și prin tipurile de materiale care pot fi considerate și prin posibilitățile de descriere a caracteristicilor acestora. Este posibil, de obicei, ca produsele program comerciale să modeleze materiale considerate ca fiind izotrope sau anizotrope cu comportări liniare sau neliniare după legi diverse. În bibliotecile de materiale ale unor programe se pot întâlni și materiale cu comportări atipice ca, de exemplu, cele compozite și hiperelastice.

Importanță deosebită în practica analizelor cu elemente finite o au posibilitățile de modelare (discretizare). Programele care au la baza MEF au posibilități de discretizare, direct, fără model geometric, și indirect, pornind de la un model geometric, semiautomat și/sau automat Actual, de obicei, programele performante comerciale au posibilități de discretizare automată a domeniilor tridimensionale.

Eficiența programelor de preprocesare poate fi influențată și de posibilitățile de introducere a condițiilor limită și a încărcărilor. Remarcabile din acest punct de vedere sunt preprocesoarele care permit introducerea în bloc a condițiilor limită și a diverselor încărcări (concentrate, distribuite, constante sau variabile în timp), simple și combinate, asociate entităților geometrice și/sau structurale (noduri și elemente finite).

Deosebit de utile în activitatea de preprocesare a modelului cu elemente finite sunt și modulele program de informare, verificare și modificare a modelului întocmit. Astfel, multe programe de preprocesare pot efectua verificări legate de calitatea elementelor finite, de continuitatea nodală a modelului, de forma elementelor finite, de suficiența condițiilor limită introduse etc.

Posibilitățile de postprocesare a rezultatelor obținute sub forma de liste, grafice și de câmpuri, suprapuse peste stările deformată sau animată ale structurii de elemente finite, permit utilizarea eficientă a datelor pentru sinteza problemei analizate.

Tipurile de elemente finite ca formă geometrică, ca tip de material asociat și ca proces fizic modelat determină capacitatea unui program de rezolvare a diferitelor probleme ingineresti cu domenii geometrice, condiții limita, încărcări și materiale diverse. Din punctul de vedere al aproximării parametrilor geometrici și fizici, cunoscuți sau necunoscuți, elementele finite ale programelor comerciale, de obicei, sunt izoparametrice liniare sau neliniare (parabolice și uneori cubice). Posibilitățile de rediscrétizare adaptivă pentru obținerea unor erori de calcul prescrise conferă programelor un înalt nivel de performanță.

Rezolvarea modelului numeric cu elemente finite, matematic concretizat într-un sistem algebric liniar cu un număr finit (dar foarte mare) de necunoscute, se poate realiza folosind algoritmi care au la bază metoda Gauss și/sau metoda frontală. Particularitățile care conferă eficiență metodei Gauss în rezolvarea sistemelor liniare cu matricea caracteristică simetrică și rarefiată, cu elementele dispuse sub formă de bandă diagonală, sunt determinate de modalitățile de micșorare a numărului calculelor și de partiționare a matricei sistemului pentru a se putea rezolva cu un calculator care are volumul memoriei operative (internă) limitat [29]. Metoda frontală este o tehnică specifică MEF, care realizează asamblarea matricelor ecuațiilor caracteristice asociate elementelor finite, simultan cu eliminarea necunoscutelor nodale, cu eficiență mărită a efectuării calculelor și de folosire a memoriei operative [34]. Pentru rezolvarea problemelor cu neliniarități programele de rezolvare a modelului matematic conțin subprograme performante specifice care conduc la convergențe rapide ale soluției.

Multe programe performante care au la bază MEF conțin module de optimizare a structurilor cu elemente finite. Aceste module se lansează în execuție pornind de la datele obținute în urma analizei modelului cu elemente finite, impunând, de obicei, o funcție scop (de exemplu, minimizarea masei sau greutateii structurii) și restricții geometrice și ale parametrilor fizici (deplasări, tensiuni). Rezultatele obținute în urma rulării modulelor de optimizare se identifică prin modificări ale formelor structurilor cu elemente finite analizate.

Pornind de la interdependențele dintre câmpurile care apar în diverse probleme practice unele programe performante permit analize succesive. Astfel, începând cu un model cu elemente finite primar, analizat, se poate continua studiul cu o nouă analiză care presupune luarea în considerare ca date de intrare câmpurile obținute anterior.

AFT-3.2 STRUCTURA GENERALĂ A PROGRAMELE DE AEF

Începând cu anul 1963, firme specializate în elaborarea de programe performante au utilizat MEF la rezolvarea problemelor ingineresti. Dintre acestea, la începuturi, s-a detașat MacNeal Schwendler Corporation (MSC) care, în anul 1966, sub finanțarea NASA, a răspuns cerințelor industriei aerospațiale de a studia structurile navelor. Astfel, a apărut primul pachet complex de programe performante de analiză cu elemente finite, înregistrat în 1972 sub marca MSC/NASTRAN. După 1965, numărul firmelor și produselor program performante de analiză cu MEF s-au diversificat (SAP, NISA, COSMOS, ANSYS, ALGOR, ADINA, APPLE, CATIA etc.).

În ultima perioadă de timp, sunt integrate din ce în ce mai mult în activitățile de dezvoltare de produse precum și în cele de instruire și de cercetare.