

Lecture 1.

CAE Computer Aided Engineering. Engineering Analysis System. Introduction.

1-Mavzu.

CAE Muhandislik Tahlil. Muhandislik Tahlil Tizimlari: Dasturiy Vositalar Va Vazifalari. Fanga Kirish.

Lecture 1. CAE Engineering. Engineering Analysis System. Introduction.

Reja.

1. Avtomatlashtirilgan Muhandislik Tahlil Tizimlari tushunchalari
2. Avtomatlashtirilgan Muhandislik Tahlil Tizimlari
 - 2.1. Dasturiy ta'minot dizayn tizimlari
 - 2.2. Universal Tahlil Dasturlari
 - 2.3. Ixtisoslashtirilgan Tahlil Dasturlari
 - 2.4. Boshqaruv Tizimlarini Tahlil Dasturlari
3. Avtomatlashgan Muhandislik Tahlil Maqsadlari
4. Avtomatlashgan Muhandislik Tahlil Istiqbollari
5. CAD/CAM/CAE (SAPR) tizimlar turlari
6. Muhandislik Tahlilining Dasturiy Vositalari

Avtomatlashtirilgan Muhandislik Tahlil Tizimlari (CAE - Computer Aided Engineering)

Kompyuter texnologiyalarining rivojlanishi muhandislik tahlilining alohida qismlar, yig'uv birliklari va umuman mahsulotlarni loyihalashning barcha bosqichlariga tarqalishini ta'minladi.

Muhandislik hisob-kitoblarni amalga oshirishda ko'pincha CAE tizimlarining alohida sinfini tashkil etuvchi avtomatlashtirilgan tizimlar qo'llaniladi (NASTRAN , LS DINA, ANSYS, PAM CRASH, PAM SAFE, STRESS LAB, PAM STAMP, PAM FLOW, MOLD FLOW va boshqalar).

Avtomashtirilgan Muhandislik Tahlil Tizimlari (CAE - Computer Aided Engineering)

Tahlil dasturlarini shartli ravishda 4ta asosiy guruhga ajratish mumkin:

- 1). Dasturiy ta'minot dizayn tizimlari
- 2). Universal tahlil dasturlari
- 3). Ixtisoslashtirilgan tahlil dasturlari
- 4). Boshqaruv tizimlarini tahlil qilish dasturlari.

Dasturiy ta'minot dizayn tizimlari

Dasturlarning birinchi guruhi dizayn va tahlil jarayonlarini yagona kompleksda organik ravishda birlashtirgan dasturiy ta'minot dizayn tizimlari.

Dasturiy ta'minot dizayn tizimlari qatoriga CATIA, EUCLID, UNIGRAPHICS va boshqalar kiradi..

Dasturiy ta'minot dizayn tizimlari

Taqqoslaganda turli turdagi tahlillarning tarkibi universal dasturlarning tarkibiga nisbatan cheklangan va asosan quyidagi muammolarni hal qilish uchun mo'ljallangan:

1. strukturaviy tahlil,
2. chiziqli statik tahlil,
3. modal tahlil (bo'ylama) ,
4. deformatsiyalar tahlili,
5. issiqlik tahlili,
6. barqarorlikni tahlil qilish (elektr o'tkazuvchanligi, chiziqli konveksiya) va boshqalar.

Dasturlarning ikkinchi guruhiga mashinasozlik mahsulotlarini tahlil qilishning universal dasturlari kiradi. Ushbu dasturlarni ishlab chiqish , etkazib berish va qo'llab-quvvatlash bo'yicha yetakchilar

1. ANSYS, Inc. (AQSh),
2. SAMTECH (Belgiya),
3. MacNeal Schwendler Corporation (MSC) (AQSh).

1970-yillarda kompyuter modellashtirishning yetakchi usullaridan biri Chekki elementlarni tahlil qilish usuli (Finite Elements Analysis – FEA, Метод конечных элементов – МКЭ) bo'ldi.

Ushbu va boshqa ko'plab firmalarning rivojlanishi tufayli muhandislik tahlili deyarli hamma joyda paydo bo'ldi va asta-sekin avtomatlashtirilgan tahlil tizimlarida (CAE – Computer Aided Engineering) o'z ifodasini topgan kuchli yo'nalishga aylandi.).

Ixtisoslashtirilgan Tahlil Dasturlari

Dasturlarning uchinchi guruhi mahsus, individual texnologik operatsiyalarni, jarayonlarni modellashtirishni amalga oshiradigan, individual texnologiyalarning o'ziga xos vazifalarini hal qiladigan ko'plab ixtisoslashtirilgan dasturlardan iborat:

1. MSC to'plami.
2. SuperForge (MSC firmasi)

shtamplash va zarb qilish jarayonlarini hajmli modellashtirish uchun mo'ljallangan.

Tahlil natijalarini uskunalari va texnologik jarayonlarni loyihalash uchun ishlatilish mumkin.

Shtamplash jarayonlarini modellashtirish sohasida yetakchilar:

- SFTC (DEFORM tizimi, USA),
- TRANVALOR (FORGE tizimi, Fransiya)
- Kvantor-Soft (Rossiya).

Hal qilinadigan vazifalarga misollar:

1. shtamplash jarayonlarini hajmli modellashtirish
2. quvvatni hisoblash va tahlil qilish
3. tayyorlov ishlab chiqarishidagi gidrodinamik, issiqlik va qisqarish jarayonlari
4. detallarning kuchlanish-deformatsiya holatini tahlil qilish,
5. elastik va plastik muammolarni hal qilish va shtamplash jarayonlarida zarba kuchlanishlarini tahlil qilish;
6. mashina va mexanizm qismlarini loyihalash va hisoblash;
7. gaz-dinamik jarayonlarni modellashtirish.

Avtomatik tartibga solish va boshqarish tizimlarida yuzaga keladigan dinamik jarayonlarni o'rganish, shuningdek tahlil qilish, simulyatsiya modellashtirish, bashoratlash, tasodifiy jarayonlarni tahlil qilish va boshqa muammolarini hal qilish uchun to'rtinchi guruh dasturlarini tashkil etuvchi maxsus dasturiy komplekslari keng qo'llaniladi

1. MATRIX,
2. Matlab Simulink,
3. VisSim,
4. LabView,
5. EASY5,
6. MVTU va boshqalar.

Avtomatlashtirilgan Muhandislik Tahlil (CAE - Computer Aided Engineering) Maqsadlari

CAE - Computer-aided engineering turli muhandislik muammolarini hal qilish uchun mo'ljallangan dasturlar va dasturiy paketlar uchun umumiy nom.

Yuzaga kelishi mumkin bo'lgan texnik muammolarni hal qilish maqsadida (mashinasozlik mahsulotlarning ishga loyiqligi, xususiyatlari va foydalanishda xatti-harakatlarini) hisob-kitobar asosida bashoratlash va nazariy tajriba y'oli bilan ularni takomillashtirish / optimallashtirish uchun dasturiy paketlar tizimi.

Avtomatlashtirilgan Muhandislik Tahlil (CAE - Computer Aided Engineering) Maqsadlari

1. jismoniy jarayonlarni hisoblash,
2. tahlil qilish va
3. simulyatsiya qilish.

Paketlarning hisoblash qismi ko'pincha differentsial tenglamalarni yechishning raqamli usullariga asoslanadi:

1. chekka elementlar usuli (FEA, МКЭ)
2. chekka hajmlar usuli,
3. chekka farqlar usuli va boshqalar.

Avtomatlashtirilgan Muhandislik Tahlil (CAE - Computer Aided Engineering) rivojlanish istiqbollari

Zamonaviy muhandislik tahlil tizimlari (yoki muhandislik hisob-kitoblarini avtomatlashtirish tizimlari - CAE) SAPR tizimlari bilan birgalikda qo'llaniladi (ko'pincha ularga integratsiya qilinadi, bu holda gibrid SAPR/CAE (CAD/CAE) tizimlari yaratiladi).

CAD/CAM/CAE (SAPR) tizimlari

CAD/CAM/CAE (SAPR) tizimlari – kompyuter yordamida mashinasozlik mahsulotlarni yaratish – loyihalash, iqlab chiqish va muhandilik tahlil qilish.

Ikki turda bo'lishi mumkin:

1. Kompyuterlashgan tizimlar (Inson + Kompyuter) hamkorligida ishlaydi va kompyuter faqat yordamchi vosita sifatida foydalaniladi.
2. To'la avtomatlashgan tizim (barcha faoliyat faqat kompyuterlarda bajariladi – ko'p qaytariladigan va bir hil bo'lgan amallar misolida).

CAD - Kompyuter yordamida loyihalash texnologiyalari

Kompyuter yordamida loyihalash texnologiyalari – bu yaratishni osonlashtirish uchun kompyuter tizimlaridan foydalanishdan holda, loyihalarni yaratish, modellashtirish, o'zgartirish, tahlil qilish va takomillashtirish natijasida optimallashtirish texnologiyasi.

Kompyuter yordamida loyihalash (Computer Aided Design, SAPR) – mahsulotni geometrik (Shakli va o'lchamlari) modellashtirish uchun kompyuter tizimlaridan foydalanis texnologiyasi. CAD / SAPRning asosiy vazifasi loyihalangan mashina/mexanizmning tuzilishining geometriyasini aniqlash (mexanizmlar, sxemalar, design va boshqalar).

- .

Avtomatlashtirilgan muhandislik tahlili (CAE - kompyuter yordamida muhandislik) - bu muhandislik tahlil bajarishda kompyuter tizimlaridan foydalanishdan iborat texnologiya.

Mashina/mexanizmning tuzilish konstruktsiyasini mosligini tekshirish, takomillashtirish va optimallashtirish uchun SAPR geometriyasini tahlil qilish, modellashtirish va foydalanishda mahsulot xatti-harakatlarini va ko'rsatkichlarini o'rganish.

Avtomatlashtirilgan muhandislik tahlili (CAE - kompyuter yordamida muhandislik) - bu muhandislik tahlil bajarishda kompyuter tizimlaridan foydalanishdan iborat texnologiya.

Mashina/mexanizmning tuzilish konstruktsiyasini mosligini tekshirish, takomillashtirish va optimallashtirish uchun SAPR geometriyasini tahlil qilish, modellashtirish va foydalanishda mahsulot xatti-harakatlarini va ko'rsatkichlarini o'rganish.

.

CAE – Kompyuterlashgan muhandislik tahlilga oid asosiy tushunchalar

Asosiy tushunchalar:

1. So'ngi element tahlili usuli

O'zb: SETU

Engl: FEM - Final Elements method,

Rus : МКЭ - Метод Конечных
Элементов.

2. processor;

3. postprocessor.

Muhandislik tahlili dasturiy ta'minotning 3 turi bilan tavsiflanadi:

1. massa holatini tahlil qilish muammolarini hal qilish;
2. cheklangan elementlar usuli (FEA, МКЭ) bilan muammolarni hal qilish;
3. chiziqli dasturlash muammolarini hal qilish, muhandislik hisob-kitoblarni avtomatlashtirish (MathCad).

Avtomatlashtirilgan ishlab chiqarish (CAM - Computer Aided Manufacturing)

Ishlab chiqarisha CAM kompyuter tizimlaridan foydalanishdan iborat texnologiya. Korxonaning ishlab chiqarish vositalari bilan o'zaro bog'liq interfeysda to'g'ridan-to'g'ri ishlab chiqarish amallarni boshqarish va nazorat qilish.

Zamonaviy CAM tizimlari baza mahsulotlarining geometrik parametrlari asosida CNC mashinalari uchun SAPR ma'lumotlari va foydalanuvchi tomonidan taqdim etilgan qo'shimcha talab va ma'lumotlarga asosan avtomatik ravishda CNC (ЧПУ) dastgohlar uchun dasturlarni yaratishga qodir.

CNC (ЧПТ) dastgohlar uchun ishchi dasturlarni yaratishga qodir dasturlar

Foydalanish	Dasturlar	Intergrallashgan tizimlar
CAD: 2D chizmalar	CADAM, AutoCAD, MicroCADAM, VersaCAD	ProEngineer Unigraphics CATIA I-DEAS I-EAMS EUCLID-IS COMPAS
CAD: Qattiq jisimli modellashtirish	Solid Edge, Solid Works, SolidDesigner, Mechanical Desctop	
CAM	Techno Pro, T-Flex, PowerMILL, DUST, Camand, VERICUT	
CAE	ANSYS, Design Works, MSC/NASTRAN, DADS, ADAMS, CF-Mold, RATRAN	

CAD. 2D va 3D modellashtirish. Fazoviy karkas, sirt (yuzali) va qattiq jisimli modellashtirish

Oddiy, mahsus bo'lmagan CAD / SAPR dasturlarini ikki guruhni tashkil qiladi:

1. Avtomatlashtirilgan chizmalarni ishlab chiqish tizimlari dizaynerga yordam beradi, loyiha 2D (ikki o'lchovli) makonda amalga oshiradi.
2. Geometrik modellashtirish tizimlari 3D shakllari bilan ishlashga imkon beradi. Ular karkas, sirt (yuza) va qattiq jism holatga bo'lishi mumkin.

CAD. Fazoviy karkasli modellashtirish

Kompas 22 dasturida yig'uv birliklari va tarkibiy qismlari asosida 3D fazoviy karkas modellarni yaratish mumkin. Karkas modelni batafsil 3D modelni yaratish yoki tuzilmanining mustahkamlik xususiyatlarini tahlil qilish uchun ishlatilishi mumkin.

To'g'ri chiziqlar, burchaklar va tekisliklarning oddiy karkasi, so'ngra model elementlarining o'zaro pozitsiyasi va harakatini aniqlash uchun bog'lanishlar va cheklovlarni qo'shish mumkin.

Kompas 22da 3D modellashtirish nafaqat modellarni yaratishni, balki modellarning tafsilotlarini, materiallarni qo'llashni, talablarini, yig'uv birliklarini va texnik hujjatlarni yaratish ham mumkin. Haqiqiy 3D modelni yaratish, kuch va dinamikani tahlil qilish va ishlab chiqarish uchun chizmalar va texnik xususiyatlarni yaratishga imkon beradi.

CAD. Fazoviy karkasli modellashtirish

Uch o'lchovli ko'p qirrali ob'ekt modeli – bu shaklini belgilaydigan tepaliklar va qirralarning (kovurgalarning) to'plami.

Eng oddiy model (kub) cho'qqilar ro'yxatidan iborat, har bir cho'qqi uch o'lchovli fazodagi ba'zi koordinatalarga ega va har bir qovurg'ani boshlang'ich va oxirgi tepasi keltirilgan, yaniy buyumning karkasi yoki simulyatsiyasi buyumning yalang'och "skeleti" dur.

Murakkab modellarda qovurg'alar egri chiziqlar bilan tavsiflanishi ham mumkin.

Bunday modellarnisbatan kam hisoblash resurslari talab qiladi va keng qo'llaniladi, masalan, uch o'lchovli ob'ektlarni loyihalash, kompyuter grafikalarini ishlab chiqish va hokazolarda.

2D o'lchovli displeyda ko'rsatilganda, uzoqroq bo'lgan qirralarni yashirish, yuzalarni bo'yash mumkin, yaniy model bilan osongina, resurslarni talab qiladigan "realistik" renderga murojaat qilmasdan o'zaro aloqada bo'lishi mumkin:

1. uni aylantirish,
2. "ko'rish",
3. tepaliklar va qirralarni o'zgartirish.

CAD. Fazoviy karkasli modellashtirish

Eng oddiy modelga (misol: kub) ikkita jadval yordamida tavsiflanadi: (1) tepaliklar va (2) qirralar.

Vertex jadvalida vertexlar ro'yxati va ularning har birining koordinatalari uch o'lchovli fazoda bitta kelib chiqish nuqtasiga nisbatan (0,0,0) olinadi.

Yuqori X Y Z

1	1	1	12	1	-1	13	-1	-1
2	14	-1	1	15	1	1	-16	1
3	-1	-17	-1	-1	-18	-1	1	-1

Chekka jadvalda ob'ektning har bir qirradi uchun boshlang'ich va oxirgi tepalik ko'rsatilgan.

Qovurg'a boshlang'ich cho'qqisi terminal cho'qqisi

1	1	22	2	33	3	44	4	15
2	5	66	6	77	7	88	8	59
3	1	510	2	611	3	712	4	8

Ushbu modelni eng sodda talqin qilish uchun chekka va ikkala tepalikni kerakli koordinatalarda chizish orqali qirralarning ro'yxatini chetlab o'tish kerak.

Modelni tekislikda ko'rsatish uchun siz uch o'lchovli koordinatalarning ikki o'lchovli koordinatalarga aylanishini hisoblashingiz kerak bo'ladi. Model ob'ektning yuzlari haqidagi ma'lumotlarni o'z ichiga olmaydi.

Xulosa

1. Kompyuter texnologiyalarining rivojlanishi muhandislik tahlilining mashinasozlik mahsulotlarini loyihalashning barcha bosqichlariga foydalanishni taqazo etadi.
2. Muhandislik hisob-kitoblarini amalga oshirishda ko'pincha CAE tizimlarining alohida sinfini tashkil etuvchi avtomatlashtirilgan tizimlar qo'llaniladi.
3. Muhandislik tahlil dasturlari shartli ravishda 4ta asosiy guruhga ajratish mumkin:
 - 1). Dasturiy ta'minot dizayn tizimlari
 - 2). Universal tahlil dasturlari
 - 3). Ixtisoslashtirilgan tahlil dasturlari
 - 4). Boshqaruv tizimlarini tahlil qilish dasturlari.

Xulosa (2)

4. Xozirgi ishlab chiqarish sharoitida Dasturiy ta'minot dizayn tizimlari eng ko'p tarqalgan va muhimdur, yangi mashinasozlik mahsulotlarini zamonaviy loyihalashning barcha bosqichlariga foydalanishni taqazo etadi.
5. CAE - Computer-aided engineering turli muhandislik muammolarini hal qilish uchun mo'ljallangan dasturlar va dasturiy paketlar uchun umumiy nom.
6. Yuzaga kelishi mumkin bo'lgan texnik muammolarni hal qilish maqsadida (mahsulotning ishga loyiqligi, xususiyatlari va foydalanishda xatti-harakatlarini) hisob-kitobar asosida bashoratlash va nazariy tajriba y'oli bilan takomillashtirish / optimallashtirish uchun dasturiy paketlar tizimi.

Xulosa (3)

7. CAE - Computer-aided engineering fanini o'zlashtirish uchun mashinasozlik mahsulotlarni kompyuterlangan loyihalash Dasturlari va Dasturiy tizimlarini bilish va amaliy foydalanish yuqori darajada bo'lmog'i daror.

8. Ushbu o'qitish Solid Works hamda Компас 3D kompyuter loyihalash dasturlari va ularda mavjud muhandislik tahlil qismlaridan keng foydalangan holda o'tkazish maqsadga muvofiqdur.

9. Ushbu o'quv fanning asosida bo'lgan Solid Works hamda Компас 3D kompyuter loyihalash dasturlari bilan birga muhandislik tahlil dasturari FEA / МКЭ, Matlab va Kompas 3D ni mustaqil amaliy o'rganish maqsadga muvofiqdur.

Nazorat savollar

1. Muhandislik Tahlil Maqsadlari Va Vazifalari nimalardan iborat?
2. Avtomatlashtirilgan Muhandislik Tahlil Tizimlarining 4ta guruhi tushunchasi va nimalardan iborat?
3. CAE dasturlarining xarakterli xususiyatlari?
4. CAE tizimlarining alohida klassi sifatida avtomatlashtirilgan muhandislik tahlil tizimlariga misollar keltiring?
5. CAE dasturlari sinfining paydo bo'lishi va rivojlanishini belgilaydigan yuqori texnologiyali uskunalarni ishlab chiqarishni tayyorlash xususiyatlari?
6. Mashinasozlikda muhandislik tahlilining kompyuter dasturlarining nechta guruhi mavjud?
7. ANSYS va Kompas 3D dasturlarida muhandislik tahlil qismlari mavjudmi va nimalardan iborat?
8. Dasturiy ta'minot dizayn tizimlari afzalliklari nimada?

Foydalangan va tavsiya etilgan adabiyotlar ro'yhati.

1. Зильбербург, Л.И. Информационные технологии в проектировании и производстве / Л.И. Зильбербург, В.И. Молочник, Е.И. Яблочников. – СПб.: Политехника, 2008.
2. САПР технологических процессов: учебник для студ. высш. учеб. заведений / А.И. Кондаков. – М.: Академия, 2007.
3. Большаков В. П. 3Д-моделирование в Аутокад, КОМПАС-3Д, Солидворкс, Инвентор, Т-Флекс. — Россия : Издательский дом «Питер», 2010.
4. Сазонов А. Трехмерное моделирование в AutoCAD 2011. — Россия : Litres, 2014.
5. Мельников В. Г. , С. Е. Иванов, Г. И. Мельников. Компьютерные технологии в механике приборных систем / Под ред. В. Г. Мельникова.— СПб.: СПбГУ ИТМО, 2014 .— 130 с.
6. Шимкович Д.Г. Расчет конструкций в . NASTRAN – М.:ДМК, 2014. — 704 с.

**Savollar,
ko'shimchalar,
e'tirozlar,
takliflar?**

**E'tiboringiz
uchun rahmat!**