

“Engineering of CAD/CAM/CAE projects”

LECTURE 1. CAE (COMPUTER AIDED ENGINEERING) ENGINEERING ANALYSIS SYSTEMS. INTRODUCTION.(1 week)

1-mavzu. MUHANDISLIK TAHLIL TIZIMLARI: DASTURIY VOSITALAR VA VAZIFALARI. FANGA KIRISH.

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**

I. MUHANDISLIK TAHLIL MAQSADLARI VA VAZIFALAR TURLARI

1.1. Muhandislik Tahlil Maqsadlari.

Mashinasozlik mahsulotning xususiyatlari va foydalanishda xatti-harakatlarini hisoblash asosida bashoratlash va nazariy tajriba y'oli bilan ularni takomillashtirish / optimallashtirish yoki yuzaga kelgan texnik muammolarni hal qilish maqsadi uchun dasturiy ta'minotdan foydalanish. Yani, CAE (ingl. Computer-aided engineering) - turli muhandislik muammolarini hal qilish uchun mo'ljallangan dasturlar va dasturiy paketlar uchun umumiy nom:

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

Paketlarning hisoblangan qismi ko'pincha differentsial tenglamalarni echishning raqamli usullariga asoslanadi (cheklangan elementlar usuli, cheklangan hajmlar usuli, cheklangan farqlar usuli va boshqalar).

Zamonaviy muhandislik tahlil tizimlari (yoki muhandislik hisob-kitoblarini avtomatlashtirish tizimlari - CAE) SAPR tizimlari bilan birgalikda qo'llaniladi

(ko'pincha ularga integratsiya qilinadi, bu holda gibril SAPR/CAE (CAD/CAE) tizimlari yaratiladi).

1.2. Muhandislik Tahlilning Vazifalar Turlari va Usullari

1. Statik hisoblash.Harakatlarni, kuchlanishlarni, kuchlanishlarni va yuklamalar ilovalari.

2. Dinamik hisoblash.Strukturaning dinamik hisob-kitobi u joylashgan taqdirda amalga oshiriladi vaqtga bog'liq yuk ta'siri ostida.

3. Barqarorlikni hisoblash.Barqarorlikni hisoblash yuklanish darajasini aniqlash uchun ishlatiladi, qaysi dizayn barqarorlikni yo'qotadi yoki barqarorlikni tekshirish uchun ushbu yuklanish darajasidagi dizaynlar.

4. Chiziqli bo'lmagan hisob-kitoblar.Dizayn yoki qismning qo'llaniladigan harakatga javobi bo'lganda ishlatiladi yuklar ushbu yukga to'g'ridan-to'g'ri mutanosib ravishda o'zgarmaydi.

5. Issiqlik hisoblash. Issiqlik uzatish muammolarini hal qilish uchun ishlatiladi: o'tkazuvchanlik, konveksiya (erkin va majburiy) va nurlanish.

6. Magnit ta'sirni hisoblash.Magnit ta'sirni hisoblash turli xil tahlil qilish uchun amalga oshirilishi mumkin magnit maydonlarining induksiya, oqim zichligi, oqim chiziqlari kabi jihatlari, quvvat yo'qotishlari va boshqa tegishli hodisalar.

7. Suyuqlik yoki gaz oqimini hisoblash.Suyuqlik yoki gaz oqimini tahlil qilish uchun ishlatiladi o'rganish imkoniyatini beradi berilgan suyuqlik yoki gazning oqim yoki to'lqin bosimining xususiyatlari hajmi, shuningdek raqamli suyuqlik dinamikasi muammolarini hal qilish uchun.

8. Aralash vazifalar.Ular bir vaqtning o'zida qismlarni tahlil qilishda qo'llaniladi issiqlik, mexanik, elektr yoki magnit maydonlarga ta'sir qilish.

1.3. Muhandislik Tahlilning Usullari (Raqamli usullar)

CAE tizimlari o'z ishlarida quyidagi matematik usullardan foydalanishlari mumkin:

- 1. Cheklangan elementlar usuli** (Finite Element Analysis – FEA, Метод конечных элементов- МКЭ)– amaliy fizika muammolarini hal qilishda qisman hosilalar bilan differensial tenglamalar, hamda shuningdek yuzaga keladigan integral tenglamalarni yechishning raqamli usuli. Usul deformatsiyalanadigan qattiq jismlar mexanikasi, issiqlik almashinuvi,

gidrodinamika va elektrodinamika muammolarini hal qilishda keng qo'llaniladi.

2. **Cheklangan farqlar usuli**-hosilalarni farq sxemalari bilan almashtirishga asoslangan differensial tenglamalarni yechishning raqamli usuli. Bu tarmoq usuli.
3. **Cheklangan hajmlar usuli** (nazorat hajmlari usuli) qisman hosilalardagi differensial tenglamalar tizimlarini integratsiyalashning raqamli usuli.

II. CAD/CAM/CAE (SAPR) TIZIMLARI

2.1. Kompyuter yordamida loyihalash texnologiyalari.

Kompyuter yordamida loyihalash texnologiyalari– bu texnologiya,yaratishni osonlashtirish uchun kompyuter tizimlaridan foydalanishdan iborat,loyihalarni o'zgartirish, tahlil qilish va optimallashtirish.

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

2.3. Avtomatlashtirilgan muhandislik tahlili (kompyuter yordamida muhandislik SAE) - bu kompyuter tizimlaridan foydalanishdan iborat texnologiya. Mashina/mexanizmning tuzilish konstruktsiyasini takomillashtirish va optimallashtirish uchun SAPR geometriyasini tahlil qilish, modellashtirish va foydalanishda mahsulot xatti-harakatlarini va ko'rsatkichlarini o'rganish.

Asosiy tushunchalar:

- So'ngi element tahlili usuli - SETU (FEM-Final Elements method, МетодКонечныхЭлементов);
- protsessor;
- - postprocessor.

2.4. Muhandislik Tahlilining Dasturiy Vositalari 3 Turi

Muhandislik tahlili dasturiy ta'minotning uch 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-kitoblarini avtomatlashtirish (MathCad).

2.5. Avtomatlashtirilgan ishlab chiqarish (Computer - Aided Manufacturing)

Avtomatlashtirilgan ishlab chiqarish (kompyuter yordamida ishlab chiqarish, CAM – computer Aided Manufacturing) –bu loyihalash uchun kompyuter tizimlaridan foydalanishdan iborat texnologiya, to'g'ridan-to'g'ri yoki bilvosita ishlab chiqarish operatsiyalarini boshqarish va nazorat qilish va korxonaning ishlab chiqarish vositalari bilan o'zaro bog'liq interfeys. Zamonaviy CAM tizimlari baza mahsulotlarining geometrik parametrlari asosida CNC mashinalari uchun SAPR ma'lumotlari va foydalanuvchi tomonidan taqdim etilgan qo'shimcha ma'lumotlarga asosan avtomatik ravishda dasturlarni yaratishga qodir.

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

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

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

1. Avtomatlashtirilgan chizmalarni ishlab chiqarish 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.

2.7. CAD. Fazoviy karkasli modellashtirish

Kompas 22 dasturidayig'uv birliklariv atarkibiy qismlari asosida 3D fazoviy karkas modellarni yaratish mumkin. Karkas modelini batafsil 3D modelni yaratish yoki tuzilmaning 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.

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 modellarni nisbatan 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.

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

Chekkajadvalda ob'ektning har bir qirrasini 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.
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.
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 savollari

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. 3D-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 bilan Farg'ona Politexnika instituti mashinasozlik texnologiyasi va avtomatlashtirish kafedrasida dotsenti A.E.Teshabayevga murojaat qilishingiz so'raladi.

E'tiboringiz uchun rahmat!