

## Engineering of CAD/CAM/CAE projects. Week 8

### Application of CAE in research.

#### **CAD/CAM/CAE loyihalarining muhandislik tahlili**

#### **8 hafta**

#### **Mavzu: Tadqiqotlarda KMT/CAE dan foydalanish.**

#### **Reja.**

1. Muhandislikda ilmiy tadqiqot vositalari
2. KMT ilmiy tadqiqotlarda qo'llanilishi
3. KMT: ilmiy tadqiqotlar
4. KMT: amaliy muammolar

#### 1. Muhandislikda ilmiy tadqiqot vositalari

Ko'p funktsiyali kompyuter tizimlarining innovatsion rivojlanishi – bu

1. Computer-Aided Design, CAD / SAPR (kompyuterlashgan loyihalash),
2. Computer- Aided Engineering, CAE (Muhandislik tahlil),
3. Computer-Aided Manufacturing, CAM (Ishlab chiqarish va texnologik jarayonlarni tayyorlash) va
4. Product Data Management, PDM (Muhandislik loyihasini boshqarish)

izchil amalga oshiradi, qisqa vaqt ichida va minimal xarajatlar bilan noyob mahsulotlarni ishlab chiqarish uchun yangi imkoniyatlar yaratadi.

Mashinasozlikda muhandislik tahlilning barcha xilma-xilligi modellashtirish ob'ektlari bo'yicha tasniflanishi va ikkita asosiy yo'nalishga bo'linishi mumkin:

1. Loyiha hisob-kitoblari va

## 2. Texnologiyalarni taqlid qilish (modellashtirish).

Texnologiyalarni modellashtirish o'z ichiga oladi:

1. metall va plastmassa quyish,
2. bosim bilan ishlov berish,
3. issiqlik bilan ishlov berish,
4. payvandlash,
5. mexanik ishlov berish

va kompyuter tahlili jarayonida bajariladi.

Moddiy vositalar to'g'ridan-to'g'ri o'rganilayotgan ob'ektlarga yo'naltiriladi, ular farazlarni va ilmiy tadqiqotning natijalarini empirik tekshirishda, yangi ob'ektlar kashf etishda asosiy rol o'ynaydi.

**Moddiy vositalar.** Moddiy vositalaridan foydalanish – kompyuter, lazer texnologiyasi va boshqalar – fanlarning kontseptual apparati shakllanishiga, o'rganilayotgan ob'ektlarni tavsiflash usullariga, umumlashtirish, mukkamallik (idealizatsiya) va dalillarga chuqur ta'sir ko'rsatadi.

**Axborot vositalar.** So'nggi yillarda hisoblash texnologiyasi fizika, texnik fanlar va h.k. tadqiqot tajribani (eksperimentni) avtomatlashtirish uchun keng qo'llanilmoqda, bu tadqiqot jarayonlarini yuzlab, minglab marta sodda lashtirish va ma'lumotlarni qayta ishlash vaqtini qisqartirishga imkon beradi.

Bundan tashqari, axborot vositalari deyarli barcha fan sohalarida statistik ma'lumotlarni qayta ishlashni sezilarli darajada soddalashtiradi.

**Matematik vositalar.** Matematik vositalar empirik ma'lumotlarni tizimlashtirishga, miqdoriy bog'liqlik va qonuniyatlarni aniqlash va shakllantirishga imkon beradi.

Matematik vositalar idealizatsiya va analogiyaning maxsus shakllarini (matematik model) ishlab chiqishning asosiy vositasi sifatida qo'llaniladi.

## 2. KMT ilmiy tadqiqotlarda qo'llanilishi

Tahlil butunning alohida qismlarini o'rganishga, barcha qismlarga xos bo'lgan munosabatlarni ochib berishga va shu bilan yaxlit ta'lim hodisasining tuzilishi va rivojlanishining o'ziga xos xususiyatlarini anglashga imkon beradi.

**Sintez.** Sintez-ob'ektning turli elementlarini bir butunlikga / tizimga birlashtirishdir. Sintez oddiy yig'ish emas, balki mazmunli birikma. Agar hodisalar shunchaki birlashtirilsa, ular o'rtasida aloqa tizimlari paydo bo'lmaydi, faqat individual faktlarning xaotik to'planishi hosil bo'ladi.

Sintez tahlilga qarama-qarshi bo'lib, u bilan uzviy bog'liqdir. Sintez kognitiv operatsiya sifatida nazariy tadqiqotning turli funktsiyalarida ishlaydi.

**Taqqoslash.** Taqqoslash - bu ob'ektlarning o'xshashligi yoki farqi haqidagi hukmlar asosida kognitiv operatsiya. Taqqoslash yordamida ob'ektlarning miqdoriy va sifat xususiyatlari aniqlanadi, ularning tasnifi, tartibi va qiymati amalga oshiriladi.

Taqqoslash - bu birining boshqasiga mos kelishi, ob'ektlar o'rtasidagi mumkin bo'lgan munosabatlarni belgilaydigan asoslar yoki taqqoslash belgilari muhim rol o'ynaydi.

**Eksperiment.** Eksperiment - bu tadqiqot sinovlari paytida ob'ekt haqida ma'lumot olishga qaratilgan amallar (operatsiya), ta'sirlar va kuzatuvlar tizimi. Olingan ma'lumotlarning ishonchligi o'tkazish shartlariga bog'liq tajriba.

**Matematik model.** Matematik model - real jarayon yoki hodisa ning ma'lum bir sifati yoki sifat guruhini takrorlash uchun mo'ljallangan matematik munosabatlarning ichki izchil yopiq tizimi. Matematik model – o'rganilayotgan ob'ektni tashqi dunyo bilan munosabatlarini matematik belgilar tili bilan tavsiflovchi matematik ob'ektlar to'plami (tenglamalar, tenglamalar va tengsizliklar tizimlari, algebraik ifodalar va boshqalar).

Matematik modellashtirish usuli asl ob'ekt "tasviri" – matematik modelga olmasuvi, almashtirish va natijada olingan modelni yanada o'rganishdan iborat.

**Operatsiyalarni tadqiq qilish.** Operatsiyalarni o'rganish-turli tashkiliy tizimlarni eng samarali boshqarish usullarini ishlab chiqish va amaliy qo'llash bilan shug'ullanadigan ilmiy intizom.

Operatsiyalarni tadqiq qilishning maqsadi boshqaruvni tashkil etish bo'yicha qabul qilingan qarorlarni miqdoriy asoslashdir.

### **3. KMT ilmiy tadqiqotlarda qo'llanilishi**

CET (MKE, FEA) asosida muhandislik tahlili dasturlari analitik bog'liqlik qonunlariga mos kelmaydigan tuzilmalarni yetarlicha tezkorlik va aniqlik bilan baholashga imkon beradi.

Kompyuter yordamida loyihalash tizimlarining to'liq to'plamidan foydalanish mahsulotning moddiy sarfini 20-25% ga, ishlab chiqarish xarajatlarini 15-20% ga kamaytirishga, mahsulotni yaratish tsiklini taxminan 2 baravar kamaytirishga, mahsulot sifatini oshirishga va natijada korxonaning raqobatbardoshligini oshirishga imkon beradi.

### **4. KMT: amaliy tadqiqotda.**

KMT kompyuter dasturlari asosan yangi texnikalarni yaratishga qaratilgan amaliy tadqiqotlar yechimlar, loyihalar va texnologiyalarni ishlab chiqishda foydalaniladi. Quyida, tegishli adabiy manbalarga tayanib, tadqiqotchilar tomonidan hal qilingan an'anaviy vazifalar, ishlatilgan KMT vositasi ko'rsatilgan va qisqacha xulosa keltirilgan.

Muhandislik mahsulotlarni loyihalash va ishlab chiqarish jarayonida KMT dasturlari raqamli 3D modelning magistral harakatidan tashqarida bo'lib qoladi, ular o'zlari geometriyada tarjima qilingan o'zgarishlarni amalga oshirmaydilar va aslida loyihaning funksional yaroqliligini tekshirish yoki qismlarni ishlab chiqarishning texnologik parametrlarini optimallashtirish vositasidir.

KMT maqsadi yangi loyihani sintez qilish emas, balki ilmiy tadqiqotday - mahsulotning xususiyatlari to'g'risida yangi bilimlarni olish. Ilmiy tadqiqotlar qabi KMT metodologiyasi, muammoni shakllantirish, hal qilish usullari va natijalarni talqin qilish nuqtai nazaridan loyihaning asosiy tamoyillaridan tubdan farq qiladi. Kompyuter muhandisligi tahlili aslida hisoblash tajribasi bo'lib, KMT dasturlari tadqiqot vositasi vazifasini bajaradi.

CAE kompyuter vositalari asosan yangi texnik yechimlar, loyihalar dizaynlar va texnologiyalarni izlashga qaratilgan amaliy tadqiqotlarda

qo'llaniladi. Quyida hal qilingan ba'zi odatiy vazifalarning qisqacha mazmuni keltirilgan, unda ishlatilgan SAE dasturlari ko'rsatilgan va tegishli adabiy manbalarga havola qilingan.

CAE kompyuter asboblari nafaqat amaliy tadqiqotlarda, balki sof ilmiy maqsadlarda - yangi qonuniyatlarni izlash uchun, masalan, yangi materiallar va nanotexnologiyalarni ishlab chiqishda qo'llaniladi.

ANSYS tomonidan modal tahlil faqat qatlamli kompozitlar matritsasidagi yoriqlarni aniqlashning buzilmaydigan usuliga original yondashuvni baholash uchun ishlatiladi va piezoelektrik xususiyatlarga ega bo'lgan ikki qavatli spiral nanoplyonkaning modal tahlili ABAQUS yordamida amalga oshiriladi va turli xil xususiyatlarni birlashtirganda nanostrukturaning xatti-harakatlarini bashorat qilishga imkon beradi.

Mahsulotning yuqori sifatini ta'minlash uchun nazorat qilish tizimi tashkil etiladi. Minimal nazorat xarajatlari bilan belgilangan sifat darajasini ta'minlash uchun nazoratni oqilona tashkil etish talab etiladi (nazorat partiyasining hajmini, testlar to'plamini, rad etish qoidalarini va boshqalar).

Samaradorlik ko'rsatkichi - nazorat tizimi ma'lum bir sifat darajasini, masalan, nomuvofiqlikning o'rtacha foizi belgilanganidan yuqori bo'lmagan taqdirda, vaqt birligi uchun o'rtacha kutilgan nazorat xarajatlari.

## **Xulosa**

1. Muhandislik tahlil dasturlari mashinasozlik amaliy tadqiqot o'tkazishda keng qo'llaniladi.
2. CAD/CAE/CAM dasturiy muhitida loyihalashda CAE dasturlari turli xil modellar va jarayonlarda hisoblash tajribalarini o'tkazadi, loyihalashtirilgan mahsulotning dizayn va texnologik parametrlarini to'g'ri tanlashni ta'minlaydi.
3. KMTni o'zlashtirish mashinasozlikni CAD dasturlari va tizimlarini bilish va amaliy foydalanishning yuqori darajasini talab etadi.
4. Amaliy tadqiqotlarda CAE vositalari yangi texnik yechimlar, dizaynlar va texnologiyalarni topish uchun ishlatiladi.

5. KMT nazariy muammolarni hal qilishga va yangi naqshlarni aniqlashga qaratiladi, masalan, nanotexnologiya va yangi material larni ishlab chiqishda.
6. Kompyuter tadqiqotining afzalligi fanlararo hisoblash modellarini tahlil qilish va yashirin jarayonlarni tasavvur qilish qobiliyatidir.

### **NAZORAT SAVOLLARI.**

1. KMT tizimlarining ilmiy tadqiqotlardagi o'ri?
2. Avtomatlashtirilgan KMT tushunchasi?
3. Tadqiqotlar uchun KMT dasturlarining xususiyatlari?
4. KMT tizimlarining amaliy tadqiqotlarda misollar keltiring.
5. KMT dasturlari tadqiqot dastagi sifatida?
6. Eksperiment va operatsiyalarni tadqiq qilishga misol keltiring.
7. Matematik modelning manbasi nimalardan iborat?
8. KMT ilmiy tadqiqotlarda qo'llanilishining tamoyillari nimalardan iborat?
9. KMT mikromexanika va nano ilmiy tadqiqotlarda qo'llanilishi sohasi nimalarni o'z ichiga kamrab oladi?
10. Ishlab chiqarish? Jumladan sifatni nazorat qilishda KMT ahamiyati va vazifalari nimalardan iborat?
11. Mashinasozlikda KMTning kompyuter dasturlarining o'ri?
12. Kompas-22 3D dasturlarida muhandislik tahlil qismi?
13. Dasturiy ta'minot dizayn tizimlari afzalliklari nimada?
14. Amaliy tadqiqotda tahlil ahamiyati?

### **Foydalanilgan adabiyotlar**

1. Luis Marrero. Computer Aided Engineering Analysis in Silicon Rubber Productions. <https://www.simtec-silicon.com/CAE-analysis-in-ISR-products>.
2. T-FLEX Анализ 17: новые возможности инженерного анализа

3. <https://www.comnews.ru/content/215634/2021-07-26/2021-w30/t-flex-analiz-17-novye-vozmozhnosti-inzhenerenogo-analiza>
4. Дежина И.Г. и др. Новые производственные технологии. М.: Издательский дом «Дело», 2015 273 стр.
5. Павлов С.И. CAE – технологии в 2015 году: обзор достижений и анализ рынка // CAD/CAM/CAE Observer. 2016. № 4 pp. 6-16 URL: <https://cadcamcae.lv/104>
6. Шаломеенко М. Инженерный анализ в среде SolidWorks Simulation: новое в версии 2014. [https://isicad.ru/ru/articles.php?article\\_num=16587](https://isicad.ru/ru/articles.php?article_num=16587)
7. Почепский О. CAE-система: что это за технология, для чего предназначены Computer-aided engineering программы. <https://www.cleverence.ru/articles/>
8. Best Simulation & CAE Software <https://www.g2.com/categories/simulation-cae>
9. 9. Ava Cohen. Innovations in the Computer-Aided Engineering (CAE) Software Market <https://www.verifiedmarketreports.com>