

Week 8
8 hafta

Engineering of CAD/CAM/CAE projects

**CAD/CAM/CAE loihalarning muhandislik
tahlili**

**Application of CAE Systems in
Research**

**KMT tizimlaridan tadqiqotlarda
foydalanish**

Teshabaev Anvar E.

Contents

- 1 **Muhandslikda ilmiy tadqiqot vositalari**
- 2 **KMT ilmiy tadqiqotlarda qo'llanilishi**
- 3 **KMT: ilmiy tadqiqotlar**
- 4 **KMT: amaliy muammolar**

KMT va Tadqiqot

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 loyihasi ni boshqarish)

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

KMT va Tadqiqot

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.

Ilmiy tadqiqot vositalari

• Moddiy (ilmiy tadqiqotlar uchun o'lchov vositalar va usqunalar)

• Matematik (modellashtirishning matematik apparati)

• Mantiqaviy (mantiqiy sxema va modellar)

• Axborot (xisoblash texnika, aloqa va axborot texnologiyalari)

• Komputer tillari (atamalar va tushunchalarning tizish qoidalari)

Manba: Средства и методы инженерного исследования. Лекции

Moddiy vositalar

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 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.

Manba: Средства и методы инженерного исследования. Лекции

Axborot vositalari

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 soddalashtirish 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.

Manba: Adabiyot tahlili va shahsiy ma'lumotlar.

Matematik vositalar

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

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

Manba: Adabiyot tahlili va shahsiy ma'lumotlar.

Mantiqiy vositalar

Mantiqiy masalalar

Xulosalarning xaqiqiyiligini ta'minlash va qanday yol bilan fikr-mulohozalarni to'g'riligini nazorat qilish va tekshirish

Empirik ko'rsatkichlar mantiqiy talablarga mosligi

Olingan dastlabqi ilmiy bilimlarning mantiqiy tahlili

Ilmiy bilimlarning bir tizimlarini boshqa bilimlar tizimlari bilan muvofiqlashtirish

Olingan natijalarni anglash va kelajakni bashoratlash uchun ilmiy nazariyalarni tuzish

Masalan, mashinasozlik texnologiyalarida va kompyuter modellahtirish misolida)

Manba: Adabiyot tahlili va shahsiy ma'lumotlar.

Tadqiqot nazariy usullari

Tahlil va
Sintez

Taqoslash

Abstrakt
siya

Umumiyla
shtirish

Formalizat
siya

Induktsiya
va dedukt
siya

Idealizat
siya

Analogiya

Modellash
tirish

Manba: Adabiyot tahlili va shahsiy ma'lumotlar.

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.

Manba: Adabiyot tahlili va shahsiy ma'lumotlar

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.

Manba: Adabiyot tahlili va shahsiy ma'lumotlar

Sintez: nazariy masalalar

Aloqalar va o'zaro ta'sirlar tizimi orqali ob'ektning eng muhim tomonlar va aloqalarni ko'rsatiladi

O'rganilayotgan ob'ektning elementlar orasida umumiylik, yagona tabiat mavjudmi yoki yo'qmi aniqlanadi.

Bitta ob'ektga tegishli qonuniyatlar va bog'liqliklar o'rtasida bog'liqliklar mavjudmi yo'ki yoqmi aniqlanadi..

Manba: Adabiyot tahlili va shahsiy ma'lumotlar

Takkoslash shakllari

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.

Manba: Adabiyot tahlili va shahsiy ma'lumotlar

Induktsiya

Induktsiya — ayrim fikrlardan umumiy xulosalar chiqarishda va mantiqiy tadqiqotlarga qo'llaniladigan muhokama usuli. Xususiylikni o'rganib, umumiylik bilib olinadi. Umumiylik predmet va hodisalar bilan uzviy aloqada bo'ladi.

Afzalliklari	Kamchiliklari
Muayyan muammo uchun aniq dastaklar va vositalar, shaxsiy algoritmlar bilan ta'minlaydi.	Har qanday vaziyatda qo'llaniladigan harakatlar algoritmimi bermaydi.
	Ehtimollik xususiyatiga ega.

Manba: Adabiyot tahlili va shaxsiy ma'lumotlar

Eksperiment

Eksperiment - bu tadqiqot sinovlari paytida ob'ekt haqida ma'lumot olishga qaratilgan amallar (operatsiya), ta'sirlar va kuzatuvlar tizimi.

Olingan ma'lumotlarning ishonchliligi o'tkazish shartlariga bog'liq tajriba.

Manba: **Адлер Ю.П. Введение в планирование экспериментов. Учебное пособие. М: НИТУ МИСИС, 2014, 214 стр.**

Matematik model.

Matematik model - real jarayon yoki hodisaning ma'lum bir sifati yoki sifat guruhini takrorlash uchun mo'ljallangan matematik munosabatlarning ichki izchil yopiq tizimi.

Manba: Adabiyot tahlili va shahsiy ma'lumotlar

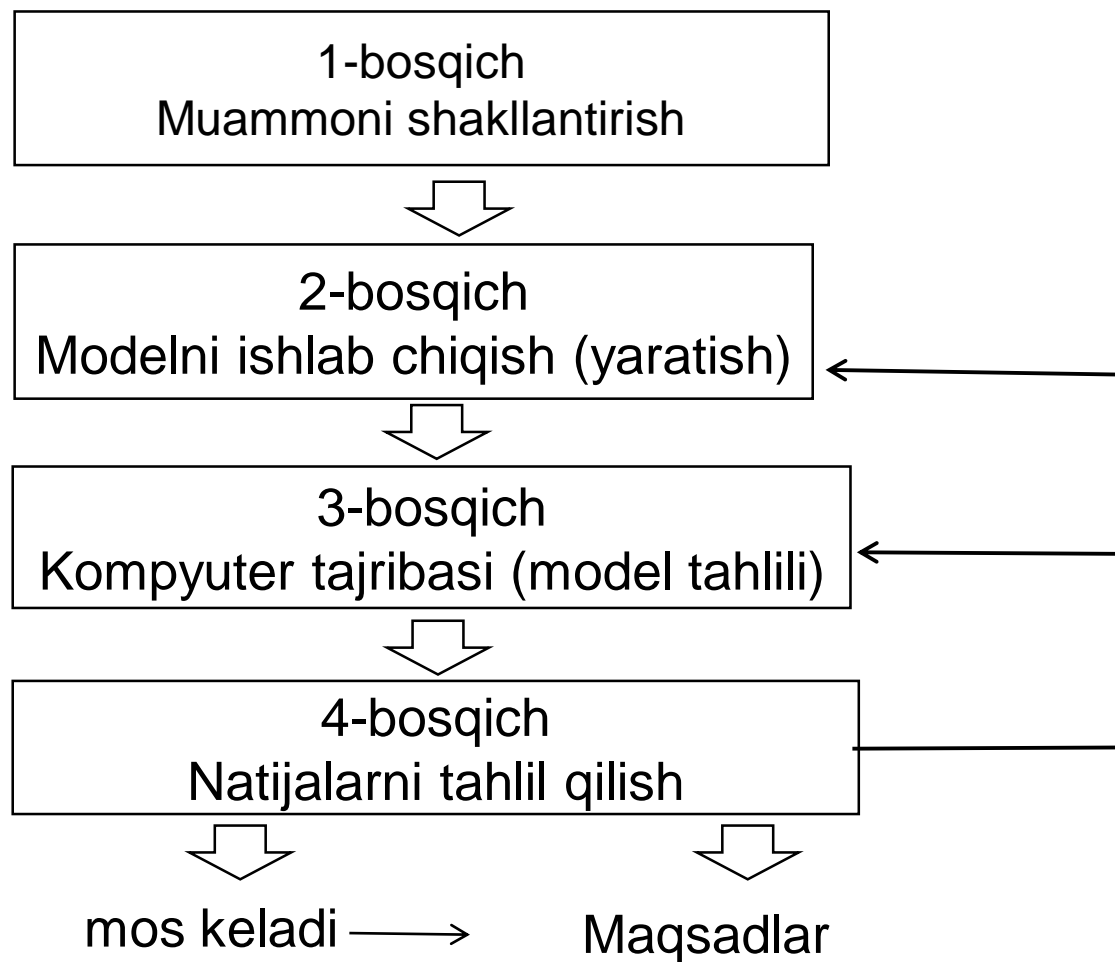
Matematik model.

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 olmashuvi, almashtirish va natijada olingan modelni yanada o'rganishdan iborat.

Manba: Adabiyot tahlili va shahsiy ma'lumotlar

Matematik model bosqichlari



Manba: Adabiyot tahlili va shahsiy ma'lumotlar

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.

Manba: Adabiyot tahlili va shahsiy ma'lumotlar

KMT va Tadqiqot

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.

Manba: Гурковская С. С., Красовский С. С. Применение современных систем инженерного анализа при проектировании оборудования // Вестник ДГМА. – 2019. – № 2 (46). – С. 118–122.

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.

Manba: Дубровский Р.В. Применение САЕ-систем в научных исследованиях и образовательном процессе // Вестник РУДН. Серия: Инженерные исследования. 2010. №3. <https://cyberleninka.ru/article/n/primenenie-cae-sistem-v-nauchnyh-issledovaniyah-i-obrazovatelnom-protsesse>

KMT: amaliy tadqiqotda

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 loyiha nining funktsional yaroqliligini tekshirish yoki qismlarni ishlab chiqarishning texnologik parametrlarini optimallashtirish vositasidir.

Manba: Дубровский Р.В. Применение САЕ-систем в научных исследованиях и образовательном процессе // Вестник РУДН. Серия: Инженерные исследования. 2010. №3. <https://cyberleninka.ru/article/n/primeneniye-cae-sistem-v-nauchnyh-issledovaniyah-i-obrazovatelnom-protseste>

KMT: amaliy tadqiqotda

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 loyihanining asosiy tamoyillaridan tubdan farq qiladi.

Kompyuter muhandisligi tahlili aslida hisoblash tajribasi bo'lib, KMT dasturlari tadqiqot vositasi vazifasini bajaradi.

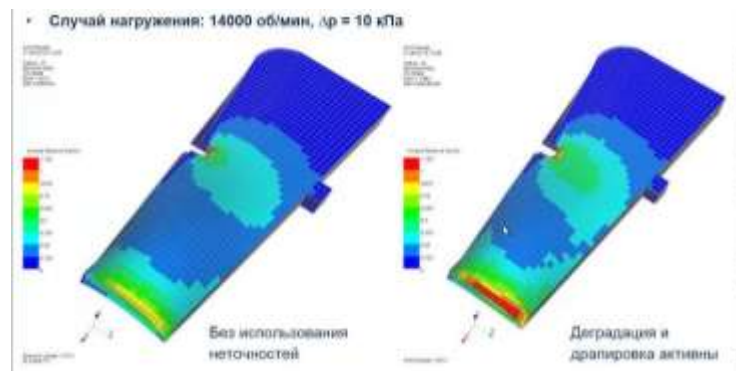
Manba: Огородникова О. М. Исследовательская роль программ САЕ в сквозных технологиях CAD/CAE/CAM.//Вестник машиностроения, 2012, №1, с.25-31., https://elar.urfu.ru/bitstream/10995/22392/1/ogorodnikova_2012.pdf

KMT: amaliy muammolar

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.

KMT: amaliy muammolar

Xavfsizlik chegarasi (zapas prochnosti), WINMACHINE ARM. Qismlarning o'z og'irligini hisobga olgan holda konsentrlangan va taqsimlangan quvvat yuklari ta'sirida mashinasozlik uskunalarning kuchlanish - deformatsiyalangan holatini (QQS) o'rganish mahsulotning metall sarfini kamaytirishga imkon beradi, shu bilan birga asosiy o'rnatish moslamalarining xavfsizlik chegarasi va ish faoliyatini oshiradi.



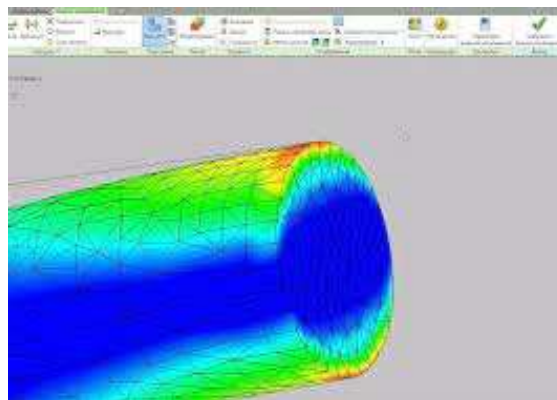
Manba: Кайтуков Г.Ф. Исследование прочности и металлоемкости элементов катодосдирочной машины в САПР АРМ Win Machine // САПР и графика. - 2010. - №3. - С.81-83.

KMT: amaliy muammolar

Statik kuch, Autodesk Inventor.

Statik tahlilda individual qismlar va yig'uv uzellarning QQSni o'rganish ma'lum bir yuklash sxemasi bo'yicha qismlarning geometriyasiga oqilona o'zgartirish kiritishga va quvvat xususiyatlarini yaxshilashga imkon beradi.

Manba: Стремнев А. Прочностные анализы в Autodesk Inventor // САПР и графика. - 2010. - №5. - С.20-22.



KMT: amaliy muammolar

Qattiqlik, Altair + ANSYS / LS-Dyna.

Kinematik yuklar ta'sirida poyga avtomobili ramkasining qattiqligini o'rganish xalqaro musobaqalar qoidalariga, xavfsiz ishlash sharoitlariga va ishlab chiqarish talablariga javob beradigan qiymatlarni loyihalashga imkon beradi. Loyihaning texnik mazmuni patentlar bilan himoyalangan.

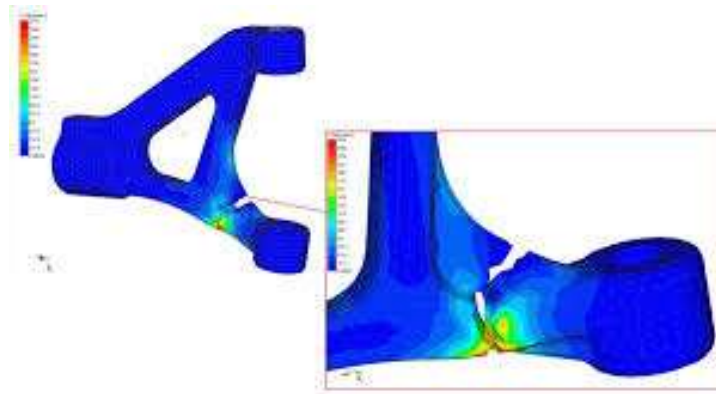


Manba: Применение CAD/CAM/CAE-систем для проектирования и изготовления гоночного автомобиля // САПР и графика. - 2010 . - №2. - С.71-75.

KMT: amaliy muammolar

Charchoq kuchi, CosmosWorks.

Statik yuk sharoitida statsionar tsiklning maksimal yuki bo'yicha vagon qismlarining QQSni baholash va cheklangan elementli panjar a bo'yicha hisob-kitoblarning asl usulidan foydalanish c harchoq yorig'i paydo bo'lishidan yoki qism buzilishidan oldin tsikllar sonini taxmin qilishga imkon beradi.



Manba: Миронов В.И., Якушев А.В. Прогнозирование ресурса элементов подвижного состава // Тяжелое машиностроение. - 2010. - №3. - С.26-29.

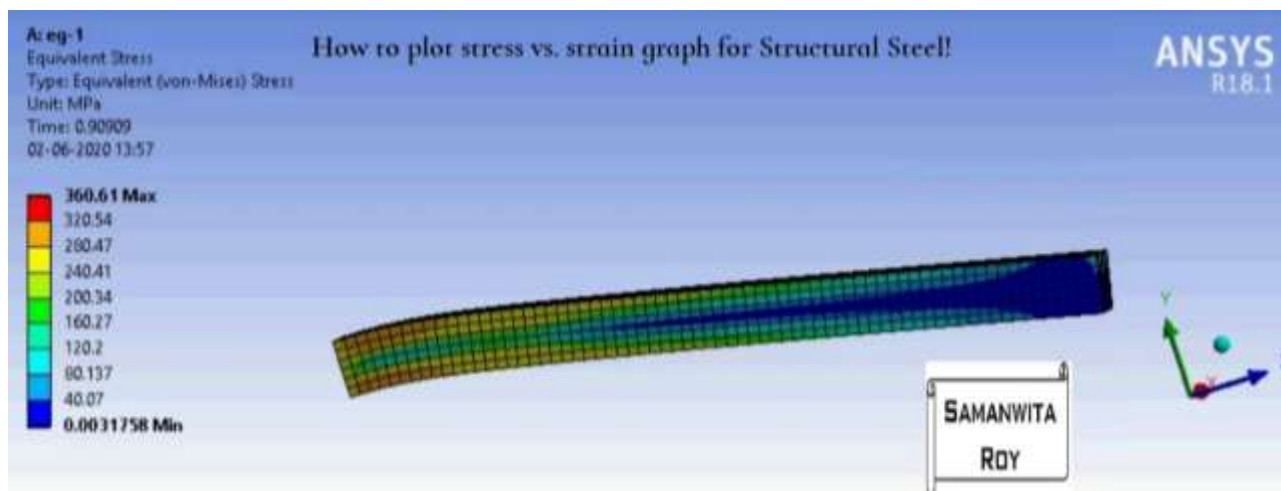
KMT: amaliy muammolar

Ta'sir qilish, Pro / Engineer's Mechanica. Yarim sinusoid shaklida bitta impulsli tezlanishlar bilan zarba berish paytida bort moslamasining xatti-harakatlarini o'rganish, strukturaning o'ziga xos tebranishlarini hisobga olgan holda javobni tahlil qilishdan iborat va 3D modelini tuzatishga imkon beradi, uning ishonchliligini oshiradi.

Manba: Бирбраер Р. и др. Инновационный подход к обеспечению надежности разрабатываемых изделий. Исследование динамического поведения изделия с использованием Pro/ENGINEER Mechanica // САПР и графика. - 2010. - №5. - С.74-79.

KMT: amaliy muammolar

Aloqa zonasidagi plastik deformatsiya, ANSYS / LS-Dyna.
Ishlov berish jarayonida qo'pol sirtning chiqib ketish vositasi bilan aloqa o'zaro ta'sirini o'rganish tugatish jarayonida yuqori sifatli murakkab profilli sirtlarni olishning asosiy qonuniyatlarini aniqlashga va zarur bo'lgan RBD dastgohlarini sozlash usullari ni ishlab chiqishga imkon beradi.

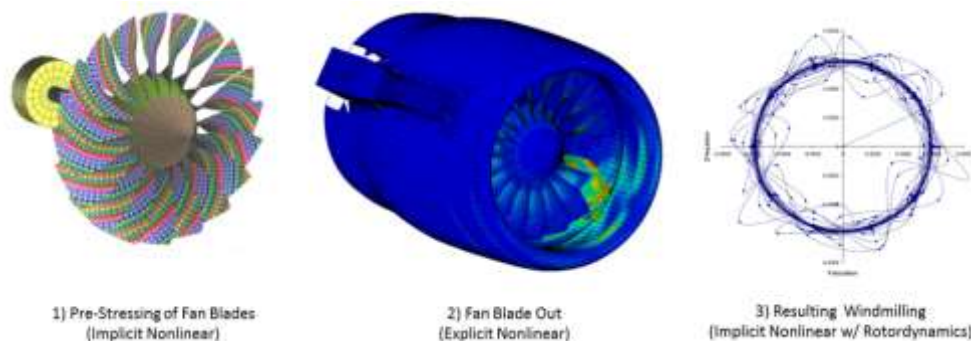


Manba: Гурин П. и др. Использование CAD/CAM-систем фирмы Delcam в исследовательской работе // САПР и графика. - 2010. - №4. - С.18-20.

KMT: amaliy muammolar

Yuk ko'tarish qobiliyati, MSC.Nastran.

Reaktiv turbinalarning kuraklarining yuk ko'tarish qobiliyatini kompyuter yordamida hisoblash, shu jumladan markazdan qochma kuchlar, bosim farqi va harorat ta'siri, materialning chiziqli bo'lmagan modeli bilan va material xususiyatlarining haroratga bog'liqligini hisobga olgan holda, turbinaning xavfsizlik chegarasini aniqroq baholash va uni majburlash yo'llarini tanlash imkonini beradi.

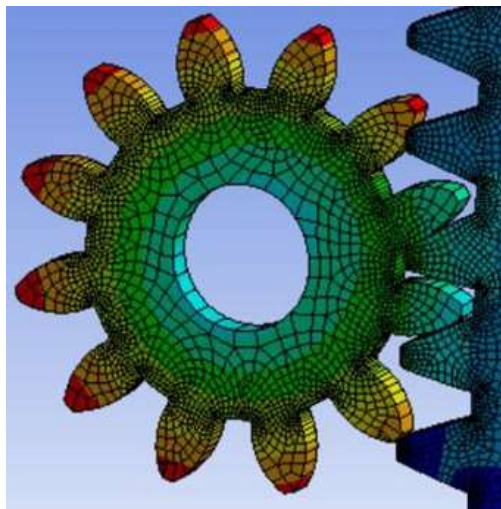


Manba: Огородникова О.М. Исследовательская роль программ САЕ в сквозных технологиях CAD/CAE/CAM // Вестник машиностроения 2019, №1, с.25-31.

KMT: amaliy muammolar

Ko'pgina hollarda, olimlar amaliy tadqiqotlar o'tkazish uchun ANSYS dasturiy ta'minotini tanlaydilar: tishli ulanishdagi aloqa kuchlanishlari, termal deformatsiyalar va to'lqin qattiq holat sensori kuchlanishlari va boshqa vazifalar.

Manba: Огородникова О.
М. Исследовательская
роль программ CAE в
сквозных технологиях
CAD/CAE/CAM // Вестник
машиностроения 2019, №
1, с.25-31.



KMT: amaliy muammolar

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.

Manba: Огородникова О.М. Исследовательская роль программ CAE в сквозных технологиях CAD/CAE/CAM // Вестник машиностроения 2019, №1, с.25-31.

Mahsulotni nazorat qilish.

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.

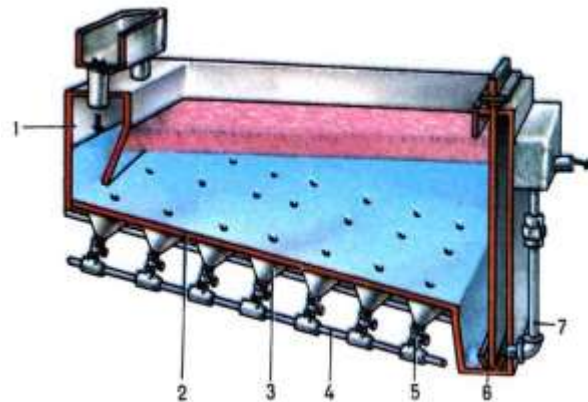
Suyuklik oqimlarni o'rganish

Gaz-suyuqlik oqimlarni o'rganish muhim vazifadir, masalan flotatsiya (moddalarni ajratish).

Flotatsiya dinamikasini modeli 3 darajada bajariladi:

1. Makroskopik (ko'p fazali oqimlar harakati),
2. Mikroskopikdan makroskopikka o'tish,
3. Mikroskopik darajada.

Flotatsiyaning gidrodinamikasi to'la modeli konkret flotatsion mashina sharoitlariga mos holda barcha 3 darajasini qamrab olmog'i darkor.



Manba: Скороходов В.Ф. и др. Применение САЕ для исследования гидродинамических характеристик газожидкостных потоков.

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.

Xulosa-2

4. Amaliy tadqiqotlarda CAE vositalari yangi texnik yechimlar, dizaynlar va texnologiyalar ni 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 savollar

1. KMT tizimlarining ilmiy tadqiqotlardagi o'рни?
2. Avtomatlashtirilgan KMT tushunchasi?
3. Tadqiqotlar uchun KMT dasturlarining xususiyatlari?
4. KMT tizimlarining amaliy tadqiqotlarda misollar keltiring.
5. KMT dasturlari tadqiqot dastagi sifatida?
6. Mashinasozlikda KMTning kompyuter dasturlarining o'рни?
7. Kompas-22 3D dasturlarida muhandislik tahlil qismi?
8. Dasturiy ta'minot dizayn tizimlari afzalliklari nimada?
9. Amaliy tadqiqotda tahlil ahamiyati?

Nazorat savollar -2

9. Kompyuterlashgan Muhandislik tahlilning boshqalardan farqi nimada?
10. Kompyuterlashgan Muhandislik tahlil tizimning resurslari – bu...?
11. Analitik va raqamli hisob-kitoblari nimalardan iborat?
12. Matematik tizimlaridan kaysilarini bilasiz?
13. Kompyuter matematika tizimlariga misol keltiring?
14. Har bir kompyuterda Muhandislik tahlil dastaklari mavjudmi?

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Огородникова О. М. Исследовательская роль программ САЕ в сквозных технологиях CAD/CAE/CAM. // Вестник машиностроения, 2012, №1, с.25-31., https://elar.urfu.ru/bitstream/10995/22392/1/ogorodnikova_2012.pdf
2. Средства и методы инженерного исследования. Лекции. УБФ ТАСИ, 2017, 304 стр.
3. Скороходов В.Ф. и др. Применение систем инженерного анализа для исследования гидродинамических характеристик газожидкостных потоков // Труды Кольского научного центра РАН. 2010. №3.
4. Адлер Ю.П. Введение в планирование экспериментов. Учебное пособие. М: НИТУ МИСИС, 2014, 214 стр.
5. Гурковская С. С., Красовский С. С. Применение современных систем инженерного анализа при проектировании оборудования // Вестник ДГМА. – 2019. – № 2 (46). – С. 118–122.

Foydalanilgan adabiyotlar

6. Дубровский Р.В. Применение CAE-систем в научных исследованиях и образовательном процессе // Вестник РУДН. Серия: Инженерные исследования. 2010. №3. <https://cyberleninka.ru/article/n/primenenie-cae-sistem-v-nauchnyh-issledovaniyah-i-obrazovatelnom-protssesse>
7. Кайтуков Г.Ф. Исследование прочности и металлоемкости элементов катодосдирочной машины в САПР АРМ Win Machine // САПР и графика. - 2010. - №3. - С.81-83.
8. Стремнев А. Прочностные анализы в Autodesk Inventor // САПР и графика. - 2010. - №5. - С.20-22.
9. Применение CAD/CAM/CAE-систем для проектирования и изготовления гоночного автомобиля // САПР и графика. - 2010. - №2. - С.71-75.
10. Миронов В.И., Якушев А.В. Прогнозирование ресурса элементов подвижного состава // Тяжелое машиностроение. - 2010. - №3. - С.26-29.

Foydalanilgan adabiyotlar

11. Бирбраер Р. и др. Инновационный подход к обеспечению надежности разрабатываемых изделий. Исследование динамического поведения изделия с использованием Pro/ENGINEER Mechanica // САПР и графика. - 2010. - №5. - С.74-79.
12. Гурин П. и др. Использование CAD/CAM-систем фирмы Delcam в исследовательской работе // САПР и графика. - 2010. - №4. - С.18-20.
13. Голдобин Ю.М. Инженерный эксперимент : учебное пособие. Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2022.— 95 с.
14. Шелофаст В. Использование систем инженерного анализа для повышения качества проектирования.<http://ftf.tsu.ru/wp-content/uploads/V.-SHelofast.-Ispolzovanie-sistem-inzhenerenogo-analiza-dlya.pdf>

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

Qayta aloqa uchun

Murojat uchun:

**Farg'ona politexnika instituti,
Mashinasozlik texnologiyalari
va avtomatlashtirish kafedrası,
t.f.n., dotsent –**

Teshabayev Anvar Ergashevich

e-mail: ateshabaev1958@gmail.com

Phone: +998 93 252 -6488



E'tiboringiz uchun rahmat!

- 
- Please leave this place empty.