

МОДЕРНИЗИРАНЕ НА ОБУЧЕНИЕТО ПО ОБЩО-МАШИНОСТРОИТЕЛНО КОНСТРУИРАНЕ

MODERNIZATION OF EDUCATIONAL PROCESSES OF THE SUBJECTS FROM THE GROUP MACHINE DESIGN

МОДЕРНИЗАЦИЯ ОБУЧЕНИЯ ПО ОБЩЕМАШИНОСТРОИТЕЛНОМУ КОНСТРУИРОВАНИЮ

Prof. Nenov P., PhD, Assoc. prof. Angelova E., PhD, Assoc. prof. Diulgerian T., PhD
Faculty of Transport – University of Rousse “Angel Kanchev”, Bulgaria

Abstract: A new Manual, created to improve the process Design of machine elements and to help the students in reaching better results, is presented. Different new ideas are given in his seven units, all of them accompanied with a proper authors' software system. Three of the systems are already successfully used in the design practice in Bulgaria and are giving solutions closed to the optimal. Creating of a new professional Committee and some ideas for improving the coordination of the educational process by General Machine Design are proposed.

Keywords: HIGH EDUCATION, MACHINE ENGINEERING, DESIGN, CILINDRICAL GEAR DRIVE, REDUCERS

1. Особенности на дисциплините от групата ОМК, цели и задачи

Обучението по дисциплините от групата на Общомашиностроителното конструиране (ОМК) е доста по-различно и по-комплицирано от това по други университетски дисциплини, поради редица специфични особености и големите цели, които стоят пред него. Дефинирането на тези цели дава добра представа за задачите, които следва да бъдат решавани на съвременно равнище [1]. В най-общ план те се свеждат до следното:

- Изграждане на добро пространствено мислене, за което подготовката в средните училища е слаба;

- Създаване на творчески подход и навици за обединяване и осмисляне на познанията по редица частни дисциплини, в името на решаването на даден специфичен проблем, който трябва да завърши с проектно решение;

- Развиване на основополагащи умения, навици и способности за:

- оценяване на машиностроителни конструкторски решения от различни позиции - функционалност, якост, технологичност, икономичност, надеждност, безопасност, изпълнение на ергономични и естетически изисквания, изисквания за опазване на околната среда, изисквания на наши и международни стандарти, изисквания на пазара;

- извършване на сравнителен анализ на конструкции;

- търсене на оптимални решения, работа със специализирана литература, извършване на проучвания, в т.ч. и по Интернет;

- разработване на обяснително-изчислителни записки на курсови задачи, работи и проекти (включващи комплексна текстова, графична и изчислителна информация), с помощта на съвременни средства, технологии, програмни сегменти и системи;

- използване на съвременни изчислителни програмни пакети за разработване на проектна документация;

- използване на съвременни графични системи за разработване на конструкторска документация;

- Формиране на навици и умения за представяне и защита на разработваните проекти;

- Натрупване на опит за ефективна работа в екип и т.н.

Постигането на добри резултати при решаване на поставените цели и задачи по дисциплините от ОКМ изисква използване на разнообразни учебни форми и средства:

- лекции;

- семинарни упражнения за схематизиране и изчисляване на различни натоварвания, конструкции, възли и елементи;

- лабораторни упражнения за изясняване на процеси и за изпитване на изделия;

- практически упражнения за изучаване и анализиране на изпълнени модели;

- групови и индивидуални консултации за разработването на персонализирани задания за курсови задачи, работи и проекти;

- практически упражнения с компютри;

- работа със системи, повишаващи качеството на обучението чрез самоподготовка;

- използване на анимационни системи за изясняване на сложни натоварвания, напрегнати състояния, механизми, процеси, явления;

- контрол и самоконтрол с тестови системи, намаляващи влиянието на субективния фактор в оценъчните процедури;

Съвкупното действие на големия брой цели и задачи и използването на широк кръг форми на обучение са причина за значително разнообразие в съществуващите учебни планове и програми на ВУ. Въвеждането на новите технически и програмни средства, с техните възможности за оптимизиране на конструкциите и за разработване на висококачествена графична документация, задълбочават разликите в учебния процес и в резултатите от него.

Още по-големи са различията с чуждестранните университети, което е пречка за взаимно признаване на дипломите, както и за по-свободно движение на студентите в европейските академични структури по време на следването.

2. Развитие на комплексен програмен продукт, обслужващ курсови проекти и задачи по ММЕ

В основата на пособието «Цилиндрични зъбни предавки и редуктори – нови възможности за проектиране» са няколко програмни системи, създадени в помощ на Общо Машиностроителното Конструиране и на обучението по Машинни елементи [2]. Нашите авторски САД-системи, обслужващи проектирането на зъбни предавки и редуктори са развивани в тясна връзка с нуждите на реалното производство. Това е една от основните причини за широкото им използване в различни предприятия, развойни и проектантски звена, в системата на висшето образование (Русенски университет, Технически университет - Варна, Минно-геоложки университет - София) и др. Системите са доказали не само своята надеждна работа но и значителния си принос за повишаване качеството на проектираните изделия. Пример за това е продължителното им използване за задоволяване конкретни нужди на практиката като проектиране на фамилии

цилиндрични редуктори и двигател-редуктори с общо предназначение за МЗ “Модул” - гр.Бяла, проектиране на фамилии двигател-редуктори за химическото машиностроене и хранително-вкусовата промишленост за гр.Хасково и гр.Девня, проектиране на редуктори за тежкото машиностроене - за заводите в гр.Русе, ТЕЦ - Русе, проектиране на редуктори в



Фиг.1. Програмни системи, съпровождащи Пособието

Машиностроителния завод Дечко Колев - Стара Загора, проектиране на голям брой зъбни предавки и редуктори в рамките на ОНИЛ по редукторостроене към Русенския университет - за различни потребители от цялата страна и т.н. Широкото използване на тези програмни системи допринесе за тяхното усъвършенстване и надеждна работа. Системите са регистрирани и в Централната проектна и програмна библиотека.

Чрез представяне пред научни конференции и други форуми, описания в литературата, внедрявания у нас и извън страната (Франция, Куба, Беларус, Турция), чрез използване за научно-консултативно обслужване и др., те са добре познати на научно-техническата общност. Началото на тези разработки е във времето, когато в областта на проектирането на нашия пазар не се предлагаше нищо, а международният беше недостъпен. По тази причина основните версии на базовите авторски CAD-системи са развивани в среда на Диска оперативна система. Сега голяма част от тях са преработени и за работа в условията на Windows. Решаваните задачи и получаваните резултати са сходни. И в двата варианта програмните системи са съпроводени с подробен диалог, което прави използването им лесно и ефективно. Даденото по-долу описание има за цел да сподели с конструкторите ефикасна стратегия на проектиране, осигуряваща по-добри крайни резултати. Дефинираната по-този начин цел е еднакво добре постижима при работа и в двете работни среди и от тази гледна точка ги прави практически равностойни. Разбира се обстоятелството, че проектирането на зъбни предавки освен в редукторостроенето е широко застъпена дейност и на много други места - в заводите за металорежещи машини, в автомобилостроенето, в тракторостроенето, в ремонтните заводи, в различни специализирани звена и практически във всички конструкторски бюра от сферата на машиностроенето, осигури широко разпространение на GEOMER, GEAR и други наши системи от авторския пакет. Поддържането и обновяването на този пакет изисква големи, постоянни и материално осигурени усилия, което е възможно само в условията на по-широк, стабилен, открит и добре регламентиран пазар, какъвто у нас все още няма (особено в учебния софтуер). Това обяснява част от компромисите и ограниченията, които сме принудени да правим и налагаме и които не винаги съвпадат изцяло с разбиранията ни за полиберални изменения в целия процес на проектиране.

При разработване на конструкторската документация е отдадено предпочитание на системата Solid Works, която се

очертава като една от най-бързо развиващите се графични системи и е подходяща за проектиране в най-близкото до реалния обект 3D-измерение. Системата е перспективна, лесна за усвояване, разпространява се на приемливи цени и е с нарастващо приложение у нас и в много други страни.

3. Състав и, възможности на пакета CGDSR-07

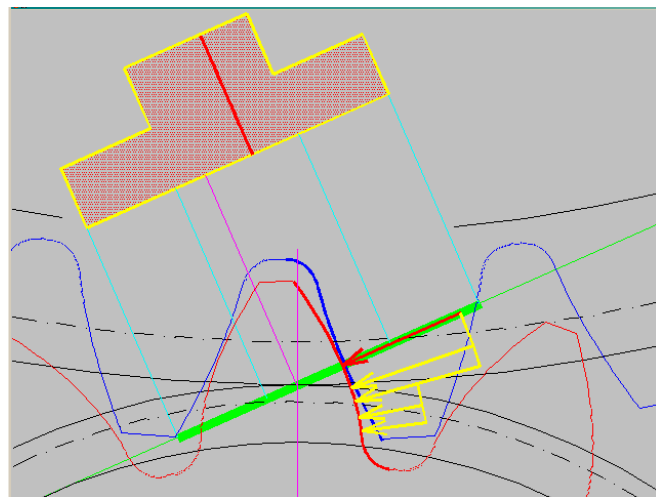
Пособие [2] е разработено предимно за да обслужва Курсовото проектиране по Машинни елементи в духа на споменатите идеи. То съдържа седем самостоятелно обособени учебно-методични материала, обслужвани от общата програмна система CGDSR-07.(вж. Фиг.1). Три от разделите се обслужват от извадки на авторски системи, доказали се в практиката. По-долу е дадено съкратено описание на съдържанието, концепциите и състава на отделните раздели.

3.1. Редуктори – Конструкции, Приложения, Технологии

Изясняването на специфичните конструктивни и технологични особености на отделни проектни решения е от съществено значение за подготовката по ОМК. В много случаи различията са в малки на пръв поглед предимства, постигнати чрез по-задълбочени предварителни проучвания, по-прецизен сравнителен анализ на съществуващи конструкции, по-точна оценка на условията на експлоатация и на условията на производство. Качеството на тези дейности трудно се подава на предварителна оценка и силно зависи от “*предварителния опит*” натрупан чрез лично направеното, собствените постижения и собствените грешки. С подготовения пакет примери и с коментарите към тях се цели да бъде ускорено натрупването на конструкторски опит. Примерите са систематизирани в три групи – Конструкции, Приложения и Технологии. Водеща идея е, че връзката между тези групи е безусловна и че основните показатели и качества на изделията се постигат преди всичко в процеса на конструирането. Същественото им подобряване на по-късен етап е невъзможно или много скъпо. Добра стратегия е отделни възли и елементи или цялата конструкция да се развиват във варианти, допълнително оценявани на технологичност, себестойност и др. Избраните примери представят различни конструкции и процеси от тяхното производство и експлоатация. Част от тях са авторски разработки за практиката .

3.2. Онагледяване на зацепването и параметрите за качество

Част от теорията на еволвентното зацепване включва абстрактни и трудно разбираеми изводи и обобщения, които могат да бъдат изяснени чрез онагледяване на зъбната предавка и на основни постановки от областта на кинематиката, геометрията и натоварването. При зацепването става въпрос предимно за взаимодействия, които в този раздел се моделират



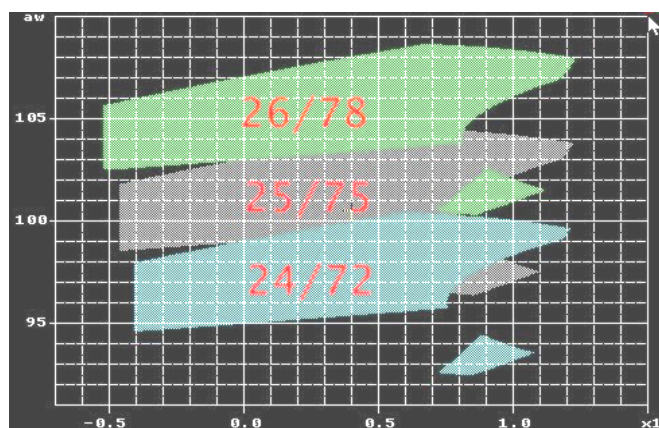
Фиг.2. Разпределяне на натоварването в полето на зацепване и по работния профил

чрез последователно наслагване и комбиниране на определени базови елементи. В резултат на това, от статична картина визуализацията се превръща в процес, развитието на който следва определена логика и изяснява това, което става в зацепването. На отделни места онагледяването се подпомага от кратки спомагателни текстове. На Фиг.2 са показани моменти от анимация за разпределяне на натоварването в полето на зацепване и по работния профил на зъбите. Дадени са и прецизно подготвени визуализации за комбинираното влияние на z и x върху формата на зъбите. Показано е как при големи положителни измествания се стига до заостряне на зъбите, но в същото време те стават по-дебели в основата. С положителни измествания може не само да се избегне подрязването, но да се увеличи значително и товароносимостта на зъбите по критерия "якост на огъване". При големи премествания на зъбонарезната рейка към оста на нарязваното колело, зъбите се стесняват и се стига до подрязване.

3.3. Геометрично изчисляване на зъбни предавки със системата GEOMER

Третият раздел третира геометрията на зъбната предавка. На нея е посветена системата GEOMER (една от първите версии на български софтуер по тези проблеми). Пълният вариант на системата решава четири основни задачи: П1- Геометрия на зъбните предавки; П2- Създаване на параметрични блокиращи контури на геометрично равнище; П3- Създаване на геометрични блокиращи контури; П4- Формиране на предавки с близки предавателни числа. В Пособието е включен фрагментът, посветен на първия проблем и осигуряващ изчисленията на най-важните размери на предавката и основните показатели за качество на зацепването (отсъствие на подрязване, заостряне и интерференция на зъбите, информация за коефициентите на припокриване и др. Оценка може да се направи и при наблюдаване „в движение” на мащабирано 2D-изображение на зъбното зацепване.

Проверочните задачи могат да се доразвиват в проектни, за да се осигури подобряване на параметрите за качество. Системата GEOMER може да се използва и за разшифроване на зъбни колела, а при работа с пълния вариант (включващ създаването на ГБК от типа $x-a_w$) – за оптимизиране на „геометрично равнище”, при възстановяване на износени зъбви колела и др.



Фиг.3. ГБК на зъбни предавки с еднакви модули и предавателни числа, но с различен брой зъби на колелата

3.4. Геометрични блокиращи контури (ГБК) от типа $x-a_w$ и техните възможности

Малко са случаите, когато зъбната предавка е с параметри, които са твърдо фиксирани. На практика известни промени в предавателните числа, в броя зъби, междуосовите разстояния, коефициентите на изместване на изходния контур, диаметрите на върховете окръжности и др. са напълно допустими. В същото време правилният избор на споменатите параметри може да подобри качеството на зъбната предавка.

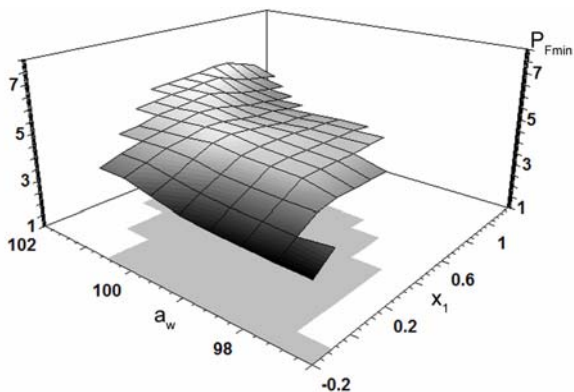
Въпросът е как да се улесни търсенето на по-висококачествени решения. Добри възможности за този процес предлага създаването и анализът на ГБК от типа $x-a_w$. В случая той е базиран на системата GEOMER. Примерите към този раздел имат за задача да изяснят начина за търсене на по-сполучлива геометрия. На Фиг.3 е даден автоматизирано създаден ГБК на предавка със зададени параметри на изходния контур (ПИК), брой на зъбите, модул и др. В контура са показани областите на допустимите комбинации на междуосовото разстояние a_w и коефициентите x_1 (x_2). Те са отделени от недопустимите съчетания с цветове, носещи информация за ограничаващите ги параметри за качество на зацепването. При увеличаване на междуосовото разстояние нараства ъгълът на зацепване α_w .

Големите коефициенти на припокриване са в зоните около делителното междуосово разстояние, ъгли на зацепване около 20° и малки стойности на x_1 [3]. При нарязване на зъбните колела с изместване на изходния контур „корекцията” и на двете зъбни колела най-често е положителна и изчислителното междуосово разстояние надвишава делителното. Зъбите стават по-дебели в основата, което увеличава якостта им на огъване. Избягва се и подрязването при колела с малък брой зъби. Това са едни от важните цели на ъгловата корекция. В много случаи тя се използва за закръгляне на междуосовото разстояние на предавката до стандартна или друга стойност, произтичаща от изискванията на свързаните предавки. При липса на основания за постигане на предварително зададено междуосово разстояние, ъгловата корекция може да се използва като средство за търсене на оптимални решения. Варирането със стойностите на междуосовите разстояния и коефициенти на изместване изисква мощна система, ориентирана към такава стратегия на проектиране. Пълните варианти на разглежданите в това пособие програмни пакети GEOMER и GEAR позволяват проектиране в предлагания стил.

Силният алгоритъм на системата GEOMER и избраните координати на блокиращите контури предлагат изключително добри възможности за нов подход при решаването на редица специфични проблеми, когато става въпрос за „свързани” предавки. Те са характерни за редуктори, скоростни кутии на металорежещи машини и транспортни средства, планетни предавки и др. Този подход може да се илюстрира с примера от Фиг.3. Там са дадени контурите на три предавки, изчертани върху обща мрежа, в еднакъв мащаб. Като цяло тази група представя възможностите за реализиране на предавателно число 3,00 при всяко междуосово разстояние от един широк диапазон. Дори и при ограничаване на коефициента на изместване x_1 в интервала 0-0,5 (с цел запазване на високи коефициенти на припокриване) междуосовото разстояние може да бъде променяно в границите от 95-108 mm. При това запазвайки стандартните параметри на изходния контур. Подобни възможности за промяна на a_w се оказват особено полезни при проектирането и на скоростни кутии.

3.5. Якостно изчисляване на предавки със системата GEAR

С усъвършенстване на якостното изчисляване на зъбните предавки, съответните методики ставаха все по-трудни за пряко използване от конструкторите. Изходът е в разработването на програмен пакет по модифицирана версия на ISO 6336, която да се базира и на развита система за геометрични изчисления, осигуряваща възможност за оптимизиране по различни критерии, както и за решаване на оптимизационни задачи. Включената в Пособието програмна система за якостно изчисляване е създадена в духа на тези разбирания и е използвана широко в конструкторската практика у нас. Базирана е на по-стара версия за силови изчисления, но получаваните с нея резултати са достоверни, доказани чрез работещи изделия. Задачите са унифицирани и сведени до различни варианти на един общ проблем - *точна оценка на товароносимостта* на зъбна предавка с изцяло познати геометрични и кинематични характеристики, материали, обработки, степени на точност и условия на работа.



Фиг.4. Пространствен параметричен модел за мощността на огъване на зъбна предавка

В системата GEAR товарносимостта на зъбната предавка се оценява чрез допустимата ѝ мощност P при зададената честота на въртене, т.е.

$$(1) \quad P = \min(P_{H1}, P_{H2}, P_{F1}, P_{F2}),$$

където P_{H1} , P_{H2} и P_{F1} , P_{F2} са допустимите мощности по критериите „контактна якост“, респ. „якост на огъване“ при зададените изходни условия.

Предимството на използването на показателя мощност пред показателя въртящ момент е особено очевидно при многостъпалните редуктори, където това улеснява много сравняването на товарносимостта на стъпалата и начините за подобряване на общите показатели. Важна особеност на алгоритмите е и организирането на итерационни цикли с цел крайните стойности на коефициентите в отделните изрази да съответстват на определящите ги условия.

Недостатък на много стандарти и методики за якостни изчисления е, че едни и същи материали за зъбните колела при двата критерия се включват в различни групи. Системата GEAR използва подобрена систематизация на материалите и не създава недоразумения.

Показването на текущи стойности на допустимите мощности по двата якостни критерия и на съответните изчислени и допустими напрежения, позволява набелязване на мерки за евентуална промяна на твърдоти, материали, модули и др., водещи до увеличаване на общата товарносимост. Сравняването на изчислените и допустимите напрежения на огъване изяснява как може да се подобри разпределянето на x_2 . Най-високи резултати могат да се осигурят с доразвиване на проверочната задача в оптимизационна и с построяването на силови и параметрични блокиращи контури (ПБК) от вида, показан на Фиг.4. Резултатите от наше компютърно изследване показват, че мерките за повишаване на товарносимостта могат да бъдат особено резултатни, когато са насочени в много направления. По тази причина изборът на основните параметри - предавателното число, материали и относителната широчина, трябва да се извършва внимателно, чрез създаване на силови модели на зъбните предавки - от вида ПБК или техни представителни сечения.

3.6. Разпределяне на общото предавателно число с програмната система COMPLEX2

Разделът изяснява в каква степен параметрите на цилиндричните многостъпални редуктори се влияят от разпределянето на общото предавателно число ($u_{\text{общо}}$) между отделните стъпала. В литературата са налице противоречия за начина на това разпределяне, поради което всяка конкретна препоръка трябва да се приема с критичност. Представяната тук система COMPLEX2 позволява да се отчетат особеностите на конструкцията, материалите, технологиите и експлоатацията на изделията, и предлага решения с високо качество.

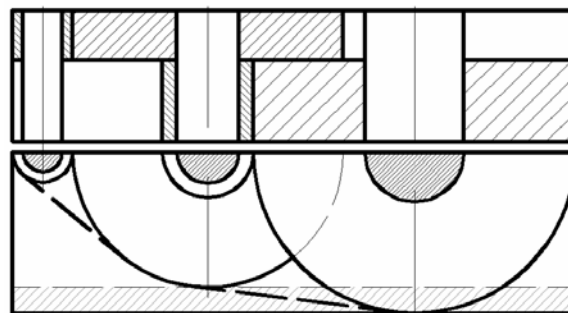
Общото предавателно число $u_{\text{общо}} = n_{\text{вх}}/n_{\text{изх}}$ се представя като произведение на предавателните числа u_1 , u_2 , u_n на отделните стъпала на редуктора:

$$(2) \quad u_0 = u_1 \cdot u_2 \cdot \dots \cdot u_n$$

Възможните комбинации са много, а могат да се увеличат още, защото при силовите предавки не е задължително точното спазване на $u_{\text{зададено}}$. Допустимите отклонения между стандартните и действителните стойности са $\pm(3-4)\%$. Те не са недостатък на конструкцията и могат да се използват за подобряване на решението.

Автоматизираното проектиране на отделните предавки, протича по следната схема: Чрез опростена формула по критерия „контактна якост“ се определя началната стойност на a_{w1} . Приема се модулът на предавката, съответстващ приблизително на стойност $0,01a_{w1}$. Намира се броят на зъбите. Определят се коефициентите на изместване $x_{1,2}$, осигуряващи максимална товарносимост, т.е. за всеки приет брой зъби се извършва „оптимизиране по x “. Когато товарносимостта по критерия якост на огъване се окаже недостатъчна, търсенето на решения продължава с избирането на по-голям модул. Ако и при него товарносимостта е по-малка от зададената, a_w се увеличава и процедурите се повтарят. Следват изчисления за определянето на a_w на следващото стъпало. При наличие на засичане се прибягва към увеличаване на лимитиращото междуосово разстояние, съчетано с паралелен процес на стесняване широчината на зацепването, до премахване на „излишната“ мощност.

За всеки вариант по избраната схема се определят и представят за сравняване голям брой негови основни параметри - дължина L , широчина B , височина H , околна повърхнина S , обем V , обща маса $G_{\text{ред}}$, максимален изходящ



$$U1=4,5 \quad U2=3,55 \quad L/L_{\text{opt}}=1,01 \quad d4/d2=1,19 \quad T'/T'_{\text{opt}}=1$$

Нач. параметри: Предавателно число $u_0=16$, Материал на колелата- цем. стомана, закалена до HRC58/56, отн. широчини $\psi_{ba1}=0,3$ и $\psi_{ba2}=0,4$ Ст.Т 8

Фиг.5. Вариант със сполучливо разпределяне на предавателното число между отделните стъпала

момент /маса и др. Сравняването може да се извърши чрез анализ на стойностите на основните параметри и/или на автоматизирано подготвени скици на конструкциите (Фиг.5). При проектирането на двустъпални съосни редуктори организацията на изчисленията е по-различна, защото конструкцията изисква междуосовите разстояния на двете стъпала да са еднакви. И тъй като изходящият въртящ момент на второто стъпало е по-голям от този на първото, изчисляването започват с определянето на a_{w2} .

По този начин крайните решения на конструктора се вземат въз основа на параметрите на предавки, оптимизирани в различни направления, както и при наличие на сравняеми данни за голям брой параметри на редуктора, като цяло. Това прави постиганите решения възможно най-висококачествени и недостижими по друг начин на проектиране.

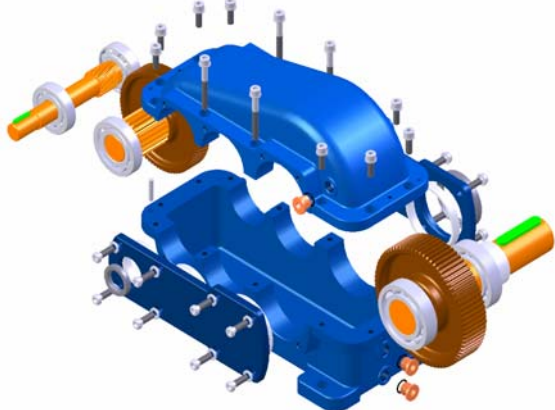
3.7. Разработване на конструктивната документация с автоматизирани системи

Създаването на достоверен компютърен модел на техническия обект в процеса на неговото проектиране е важна предпоставка за провеждане на оптимизационни задачи, ефективно формообразуване, прецизно якостно-деформационно изследване, контрол на размерите и на глобяването. Все по-често компютърните системи и технологии, с които тримерната визуализация става достижима

и лесна за реализиране цел, се превръщат от средство за стимулиране създаването на мисловен образ, в неразделна част на процеса конструиране. В този раздел е описана примерна технология за разработването на конструктивна документация на двустъпален разгънат редуктор, започваща със създаването на 3D-компютърни модели. Моделирането се извършва посредством CAD системите Solid Works и AutoCAD, на базата на резултати от програмните системи за геометрично и якостно проектиране на зъбните предавки – GEOMER, GEAR и COMPLEX2, както и на резултатите от якостно-деформационно проектиране на валове и тези от избора на търкалящи лагери.

3D-моделирането на редуктора може да се предшества от изготвяне на електронна скица, чиято главна задача е да уточни размерите на отделните детайли и възли, разположението им в пространството и коректното им сдружаване. Скицата е по данните от проектирането с CAD-системата COMPLEX2, модифицирана, без излишни подробности. Оразмеряването е непълно и цели да улесни моделирането. Стандартните детайли в нея, като търкалящи лагери, уплътнители, винтове и др. се изобразяват чрез системата AutoCAD Mechanical.

В разглеждания тук случай е предпочетено изграждане на пълните 3D-модели на входящия, междинния и изходящия вал и последващото им съчетаване в сборна единица. При модела детайл-глобена единица е създадена пълна и двупосочна асоциативност за директно унаследяване на форми - между отделните детайли, между детайлите и глобената единица, и обратно. Свързването на параметри от различни детайли (напр. вътрешен диаметър на лагер с външен на вал) улеснява изграждането на конструкцията и спестява време при преработване на документацията, създаване на модификации и всякакъв друг "реинженеринг".



Фиг.6. 3D-модел на редуктор

Прецизното съчетаване на сдружените 3D-модели на детайли и възли позволява създаването на анимации за работата на редуктора и за процесите сглобяване и разглобяване (Фиг.6). Работните чертежи се генерират автоматизирано от съответните 3D-модели посредством системата Solid Works. Окончателното привеждане на документацията в съответствие с изискванията на стандартите налага известно модифициране на автоматизирано генерираните изображения с програмни системи за чертане – AutoCAD и др.

Създаването на документацията с 3D-модели улеснява използването на графичната информация за съставянето на различни изчислителни схеми и провеждането на якостно-деформационни проверки. Те са предпоставка и за по-ефективен конструктивен и технологичен анализ.

При самото изграждане на 3D-моделите могат да се използват различни технологии. За подходящи се считат онези, които осигуряват изграждането на модела с възможно по-малък брой операции, предоставяйки и добри възможности за редактиране.

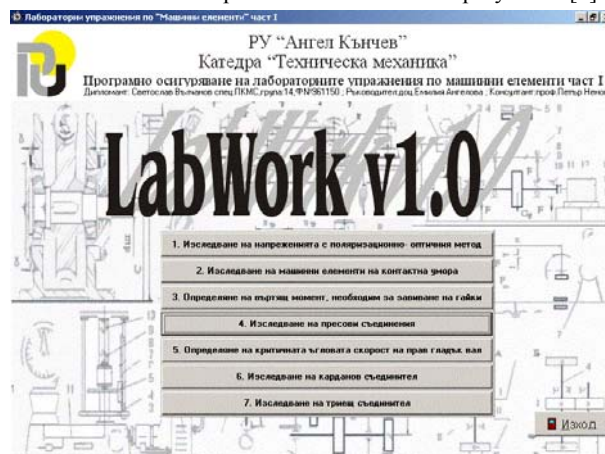
Направената примерна разработка на хоризонтален разгънат редуктор (Фиг.6) се отличава с относително малките си габарити и компактност, постигнати благодарение на използването на висококачествени материали и

термообработки на зъбните козела. Значителен е и приносът на проведената оптимизация на разпределяне на общото предавателно число на редуктора, на правилния избор на модула на зацепването, броя зъби на колелата, коефициентите на изместване на изходния контур и др. Този примерен модел притежава качествата на представителен обект на цилиндричните редуктори, което го прави подходящ за изучаване на техните конструктивни особености. В моделния си вид редукторът позволява лесно, бързо и достоверно определяне и на редица негови геометрични и физико-механични характеристики - обем, маса и др.

Предлаганата от нас технология за разработване на конструктивната документация не е традиционна и започва със създаването на опростено 3D-изображение. То се предшества от сравнителна оценка на пълноценни проектни решения, получени със системата COMPLEX2. На основата на таблична проектна информация за най-перспективния конструктивен вариант, с графична система автоматизирано се създава 3D-фотореалистично изображение. По външния вид, изгледи от вътрешността и характерни сечения на този модел конструкторът е подпомогнат визуално за окончателна оценка на полученото крайно решение и перспективите му за развитие. В случая 3D-моделите на редуктора и неговите елементи решават много добре и чисто учебни въпроси, като изясняването на някои специфични конструктивни особености и др. Стартирането на проектната документация направо с разработването на 3D-вариант улеснява извършването на корекции, доразвиване и усъвършенстване на конструкцията.

4. Системи, обслужващи лабораторните упражнения

Компютърният диск, съпровождащ Пособието, включва описание на голям пакет лабораторни упражнения по ММЕ, тестове и система за обработване на опитните резултати [2].



Фиг.7. Програмна система LABWORK, извадка

Системата LUMEL е разработена преди повече от 15 години и работи под управление на DOS и старите версии на Windows. Програмата LABWORK (Фиг.7) е нова версия на система LUMEL. Входната информация и на двете системи е структурирана в тематични екрани и е осигурена с формален контрол на въвежданите данни, за своевременно предпазване от груби грешки. Чрез тези системи лабораторните упражнения се разтоварват от работата, свързана с провеждането на трудоемки рутинни изчисления, с което се пести време за същността на провежданото изследване [4,5].

Възможностите на WINDOWS средата позволиха усъвършенстване на алгоритмите, особено в частта на визуализацията (схематично изобразяване на опитни уредби, графики и др.). Дългогодишната практика показва, че когато еднотипни занятия се водят от голям брой преподаватели, използването на системите допринася и за изравняване стила на преподаване и на изискванията към предварителната подготовка. С нея се намаляват и нежелани несъответствия в изходните данни, което повишава допълнително качеството на

учебния процес. Напоследък е в ход разработката и на други версии на системи, предназначени за обслужване на ЛУ по МЕ.

5. Изграждане на професионално обединение по ОМК

Целта е да се потърсят нови възможности за повишаване качеството на обучението чрез обединените усилия на цялата общност на ОМК. По принцип идеята не е нова, защото имаше намерения за функциониране на подобно звено и те показваха, че има нужда от него. За съжаление това, от което има нужда, обикновено трудно се изгражда. По-късно след една Конференция на международния център по инженерно образование към UNESCO (със седалище в Австралия) отново стана ясно, че е необходимо Регионално звено с конкретни координиращи функции. ТУ-София не можа да намери необходимите средства. Ентузиастични от РУ „А.Кънчев“ изградиха донякъде подходящата база [6] и разработиха проектопредложение за финансиране от Световната банка, скрепено с подписите на много наши водещи ВУ и специалисти. После с друг акт, изградената с големи усилия функционална база беше отнета от РУ. Отново сме в изходно положение и считаме, че е необходимо **да се подкрепи официално предложението за създаване** на

НАЦИОНАЛНО ОБЕДИНЕНИЕ ПО ОМК

Икономичният вариант е: Съставяне и утвърждаване на поименен списък на участниците от ВУ, от Средното образование, от Фирми и др. с някакъв минимален бюджет, който ще му позволи да организира Конференции, Семинари, Дни на ОМК и т.н. - за обмяна на опит, координиране на дейности и дискусии по стратегически проблеми (на Ротационен принцип, във водещите наши университети, с по-широко участие и на страните от Региона).

По-перспективният вариант изисква: Създаване на локални Лаборатории по ОМК, като бази за апробация, тестване и разпространение на мултимедийни учебни продукти, за усвояване на нов софтуер и повишаване квалификацията на добри студенти, дипломанти, докторанти, преподаватели. При финансова подкрепа Една от Лабораториите по ОМК би могла да поеме издаването на професионален периодичен Бюлетин, или организирането на Общ Информационен Портал.

6. Примерен обхват на дейностите на Обединението ОМК

Проблемът за по-високо качество на обучението поставя на преден план в дейността на Обединението подобряването на учебната база, което минава през:

- Сравнителен анализ на учебните планове и програми;
- Сравнителен анализ на базата и учебните пособия;
- Анализ на постиганото качество на обучение в партньорите;
- Анализ на учебни планове, програми, средства и технологии в реномирани ВУ от ЕС;
- Изравняване на Учебните планове и програми.

Примерна идея за нови пособия по дисц. МЕ Таблица 1

Общ учебник по МЕ, хармонизиран с европейските и световните пособия (например колективен, авторизиран превод на съществуващ западноевропейски вариант)
Хармонизирано Ръководство за КП по МЕ
Хармонизирано Ръководство за ЛУ по МЕ
Хармонизирана Програмна система за самоподготовка, с комплексен тест по МЕ
Справочник с Общо-машиностроителни стандарти за конструкторска документация, с елементи и на страни от ЕС
Анимационен пакет за натоваарвания, процеси и явления
Програмна система и Ръководство за проектиране на зъбни предавки по новата европейска методика

- Разработване на съгласувано предложение за хармонизиране на учебния процес по дисциплините на ОМК;
- Повишаване качеството на обучение, чрез издаване на нови, хармонизирани учебници, справочници и учебно-методични пособия, включително и за работа чрез Internet (вж. Табл. 1, примерна извадка);

- Изграждане на собствен Информационен портал;
- Организиране на специализирани Семинари, Дни на ОМК;
- Ежегодни **Конференции на ротационен принцип** (с акцент към проблемите на ОМК; разширяване на участниците, връзките със СО и с Конструкторски фирми).

7. Обособяване на Бакалавърска степен по ОМК

През 1994 г. в РУ „А.Кънчев“ беше разкрита специалност за машинни инженери по ПКМС (Проектиране и конструиране на машини и съоръжения) и интересът към нея беше голям. Задачата беше да се осигури подготовката на специалисти по проектиране и конструиране чрез използване на съвременни програмни продукти. Осигуряваха се знания по нови методи за якостни, деформационни, динамични и точностни изчисления на характерни типове машини, конструкции и съоръжения за промишлеността. В процеса на обучение се формираха умения за проектиране и модернизиране на възли, машини и съоръжения чрез използване на високотехнологични методи. Създаваха се навики за работа с високоефективен софтуер за проектиране и оптимизиране на машиностроителни изделия и конструкции. **Завършилите работят като конструктори, ръководители на отдели, бюра и фирми.**

В хода на промените намаленият интерес към инженерните специалности постепенно модифицираха специалността и до голяма степен я отклониха от първоначалния замисъл. Назря отново моментът за разкриване на единна Бакалавърска степен по ОМК, която в отделните ВУ може да има различни Магистърски продължения, осигуряващи по-високо и тясно специализиране на конструкторско равнище в различни направления. В тях има място не само за бакалаврите по ОМК, но и за други специалисти с образование "машинен инженер", независимо от професионалното им направление.

Заклучение

1. Машиностроителното конструиране се развива успешно само при синхронизирано и допълващо се обучение по цял пакет дисциплини, които се разглеждат, развиват, преподават и изучават с отчитане на тяхната дълбока взаимовръзка.
2. Разработването на богати албуми и анимации, изясняващи формите, действието и предимствата на отделни конструкции и елементите им, както и начините на тяхното проектиране и оптимизиране, е задължително условие за повишаване ефективността на обучението по ОМК конструиране.
3. Високото равнище на проектиране е възможно единствено чрез използването на програмни пакети, характеризиращи се с богати възможности за многовариантно проектиране и развиване на оптимизационни процедури по основните проблеми.
4. Обучението по ОМК е широкообхватно и се нуждае от добро координиране от Обединение на национално равнище.

Литература

1. Ненов П., Д. Андреев, П. Стаматов и И. Спасов. Курсово проектиране по машинни елементи, Техника – С., 2002/7
2. Ненов П., Е. Ангелова, Т. Дюлгерян. Цил. зъбни предавки и редуктори – нови възможности за проектиране, РУ, 2008 г.
3. Ненов П. Параметрично оптимизиране на цилиндрични зъбни предавки, Техника, С. 2002.
4. ЛУ по МЕ под ред. Проф. П. Ненов, РУ „А.Кънчев“, 2002 г.
5. Ръководство за ЛУ по МЕ, ред. Проф. Л. Лефтеров, Т., С, 91 г.
6. Проект за създаване на Регионален Център по инженерно образование, РУ „Ангел Кънчев“

Забележка: По-широка литературна справка по проблема е на разположение в източници [1,3,4,5] на Литературната справка.